



PRINT ISSN 2181-9637
ONLINE ISSN 2181-4317

ILM-FAN VA INNOVATSION RIVOJLANISH

НАУКА И ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ

SCIENCE AND INNOVATIVE DEVELOPMENT

**VOLUME 6
5 / 2023**

TOSHKENT – 2023





**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIV TA'LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR
VAZIRLIGI**

INNOVATSION RIVOJLANISH AGENTLIGI

Muassis:

**"Innovatsion rivojlanish nashriyot-
matbaa uyi" davlat unitar korxonasi**

**"ILM-FAN VA INNOVATSION RIVOJLANISH"
xalqaro ilmiy-texnikaviy jurnal**

Volume 6 / 5-2023

**Jurnal 2018-yildan
nashr etilmoqda**

Jurnal O'zbekiston Matbuot va axborot
agentligida 2018-yil 28-mayda
davriy nashrlar uchun belgilangan 0974 raqami
bilan ro'yxatga olingan.

Ushbu nashr O'zbekiston Respublikasi
Oliy attestatsiya komissiyasining
texnika fanlari

bo'yicha chop etishga tavsiya etilgan
ilmiy nashrlar ro'yxatiga kiritilgan.

Direktor:

M.B. Tursunov

Bosh muharrir:

H.R. Saloyeva

Muharrirlar:

F.A. Muhammadiyeva

Y.A. Yarmolik

M. Kamalova

TAHRIR KENGASHI

Tahrir kengashi raisi:

Abdurahmonov Ibrohim Yulchiyevich,
b.f.d., prof., akademik
<https://orcid.org/0000-0001-9563-0686>

Tahrir kengashi a'zolari:

Salimov Oqil Umurzoqovich, tex.f.d., prof., akademik
Turdikulova Shahloxon O'tkurovna, b.f.d., prof.
Otajonov Shuhrat Ibrayimjonovich, i.f.d.
Musayev Jaxongir Payazovich, p.f.d., prof. v.b.
To'ychiyev Olimjon Alijonovich, tex.f.f.d.

Tahrir hay'ati a'zolari:

Xorijiy ekspertlar:

Parmon Valentin Nikolayevich, k.f.d., prof.,
Rossiya Fanlar akademiyasining Sibir filiali raisi
Murzin Dmitriy Yuryevich, k.f.d., prof.,
Abo Akademiyasi universiteti (Finlyandiya)

O'zbekistonlik ekspertlar:

Madjidov Inomjon Urushevich, tex.f.d., prof.
Toshboltayev Muhammad Tojliyevich, tex.f.d., prof.
Sultonov Toxirjon Zokirovich, tex.f.d., prof.
Turaxodjayev Nodir, tex.f.d., prof.
Matyakubova Paraxat Mayliyevna, tex.f.d., prof.
Sagdullayev Shomansur Shoxsaidovich, tex.f.d., prof.
Jumaniyazov Qadam, tex.f.d., prof.
Axatov Akmal Rustamovich, tex.f.d., prof.
Ashurov Xatam Baxranovich, tex.f.d.
Matkarimov Soxibjon Turdaliyevich, tex.f.d.

Jurnal sahifalarida chop etilgan materiallardan
foydalanilganda

"Ilm-fan va innovatsion rivojlanish"
xalqaro ilmiy-texnikaviy jurnalidan olindi deb ko'rsatilishi
shart. Tahririyat taqdim etilgan maqolalarni taqriz qilish
va qaytarish majburiyatini olmagan.
Maqolada keltirilgan dalillar va ma'lumotlar
uchun muallif javobgar.

Jurnalda nashr etilgan barcha materiallar
mualliflik huquqi obyektini sanaladi.

MUNDARIJA

02.00.14 ORGANIK MODDALAR VA ULAR ASOSIDAGI
MATERIALLAR TEXNOLOGIYASI

6

Berdiyev Sanjar AllanazarovichKISLOROD TARKIBLI ORGANIK EFIRLARNING BENZIN YOQILG'ILARI
OKTAN SONIGA SAMARALI TA'SIRINI TADQIQ ETISH

04.00.10

GEOTEKNOLOGIYA
(OCHIQ, YER OSTI VA QURILISH)

14

Махмудов АзаматМЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСНОВНЫХ ФАКТОРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕХНОЛОГИИ ДОБЫЧИ БЛОКОВ КАМНЯ
МАШИНАМИ УДАРНОГО ДЕЙСТВИЯ

04.00.16

KONCHILIK MASHINALARI

23

Mislibayev Ilhom Tuychibayevich, Musurmanov Elyor Shirinkulovich
G'UJUMSOY KONI HAVO UZATISH STVOLIDA HAVO OQIMINI BOSHQARISH
SAMARADORLIGINI OSHIRISHDA HAVO PARDASINI QO'LLASH

05.01.04

HISOBLASH MASHINALARI, MAJMUALARI
VA KOMPYUTER TARMOQLARINING
MATEMATIK VA DASTURIY TA'MINOTI

33

Meliqo'ziyev Rustambek Shuhrat o'g'liHARBIY TEXNIKA VA QUROLLARNING JANGOVAR KO'RSATKICHLARINI
TAKTIK-TEXNIK XUSUSIYATLARI ASOSIDA BAHOLASH USULLARINI
TAKOMILLASHTIRISH

AXBOROTLARNI HIMOYALASH USULLARI
VA TIZIMLARI. AXBOROT XAVFSIZLIGI

05.01.05

Abdurazzoqov Javohir Rustamovich

ORGRAF PARAMETRLARINI TANLASH ORQALI YUQORI NOCHIZIQLI,
YAXSHILANGAN QAT'IIY LAVIN SAMARADORLIGIGA EGA S-BLOKLARNI
HISOBLASH ALGORITMI

42

ASBOBLAR. O'LCHASH VA
NAZORAT QILISH USULLARI
(TARMOQLAR BO'YICHA)

05.03.01

Юсупбеков Нодирбек Рустамбекович,

Захидов Нематжон Муратович

АВТОМАТИЧЕСКИЙ РЕГИСТРАТОР ОТКЛОНЕНИЯ ОТ ЛАЗЕРНОГО ЛУЧА
С ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ

54

ELEKTROTEXNIKA. ELEKTROENERGIYA
STANSIYALARI, TIZIMLARI.
ELEKTROTEXNIK MAJMUALAR VA
QURILMALAR

05.05.02

Pirmatov Nurali Berdiyrovich, Xaydarov Xumoyun Muxtor o'g'li

NASOS AGREGATLARIDA ASINXRON MOTORNING O'TISH
JARAYONLARIDAGI ENERGIYA TEJAMKORLIK MASALALARINI MATEMATIK
MODEL ORQALI TADQIQ ETISH

63

TO'QIMACHILIK MATERIALLARI
TEXNOLOGIYASI VA XOMASHYOGA
DASTLABKI ISHLOV BERISH

05.06.02

**Ахмедов Жахонгир Адхамович, Алимова Халима Алимовна,
Шарипов Жўрабек Шомил ўғли, Собиров Кўзибой Эркинович,
Рахимов Акмал Алишерович**

НУҚСОНЛИ ПИЛЛАЛАРНИ ЧУВИШ ВА ХОМ ИПАК ХУСУСИЯТЛАРИНИ
ЎРГАНИШ

72

83

Умурзакова Халима Хабибуллаевна, Алимova Халима Алимовна,
Умарова Говхар Рахимовна, Кенжаева Моҳира Эшмаматовна
ХОМ ИПАКНИ СТАНДАРТ КАЛАВАГА ЎРАШДА ҚЎЛЛАНИЛАДИГАН
ЭМУЛЬСИЯНИ ТАЙЁРЛАШ

DAVLAT ILMIIY DASTURLARI DOIRASIDA BAJARILAYOTGAN LOYIHALAR

92

QANDLI DIABET BILAN KASALLANGAN BEMORLAR UCHUN
PROFILAKTIK POYABZALNING SAMARALI TEXNOLOGIYASINI
YARATISH VA KONSTRUKSIYASINI ISHLAB CHIQISH

94

GOJI (DEREZA) DORIVOR O'SIMLIGINI YETISHTIRISH VA
QAYTA ISHLASH TEXNOLOGIYASINI ISHLAB CHIQISH

96

MARKAZIY QIZILQUMNING PAST NAVLI FOSFORITLARI, FAOL LOYQA
MIKROFLORASI VA MINERAL KISLOTALAR ASOSIDA YANGI TURDAGI
GRANULALANGAN KOMPLEKS ORGANOMINERAL O'G'ITLAR OLISH
TEXNOLOGIYASINI ISHLAB CHIQISH

98

TASVIRIY VA AMALIY SAN'AT TERMINLARINING O'ZBEK VA INGLIZ
TILLARIDAGI ELEKTRON LUG'ATI VA MOBIL ILOVASINI YARATISH

100

G'O'ZADA BEDA QANDALASI VA BOSHQA TUR O'SIMLIKXO'R
QANDALALARGA QARSHI KURASHDA SAMARALI
AGROTEXNOLOGIYALARNI ISHLAB CHIQISH

doi <https://dx.doi.org/10.36522/2181-9637-2023-5-1>

UDC: 665.7.038(045)(575.1)

КИСЛОРОД ТАРКИБЛИ ОРГАНИК ЭФИРЛАРНИНГ БЕНЗИН ЁҚИЛҒИЛАРИ ОКТАН СОНИГА САМАРАЛИ ТАЪСИРИНИ ТАДҚИҚ ЭТИШ

Бердиев Санжар Алланазарович,

техника фанлари номзоди,

Тармоқ корхоналарида инновацион экотизимни ривожлантириш бошқармаси бошлиғи,

ORCID: 0009-0005-1516-2840, e-mail: sanjarberdiev75@gmail.com

Ўзбекистон Республикаси Олий таълим,
фан ва инновациялар вазирлиги ҳузуридаги
Инновацион ривожланиш агентлиги

Аннотация. Мақолада кислородли органик эфирларнинг бензин ёқилғилари октан сонига самарали таъсири ўрганилган ҳамда физик-механик хоссалари таҳлил қилинган. Таклиф этилган E-1, E-2, E-3 маркали октан сонини оширувчи қўшимчаларнинг ёқилғи октан сонига таъсири икки йўналишда тадқиқ этилди: тадқиқот ва мотор. Олинган дастлабки натижаларга кўра, октан сонига самарали таъсир этувчи тавсия этилган қўшимчалар аналогларига нисбатан октан сонини оширишга ижобий таъсир кўрсатди. Тажиба-синов давомида ушбу қўшимчаларни ёқилғиларнинг октан сонини оширишда қўллаш мумкинлиги исботланди. E-1, E-2 ва E-3 органик эфирлари асосидаги қўшимчалар риформация қилинган бензинга қўшилганда, октан сонининг тадқиқот ва мотор усули бўйича аналогларидан 0,1-1,1 бирликка самарадорлиги аниқланди.

Калит сўзлар: риформат, композит, кислород сақлаган органик эфирлар, аналог, октан сони, бензин ёқилғилари.

ИЗУЧЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОГО ВЛИЯНИЯ КИСЛОРОДСОДЕРЖАЩИХ ОРГАНИЧЕСКИХ ЭФИРОВ НА ОКТАНОВОЕ ЧИСЛО БЕНЗИНОВЫХ ТОПЛИВ

Бердиев Санжар Алланазарович,

кандидат технических наук,

начальник Управления развития инновационной экосистемы на отраслевых предприятиях

Кириш

Бугунги кунда дунёда жадал саноатлашиш, юқори иқтисодий ўсиш, одамларнинг турмуш даражасининг ошиши, замонавий транспорт технологиялари тизимлари ва энергетика соҳасининг ривожланиши сабабли энергияга бўлган эҳтиёж сезиларли даражада ошган. Шунга қарамай, нефть ёки қазиб олинadиган ёқилғиларнинг чекланган захиралари ҳисобига улардан фойдаланиш умумий эҳтиёжнинг 26-27% ни ташкил қилади. Шунинг учун ёқилғи сифатининг қатъий стандарт талабларига жавоб бериши, сифатли ёқилғи олишда модификаторлардан фойдаланиш бензин ва дизель ёқилғисини ишлаб чиқаришда муҳим аҳамиятга эга.

XX асрдан кейин энергияга бўлган талаб жаҳоннинг жадал саноатлашуви, иқтисодий тараққиётнинг тезлашиши, инсонлар турмуш даражасининг ўсиши, замонавий транспорт тизими, технологиялар ва нефтьнинг чекланган захираларига боғлиқ бўлган энергетика сектори туфайли кескин ошди. Нефть дунё аҳолиси томонидан истеъмол қилинадиган энергиянинг энг катта манбаи бўлиб, табиий газ, тошкўмир, атом энергияси ва қайта

тикланадиган энергия манбалари каби бошқа энергия манбаларидан устун туради. Дунё бўйича истеъмол қилинадиган энергиянинг 90% нефть маҳсулотларига тўғри келади (Mirzamakhmudov, Jalilov, & Nurkulov, 2021).

Нефть дунёдаги ҳаёт ва кимёвий моддаларнинг энг муҳим манбаи бўлиб, ҳозирги кунда кунига тахминан 12 миллион тонна (84 миллион баррель) истеъмол қилинади. Таҳлилларга кўра, 2030 йилга бориб, бу кўрсаткич кунига 16 миллион тоннага (116 миллион баррель) кўтарилади (Imdadul, et al., 2015).

Автомобиль бензини ички ёнув двигателлари учун асосий ёқилғи бўлиб, унинг таркибини нефть ва унга қўшилган газ конденсатидан ажратилган углеводородлар аралашмаси ташкил этади. Дунё миқёсида автомобиль ёқилғиларининг тоза таркибий қисмлар ҳолида қўлланилиши тавсия этилмади. Ёқилғининг физик-механик хусусиятларини яхшилаш мақсадида унга махсус қўшимчалар қўшилади. Бу нафақат бензин сифатини яхшилади, балки техник иқтисодий самарадорликни оширишга хизмат қилади. Бу борада ёқилғиларнинг октан сонини оширувчи қўшимчаларга алоҳида эътибор берилди, чунки октан даражаси бензиннинг энг муҳим хосса ва хусусиятидир (Zolotarev, Kuznetsov, & Levinbuk, Some performance characteristics of high-octane gasoline additives: TAME, MTBE and alkyl gasoline, 2013).

Бензин ёнилғиси таркибида кислородни ўз ичига олган антидетонация агентлари миқдори, қоида тариқасида, бир неча фоизни ташкил қилади ва октан сонини кўпайтирувчи қўшимчалар сифатида тавсифланади. Кислороднинг муҳим афзаллиги шундаки, уни нефть бўлмаган хомашёлардан қисман ёки тўлиқ ишлаб чиқариш имконияти мавжуд. Бошқача қилиб айтганда, ёнилғида оксигенатлардан фойдаланиш анъанавий энергия манбаларини сақлаб қолиш ва муқобилларидан фойдаланишга ёрдам беради (Kapustin,

Агентство инновационного развития при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан

Аннотация. В статье изучено эффективное влияние органических эфиров, содержащих кислород, на октановое число бензиновых топлив, полученных в качестве премедикаментов, и проанализированы их физико-механические свойства. Влияние предлагаемых октаноповышающих присадок марок E-1, E-2, E-3, на октановое число топлив изучалось двумя способами: исследовательским и моторным. Согласно полученным предварительным результатам доказано, что предлагаемые присадки эффективно воздействуют на октановое число и оказывают положительное влияние на повышение октанового числа по сравнению с аналогами. По результатам экспериментальных испытаний доказано, что данные присадки можно использовать для повышения октанового числа топлив. При введении присадок на основе органических эфиров E-1, E-2 и E-3 в бензин при риформинге определена исследовательским методом и моторным методом его эффективность по октановому числу – на 0,1-1,1 единицы выше, чем у аналогов.

Ключевые слова: риформат, композит, кислородорганические эфиры, аналог, октановое число, нефтяные топлива.

STUDYING THE EFFECTIVE IMPACT OF OXYGEN-CONTAINING ORGANIC ETHERS ON THE OCTANE NUMBER OF OIL FUEL

Berdiev Sanjar Allanazarovich,

Doctor of Philosophy in Technical Sciences (PhD),
Head of the Department of the Development of
Innovative Ecosystem in Sectoral Enterprises

Agency for Innovative Development under
the Ministry of Higher Education, Science and
Innovations of the Republic of Uzbekistan

Abstract. The article studies the best effect of organic oxygen-containing esters on the octane number of petroleum fuels obtained as pre-medicines and analyzes their physical and mechanical properties. The impact of the proposed additives that help to raise the octane numbers E-1, E-2, and E-3 on the octane number of fuel was studied in two ways: research and motor. Preliminary findings show that the proposed additives have a positive effect on the octane number compared to analogues. Based on the results of experimental tests, it was proven that the additives can be used to raise the octane number of fuels. When introducing additives based on organic

esters E-1, E-2, and E-3 into reformed gasoline, their efficiency in terms of octane number was determined to be 0.1–1.1 units higher than that of analogues by research and motor methods.

Keywords: reformate, composite, organo-oxygen ethers, analog, octane number, petroleum fuel.

Chernysheva, & Khakimov, New technologies for the production of high-octane gasoline, 2015).

Аксарият тадқиқотларда турли хил кислородли қўшимчалар – спирт, эфир ва ҳ.к.лар бензинда детонацияга қарши восита сифатида ишлатилиши қайд этилади. Таркибида кислород сақлаган антидетонация қўшимчаларининг бошқа тоифадаги антидетонация агентларига нисбатан афзаллиги таъкидланади (Kirgina, 2019).

Метил-трет-бутил эфири (МТБЭ) билан рақобатлаша оладиган, ёнилғи таркибидаги октан сонини оширадиган, таркибида кислород сақловчи оксигенат, яъни дизопропил эфири (ДИПЭ) олиш бўйича янги усул ишлаб чиқилган бўлиб, бунинг учун хомашё сифатида пропилен ва сув олинган (маълумот учун, ДИПЭнинг октан сони МТБЭ никидан паст (105 ва 109)) (Chirkova & Arkhipov, 2018).

Автомобиль бензинлари, асосан, тўртта компонентдан ташкил топади: риформинг бензини (55 % гача), каталитик крекинг бензини (25 % гача), алкилат (5 % гача) ва изомеризат (15 % гача). Бензинлар нефтьни қайта ишлаш натижасида олинган компонентларни компаундлаш орқали олинади. Тўғридан-тўғри ҳайдаб олинган бензинларнинг октан сони тахминан 40–60 бирликда бўлади. Каталитик риформинг бензинлари паст олтингургурт миқдори билан ажралиб туради ҳамда уларнинг таркибида деярли олефинлар мавжуд эмас. Шунинг учун улар сақлаш вақтида жуда барқарор. Бироқ таркибидаги ароматик углеводородлар, айниқса, бензол экологик нуқтаи назардан чекловчи омил ҳисобланади.

Ўзбекистон бензини таркибида каталитик риформинг компонентининг улуши қарийб 60 % ни ташкил қилади. Каталитик крекинг бензинларида ҳам олтингургуртнинг масса улуши паст. Октан сони тадқиқот усулида (РОН) 90–93 бирликни ташкил этади. Уларда ароматик углеводородлар 30–40 %, олефинлар 25–35 %, изопарафинлар 25 % гача. Диен углеводородлари уларнинг таркибида деярли учрамайди. Шунинг учун улар нисбатан юқори кимёвий барқарорликка эга. Каталитик риформинг бензинлари билан солиштирганда, каталитик крекинг бензинлари портлашга қаршилиқнинг фракциялар бўйича бир хил тақсимланиши билан тавсифланади (Ryabov, 2020), (Kayumov, Nurullaev, & Turabdzhonov, 2015), (Saidakhmedov, 2013). Каталитик крекинг бензинли фракциялар таркибида 30–40 % дан кўп бўлмаган ароматик углеводородлар, шу жумладан, 1,0–1,5 % атрофида бензол бўлади (Safonov, Ushakov, & Oreshenkov, 2008) (Nurmukhametova, Akhmetov, & Rakhmatullin, 2014).

Материал ва методлар

Тадқиқот учун эпихлоргидрин ва спиртлар асосидаги Е-1, Е-2 маркали, натрий ацетат ва эпихлоргидрин асосидаги Е-3 маркали бензиннинг октан сонини оширувчи қўшимчалар синтез қилиниб, октан сонини ошириш учун республикамиз нефтьни қайта ишлаш корхоналарида ишлаб чиқариладиган октан сони 60 (ед.) бирликкача бўлган, тўғридан-тўғри ҳайдалган бензин ва каталитик риформинг технологияси маҳсулоти ҳисобланган октан сони 82 бирлик бўлган риформат аралашмасидан фойдаланилди. Тадқиқот усуллари сифатида бензиннинг октан сонини аниқлаш мақсадида тадқиқот усули ва мотор усули, шу билан бирга, бензиннинг кислота сонини белгилашда титраметриқ усул ва хираланиш ҳамда музлаш ҳароратини аниқлашда суюқ азотли совитиш усули қўлланилди.

Тадқиқот натижалари

Республикамиз нефть ёқилғилари ишлаб чиқариш корхоналарида, асосан,

тўғридан-тўғри ҳайдалган бензин ва унинг бир қисми каталитик риформинг қурилмасида қайта ишланиб, мотор усули бўйича ўлчанганда, октан сони 82 бирлик чегарасида бўлган бензиннинг юқори октанли компоненти – риформат олинади. Автомобиль учун бензин ишлаб чиқаришда қўлланиладиган, тўғридан-тўғри ҳайдалган бензин ва риформатнинг асосий физик хоссалари 1-жадвалда келтирилган. Компонентлар ва маҳсулотнинг физик-кимёвий хоссалари Ўзбекистон Республикаси TSH 39/3-203:2004 техник шартлари бўйича аниқланади.

1-жадвал

**Бензин фракцияларининг
физик-кимёвий тавсифлари**

№	Кўрсаткичлар номланиши	180 °C ҳароратдаги тўғридан-тўғри ҳайдалган бензин фракцияси	Риформат
1.	Октан сони Мотор усули (ОСМ)	57,0	82,0
	Октан сони Тадқиқот усули (ОСТ)	60	91,4
2.	Қўрғошин миқдори, РВ г/л	нормада	нормада
3.	Кислоталилиги, бензиннинг мг КОН/100 см ³	2,8	2,8
4.	Смолалар концентрацияси, бензиннинг мг/100 см ³	5,0	1,4
5.	Олтингурутнинг масса улуши, % масс.	0,13	0,00004
6.	20 °C, кг/м ³ да зичлик	731	798
7.	Хиралашиш ҳарорати, °C	-30	-30
8.	Углеводородли таркиби, % масс.: - ароматик; - нафтенлилар; - парафинлилар	20,2	67,1
		21,0	4,4
		58,8	28,5

Нефть ёқилғиларининг физик-механик хусусиятини ошириш мақсадида ишлаб

чиқилган, таркибида кислород бўлган органик эфирлар, эпихлоргидрин ва спиртлар асосидаги Е-1, Е-2 маркали, натрий ацетат ва эпихлоргидрин асосидаги Е-3 маркали октан сонини оширувчи қўшимчаларнинг физик-кимёвий хоссалари 2-жадвалда келтирилган.

2-жадвал

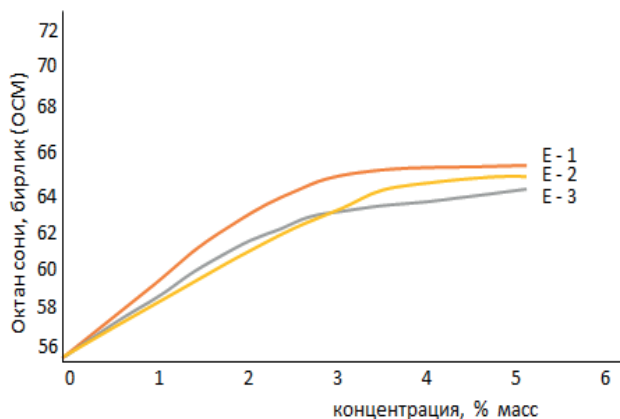
**Октан сонини оширувчи, таркибида
кислород бўлган органик эфирларнинг
физик-кимёвий хоссалари**

Кўрсаткичлар номи	Е-1 марка	Е-2 марка	Е-3 марка
Ташқи кўриниши	Суюқ ҳолатда, рангсиз	Суюқ ҳолатда, рангсиз	Суюқ ҳолатда, рангсиз
20 °C ҳароратдаги зичлиги, г/см ³	1,05	1,05	1,04
Музлаш ҳарорати, °C	-48	-50	-44

Тадқиқот давомида Е-1, Е-2 ва Е-3 маркали нефть ёқилғилари самарадорлигини яхшиловчи органик эфирларга асосланган қўшимчаларнинг октан сони 55–58 бирликни ташкил этувчи тўғридан-тўғри ҳайдалган бензин фракцияси ҳамда октан сони 82 бирликни ташкил этувчи риформат намунадаги бензинларга таъсири тажриба-синовлар асосида тадқиқ этилди. Тадқиқотларда бензин ва октан сонини оширувчи қўшимчаларнинг нисбатлар ўзгариши натижасида октан сони ҳам ўзгарганлиги аниқланди. Яъни таркибида кислород сақлаган органик, октан сонини оширувчи қўшимчалар миқдори ошиб бориши билан бензиннинг октан сони ҳам ошиб бориши тадқиқ этилди.

Е-1, Е-2 ва Е-3 маркали нефть ёқилғилари самарадорлигини яхшиловчи органик эфирларга асосланган қўшимчаларнинг тўғридан-тўғри ҳайдалган бензин фракциясининг октан сонига таъсири ўрганилди. Ўтказилган тажриба-синовларда таклиф этилаётган органик қўшимчалар самарадорлиги аниқланди ва улар 1- ва 2-расмларда графиклар орқали келтирилди.

Е-1, Е-2 ва Е-3 маркали нефть ёқилғилари самарадорлигини яхшиловчи органик эфирларга асосланган қўшимчаларнинг октан сони ошиши турли концентрацияларда ўрганилди ва натижада октан сонини моторли (ОСМ) усулда аниқлаш бўйича 8,7 бирлик ва октан сонини тадқиқот (ОСТ) усулида аниқлаш бўйича 12,7 бирликни ташкил этишига эришилди.



1-расм. Е-1, Е-2 ва Е-3 маркали органик эфирларга асосланган қўшимчаларнинг тўғридан-тўғри ҳайдалган бензин фракцияси октан сонига таъсири (ОСМ)

Тажриба-синов жараёнида октан сонини оширувчи органик қўшимчаларнинг бензин таркибига қўшиладиган концентрация миқдори 1,0–5,0 % оралиқни ташкил қилди.

Аралашмаларнинг октан сонини ошириши Е-1 маркали қўшимча 1 % концентрацияда қўшилганда, октан сонига таъсири 2,0 бирликка ошганлиги аниқланди. Е-1 маркали қўшимча 2 % концентрацияда қўшилганда, 6,0 бирлик, 3 % қўшилганда, 7,8 бирлик, 4 % қўшилганда, 8,2 бирлик ва 5 % органик қўшимча қўшилганда, тўғридан-тўғри ҳайдалган бензин фракцияси октан сони 8,7 бирликни ташкил этиши тадқиқ этилди.

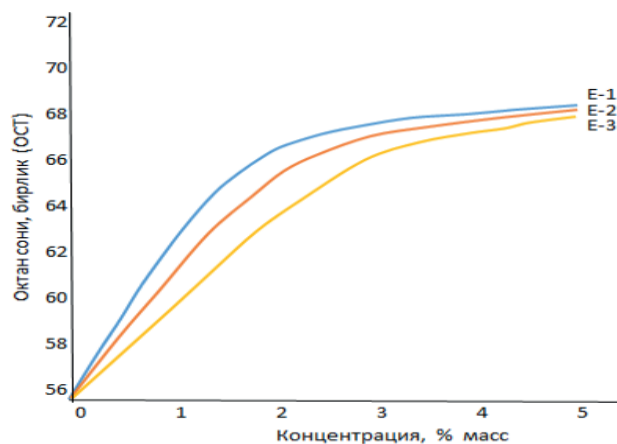
Е-2 маркали қўшимча 1 % концентрацияда қўшилганда, октан сони 1,6 бирликка ошган эди. Е-2 маркали қўшимча 2 % концентрацияда қўшилганда, 4,0 бирлик, 3 % қўшилганда, 6,0 бирлик, 4 % қўшилганда, 7,0 бирлик ва 5 % қўшилганда, тўғри-

дан-тўғри ҳайдалган бензин фракцияси октан сони 7,7 бирликни ташкил этди.

Е-3 маркали қўшимча 1 % концентрацияда қўшилганда, октан сони 2,0 бирликка ошди. Е-3 маркали қўшимча 2 % концентрацияда қўшилганда, 4,4 бирлик, 3 % қўшилганда, 6,0 бирлик, қўшимча 4 % қўшилганда, 7,2 бирлик ва қўшимча 5 % қўшилганда, тўғридан-тўғри ҳайдалган бензин фракцияси октан сони 8,0 бирликни ташкил этди.

Октан сонини аниқлашда моторли усулда олинган натижалар ўрганилди ҳамда Е-1, Е-2 ва Е-3 маркали органик эфирларга асосланган қўшимчаларнинг тўғридан-тўғри ҳайдалган бензин фракцияси октан сонига таъсири ОСМ аниқланиб, ушбу олинган натижаларнинг аналоглардан 0,4–1,82 бирликка самарадорлиги аниқланди.

Е-1, Е-2 ва Е-3 маркали нефть ёқилғилари самарадорлигини яхшиловчи, органик эфирларга асосланган қўшимчаларни тўғридан-тўғри ҳайдалган бензин фракциясининг октан сонига таъсири ОСТ усулида аниқланди (2-расм).



2-расм. Е-1, Е-2 ва Е-3 маркали органик эфирларга асосланган қўшимчаларнинг тўғридан-тўғри ҳайдалган бензин фракциясининг октан сонига таъсири (ОСТ)

Тажриба-синов жараёнида октан сонини оширувчи органик қўшимчаларнинг бензин таркибига қўшиладиган максимал концентрация миқдори 1,0–5,0 % ни ташкил қилди.

Аралашмаларнинг октан сонини ошириши Е-1 маркали қўшимча 1 % миқдорда қўшилганда, бензиннинг октан сони 5,0 бирликка ошганлиги кузатилди. Ушбу қўшимча 2 % миқдорда қўшилганда, 9,4 бирлик, қўшимча 3 % қўшилганда, 11,3 бирлик, қўшимча 4 % қўшилганда, 12,0 бирлик ва 5 % қўшилганда, тўғридан-тўғри ҳайдалган бензин фракциясининг октан сони 12,7 бирликка ошди.

Е-2 маркали қўшимча 1 % миқдорда қўшилганда, тўғридан-тўғри ҳайдалган бензиннинг октан сони 4,3 бирликка ошди. Е-2 қўшимча 2 % миқдорда қўшилганда, 8,0 бирлик, қўшимча 3 % қўшилганда, 10,7 бирлик, қўшимча 4 % қўшилганда, 11,2 бирлик ва 5 % қўшилганда, тўғридан-тўғри ҳайдалган бензин фракциясининг октан сони 12,4 бирликка ошди.

Е-3 маркали қўшимча 1 % миқдорда қўшилганда, тўғридан-тўғри ҳайдалган бензиннинг октан сони 3,0 бирликка ошганлиги аниқланди.

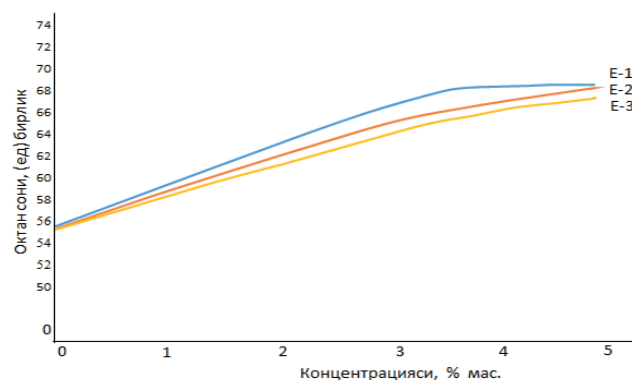
Е-3 маркали қўшимча 2 % миқдорда қўшилганда, 6,2 бирлик, қўшимча 3 % қўшилганда, 9,0 бирлик, қўшимча 4 % қўшилганда, 9,7 бирлик ва қўшимча 5 % қўшилганда, тўғридан-тўғри ҳайдалган бензин фракциясининг октан сони 12,1 бирликка ошганлиги кузатилди.

Октан сонини моторли усулда аниқлашда олинган натижалар ўрганилди ҳамда Е-1, Е-2 ва Е-3 маркали, органик эфирлар асосидаги қўшимчаларни тўғридан-тўғри ҳайдалган бензин фракцияси октан сонига таъсири ОСТ усулда аниқланиб, олинган натижаларнинг аналоглардан 0,7–2,5 бирликка самарадорлиги аниқланди.

Е-1, Е-2 ва Е-3 маркали октан сонини оширувчи органик эфирлар асосидаги қўшимчаларни риформат намунадаги бензинларнинг октан сонига таъсири тадқиқ этилди.

Е-1, Е-2 ва Е-3 маркали октан сонини оширувчи органик эфирлар асосидаги қўшимчаларнинг риформат на-

мунадаги бензинларнинг октан сонига таъсири ўзгаришлари кўрсатилган. Синов-тадқиқотлар асосида олинган натижалар 3-расмда график шаклига келтирилиб, таҳлил қилинган октан сонини оширувчи таркиблар турли концентрацияларда, октан сони ўзгаришига таъсири тадқиқот усулда аниқлаш (ОСТ) бўйича олиб борилган.



3-расм. Е-1, Е-2 ва Е-3 маркали органик эфирлар асосидаги қўшимчалар концентрациясининг риформат намунадаги бензиннинг октан сонига таъсири (ОСТ)

Тажриба-синов жараёнида октан сонини оширувчи органик қўшимчаларнинг бензин таркибига қўшиладиган концентрация миқдори 1,0–5,0 % оралиқни ташкил қилди.

Аралашмаларнинг октан сонини ошириши Е-1 маркали қўшимчадан 1 % миқдорда қўшилганда, ушбу қўшимча бензиннинг октан сонини 1,6 бирликка оширганлиги аниқланди. Е-1 қўшимчаси 2 % миқдорда қўшилганда, 4,7 бирлик, қўшимча 3 % қўшилганда, 8,1 бирлик, қўшимча 4 % қўшилганда, 10,0 бирлик ва қўшимча 5 % қўшилганда, риформат намунадаги бензин фракцияси октан сони 12,0 бирликка ошди.

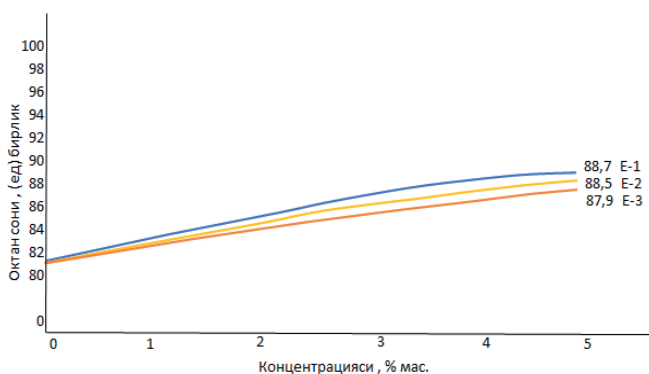
Е-2 маркали қўшимча 1 % миқдорда қўшилганда, бензиннинг октан сони 1,5 бирликка ошди. Е-2 қўшимчаси 2 % миқдорда қўшилганда, 6,5 бирлик, қўшимча 3 % қўшилганда, 7,3 бирлик, қўшимча 4 % қўшилганда, 9,2 бирлик ва қўшимча 5 % қўшилганда, риформат на-

мунадаги бензин фракцияси октан сони 11,7 бирликка ошганлиги аниқланди.

Е-3 маркали қўшимча 1% миқдорда қўшилганда, таклиф этилаётган қўшимчанинг октан сонига таъсири натижасида 1,4 бирликка ўзгарди.

Е-3 маркали қўшимча 2% миқдорда қўшилганда, 4,3 бирлик, қўшимча 3% қўшилганда, 7,1 бирлик, қўшимча 4% қўшилганда, 8,7 бирлик ва қўшимча 5% қўшилганда, риформат намунадаги бензин фракциясининг октан сони 10,7 бирликка ошди.

Кейинги тажриба-синовларда Е-1, Е-2 ва Е-3 маркали октан сонини оширувчи органик эфирларга асосланган қўшимчаларнинг риформат намунадаги бензинларнинг октан сонига таъсири ўзгаришлари кўрсатилган. Олинган натижалар 4-расмда келтирилган ва таҳлил қилинган. Октан сонини оширувчи таркибларнинг турли концентрациялардаги таъсири моторли усулда аниқлаш (ОСМ) бўйича олиб борилган.



4-расм. Е-1, Е-2 ва Е-3 маркали органик эфирлар асосидаги қўшимчалар концентрациясининг риформат намунадаги бензиннинг октан сонига таъсири (ОСМ)

Тажриба-синов жараёнида октан сонини оширувчи органик қўшимчаларнинг

бензин таркибига қўшилаётган концентрация миқдори 1,0–5,0% оралиқни ташкил қилди.

Аралашмаларнинг октан сонини ошириши Е-1 маркали қўшимча 1% концентрацияда қўшилганда, октан сонига таъсири натижасида 1,0 бирликка ошди. Е-1 маркали қўшимча 2% миқдорда қўшилганда, 2,6 бирлик, қўшимча 3% қўшилганда, 3,7 бирлик, қўшимча 4% қўшилганда, 5,8 бирлик ва қўшимча 5% қўшилганда, риформат намунадаги бензин фракцияси октан сони 6,7 бирликка ошганлиги аниқланди.

Е-2 маркали қўшимча 1% концентрацияда қўшилганда, 1,3 бирликка ошди. Е-2 қўшимчаси 2% миқдорда қўшилганда, 2,3 бирлик, қўшимча 3% қўшилганда, 2,3 бирлик, қўшимча 4% қўшилганда, 5,2 бирлик ва қўшимча 5% қўшилганда, риформат намунадаги бензин фракцияси октан сони 6,5 (ед.) бирликни ташкил этганлиги аниқланди.

Е-3 қўшимча 1% миқдорда қўшилганда, таклиф этилаётган қўшимчанинг октан сонига таъсири 1,0 бирликка ошиши кузатилди.

Е-3 қўшимча 2% концентрацияда қўшилганда, 1,6 бирлик, қўшимча 3% қўшилганда, 7,1 бирлик, қўшимча 4% қўшилганда, 4,1 бирлик ва қўшимча 5% қўшилганда, риформат намунадаги бензин фракцияси октан сони 5,9 бирликка ошганлиги аниқланди.

Хулосалар

Таклиф этилаётган Е-1, Е-2 ва Е-3 маркали қўшимчаларнинг бошқа аналогларига нисбатан самарадорлиги юқори эканлиги уларни бензин ёқилғилари хусусиятларига синергик таъсир этувчи, октан сонини оширувчи қўшимчалар сифатида қўллаш имконини беради.

REFERENCES

1. Chirkova, Y., & Arkhipov, I. (2018). Modern requirements for motor gasoline. *Alley of Science*, 21-32.
2. Ershov, M., & Emelyanov, V. (2014). Production of promising automobile and aviation gasolines in Russia. *National Oil and Gas Forum*, 19.
3. Gureev, A., & Azev, V. (1996). *Automotive gasolines, properties and applications*. Moscow: Neft' i gaz Publ.
4. Imdadul, H., Masjuki, H., Kalam, M., Zulkifli, N., Rashed, M., Rashedul, H., & Islam, M. (2015). *RSC Adv*, 74.
5. Kapustin, V., & Rudin, M. (2013). *Chemistry and technology of oil refining*. Moscow: Khimiya Publ.
6. Kapustin, V., Chernysheva, E., & Khakimov, R. (2015). New technologies for the production of high-octane gasoline. *Business magazine Neftegaz.RU.*, 24–28.
7. Kayumov, Z., Nurullaev, S., & Turabdzhanov, S. (2015). Development of new composite automotive fuels with nitrogen and oxygen-containing environmentally friendly components. *Progressive Technologies and Processes*, 50-52.
8. Khavkin, V. (2008). New technologies for the production of motor fuels. *World of Petroleum Products*, 8-12.
9. Kirgina, M. (2019). Optimization of gasoline blending recipes using a computer modeling system. *Business Magazine Neftegaz.RU*, 70-74.
10. Levinbuk, M. (2010). Reducing the total content of aromatic hydrocarbons and benzene in reformates. *World of Petroleum Products*, 7-12.
11. Maryshev, V., Mozhaiko, V., & Sorokin, I. (2005). Removal of benzene from reformat products. Catalyst and process for benzene hydroisomerization. *Oil refining and Petrochemicals*, 9-10.
12. Mirzamakhmudov, Z., Jalilov, A., & Nurkulov, F. (2021.). Study of anti-knock additives based on metal-containing modifiers. *Universum: Technical Sciences*, 7-2(88), 66-69.
13. Nurmukhametova, E., Akhmetov, A., & Rakhmatullin, A. (2014). Research on catalytic cracking gasoline. *Oil and Gas Business*(2), 181-193.
14. Polyakov, S. (2014). *Gasoline dielectric control device*. PhD thesis.
15. Ryabov, V. (2020). *Chemistry of oil and gas*. Moscow: Khimiya Publ.
16. Safonov, A., Ushakov, A., & Oreshenkov, A. (2008). Prospects for improving the quality of automobile fuels in the Russian Federation. *ChemMotToring*, 21-24.
17. Saidakhmedov, S. (2013). *Development of anti-knock oxygen-containing compositions based on local raw materials of the Republic of Uzbekistan*. Tashkent.
18. Temereva, I., & Smirnova, T. (2020). Modification of the formulation of motor gasoline using the compounding method. *Electronic scientific and methodological journal of Omsk State Agrarian University*, 1(20), 3.
19. Urmatov, R., & Salakhov, I. (2018). Development of formulations for motor gasoline grades AI-92 and AI-95. *Alley of Science*, 6(5), 715-721.
20. Zolotarev, A., Kuznetsov, S., & Levinbuk, M. (2013). Prospects for the high-octane additives market in Russia. *The chemical journal.*, 42-44.
21. Zolotarev, A., Kuznetsov, S., & Levinbuk, M. (2013). Some performance characteristics of high-octane gasoline additives: TAME, MTBE and alkyl gasoline. *The world of petroleum products. Oil Companies Bulletin*, 8-11.

Тақризчи:

Каримов М.У., т.ф.д., проф., "Тошкент кимё-технология илмий тадқиқот институти" МЧЖ етакчи илмий ходими.

doi <https://dx.doi.org/10.36522/2181-9637-2023-5-2>

UDC: 661.632.722(045)(575.1)

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСНОВНЫХ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕХНОЛОГИИ ДОБЫЧИ БЛОКОВ КАМНЯ МАШИНАМИ УДАРНОГО ДЕЙСТВИЯ

Махмудов Азамат,

кандидат технических наук, доцент кафедры «Горная электромеханика»,
ORCID: 0000-0002-1260-9433, e-mail: maxmudov-azamat@inbox.ru

Навоийский государственный горно-технологический университет

Аннотация. В данной работе приведены основные факторы, оказывающие влияние на эффективность разрушения пород ударной нагрузкой по контуру при добыче блоков в крепких породах, такие как: величина ударного нагружения (энергия единичного удара), геометрические параметры рабочего инструмента, параметры схемы разрушения и т. д. Проведён анализ методик научных институтов горного дела. Разработана методика проведения экспериментальных работ по определению основных параметров разрушения в зависимости от силовых, энергетических и конструктивных параметров инструмента. Приведены графики зависимости удельных энергозатрат от высоты скальваемого слоя, зависимости удельных энергозатрат разрушения от энергии единичного удара (A), зависимости удельных энергозатрат разрушения мрамора долотом от высоты скальваемого слоя и изменение величины работы (A) от глубины внедрения (h) в породу клиньев. Разработана эмпирическая зависимость определения удельных энергозатрат разрушения горных пород при добыче блочных камней.

Ключевые слова: факторы, разрушение, методика, энергозатраты, параметры, зависимость, инструмент.

**ZARBLI HARAKATLANUVCHI MASHINALAR BILAN
TOSH BLOKLARINI QAZIB OLISH TEXNOLOGIYASI
SAMARADORLIGINI BELGILOVCHI ASOSIY
OMILLARNI ANIQLASH USULLARI**

Maxmudov Azamat,

texnika fanlari nomzodi, “Konchilik elektr
mexanikasi” kafedrasi dotsenti

Введение

Анализ мирового и отечественного рынков природного камня говорит о возрастании доли потребления облицовочных изделий из декоративного прочного камня. В связи с требованиями рынка и значительной конкуренцией между предприятиями-изготовителями возрастает значение качества и стоимости конечного изделия из природного камня. С установлением рыночных отношений в Узбекистане, особенно в последнее десятилетие, в регионах формируется крупный промышленный комплекс по добыче и обработке природного облицовочного камня. Основным фактором неуклонного подъёма отрасли во всех регионах является огромная сырьевая база, а также рыночный спрос на строительно-облицовочные изделия из природного камня. В структуре отечественного производства преобладают изделия из мрамора и мраморизованных известняков (72 %), а также гранита и других прочных пород (28 %). С повышением прочности природного камня существенно возрастают трудоёмкость и себестоимость процесса отделения блоков от массива.

Из работ, посвящённых вопросам технологии разработки месторождений природного камня, учёных стран СНГ и зару-

бежных исследователей можно констатировать, что дальнейшее совершенствование способов их отделения лежит в области применения комбинированного метода, сочетающего алмазно-канатное пиление и отрыв моноблоков динамическим приложением усилий, что позволяет получать крупноблочное сырьё с ровными поверхностями, снижая потери природного камня (Karkashadze, 2004), (Makhmudov, 2022), (Nikolayevskiy, 1981), (Protasov, 1995), (Rakishhev, 1998), (Tangayev, 1986).

Основными факторами, оказывающими решающее влияние на эффективность разрушения пород ударной нагрузкой по контуру при добыче блоков в крепких породах, являются: величина ударного нагружения (энергия единичного удара), геометрические параметры рабочего инструмента, параметры схемы разрушения. Энергоёмкость разрушения горных пород ударным клиновидным инструментом может быть достаточно полно представлена в следующем структурном виде (формула 1):

$$A_2 = A_1 \eta, \quad (1)$$

где A_1 – энергия удара;

η – КПД данного вида рабочего оборудования.

Основные факторы разрушения (энергия единичного удара, геометрические параметры инструмента, параметры схемы разрушения, высота скалываемого слоя, шаг скола) имеют между собой определённую связь, характеризующуюся наличием оптимального соотношения между энергией удара и площадью контакта инструмента с разрушаемым материалом. Увеличение этих величин при сохранении оптимального соотношения между ними способствует повышению эффективности ударного процесса разрушения, проявляющегося в снижении удельных энергозатрат разрушения при выходе более крупных фракций разрушенной породы. Прослеживается связь между всеми параметрами разру-

Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti

Annotatsiya. Ushbu maqolada qattiq tog' jinsli bloklarni qazib olishda kontur bo'ylab zarba kuchi bilan toshlarni buzish samaradorligiga ta'sir qiluvchi asosiy omillar, masalan, zarba kuchining qiymati (birlik zarba energiyasi), ishchi asbobning geometrik o'lchamlari, buzish sxemasi parametrlari va boshqalar keltirilgan. Shuningdek, konchilik ilmiy institutlari metodikalari tahlil qilingan. Asbobning kuch, energiya va konstruktiv parametrlariga qarab tog' jinsini buzishning asosiy parametrlarini aniqlash uchun eksperimental ishlarni bajarish metodikasi ishlab chiqilgan. Muayyan energiya xarajatlarning maydalangan qatlam balandligiga bog'liqligi, parchalanishning o'ziga xos energiya sarfining A birlik zarbasi energiyasiga bog'liqligi, dolota bilan marmarni parchalashning o'ziga xos energiya sarfining buziladigan qatlami balandligiga bog'liqligi va ish hajmining o'zgarishi A qoziqsimon instrumentning tog' jinsiga botish chuqurligi h ga bog'liqligi grafiklari keltirilgan. Blokli toshlarni qazib olishda tog' jinslarini buzishning o'ziga xos energiya sarfini aniqlashning empirik bog'liqligi ishlab chiqilgan.

Kalit so'zlar: omillar, buzish, metodika, energiya sarflar, o'lchamlar, bog'liqlik, asbob.

DETERMINING THE MAIN FACTORS THAT MEASURE THE EFFICIENCY OF THE TECHNOLOGY OF STONE BLOCK EXTRACTION BY PERCUSSION MACHINES

Makhmudov Azamat,

Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor of the

Department of Mining Electric Mechanics

Navoi State University of Mining and Technologies

Abstract. This paper presents the main factors influencing the efficiency of rock destruction by impact loading along the contour during mining of blocks in strong rocks, such as the magnitude of impact loading (energy of a single impact), geometric parameters of the working tool, parameters of the fracture scheme, etc. Approaches applied by research institutions in mining science have been scrutinized. A methodology of experimental work to determine the main parameters of fracture depending on the force, energy, and design parameters of the tool is developed. The graphs of dependence of specific energy consumption on the height of the craggy layer as well as of dependence of specific energy consumption of destruction on the energy of a single blow A and of specific energy consumption

of marble destruction by a chisel on the height of the craggy layer and change of work value A on the depth of wedge penetration h into the rock are presented.
Keywords: factors, destruction, methodology, energy input, parameters, dependence, instrument.

шения: энергией удара, геометрическими параметрами инструмента, параметрами схемы разрушения (Kutuzov, 1973), (Makhmudov, Research of the massif and the main parameters of the development system of complex structural deposits of facing stone in Uzbekistan, 2022), (Makhmudov, Study of the energy parameters of rock destruction using a wedge-shaped tool, 2023), (Toshov, Makhmudov, & al., 2005).

Несмотря на выполненное огромное количество исследований по разрушению горных пород, вопросы направленного развития трещин по контуру с применением статико-динамических усилий остаётся до конца не решённым.

Поэтому обоснование выбора способа отделения при добыче блоков прочных пород природного камня методом контурной отбойки монолитов, учитывающего технологические параметры добычного и перерабатывающего распиловочного оборудования, основывающегося на экономической эффективности производства продукции на камнеобрабатывающем предприятии, является актуальной задачей.

Материалы и методы

В Национальном научном центре горного производства – Институте горного дела им. А.А. Скочинского (ИГД им. А. Скочинского) и Донецком государственном научно-исследовательском угольном институте (ДонУГИ) разработана методика проведения экспериментальных исследований и проведены исследования разрушения пород под действием динамических нагрузок. При выполнении исследований были рассмотрены и экспериментально сопоставлены различные методы динамических воздействий на горные породы, в зависимости от поставленной

задачи, разработки инструмента для разрушения горных пород. Для оценки сопротивляемости горных пород разрушению динамическими нагрузками применены различные методы.

В результате анализа работ (Karkashadze, 2004), (Kutuzov, 1973), (Tangayev, 1986), (Makhmudov, Energy parameters for fracturing rocks with wedge-shaped tools, 2023) была установлена связь между показателем дробимости и показателями некоторых физико-механических свойств горных пород. Предложены формулы для приближённого определения показателя дробимости V_{max} по известным величинам временного сопротивления сжатию образцов правильной формы $\sigma_{сж}$, временного сопротивления сжатию образцов неправильной формы $\sigma_{сж}$, коэффициента крепости по методу толчения f_T , коэффициента крепости по методу раздавливания образцов неправильной формы f_T , усреднённого коэффициента крепости f_T , контактной прочности P_k (кг/мм²), скорости распространения продольных волн a (м/с), акустической жёсткости p_a (кгс/см³) и динамической твёрдости T по Лору.

В ДонУГИ проведены дополнительные экспериментальные работы применительно к схеме разрушения забоя с двумя обнажёнными плоскостями и с целью оценки работоспособности рабочего инструмента с изменяющейся геометрией по радиусу его закругления (Kutuzov, 1973), (Nikolayevskiy, 1981).

Для решения поставленной задачи разрушения между шпуровыми полостями ударом клиновидного инструмента при подготовке блоков камня к выемке по контуру нами разработана методика проведения экспериментальных работ по определению основных параметров разрушения в зависимости от силовых, энергетических и конструктивных параметров инструмента. На рисунке 1 приведена схема определения параметров откола горной породы одиночным клиновидным инструментом.

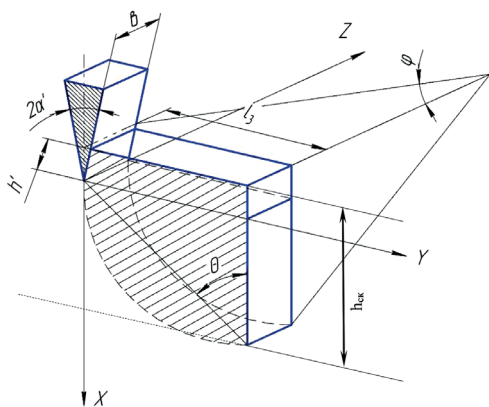


Рис. 1. Схема определения параметров откола горной породы

Для определения удельной энергоёмкости разрушения применяется метод исследовательских работ под воздействием падающего груза с индентором на гравитационном копре. В экспериментальной установке предусмотрена возможность изменения массы груза, высоты его сбрасывания на породу и замена индентора. Энергию единичного удара вычисляют по известной формуле (Rakishev, 1998), (Tangayev, 1986):

$$A = mgH, \quad (2)$$

где m – масса груза;

g – ускорение свободного падения, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$;

H – высота сбрасывания индентора, м.

Объём разрушенной горной породы определяется с помощью пластилина, которым заполняют лунку разрушения:

расчётным путём по схеме определения параметров откола, приведённой на рисунке 1, или весовым методом при известных значениях плотности горной породы. Целью серий экспериментов является построение зависимостей энергоёмкости разрушения от энергии удара $E = f(A)$, угла заточки клина $E = f(\alpha)$, ширины инструмента $E = f(b)$, высоты скалывания породы $E = f(h_{ск})$ и глубины внедрения индентора $E = f(h_{вн})$.

Результаты исследований

В процессе экспериментальных работ полученные количественные значения показателей были обработаны стандартной программой Microsoft Office Excel и построены графики эмпирических зависимостей, а также определены коэффициенты корреляции. Ниже приведены результаты исследований энергоёмкости разрушения от высоты разрушения $E = f(h_{ск})$ (рис. 2) и энергии удара $E = f(A)$ (рис. 3).

Из графиков зависимости удельных энергозатрат разрушения E от высоты скалываемого слоя H (рис. 2), которая изменяется по параболическому закону, видно, что наиболее эффективно процесс разрушения пород протекает при высоте скалываемого слоя 115–160 мм. Эксперименты проводились на различных породах и при различных энергиях удара, однако полученные оптимальные значения высоты скалываемого слоя имеют однозначную величину.

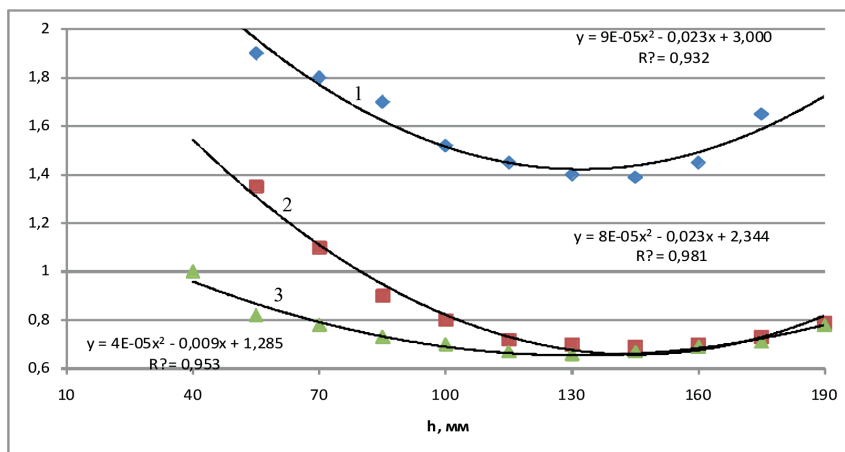


Рис. 2. График зависимости удельных энергозатрат от высоты скалываемого слоя при разрушении гранита (1), мрамора (2), известняка (3)

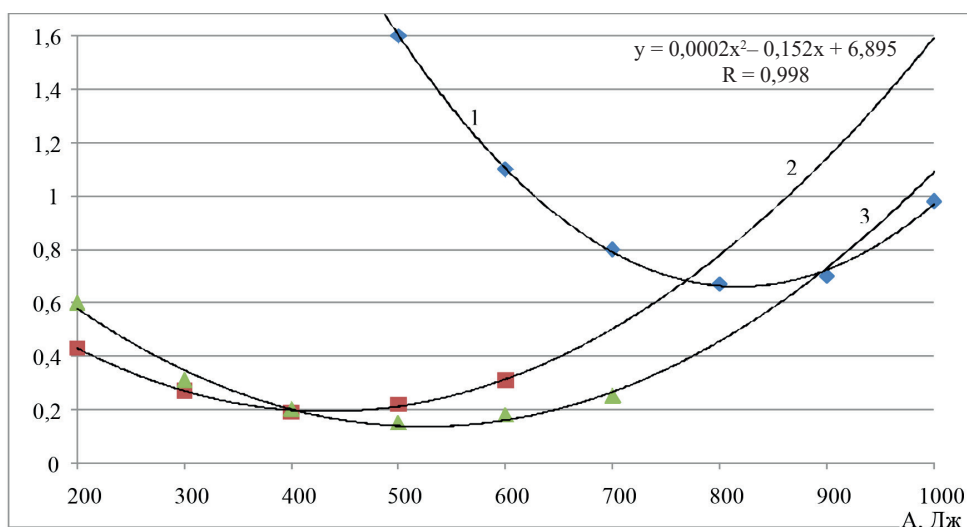


Рис. 3. Кривые зависимости удельных энергозатрат от энергии удара при разрушении гранита (1), мрамора (2), известняка (3)

На рисунке 3 приведены графики зависимости удельных энергозатрат разрушения от энергии единичного удара A . Зависимости характеризуются параболическим видом и ярко выраженными оптимумами величин энергии единичного удара, количественное значение которых для гранита составляет 700–900 Дж, для мрамора и известняка примерно одинаково и колеблется в пределах 300–500 Дж. При энергии удара ниже оптимального значения глубина внедрения инструмента в породу значительно больше, чем при работе в оптимальном режиме. С увеличением энергии удара снижается число ударов, расходуемых до наступления откола крупного элемента породы, уменьшается величина заглубления инструмента в породу, а также объём породы, измельчаемой под лезвием инструмента, и, как правило, уменьшаются удельные энергозатраты разрушения. Отделение от массива скальваемого элемента породы при работе в оптимальном режиме (при оптимальных значениях энергии удара) наступает при воздействии на массив не одного, а нескольких ударов.

При достижении оптимального соотношения между энергией удара и площадью контакта инструмента с поро-

дой ударная энергия реализуется наиболее эффективно и обеспечивается отделение от массива крупного элемента породы.

Таким образом, существует оптимум энергии удара, при котором она реализуется наиболее эффективно.

Анализ результатов исследования

Показатели удельных энергозатрат при разрушении мрамора и известняка находятся приблизительно на одном уровне, несмотря на их различную крепость (временное сопротивление сжатию). Это свидетельствует о том, что предел прочности на сжатие не является критерием оценки сопротивляемости пород разрушению. В данном случае отделение элементов породы от массива осуществляется по плоскостям напластования, в связи с чем значительно снижается сопротивляемость породы отрыву.

Эта закономерность была подтверждена экспериментами, в процессе которых отделение элементов породы от блока мрамора производилось как в направлении, перпендикулярном напластованию пород, так и в направлении, параллельном напластованию пород. Несмотря на отсутствие в мраморе явно выраженной слоистости, эффективность

разрушения его во втором случае оказалась в значительной степени выше, чем в первом. Удельные энергозатраты разрушения породы, отделяемой по её напластованию, составили $0,25 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^3$, а по перпендикулярно напластованию породы – $0,6 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^3$.

Исследования доказали достаточно высокую эффективность ударного способа разрушения горных пород по схеме, предусматривающей отделение элементов породы от массива по плоскостям напластования вдоль дополнительной (второй) обнажённой поверхности. При этом для каждого типа пород существует оптимальное значение энергии единичного удара. Увеличение или уменьшение этой величины связано с ростом удельных энергозатрат разрушения. При работе в оптимальном режиме (при оптимальных значениях энергии удара) процесс разрушения характеризуется выходом крупных фракций разрушаемого материала (табл.) без их дополнительного дробления при незначительном пылеобразовании.

Таблица
Выход фракции разрушаемого материала

Размер фракций, мм	Тип породы		
	мрамор, %	гранит, %	известняк, %
150–300	24	14	18
50–150	66	58	44
10–50	8	18	33
Менее 10	2	10	5

Исследования показали, что независимо от типа пород и различной величины энергии удара оптимум высоты скальваемого слоя имеет однозначную величину. Необходимо отметить, что эта группа опытов была выполнена с использованием долотчатого инструмента с шириной лезвия 45 мм. Для исследования взаимосвязи энергетических пара-

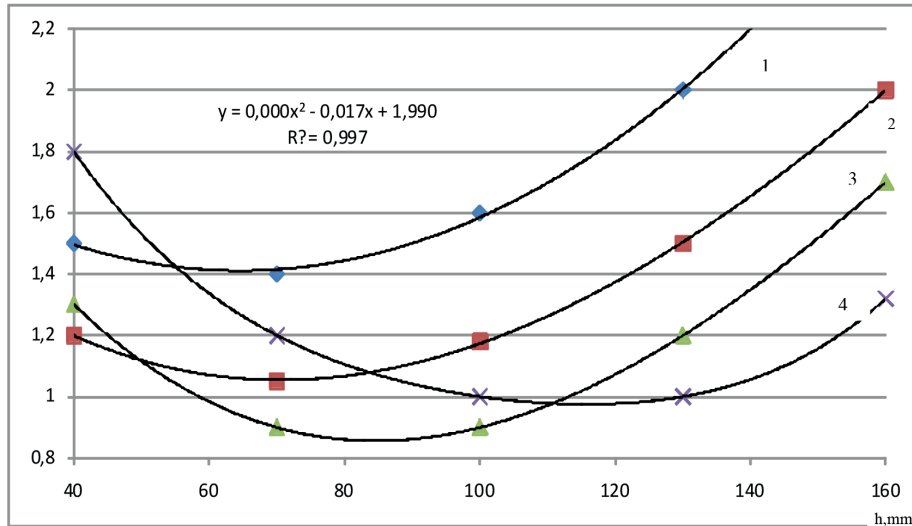
метров и параметров схемы разрушения с геометрическими данными инструмента были выполнены эксперименты, предусматривающие изменение в широком диапазоне перечисленных параметров.

Из графиков зависимостей $E = f(h_{ск})$ (рис. 4), характеризующих процесс разрушения мрамора, видно, что имеется ярко выраженный оптимум высоты скальваемого слоя для различной ширины инструмента, характеризующийся минимальными удельными энергозатратами разрушения.

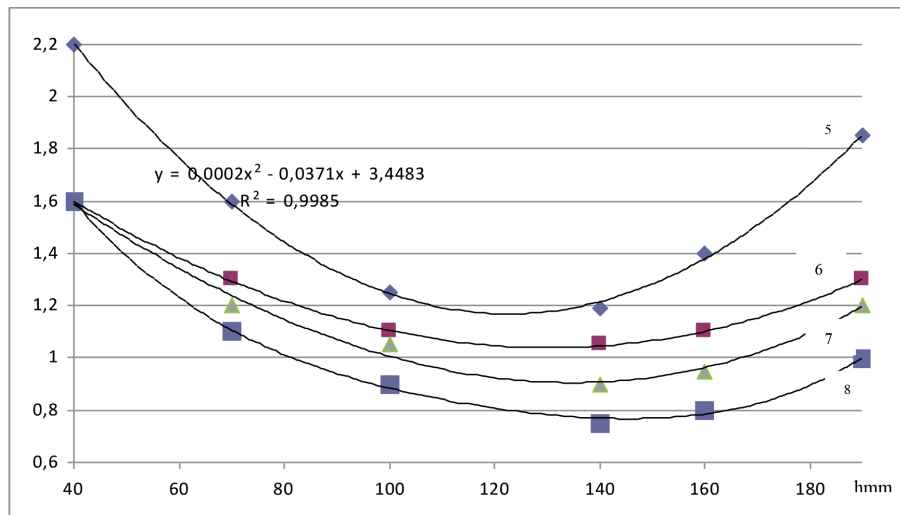
Этот оптимум при ширине лезвия долота 25 мм находится в пределах 70–130 мм, при ширине лезвия 45 мм – 100–160 мм и при ширине лезвия 65 мм – 190–220 мм. Аналогичная закономерность имеет место при разрушении известняка и гранитов. Таким образом, оптимум высоты скальваемого слоя с увеличением ширины лезвия долота увеличивается. Такое положение имеет место при различных энергиях удара. Следовательно, оптимум высоты скальваемого слоя не зависит от типа пород и энергии единичного удара, а зависит только от ширины лезвия долота.

Для работы в оптимальном режиме независимо от типа пород и энергии единичного удара между высотой скальваемого слоя $h_{ск}$ и шириной лезвия долота b (с углом заострения $\beta = 90^\circ$) должно быть выдержано следующее соотношение: $h_{ск} = (2,8 \div 3,6)b$.

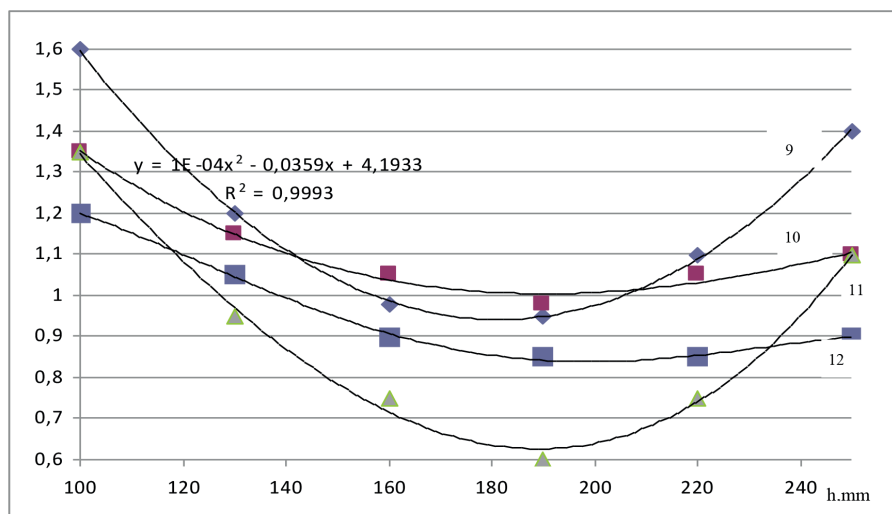
Из графиков (рис. 4) видно, что рост эффективности ударного процесса разрушения предопределяется ростом высоты скальваемого слоя при соответствующем увеличении до оптимального значения ширины лезвия инструмента и энергии удара. Характерно, что в этом случае величина отношения энергии удара к ширине лезвия долота остаётся постоянной и определяется свойством разрушаемой породы.



a)



б)



в)

Рис. 4. Графики зависимости удельных энергозатрат разрушения мрамора долотом от высоты скаливаемого слоя при ширине лезвия: а) 25 мм, б) 45 мм, в) 65 мм

1 – $A = 10$ кГм; 2 – $A = 30$ кГм;
3 – $A = 50$ кГм; 4 – $A = 70$ кГм; 5 – $A = 50$ кГм;
6 – $A = 110$ кГм; 7 – $A = 70$ кГм;
8 – $A = 90$ кГм; 9 – $A = 90$ кГм; 10 – $A = 110$ кГм;
11 – $A = 130$ кГм; 12 – $A = 150$ кГм.

Для разработки горных пород наиболее целесообразно применять рабочий инструмент клинообразной формы с острыми гранями, который может быть одно- или двускосным, комбинированного исполнения с различными углами заострения и шириной лезвия. Для внедрения двускосного симметричного клина:

чем больше угол заострения, тем больше затрачивается энергия. Но при малом угле заострения сопротивление внедрению клина мало, но могут оказаться малы и развивающиеся усилия, чтобы создать предельные разрывающие напряжения для откола породы. Так, для погружения клина с углом заострения $\alpha = 7^\circ$ соотношение энергии погружения на 4 и 1 см будет равно 13, а для клина с $\alpha = 30^\circ$ равно 14.

Влияние этих геометрических параметров на величины объёмов сколов горных пород и энергоёмкости разрушения показаны на рисунке 5.

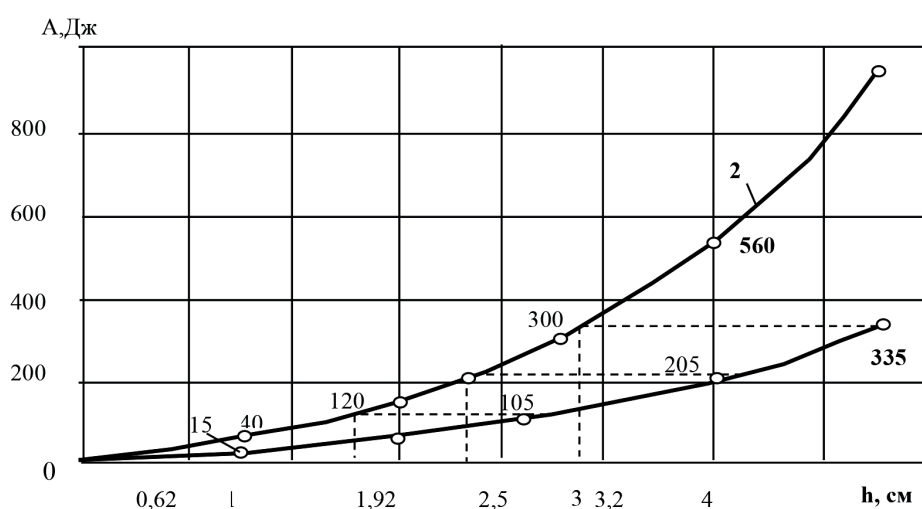


Рис. 5. Изменение величины работы A от глубины внедрения h в породе клиньев с углами заострения $\alpha = 7^\circ$ (1) и $\alpha = 30^\circ$ (2)

Оптимальным углом заострения клина для откола горных пород является угол, равный $25-90^\circ$.

Анализ экспериментальных данных показывает, что показатель зависимости удельных энергозатрат (E) от энергии единичного удара (A), высоты разрушаемого слоя ($h_{ск}$) и конструктивных параметров клиновидного инструмента ($\alpha, b, h_{вн}$) подчиняется параболическим законам. Эта зависимость определяется по следующей эмпирической формуле:

$$E = C_1 X^2 - C_2 X - C_0 \quad (3)$$

где C_0, C_1, C_2 – безразмерные эмпирические коэффициенты.

При этом коэффициент корреляции составляет $R = 0,98 - 0,99$.

Выполненные лабораторные эксперименты по разрушению пород ударным долотчатым инструментом с различным углом заострения показали, что рост эффективности ударного процесса разрушения пород при наличии двух взаимно перпендикулярных плоскостей обнажения предопределяется увеличением высоты скалываемого слоя и ширины лезвия инструмента при сохранении оптимального соотношения между этими параметрами.

Выводы

Для проведения опытно-экспериментальных работ были разработаны специальные методы технологических схем ис-

пытаний образцов горных пород, которые позволяют оценить прочностные свойства при воздействии на них относительно направления развития систем трещиноватости массива, а также возможности определения наилучшего направления разрушающих усилий для достижения наименьших энергетических затрат разрушения.

Серией экспериментов установлено, что зависимости энергоёмкости разрушения от энергии удара $E = f(A)$, угла заточки клина $E = f(\alpha)$, ширины инструмента $E = f(b)$, высоты скалывания породы $E = f(h_{ск})$ и глубины внедрения индентора $E = f(h_{ин})$ подчиняются параболическим законам изменения.

В процессе экспериментальных работ получены количественные значения показателей, они были обработаны стандартной программой Microsoft Office Excel, построены графические эмпирические зависимости.

Установлена закономерность энергетических показателей отделения блоков камня от структурного строения массива, которая подтверждена экспериментами. В процессе экспериментов определено, что, несмотря на отсутствие в мраморе явно выраженной слоистости, удельные энергетические затраты разрушения породы, отделяемой параллельно её напластованию, составили $0,25 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^3$, а перпендикулярно напластованию породы – $0,6 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/\text{м}^3$.

REFERENCES

1. Karkashadze, G. (2004). *Mekhanicheskoye razrusheniye gornyx porod [Mechanical destruction of rocks]*. Moscow: Moscow State Humanitarian University Publ.
2. Kutuzov, B. (1973). *Vzryvnoye i mekhanicheskoye razrusheniye gornyx porod [Explosive and mechanical destruction of rocks]*. Moscow.
3. Makhmudov, A. (2022). Research of the massif and the main parameters of the development system of complex structural deposits of facing stone in Uzbekistan. *Nauka i innovatsionnoye razvitiye – Science and Innovative Development*(3), 54-63.
4. Makhmudov, A. (2022). Teoreticheskoye issledovaniye sposoba podgotovki gornyx porod k vuyemke na osnove udarnogo deystviya [Theoretical study of the method of preparing rocks for excavation based on impact action]. *Gornyy vestnik Uzbekistana – Mountain Bulletin of Uzbekistan*, 2(89), 13-16. doi:10.54073/GV.2022.2.89.003
5. Makhmudov, A. (2023). Energy parameters for fracturing rocks with wedge-shaped tools. *Science and Innovative Development*(1), 10-16. doi:10.36522/2181-9637-2023-1-2
6. Makhmudov, A. (2023). Study of the energy parameters of rock destruction using a wedge-shaped tool. *Gornyy vestnik Uzbekistana – Mountain Bulletin of Uzbekistan*, 2(93), 23-27. doi:10.54073/GV.2023.2.93.005
7. Nikolayevskiy, V. (1981). *Dinamicheskaya prochnost' i skorost' razrusheniya. Udar, vzryv i razrusheniye [Dynamic strength and fracture rate. Impact, Explosion and Destruction]*. Moscow: Mir Publ.
8. Protasov, Y. (1995). *Razrusheniye gornyx porod [Destruction of rocks]*. Moscow: MGSU Publ.
9. Rakishev, B. (1998). *Energoyemkost' mekhanicheskogo razrusheniya gornyx porod [Energy intensity of mechanical destruction of rocks]*. Almaty: Baspager Publ.
10. Tangayev, I. (1986). *Energoyemkost' protsessov dobychi i pererabotki poleznykh iskopayemykh [Energy intensity of mineral extraction and processing processes]*. Moscow: Nedra Publ.
11. Toshov, Z., Makhmudov, A., & al., e. (2005). Determination of the specific load on the front edge of the cutter. *Problemy mekhaniki – Problems of Mechanics*(3), 98-100.

Рецензент:

Баратов Б.Н., к.т.н., декан Горно-металлургического факультета, филиала НИТУ “МИСИС”, г. Алмалык.

 <https://dx.doi.org/10.36522/2181-9637-2023-5-3>

UDC: 622.453(045)(575.1)

G'UJUMSOY KONI HAVO UZATISH STVOLIDA HAVO OQIMINI BOSHQARISH SAMARADORLIGINI OSHIRISHDA HAVO PARDASINI QO'LLASH

Mislibayev Ilhom Tuychibayevich,

texnika fanlari doktori, professor, Konchilik fakulteti dekani,
e-mail: mislibaev65@mail.ru;

Musurmanov Elyor Shirinkulovich,

“Konchilik elektr mexanikasi” kafedrası tayanch doktoranti,
e-mail: elyor_8606@mail.ru

Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti

Kirish

Hozirgi vaqtda konchilik sanoati jadal sur'atda rivojlanib bormoqda. Jumladan, mamlakatimizda konchilik sanoati kon-geologik va kon-texnik sharoitlarning murakkablashishi, ishlab chiqarish quvvatlarining ortishi, qazib olinadigan konlar maydonlarining kengayishi va ishlab chiqarish dasturlarini amalga oshirish uchun qazib olinadigan yer osti konlarining chuqur gorizontlariga o'tish bilan tavsiflanadi.

Konning ishlab chiqarish dasturini amalga oshirish qazib olinadigan qo'shimcha maydonlar va qazib olish ishlari chuqurligini oshirishni talab qiladi. Shunga mos ravishda konlar topologiyasi o'zgaradi hamda kon ishlari olib boriladigan lahimlar va shamollatish tarmoqlari uzunligi oshadi. Konda qazish ishlari maydonining kengayishi va shaxta havosining zaruriy miqdorini oshirish, odatda, shamollatish tarmoqlari va shaxtani shamollatish sxemasining murakkablashishiga olib keladi. Bu esa shaxtani shamollatish tarmoqlarini bo'lish va shamollatish tarmoqlariga alohida-alohida bosh shamollatish ventilyatorlari o'rnatishni talab qiladi.

Annotatsiya. Konlarda oltin tarkibli rudalarni qazib olish jarayonida konlarning shamollatish tarmog'idagi havo miqdori kon lahimlari uzunligining oshishi va konning chuqurlashishiga mutanosib ravishda ortadi. Maqolada konga havo oqimini boshqarish, konning tashqi va ichki yo'qotishlarini kamaytirish uchun havo pardalaridan foydalanish va aerodinamik qarshilik masalalari ko'rib chiqilgan. Shuningdek, murakkab shamollatish tizimlariga ega shaxtalarining shamollatish samaradorligini oshirish uchun bosh ventilyator qurilmasi va shamollatish kanalida tashqi havo yo'qotilishini kamaytirish uchun optimal shamollatish sxemasi hamda shamollatish parametrlari bo'lgan havo sarfi, havo oqimi tezligi va bosimi o'zgarishi ko'rsatkichlarining optimal qiymatlarini belgilash orqali shamollatish tarmog'ida havo oqimini samarali boshqarish va taqsimlash yo'llari keltirilgan.

Kalit so'zlar: shaxta stvoli, shamollatish, kon lahimi, lahimlar topologiyasi, ventilyator, ishchi g'ildirak, kurak, shamollatish sxemasi, shamollatish tarmog'i, havo oqimi, depressiya, aerodinamik qarshilik, havo tezligi, termoanemometr, lazerli masofa o'lchagich, havo depressiyasini o'lchash, havo pardasi, havo olish quvuri, havo taqsimlash kollektori, yo'naltirish kanali.

**ПРИМЕНЕНИЕ ВОЗДУШНОЙ ЗАВЕСЫ ДЛЯ
ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ
ВОЗДУШНЫМ ПОТОКОМ В СТВОЛЕ
ВОЗДУШНОЙ ПОДАЧИ РУДНИКА ГУЖУМСОЙ**

Мислибаев Ильхом Туйчибаевич,
доктор технических наук, профессор,
декан Горного факультета;

Мусурманов Элёр Ширинкулович,
 базовый докторант кафедры
 "Горная электромеханика"

Навоийский государственный
 горно-технологический университет

Аннотация. При добыче золотосодержащих руд в шахтах количество воздуха в вентиляционной сети рудников увеличивается пропорционально увеличению длины горных выработок и углублению шахт. В статье рассмотрены вопросы управления притоком воздуха в шахту, использования воздушных завес для снижения внешних и внутренних потерь шахты и аэродинамического сопротивления. Также в целях повышения эффективности вентиляции шахт со сложными системами вентиляции, снижения потерь наружного воздуха в главном вентиляторном устройстве и вентиляционном канале, определения оптимальной схемы вентиляции и оптимальных значений расхода воздуха, показателей изменения скорости потока и давления с параметрами вентиляции, представлены способы эффективного управления и распределения воздушного потока в вентиляционной сети.

Ключевые слова: шахтный ствол, вентиляция, горная выработка, топология выработок, вентилятор, рабочее колесо, лопатка, схема вентиляции, вентиляционная сеть, расход воздуха, депрессия, аэродинамическое сопротивление, скорость воздуха, термоанемометр, лазерный дальномер, фильтр, измерение депрессии воздуха, воздушная завеса, воздухозаборная труба, воздухораспределительный коллектор, направляющий канал.

APPLICATION OF AN AIR CURTAIN TO IMPROVE AIRFLOW CONTROL IN THE AIR TRANSMISSION SHAFT OF THE GUZHUMSOY MINE

Mislibayev Ilkhom Tuychibayevich,
 Doctor of Technical Sciences, Professor,
 Dean of the Department of Mining;

Musurmanov Elyor Shirinkulovich,
 Basic Doctoral Student at
 the Department of Mining Electromechanics

Navoi State University of Mining and Technologies

Abstract. On the extraction of gold-bearing ores in mines, the amount of air in the ventilation network of mines increases in proportion to increases in the length of excavations and deepening of the mines. The article deals with issues of managing the air flows into mines, the use of air curtains to

Bosh shamollatish qurilmalari tomonidan iste'mol qilinadigan energiya umumiy kon ishlariga sarflanadigan elektr energiyaning 30–50 % gacha qismini tashkil etadi hamda bosh ventilyator qurilmalari o'z quvvati va unumdorligi chegarasida ishlaydi (Golinko, Lebedev, & Mukha, 2012), (Kirin, Dikolenko, & Ushakov, 2000), (Shevchenko, Kosterenko, & Smirnov, 2020), (Mokhirev, 2001).

Hozirgi vaqtda shaxta shamollatish tizimlarida bir qator muammolar mavjud, jumladan, kon lahimlariga havo yetkazib berish hajmi 80 % dan oshmaydi; shaxtada havo yo'qotilishlari 30–35 % ga boradi; shaxtaga yetkazib berilayotgan havodan foydalanish koeffitsiyenti 0,6–0,8 tashkil etadi; havo taqsimlanishini boshqarish tizimi kam samarador va ko'pincha ishchi maydonlarni kerakli miqdordagi havo bilan ta'minlamaydi; shamollatishni boshqarish shaxtaning ichki mahalliy va murakkab tabiiy tortishish tarmoqlari ishlashiga bog'liq (Kirin, Dikolenko, & Ushakov, 2000), (Mokhirev, 2001).

Kon ishlarini olib borishda shaxtalarini shamollatishni belgilovchi quyidagi parametrlar, ya'ni kon lahimlarining aerodinamik qarshiligi, havoning ifloslanishi, tozalash kovjoylaridagi yuklar, shamollatish tarmog'ining topologiyasi va boshqalar katta diapazonda o'zgaradi. Ushbu o'zgarishlarni o'z vaqtida ko'rib chiqish uchun shaxtaga havo yetkazib berish va uni shamollatish tarmog'idagi taqsimlanish o'z vaqtida va mos ravishda tartibga solinishi kerak. Umumiy shaxta havosi miqdorining oshishi yoki kamayishiga bosh shamollatish ventilyatorining ish rejimi va shaxtaning umumiy aerodinamik qarshiligini o'zgartirish orqali erishiladi. Alohida lahimlar yoki lahimlarning ulanishlarida havo taqsimoti alohida shoxchalarning aerodinamik qarshiligini o'zgartirish, yordamchi ventilyatorlar va havo pardalarini o'rnatish orqali boshqariladi.

O'zbekistonning ko'plab yer osti ruda konlarini o'z ichiga olgan murakkab shamollatish tizimlariga ega shaxtalarining shamollatish samaradorligini oshirish uchun bosh ventilyator qurilmalari va shamollatish inshootlari uchun optimal parametrlar tanlash, shuning-

dek, ularning shamollatish tarmog'idagi ishini oqilona tashkil etish zarur. Kon qazish ishlari turli bosqichlarda doimiy rivojlanib borishi sababli shamollatish tarmoqlarini tizimli ravishda boshqarish talab etiladi. Bu esa yangi ochilgan kon gorizontlari yoki uchastkalarini loyihalashda butun tarmoqning havo taqsimotini boshqarish vositalarining parametrlarini qayta tanlash hamda ularni o'rnatish joylarini o'zgartirishni taqozo etadi (Kobylykin, 2013), (Kaledina & Kobylykin, 2013), (Musurmanov, 2017), (Mislibaev, Makhmudov, & Musurmanov, 2021), (Mislibaev, Makhmudov, & Makhmudov, 2021), (Mislibaev, Makhmudov, & Musurmanov, Study of the kinematics of air flow during ventilation of dead-end mine workplaces, 2021).

Shaxtalarda havo tayyorlash va shamollatishda xavfsizlikni ta'minlash, shamollatish tarmoqlarida havo taqsimlashni boshqarish masalalariga oid bir qator xorijiy va MDH mamlakatlari olimlari, jumladan, N.I. Alimenco, B.P. Kazakov, N.O. Kaledina, R.B. Tyan, S. Soy, A.D. Bagrinovskiy, Ye.I. Rogov, A.G. Yevdokimov, A.E. Krasnoshteyn, O.A. Kremnev, I.I. Medvedev, N.N. Moxirev, N.A. Trofimov, K.Z. Ushakov va boshqalar tomonidan ilmiy izlanishlar olib borilgan.

O'zbekiston Respublikasida yer osti konlarini havo bilan ta'minlashda havo tayyorlash va taqsimlash, shuningdek, shamollatishda xavfsizlikni ta'minlash, shamollatish tarmoqlarida havo oqimlarini rostlash va havo taqsimlashni boshqarish masalalari bo'yicha tadqiqot olib borgan olimlardan akademik V.R. Rahimov, professorlar B.R. Raimjanov, T.G. Akbarov, S.S. Sayyidqasimov va A.D. Melikulovlarning ishlarini alohida e'tirof etish mumkin. Lekin shunga qaramasdan, aynan shaxta stvolida havo oqimi yo'qotilishi va uning oldini olish, havo oqimlarini rostlash va to'g'ri taqsimlash hamda boshqarish masalalari yetarlicha o'rganilmagan.

Yer osti konlarida yangi gorizontlar va uchastkalarda qazish ishlarini olib borishda konning ishlab chiqarish quvvati, kon lahimlari va shamollatish tarmog'ining uzunligi ortib borayotganligi sababli foydali qazil-

reduce external and internal losses to the mine, and aerodynamic resistance. The work describes the use of the main fan and an optimal ventilation scheme in order to increase the efficiency of ventilation in mines with complex ventilation systems, with the view to reducing outdoor air losses in the ventilation duct and ventilation network by determining the optimal values for air flow, air flow rates, and pressure changes with ventilation parameters to ensure ways of effective control and distribution of the air flow.

Keywords: mine shaft, ventilation, mine working, working topology, fan, impeller, blades, ventilation scheme, ventilation network, air flow, depression, aerodynamic resistance, air speed, hot-wire anemometer, laser range finder, filter, measurement of air depression, air curtain, air intake pipe, air distribution manifold, duct.

ma konlarini o'zlashtirishda havo oqimini nazorat qilish va murakkab shamollatish tizimlari bilan konlarni samarali shamollatish muammolari dolzarb ahamiyatga ega (Kaledina & Kobylykin, 2013), (Musurmanov, 2017), (Mislibaev, Makhmudov, & Musurmanov, Study of the kinematics of air flow during ventilation of dead-end mine workplaces, 2021).

Yuqoridagi keltirilgan muammolarni hal qilish havo tayyorlash jarayonlarini axborotlashtirish, avtomatlashtirish, raqamlashtirish va havoni ish olib borilayotgan maydonlarga optimal taqsimlash bilan bog'liq. Hozirgi vaqtda yer osti konlarini shamollatish tarmoqlarini loyihalashda MDH mamlakatlarida IRS Ventilyatsiya PLA, Aeraset, Ventilyatsiya 2.0, SAPR VS, Dinavent, REVOD, xorijiy davlatlarda VentSim, VentPC, VUMA va boshqa dasturiy mahsulotlar eng ko'p qo'llaniladi (Levitskiy, 2012), (Kazakov, Kolesov, Nakarakov, & Isayevich, 2021), (Pavlov, 2019), (Levitskiy & Nurgaliyeva, Air and ventilation set with active regulators in the control unit, 2011). Shunga qaramay, kengaytirilgan shaxta shamollatish tarmog'ida har xil turdagi boshqarish elementlarini joylashtirish va ushbu dasturiy mahsulotlar orqali havo oqimini boshqarishni optimallashtirish masalasi to'liq hal qilinmagan va dolzarb muammo bo'lib qolmoqda.

Buning uchun shaxta lahimlarining topologiyasi rivojlanishini hisobga olib, shamollatish tizimlarini loyihalash jarayonida quyidagi asosiy vazifalarni bajarish va aniqlangan natijalar asosida loyihalash ishlarini olib borish zarur:

1. Kon shamollatish tizimining samaradorligini oshirish yo'llari va aniqlangan omillarning o'rganilish holatini tahlil qilish;

2. Konlarni shamollatish tizimlarining aerodinamik parametrlarini tizimli ravishda doimiy tadqiq qilib borish uslublarini ishlab chiqish;

3. Havo taqsimlash moslamalari va elementlaridan foydalanish bo'yicha ishlab chiqilgan texnik tavsiyalarni qo'llaganda, shamollatish tarmog'i modelining texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlarini aniqlash.

Material va metodlar

"G'ujumsoy" konida "6G" havo yetkazish stvoli shamollatish kanalida havo oqimi yo'qotilishining oldini olish va kamaytirish orqali shamollatish tarmog'ida havo oqimini optimal boshqarish samaradorligiga erishish mumkin. Manba va hisob-kitob ma'lumotlari "G'ujumsoy konining yer osti obyektlarida havo-depressiya tadqiqotini o'tkazish" hisoboti materiallaridan olingan bo'lib, tadqiqotlar maqola muallifining bevosita ishtirokida kon korxonasi muhandis-texnik xodimlari va "Ventshaxtproyekt" MCHJ mutaxassisleri bilan birgalikda o'tkazilgan.

Bundan tashqari, shaxta stvoli shamollatish kanalida havo oqimi yo'qotilishining oldini olish va kamaytirish bo'yicha tadqiqotlar olib borish maqsadida shamollatish sxemasi asosida shamollatish imitatsion modeli yaratildi (1-rasm) hamda uning matematik modeli asosida Solid Works flow Simulation dasturiy ta'minoti to'plamida natijalar olindi (2-rasm).

Havo-depressiya tadqiqotini o'tkazishda gorizontlarning asosiy kon lahimlari orqali o'tadigan havo miqdori o'lchandi, konni shamollatish tarmoqlarida havo taqsimoti va shamollatish eshiklari o'rnatilgan joylarda barometrik bosim tekshirildi. O'lchov nuqtalarida kon lahimlarining kesim yuzasi o'lchandi, havo oqimining harakat yo'nalishi

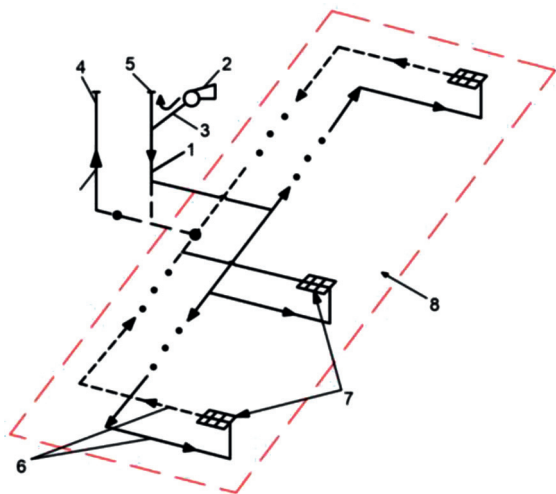
belgilab borildi. Bosh ventilyator qurilmalarini tekshirish davomida ventilyatorlar ishi-ning asosiy parametrlari hisoblangan yetkazib beriladigan havo miqdori va tezligi, bosim o'zgarishi, ventilyatorlarning elektr va texnik ko'rsatkichlari aniqlandi (Kolmakov, 2002).

Tahlillarga ko'ra, yer osti kon korxonasi tomonidan iste'mol qilinadigan to'liq elektr energiyaning 30% dan 50% gacha qismi shamollatishga sarflanadi. Ishlab chiqarish uchun yana bir muhim vazifa bosh shamollatish qurilmasining energiya samaradorligini oshirish yo'llarini ishlab chiqishdir (Mislibaev, Makhmudov, & Musurmanov, Research and analysis of the ventilation system and ventilation equipment of deep horizons of ore mines, 2021).

Bunga qo'shimcha ravishda havo haydash orqali shamollatish usuliga xos bo'lgan muammo, ya'ni havo haydash stvolida tashqi havo yo'qotilishi kuzatiladi (Kobykin, 2013), (Musurmanov, 2017), (Mislibaev, Makhmudov, & Musurmanov, Study of the kinematics of air flow during ventilation of dead-end mine workplaces, 2021). Havo shaxtaga havo yetkazib berish stvollari orqali beriladi. Bunda bosh shamollatish qurilmasining ikki tomonidan hosil qilingan 1 bosim tufayli kletli yuk ko'tarish uskunasi 3 bilan jihozlangan asosiy stvolda joylashgan sxema bo'yicha shamollatiladi (1-rasm).

Havo shamollatish kanalidan havo yetkazib berish stvoliga kiradi. U yerdan havoning asosiy qismi shaxtaning yer osti qismiga, bir qismi esa stvolning og'zi 5 orqali yer yuzasiga chiqib ketadi. Tahlillarga ko'ra, havo yo'qotilish darajasi 9% dan 49% gacha, ya'ni bosh shamollatish qurilmasining FIK 51% gacha bo'lgan konlar mavjud. Masalan, G'ujumsoy konining havo depressiya tasvirlari tadqiqotlari ma'lumotlariga ko'ra, VOD-30 o'q chiziqli ventilyatori bilan jihozlangan "6-G" stvolining og'zidan havo sizib chiqishi bilan bog'liq muammolar mavjud, ya'ni bosh shamollatish ventilyatorining unumdorligi 109,2 m³/s bo'lsa-da, konning ishchi maydoniga atigi 60,5 m³/s havo yetkazib beriladi. Stvol og'zidan tashqi havo yo'qotilishi – 48,7 m³/s. Bu ven-

tilyator tomonidan berilayotgan umumiy havoning 44,6 % ni tashkil qiladi.



1-rasm. Havoy haydash usuli bo'yicha ishlaydigan shaxtani shamollatishning soddalashtirilgan sxemasi

- 1) havoy haydash stvoli; 2) bosh shamollatish qurilmasi; 3) shamollatish kanali; 4) havoy chiqarish stvoli; 5) stvol usti binosi; 6) kon lahimlari; 7) tozalash ishlari olib boriladigan hududlar; 8) konning yer osti qismi

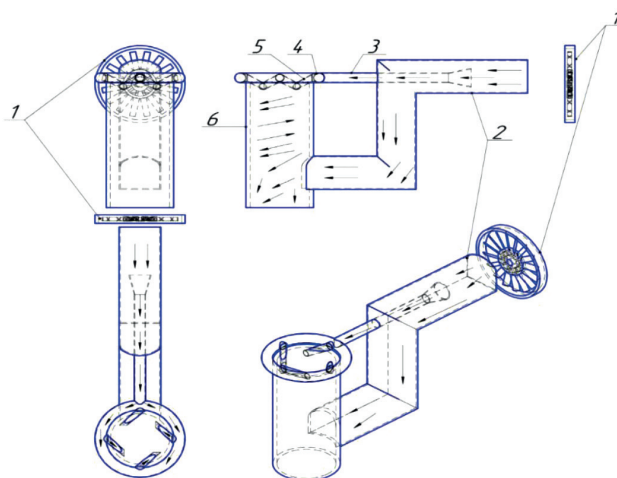
Shamollatish tarmog'ining asosiy kon lahimlarida shaxta ichki havoy yo'qotilishlari umumiy ishlab chiqilgan havoning 22 % ni tashkil qiladi. Shu nuqtayi nazardan, kon sanoati korxonalarining shamollatish uchun xarajatlarini kamaytirish bo'yicha chora-tadbirlar kompleksining asosiy yo'nalishlaridan biri shaxtalarda ichki va tashqi havoy yo'qotilishlarini kamaytirishdir.



2-rasm. Shaxta stvoli va shamollatish kanali eksperimental imitatsion modeli

Shuning uchun foydali ishlarga qo'shimcha ravishda bosh shamollatish qurilmasi havoy yo'qotilishi tufayli foydasiz ishlarni bajaradi.

Havoni tayyorlash samaradorligini oshirish va bosh shamollatish qurilmasining ishlashi uchun iste'mol qilinadigan elektr energiyasi miqdorini kamaytirish uchun havoy yetkazish stvolida havoy pardasini o'rnatish taklif etiladi (3-rasm). Havoy yetkazish stvolida o'rnatiladigan havoy pardasi stvol usti binosi orqali havoy yo'qotilishini kamaytiradi.



3-rasm. Taklif etilayotgan stvol og'ziga o'rnatiladigan havoy pardasining konstruktiv sxemasi va ishlash prinsipi

- 1) ventilyator qurilmasi; 2) shamollatish kanali; 3) havoy olish quvuri; 4) havoy taqsimlash kollektori; 5) havoy oqimini yo'naltirish uchun kanal; 6) havoy yetkazib berish stvoli

Keyinchalik havoy pardasining har bir yarmiga o'rnatilgan ventilyatorning kerakli quvvati va bosimi hisoblab chiqiladi.

Havoy pardasi ventilyatorlarining parametrlarini hisoblash tartibi

Havoy pardasining parametrlarini aniqlashda quyidagi dastlabki ma'lumotlar zarur:

1. Havoy pardasini o'rnatish joyidagi stvolning kesim yuzasi – S_{stv} , m^2 .

2. Havoy pardasining harakatini hisobga olmagan holda, havoy oqimining o'rtacha tezligi – v_0 va uning harakatini hisobga olgan holda o'rtacha tezlik – v_1 , m/s .

3. Havoy pardasi ventilyatorlari o'rnatilgan stvol uchastkasining uzunligi – L_{stv} , m .

Shaxtaning bosh shamollatish qurilmasining shamollatish kanali bilan tutashgan joyi va yer sathi yuzasi o'rtasidagi kesimida umumshaxta depressiyasi qiymati (P_a) quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$h_0 = \frac{aP_{CTB}L_{CTB}v_0}{S_{CTB}^2}, \text{ Pa} \quad (1)$$

Bu yerda: a – stvol (kletli, skipli) turini aniqlovchi koeffitsiyent (Levitskiy, Shakhtnyye ventilyatsionnyye seti [Mine ventilation networks], 2012), (Alymenko, 2015), (Mislibaev, Makhmudov, & Musurmanov, Research and analysis of the ventilation system and ventilation equipment of deep horizons of ore mines, 2021);

R_{stv} – havo pardasini o'rnatish joyidagi stvolning perimetri, m.

Tashqi havo yo'qotilishini kamaytirishning belgilangan miqdoriga qarab, stvolning shamollatish kanali bilan tutashgan joyi va yer sathi yuzasi o'rtasidagi qismida aerodinamik qarshilik ($N \text{ s}^2/\text{m}^8$) miqdorini oshirish kerak bo'lgan qiymat aniqlanadi:

$$\Delta R_{CTB} = \frac{R_{CTB}(Q_0^2 - Q_1^2)}{Q_1^2} \quad (2)$$

Bu yerda: R_{cme} – stvol og'zi sirti bilan bosh shamollatish qurilmasi uchastkasining o'zaro bog'lanish qismining aerodinamik qarshiligi, $N \text{ s}^2/\text{m}^8$ (Levitskiy, Shakhtnyye ventilyatsionnyye seti [Mine ventilation networks], 2012), (Sadikov & Baratov, 2013), $R_{CTB} = \frac{aP_{CTB}L_{CTB}}{S_{CTB}^3}$; ;

Q_0 – havo pardasi bo'lmaganda, tashqi havo yo'qotilishining hajmiy oqimi, m^3/s , $Q_0 = v_0 S_{cme}$;

Q_1 – bu uchastkada kerakli havo tezligida (v_1) tashqi havo yo'qotilishlarining hajmiy oqim sarfi, m^3/s , $Q_1 = v_1 S_{cme}$.

Havo pardasi ventilyatorining tuynugidan keladigan kerakli havo oqimi tezligi (m/s) formula bo'yicha aniqlanadi:

$$v_{B.3} = \sqrt{\frac{G_2 v_2}{2\rho_{B.3} S_{III}}} = \sqrt{\frac{(G_0 v_0 - G_1 v_1)}{2(0,465P_{B.3}/(273,15+t_{B.3}))S_{III}}} \quad (3)$$

Bu yerda: G_i – i ta nuqtadagi massa havo oqimi, kg/s;

$G_i = Q_i \rho_i$; G_0 , G_1 va G_2 – havo pardasining ta'sirini hisobga olmagan holda, mos ravish-

da tashqi yo'qotilishlarda havoning massasi oqimi sarfi, uning harakati paytida va havo pardasidan keladigan havo oqimi, kg/s;

S_{uu} – havo pardasi ventilyatori tuynugi maydoni;

$\rho_{e.3}$, $P_{e.3}$, $t_{e.3}$ va v – mos ravishda havo pardasidan chiqadigan havoning zichligi (kg/m^3), bosimi (mm.suv.ust.), harorati ($^{\circ}\text{C}$) va tezligi (m/s).

Havoning harorati va bosimini aniqlash imkoni bo'lmagan hollarda, havo zichligi $1,2 \text{ kg}/\text{m}^3$ deb hisoblanadi.

Tadqiqot natijalari

Shamollatish va havo tayyorlashning taklif etilgan usuli tavsifini ko'rib chiqamiz. Bunday holda shaxta havo isitish qurilmasining ishlashida kamroq energiya sarfi talab qilindi va stvolda havo aralastirish jarayonining normallashishi ta'minlanadi. Shamollatish stvolida havo pardasi tashqi havo yo'qotilishini kamaytirish uchun zarur (Alymenko, 2015), (Alymenko, Kamenskikh, & Nikolayev, 2011).

Tashqi havo yo'qotilishiga qarshi kurashish jarayoni samaradorligi havo pardasining stvolda joylashishi, havo pardasining o'rnatilish joyi va sharoitlariga mos tanlash hamda ventilyator parametrlariga bevosita bog'liq. Bu muammoni hal qilish uchun stvolda joylashgan uzun bo'ylama to'siq yordamida qarama-qarshi yo'naltirilgan ventilyator oqimlarini ajratish va ularda havo oqimlarini ma'lum bir burchakka yo'naltirish taklif qilgan.

Shamollatish kanali orqali berilayotgan havo oqimi shaxta stvoli og'zida tashqi havo yo'qotilishini kamaytirish uchun o'rnatilgan havo pardasi zarur havo oqimi va bosimini ta'minlashi kerak. Buning uchun, masalan, konlarda boshi berk lahimlarni shamollatish uchun ishlatiladigan portlashdan himoyalangan konstruksiyaga ega bo'lgan VME-6 markali mahalliy shamollatish ventilyatorlaridan foydalanish mumkin.

Ko'p yillar davomida o'zgarishsiz qolgan turli xil yondashuvlar (Alymenko, Kamenskikh, & Nikolayev, 2011), (Alymenko, Kamenskikh, Nikolaev, & Petrov, 2015), (Kamenskikh, 2011) asosida havo pardalari-

ni hisoblashning bir necha usullari mavjud. Bu usullarning vazifasi havo pardasi ortidagi havo oqimining tezligini aniqlash hamda oqimdagi tezlik va havo oqimi o'rtasidagi bog'liqlikni o'rnatishdan iborat.

Stvolning og'zidan tashqi oqim yo'qotilishi bilan bog'liq muammoni hal qilish uchun texnologik sxema ishlab chiqildi hamda havo yetkazib berish stvoli og'ziga o'rnatiladigan darvoza turidagi havo pardasi konstruksiyasi va ishlash prinsipi aniqlandi (3-rasm).

Taklif etilayotgan sxemada bosh shamollatish qurilmasi orqali shamollatish kanaliga berilayotgan havo oqimi energiyasidan foydalangan holda, havo yo'qotilishiga qarshi oqim energiyasi hosil qilish nazarda tutilgan, ya'ni stvolning og'zi va shamollatish kanalidan stvolga berilayotgan havo oqimi orqali deyarli bir xil qiymatdagi havo bosimiga erishiladi.

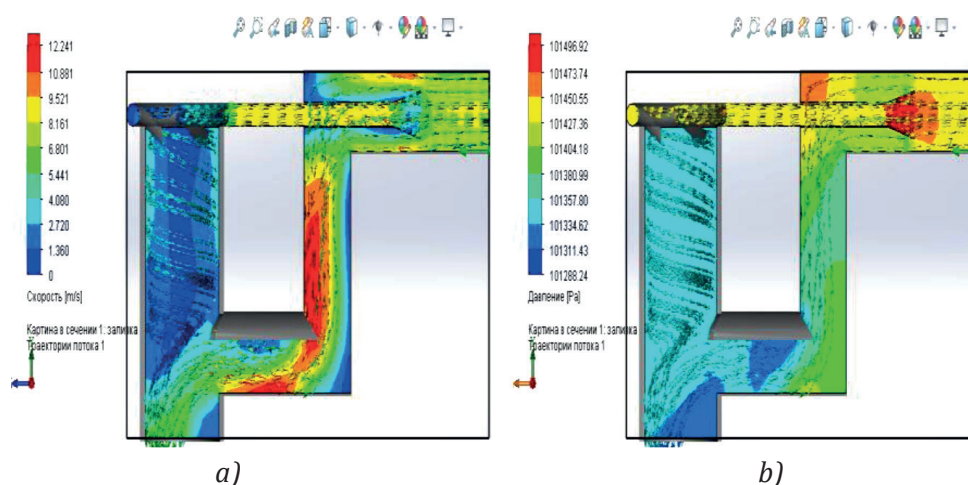
Shamollatish kanalidan olinayotgan bir qism havo shamollatish kanalidan havo olish quvuriga o'tadi. Undan so'ng havo oqimi keskin torayish va keskin kengayishlardan ikki marta o'tgan havo oqimi stvol og'zidan pastki bo'shliqqa ma'lum bir burchak ostida kiradi. Bu esa qarshi bosimni hosil qilishga yordam beradi va havo pardasi bosimini shamollatish

kanalidan yuqoriga qarab harakatlanayotgan havo bosimiga qaraganda ma'lum bir qiymatga oshiradi (Kobylkin, 2013), (Kaledina & Kobylkin, 2013), (Kazakov, Kolesov, Nakarakov, & Isayevich, 2021).

Havo pardasi unumdorligini rostdash S_{uy} tuynuk maydonini o'zgartirish yoki uning ventilyatorlaridan havo chiqish burchagini o'zgartirish orqali tartibga solinadi. Ventilyatorni boshqarish uchun o'zgaruvchan chastotali yuritma ham ishlatilishi mumkin.

Havo yetkazib berish stvolida havo pardasini ishlatishdan oldin taklif qilingan usul samaradorligi aniqlanishi lozim. Buning uchun Solid Works Flow Simulation dasturiy ta'minot to'plamida havo pardasining shamollatish va havo tayyorlash jarayoniga ta'siri matematik modellashtirildi (Sadikov & Baratov, 2013), (Musurmanov, 2017), (Khamzayev, Musurmanov, & Khaydarova, 2017), (Mislibaev, Makhmudov, & Musurmanov, Research and analysis of the ventilation system and ventilation equipment of deep horizons of ore mines, 2021).

Quyidagi 4-rasmda havo pardasidan foydalanishda hozirgi vaqtda qabul qilingan usullar bo'yicha havo tayyorlash jarayonlarini modellashtirish natijalari ko'rsatilgan.



4-rasm. Shamollatish stvolida havo pardasidan foydalanilganda, havo oqimlari taqsimlanishini matematik modellashtirish natijalari: a) havo oqimining tezligi; b) havo oqimidagi bosim

Rasmdan ko'rinib turibdiki, taklif qilingan usul havo tayyorlash jarayonida yuzaga keladigan yuqoridagi ko'rsatilgan muammolarni hal qilish imkonini beradi. Bunda havo oqimi tezligi va havo pardasiga tusha-

yotgan oqim tezligi qo'shiladi hamda impulsning saqlanish qonuni qo'llaniladi. Ayrim hollarda, qoida tariqasida, havo pardasiga tushayotgan havo oqimining tezligi ma'lum deb hisoblanadi

Tadqiqot natijalari tahlili

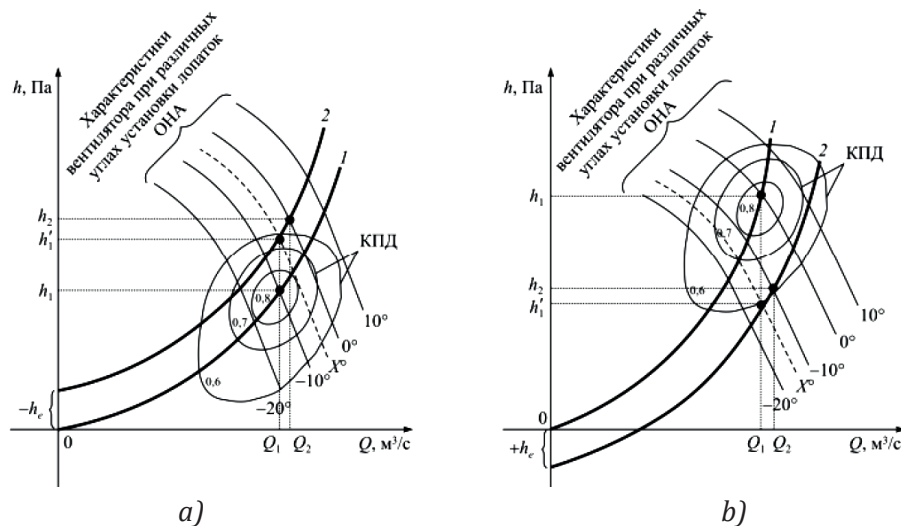
Shaxtaga yetkazib beriladigan havo hajmining pasayishi bosh shamollatish qurilmasi ish rejimini yuqori bosimli sohaga o'tkazish kerakligini bildiradi. Ijobiy tabiiy tortishish ta'sirida, aksincha, konga katta hajmda havo yetkazib beriladi, ya'ni bosh shamollatish qurilmasining ish rejimi pastroq bosim sohasiga o'tkaziladi.

Xuddi shunga o'xshash holat rostlash jarayonida quyidagi sabablarga ko'ra yuzaga keladi: umumshaxta tabiiy tortishishi bo'lmasa, kon xarakteristikasi egri chizig'i 1 ma'lum bir holatni egallaydi (5-rasm). Shu bilan birga, bosh shamollatish qurilmasi Q_1 havo miqdorini ta'minlashi kerak. Bu holda bosh shamollatish qurilmasining ish rejimi tartibi shunday tanlanadiki, ish nuqtasi (kon xarak-

teristikasi va ventilyator xarakteristikasi egri chizig'ining kesishish nuqtasi) maksimal FIK sohasiga tushadi.

Umumshaxta tabiiy tortishishi absolyut qiymatining o'zgarishi kon egri chizig'i holati 1 ning ma'lum bir holati 2 ga o'zgarishiga olib keladi (salbiy umumiy kon tabiiy tortishishi bilan (5-rasm, a); ijobiy umumiy kon tabiiy tortishishi bilan (5-rasm, b)). Ventilyatorni boshqa xarakteristikaga o'tkazish ventilyator unumdorligi o'zgarishiga olib keladi: salbiy umumiy shaxtaning tabiiy tortishish ta'siri ostida ($-h_c$) 0° (5-rasm, a); ijobiy umumiy kon tabiiy tortishishi ta'sirida ($+h_c$) -10° (5-rasm, b).

Bunday rostlash bilan Q_2 havo hajmi talab qilinadigan Q_i dan kattaroq konga yetkazib beriladi. Bu esa qo'shimcha energiya xarajatlarini talab qiladi.



5-rasm. Shaxta xarakteristikasi egri chizig'i holatining o'zgarishi: a) salbiy umumshaxta tabiiy tortishishi ta'sirida; b) ijobiy umumshaxta tabiiy tortishishi ta'sirida

Ventilyator ishchi g'ildiragi kuraklarini o'rnatish burchagini ma'lum X holatiga moslashtirish orqali qo'shimcha energiya xarajatlarining oldini olish mumkin (5-rasm). Biroq ishlash nuqtayi nazaridan, bu juda murakkab va umumiy konning tabiiy loyihasi doimiy ravishda va juda keng diapazonda o'zgarishini hisobga olgan holda, o'qiy yo'naltirish apparati o'rnatilish burchagini sozlashda xatolik yuz berishi mumkin. Bundan tashqari, ventilyatorni boshqa ishchi xarakteristikaga o'tkazish muqarrar ravishda FIK (5-rasm)

ning kamayishiga olib keladi. Shu bilan birga, bosh shamollatish qurilmasi ko'proq elektr energiya iste'mol qiladi (Kazakov, Kolesov, Nakarakov, & Isayevich, 2021), (Sadikov & Baratov, 2013).

Bosh shamollatish qurilmasi unumdorligi o'zgarishiga ventilyator ishchi g'ildiragining aylanish tezligini rostlash orqali erishish mumkin. Buning uchun rostlanadigan elektr yuritmadan foydalanish mumkin. Ish jarayonida tezlik va oqimning teskari aloqasi tufayli kerakli unumdorlik saqlanib qoladi.

Bunday holda, yuritmani boshqarish tizimi shunday rostlanadiki, ventilyator maksimal FIK bilan ishlaydi. Biroq bunday rostlash bilan ham umumshaxta tabiiy tortishishi bosh shamollatish qurilmasining ishlashiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi (Kobylnin, 2013), (Sadikov & Baratov, 2013), (Musurmanov, 2017).

Havo yetkazib berish stvoliga o'rnatilgan havo pardasi ishlashini matematik model-lashtirish jarayonida qabul qilingan sharoit-larda "6G" stvoli bo'ylab tashqi havo yo'qoti-lishlari 48,7 dan 12,2 m³/s gacha kamaygan-ligi yoki shaxtaga berilayotgan havo miqdori taxminan 75 % ga ko'paygani aniqlandi. Shaxtaning yer osti lahimlarini shamollatish uchun qo'shimcha 36,5 m³/s havo yuboriladi.

Xulosalar

Yer osti konlari unumdorligining oshishi bilan kon lahimlariga yetkazib beriladigan shamollatish uchun zarur bo'lgan toza havo miqdori ham ortib boradi. Bunda shamol-latish uchun zarur bo'lgan havo hajmi oshi-shi bilan lahimlardagi havo harakatining

me'yoriy tezligiga erishish uchun shaxta stvoli va shamollatish kanalida tashqi havo hamda kon lahimlari yo'nalishi bo'ylab ichki havo yo'qotilishlarining oldini olish talab eti-ladi.

Buning uchun shaxta stvoliga havo par-dasi o'rnatilishi kerak. Natijada shamollatish kanali orqali tashqi havo yo'qotilishi 48,7 dan 12,2 m³/s gacha kamayadi yoki shaxtaga berilayotgan toza havo miqdori taxminan 75 % ga ko'payadi. Shaxtaning yer osti lahim-larini shamollatish uchun 36,5 m³/s qo'shim-cha toza havo yuboriladi.

Yuqoridagi vazifalarning dolzarb yechimi sifatida shaxtaning qazib olish uchastkalariga tabiiy havo tortish manbalarini yaqinlashti-rish usullaridan foydalangan holda, shamol-latish tarmog'ining havo oqimini boshqarish uchun texnik yechimlar hisoblangan havo pardasidan foydalanish va shu asosda sha-mollatish tarmog'ining optimal parametrlari-ni tanlash orqali kon lahimlarining aerodina-mik qarshiligini o'zgartirish usullarini ishlab chiqish va qo'llash tavsiya etiladi.

REFERENCES

1. Alymenko, N., Kamenskikh, A., & Nikolayev, A. (2011). *Vozdushnaya zavesa i obshherudnichnaya yestestvennaya tyaga [Air curtain and general mine natural draft]*. Moscow: Gornaya kniga Publ.
2. Alymenko, N., Kamenskikh, A., Nikolaev, A., & Petrov, A. (2015). The choice of the main fan installation. *Current Problems of Enhancing Efficiency and Safety of Underground Mining and Oil Field Equipment: Proceedings of the II International Scientific and Practical Conference. 1*, pp. 190-199. Perm: PNIPU.
3. Golinko, V., Lebedev, Y., & Mukha, O. (2012). *Ventilyatsiya shakht i rudnikov [Ventilation of mines and mines]*. Dnepropetrovsk: Dnepropetrovsk NSU.
4. Kaledina, N., & Kobylnin, S. (2013). Volumetric modeling as a method for studying and controlling thermo- and aero-gas-dynamic processes at mining enterprises. *Mining Information and Analytical Bulletin (GIAB) – Proceedings of the international scientific symposium "Miner's Week - 2013"*, (pp. 149-156).
5. Kamenskikh, A. (2011). *Development of methods to control and reduce surface air leaks in mines*. PhD thesis, Mining Institute. Uro RAS, Perm.
6. Kazakov, B., Kolesov, E., Nakarakov, E., & Isayevich, A. (2021). Review of models and methods for calculating aero-gas-dynamic processes in ventilation networks of mines and mines. *Mining information and analytical bulletin*(6), 5-33. doi:10.25018/023614 932021605
7. Kirin, B., Dikolenko, Y., & Ushakov, K. (2000). *Aerologiya podzemnykh sooruzheniy (pri stroitel'stve) [Aerology of underground structures (during construction)]*. Lipetsk: Lipetsk Publ.

8. Kobytkin, S. (2013). Trebovaniya k sistemnomu proyektirovaniyu ventilyatsii shakht i rudnikov [Requirements for system design of ventilation of mines and mines]. *Ratsional'noye osvoyeniye nedr – Rational Development of Subsoil*(2), 56-59.
9. Kolmakov, V. (2002). *Aerial photography in mines*. Kemerovo.
10. Levitskiy, J. (2012). *Shakhtnyye ventilyatsionnyye seti [Mine ventilation networks]*. Karaganda: Karaganda State Technical University Publ.
11. Levitskiy, J., & Nurgaliyeva, A. (2011). Air and ventilation set with active regulators in the control unit. *Bulletin of Kuzbass State Technical University named after T.F. Gorbachev*(4), 23-27.
12. Mislibaev, I., Makhmudov, A., & Makhmudov, S. (2021). Theoretical generalization of operating modes and modeling of operational performance of excavators. *Mining Information and Analytical Bulletin*(1), 102-110.
13. Mislibaev, I., Makhmudov, A., & Musurmanov, E. (2021). Research and analysis of the ventilation system and ventilation equipment of deep horizons of ore mines. *Academic Research in Educational Sciences*, 2(12), 446-450.
14. Mislibaev, I., Makhmudov, A., & Musurmanov, E. (2021). Study of the kinematics of air flow during ventilation of dead-end mine workplaces. *Academic Research in Educational Sciences*, 2(6), 226-236.
15. Mokhirev, N. (2001). *Provetrivaniye podzemnykh gornodobyvayushhikh predpriyatiy [Ventilation of underground mining enterprises]*. Perm.
16. Musurmanov, E. (2017). Strukturnyy analiz upravleniya ventilyatsiyey shakht i rudnikov [Structural analysis of mine and mine ventilation control]. *Internauka*, 11-1(15), 71-74.
17. Pavlov, A. (2019). Changes in the aerodynamic resistance of the ventilation system of the shaft during the reversal of the air flow. *Fundamental and Applied Issues of Mining Sciences*, 6(2), 207-211.
18. Sadikov, A., & Baratov, B. (2013). *Turg'un mashinalar [Stationary cars]*. Tashkent: Tashkent State Technical University Publ.
19. Shevchenko, L., Kosterenko, V., & Smirnov, O. (2020). *Aerologiya gornyx predpriyatiy*. Moscow: Gornaya kniga Publ.
20. Khamzayev, A., Musurmanov, E., & Khaydarova, M. (2017). Povysheniye energoeffektivnosti ventilyatornykh ustanovok [Increasing the energy efficiency of fan installations]. *Young Scientist*, 7(141), 95-98.

Taqrizchi:

Zaripov Sh.U., t.f.n., dotsent, “Navoiy kon-metallurgiya kombinati” AJ, Markaziy loyihalash byurosi boshlig'i o'rinbosari.

 <https://dx.doi.org/10.36522/2181-9637-2023-5-4>

UDC: 341.32(045)(575.1)

HARBIY TEXNIKA VA QUROLLARNING JANGOVAR KO’RSATKICHLARINI TAKTIK- TEXNIK XUSUSIYATLARI ASOSIDA BAHOLASH USULLARINI TAKOMILLASHTIRISH

Meliqo’ziyev Rustambek Shuhrat o’g’li,

“Kompyuter injiniringi” kafedrasini mudiri,

ORCID: 0009-0003-5107-9652; e-mail: rustam.timur4323gmail.com

Toshkent amaliy fanlar universiteti

Kirish

So’nggi yillarda dunyoda bo’layotgan harbiy mojarolardagi qurolli to’qnashuvlar tahlili shuni ko’rsatmoqdaki, jangovar harakatlarni belgilashda o’z qo’shini va dushman imkoniyatlarini to’g’ri baholash jang natijalariga katta ta’sir ko’rsatadi. Bunda bashoratlash imkonini beruvchi texnologiyalarning o’rni muhim ahamiyatga ega. Bundan shuni anglash mumkinki, harbiy bo’linmalardagi qurol va harbiy texnikalarning jangovar potentsiallarini aniqlash hamda baholash usullarini ishlab chiqish dolzarb masalalardan hisoblanadi.

Jahonda texnik tizimlar, dasturiy vosita va kompyuter qurilmalaridan unumli foydalanган holda, harbiy bo’linmalarning jangovar tayyorgarligini tashkil etish va boshqarish, baholash, prognoz qilish, monitoring tizimlarini yaratishga yo’naltirilgan ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda. Shu bilan birga, harbiy bo’linmaning jangovar potentsiali, qobiliyati va salohiyatini baholash mezonlarini takomillashtirish orqali harbiy bo’linmalarning jangovar salohiyatini baholash dasturiy vositasi va algoritmlarini yaratish muhim vazifalardan sanaladi.

Harbiy bo’linmalar shaxsiy tarkibining jangovar qobiliyatini aniqlash, monitoring qilish, jangovar salohiyatini baholash va algoritmlash sohasida xorijlik olimlardan N.I. Turko, I.A. Sheremet, V.A. Ryaboshapko,

Annotatsiya. Ushbu maqolada jangovar qurol va texnikalarning jangovar potentsialini aniqlashning matematik modellari va harbiy xizmatchining jangovar qobiliyatini baholash mezonlari tahlil qilingan. Shuningdek, harbiy bo’linmaning jangovar salohiyatini baholash masalaridan biri bo’lgan jangovar texnika va qurollarning jangovar potentsialini aniqlashda jangovar vositalar taktik-texnik xususiyatlarining muhimlik darajasi koeffitsiyentlari asosida uning jangovar potentsialini belgilash mezonlarini takomillashtirish bo’yicha takliflar bayon etilgan.

Kalit so’zlar: jangovar qurol, texnika, jangovar potentsial, model, harbiy xizmatchi, jangovar qobiliyat, mezon, ko’rsatkich, muhimlik darajasi, jang.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ БОЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ И ВООРУЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ ТАКТИКО- ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

Меликузиев Рустамбек Шухрат угли,
заведующий кафедрой
"Компьютерный инжиниринг"

Ташкентский университет прикладных наук

Аннотация. В данной статье анализируются математические модели определения боевого потенциала боевого оружия и техники и критерии оценки боеспособности военнослужащего. Также рассмотрены вопросы определения боевого потенциала боевой техники и вооружения на основе коэффициентов значимости тактико-технических характеристик боевой техники в бою, как одного из важнейших критериев оценки боевого потенциала воинской ча-

сти, предложены меры по совершенствованию критериев определения боевого потенциала боевой техники.

Ключевые слова: боевое оружие, техника, боевой потенциал, модель, военнослужащий, боеспособность, критерий, показатель, уровень значимости, бой.

IMPROVING METHODS FOR ASSESSING THE COMBAT PERFORMANCE OF MILITARY EQUIPMENT AND WEAPONS BASED ON TACTICAL AND TECHNICAL CHARACTERISTICS

Melikuziev Rustambek Shukhrat ugli,
Head of the Department of Computer Engineering,

University of Tashkent for Applied Sciences

Abstract. This article analyzes mathematical models for determining the combat potential of combat means and equipment and criteria for assessing the combat capability of a serviceman. Also in this article, one of the issues in assessing the combat potential of a military unit is the model for determining tactical and technical indicators and characteristics that are important in a battle when determining the combat potential of military equipment and weapons, as well as tactical and technical indicators of military equipment and weapons. Improving the criteria for determining its combat potential based on the rates of importance in combat.

Keywords: combat weapons, equipment, combat potential, model, serviceman, combat capability, criterion, indicator, level of significance, combat.

S.A. Modestov, V.I. Potapov, V.P. Demidenko, V.P. Ivanov, V.P. Sisuyev, B.A. Plishevskiy, V.S. Suxorutchenko, M.I. Zernov, I.I. Chuklyayev, V.A. Isupov, A.I. Gurskiy va boshqalar samarali tadqiqotlar olib borgan.

Respublikamiz olimlaridan M.M. Kamilov, T.F. Bekmurat, A.X. Nishanov, D.T. Muxamediyeva, A.R. Axatov, X.V. Dadabayev, D.E. Sultanov, S.S. Abduraimov, A.R. Kodirov, T.G. Jafarov, B.A. Axmadjonov, A.A. Ergashev va boshqalarning ilmiy izlanishlari ham alohida diqqatga sazovor.

Barcha ishlab chiqaruvchi korxonalarda jangovar texnika va qurolning jangovar potensialini ideal holatda aniqlash model-

lari mavjud. Ayrim markadagi harbiy texnikalarning jangovar potentsiallari qiymatlari keltirilgan. Mazkur qiymatlar texnikalarning taktik va texnik ko'rsatkichlari hamda sinov va tajribalar asosida bir-biriga nisbatan olingan bo'lib, ularni aniqlash texnologiyalari to'g'risidagi ma'lumotlar ishlab chiqaruvchi korxonalarining maxfiy siridir.

Zamonaviy urush talablariga javob beradigan yangi jangovar texnika va qurollarni yaratish, mavjudlarini modernizatsiya qilish hamda harbiy konstruktor ekspertlar malakasini oshirish, shuningdek, ishlab chiqarish sanoati mavjud bo'lgan davlatlarning bir turdagi mo'ljallanishga ega bo'lgan jangovar texnika va qurollarini o'zaro taqqoslashda texnika va qurolning jangovar potensial ko'rsatkichini aniqlash va baholash hozirgi kunda muhim ahamiyatga ega.

Material va metodlar

Jangovar texnika va qurollarga tanklar, tankka qarshi texnika va vositalar, bronitransportyorlar, zirhli jangovar texnika va mashinalar, artilleriya va minomyotlar, granatomyot va boshqa turdagi o'qotar qurollar kiradi. Mazkur jangovar vositalar quruqlikdagi qurolli to'qnashuvlarga yo'naltirilgan muhim vositalar hisoblanib, jangovar vazifalariga ko'ra har birining o'z funksiyalari mavjud.

Jangovar texnika va qurollarning jangovar potensial ko'rsatkichi uning jangovar sifat ko'rsatkichlari asosida belgilanadi (Donсков, Fedyunin, & Vasiliev, 2020). Jangovar harakatlar davomida va jangda ta'siri yuqori bo'lgan hamda muhim hisoblangan jangovar texnika va qurollarning taktik-texnik xususiyatlari va jangovar ko'rsatkichlari asosida aniqlangan sifat ko'rsatkichlari jangovar texnika va qurollarning ideal sharoitdagi jangovar potensialini belgilab beradi.

Taktik-texnik xususiyatlar va jangovar ko'rsatkichlar qanchalik yuqori yoki aksincha bo'lishi jangovar texnika va qurollarning yashovchanligi (uzoq vaqt jang davomidagi

aktivligini yo‘qotmasligi) hamda jangovar potensial ko‘rsatkichi shuncha yuqori bo‘lishini anglatadi.

Murakkab jangovar texnika va qurollarning jangovar potensial ko‘rsatkichini aniqlash uchun ularning taktik-texnik xususiyatlari hamda jangovar ko‘rsatkichlari to‘g‘risidagi ma‘lumotlarni imkon darajasida to‘liqroq to‘plash lozim.

Jangovar harakatlar davomida va jangda ta’siri yuqori bo‘lgan hamda muhim hisoblangan jangovar texnikaning taktik-texnik ko‘rsatkichlari 1-jadvalda keltirilgan.

kichlar aniqlanadi, misol uchun, jangovar texnikaning dvigatel quvvati, umumiy og‘irligi va o‘lchamlaridan solishtirma quvvati hamda yerga berilgan bosimi.

Jangovar potensial ko‘rsatkichini aniqlash modelini jangovar texnika va qurollarni loyihalash, jangovar ishonchligini baholash va taqqoslash tahlilini o‘tkazishda qo‘llash mumkin (Vasiliev, Fedyunin, Manin, & Vasiliev, 2020), (Donskov, Fedyunin, & Vasiliev, 2020). Jangovar potensial ko‘rsatkichini aniqlash modelini qo‘llash uchun murakkab va keng spektordagi ma‘lumotlar talab etiladi. Ya’ni taktik-texnik xususiyatlar va ko‘rsatkichlar to‘g‘risidagi ma‘lumotlar imkon qadar ko‘p bo‘lsa, jangovar texnika va qurollarning jangovar potensial ko‘rsatkichini aniqlashning sifat darajasi oshadi.

Barcha jangovar texnika va qurollar harakatchanlik, qurollanganlik, himoyalanganlik bo‘yicha sifat ko‘rsatkichlariga ega hamda dushman jangovar texnikalari, o‘qotar qurollari va boshqa nishonlari bilan samarali jang olib borishga mo‘ljallangan bo‘ladi.

Jangovar texnika va qurollarning jangovar potensial ko‘rsatkichi sifat ko‘rsatkichlari, ya’ni harakatchanlik, himoyalanganlik va qurollanish koeffitsiyentlari asosida aniqlanadi:

1. Harakatchanlik koeffitsiyenti (R_1) – harakatchanlik, monyovrchanlik va to‘siqlardan o‘tuvchanlik xususiyatlarini belgilaydi.

2. Himoyalanganlik koeffitsiyenti (R_2) – bronihimoyalanganlik va o‘lcham xususiyatlarini belgilaydi.

3. Qurollanish koeffitsiyenti (R_3) – qurollanishning effektivlik xususiyatlarini belgilaydi.

Jangovar texnika va qurol sifat ko‘rsatkichlari koeffitsiyentlarining taktik-texnik xususiyatlar bilan tizimlashishi 2-jadvalda keltirilgan (Donskov, Fedyunin, & Vasiliev, 2020). Mazkur jadvalda jangovar harakatlar va jangga asosiy ta’sir etuvchi, muhim hisoblangan taktik-texnik ko‘rsatkichlar olingan.

1-jadval

Jangovar texnikaning taktik-texnik ko‘rsatkichlari

T/r	Nomlanishi	O‘lchov birligi
1	Dvigatel quvvati	ot kuchi
2	Umumiy og‘irligi	tonna
3	Maksimum harakatlanish tezligi	kilometr/soat
4	Orqaga harakatlanish maksimum tezligi	kilometr/soat
5	Umumiy yurish zaxirasi	kilometr
6	Ko‘tarilish burchagi	gradus
7	Yon tomonlarga og‘ish burchagi	gradus
8	Devorlardan o‘tish balandligi	metr
9	Chuqurlikdan o‘tish kengligi	metr
10	Korpus uzunligi	metr
11	Korpus kengligi	metr
12	Umumiy balandligi	metr
13	Ekvivalent zirh qalinligi	millimetr
14	Pushka kalibri	millimetr
15	Jangovar to‘plam	dona
16	Otish sur’ati	dona/minut
17	Nishonlarni yo‘q qilish uzoqligi	kilometr
18	Gorizont bo‘yicha pushkani nishonga olish tezligi	gradus/sekund
19	Jangovar to‘plam nomenklaturasi	dona
20	Snaryad yoki o‘qning og‘irligi	gramm

1-jadvalda keltirilgan taktik-texnik ko‘rsatkichlar asosida texnikaning jangovar sifat ko‘rsatkichlari belgilanadi. Bu jangovar texnikaning jangovar potensial ko‘rsatkichini aniqlashni soddalashtiradi. Ayrim texnik ko‘rsatkichlar asosida esa taktik ko‘rsat-

Jangovar texnika va qurol sifat ko’rsatkichlari koeffitsiyentlarining taktik-texnik ko’rsatkichlar bilan bog’lanishi*

Harakatchanlik koeffitsiyenti (R_1)	Himoyalanganlik koeffitsiyenti (R_2)	Qurollanish koeffitsiyenti (R_3)
Jangovar texnika taktik-texnik ko’rsatkichlari nomlari		
Solishtirma quvvati [ot kuchi/tonna]	Korpus uzunligi [metr]	Pushka kalibri [mm]
Yerga berilgan bosimi [kg/sm ²]	Korpus kengligi [metr]	Jangovar to’plam [dona]
Maksimum harakatlanish tezligi [km/soat]	Bashnya bo’yicha balandligi [metr]	Otish sur’ati [dona/minut]
Orqaga harakatlanish maksimum tezligi [km/soat]	Ekvivalent zirh qalinligi [mm]	Nishonlarni yo’q qilish uzoqligi [km]
Umumiy yurish zaxirasi [km]		Gorizont bo’yicha pushkani nishonga olish tezligi [gradus/sekund]
Ko’tarilish burchagi [gradus]		Jangovar to’plam nomenklaturasi [dona]
Yon tomonlarga og’ish burchagi [gradus]		Snaryad yoki o’qning og’irligi [gramm]
Devorlardan o’tish balandligi [metr]		
Chuqurlikdan o’tish kengligi [metr]		

* Manba: muallif ishlanmasi

Jangovar texnika va qurolning jangovar potensial ko’rsatkichi 1-ifoda yordamida aniqlanadi:

$$P = \sum R_i. \quad (1)$$

Jangovar texnika va qurolning barcha olingan taktik-texnik ko’rsatkichlari jangda teng mavqega ega emas. Jangda ayrim taktik-texnik ko’rsatkichlarning muhimlik darajasi bo’lishi mumkin, lekin juda past darajada, ya’ni jangovar texnika va qurol uchun belgilangan jangovar vazifani bajarishda asosiy ahamiyatga ega bo’lmasligi mumkin (Nazroev, Rutko, & Fisich, 2020). Shuning uchun ham jangovar texnika va qurolning jangovar potensial ko’rsatkichini aniqlashda taktik-texnik ko’rsatkichlarning muhimlik darajasi koeffitsiyenti mezonini kiritish maqsadga muvofiqdir.

Natijada jangovar texnika va qurollar jangovar sifat ko’rsatkichlarining umumiy koeffitsiyentlari jangovar texnika va qurollarning taktik-texnik ko’rsatkichlari hamda ularning jangda muhimlik darajasi koeffitsiyentlarini hisobga olgan holda, kvalimetr usulida 2-ifoda orqali aniqlanadi:

$$R = \prod x_i^{\alpha_i} \quad (2)$$

Bu yerda: x_i – jangovar texnika va qurolning taktik-texnik ko’rsatkichlari, α_i – taktik-texnik ko’rsatkichlarning jangda muhimlik darajasi koeffitsiyentlari va 2-ifoda uchun $\sum \alpha_i = 1$ shart bajarilishi lozim.

Taktik-texnik ko’rsatkichlarning jangda muhimlik darajasi koeffitsiyentlari uchun $\sum \alpha_i = 1$ belgilashni kiritish va kvalimetr usulidan foydalanishning asosiy sababi koeffitsiyentlarning qiymatlarini kichikroq qiymatlarida olish va soddalashtirishdan iborat.

Jangovar texnika va qurollarni loyihalashda taktik-texnik ko’rsatkichlarning jangda muhimlik darajasi koeffitsiyentlarini qo’llash prinsipi ma’lum va aniq belgilangan bo’ladi (Zhankaziev, 2012), (Rumyantsev & Fedorov, 1984), (Fedotov, 1986).

Mamlakatimizda jangovar texnika va qurollarni loyihalash hamda ishlab chiqarish mavjud emasligini inobatga olgan holda, taktik-texnik ko’rsatkichlarning jangda muhimlik darajasi koeffitsiyentlarini belgilash bo’yicha yetarli ma’lumotlar olishning imkoni yo’q. Ochiq axborot manbalarida bu to’g’rida ma’lumotlar mavjud emas (Kravchenko & Omarova, 2014). Jangovar texnika va qurollarning taktik-texnik ko’rsatkichlarining jangda muhimlik darajasi koeffitsiyentlari, umuman olganda, ishlab chiqaruvchi korxonalarining

maxfiy siri hisoblanadi. Taktik-texnik ko'rsatkichlarning jangdagi muhimlik darajasi koefitsiyentlarini aniqlash jang turi, tashqi va ichki ta'sirlarga qarab belgilanadi, shuningdek, harbiy ekspertlar tahlili asosida amalga oshirilishi ham mumkin. Ya'ni jangovar texnika va qurollarning taktik-texnik ko'rsatkichlarining jangovar harakatlar va jangga ta'siri hamda muhimligi jihatidan taqqoslash amalga oshiriladi hamda baholanadi.

Aytaylik, shartli ekspertlar guruhiga yuqori malakaga ega bo'lgan mutaxassislar jalb etildi. Ekspertlar guruhi jangovar texnika va qurollarning taktik-texnik ko'rsatkichlarini jangovar harakatlar va jangga ta'siri hamda muhimligi jihatlaridan kelib chiqib, 100 bal-

li baholash tizimiga ko'ra 3-jadvaldagi kabi belgiladi. Olingan baholar asosida muhimlik darajasining o'rtacha baholari aniqlanadi va taktik-texnik ko'rsatkichlarning muhimlik darajasi koefitsiyentlari 3-ifodaga ko'ra hisoblanadi. O'tkazilgan shartli ekspertlar tahlili natijalariga ko'ra, 3-jadvalda jangovar texnika va qurolning taktik-texnik ko'rsatkichlarining jangda muhimlik darajalari shakllantiriladi:

$$\alpha_i = \frac{B_i}{\sum B_i} \quad (1)$$

Bu yerda: B_i – shartli ekspertlar tomonidan taktik-texnik ko'rsatkichlarning muhimlik darajalari bo'yicha belgilagan baholarining o'rtacha qiymati.

3-jadval

Shartli ekspertlar tomonidan jangovar texnika va qurolning taktik-texnik ko'rsatkichlarining jangda muhimlik darajalari bo'yicha baholanishi*

Taktik-texnik ko'rsatkichlarning nomlanishi	1-eks-pert bahosi	2-eks-pert bahosi	3-eks-pert bahosi	Ekspertlarning o'rtacha bahosi, B_i	Taktik-texnik ko'rsatkichlarning jangda muhimlik darajasi koefitsiyentlari, α_i
Harakatchanlik ko'rsatkichlari					
Solishtirma quvvati [ot kuchi/tonna]	95	89	86	90	0,24
Yerga berilgan bosimi [kg/sm ²]	40	39	33	37,5	0,1
Maksimum harakatlanish tezligi [km/soat]	60	59	40	56,25	0,15
Orqaga harakatlanish maksimum tezligi [km/soat]	5	4	2	3,75	0,01
Umumiy yurish zaxirasi [km]	80	69	76	75	0,2
Ko'tarilish burchagi [gradus]	20	19	17	18,75	0,05
Yon tomonlarga og'ish burchagi [gradus]	20	19	17	18,75	0,05
Devorlardan o'tish balandligi [metr]	40	39	33	37,5	0,1
Chuqurlikdan o'tish kengligi [metr]	40	39	33	37,5	0,1
Himoyalanganlik ko'rsatkichlari					
Korpus uzunligi [metr]	14	12	13	13	0,1
Korpus kengligi [metr]	14	12	13	13	0,1
Bashnya bo'yicha balandligi [metr]	14	12	13	13	0,1
Ekvivalent zirh qalinligi [mm]	95	85	90	90	0,7
Qurollanish ko'rsatkichlari					
Pushka kalibri [mm]	8	7	8	8	0,05
Jangovar to'plam [dona]	16	15	16	16	0,10
Otish sur'ati [dona/minut]	16	15	16	16	0,10
Nishonlarni yo'q qilish uzoqligi [km]	16	15	16	16	0,10
Gorizont bo'yicha pushkani nishonga olish tezligi [gradus/sekund]	8	7	8	8	0,05
Jangovar to'plam nomenklaturasi [dona]	3	2	3	3	0,02
Snaryad yoki o'qning og'irligi [gramm]	95	85	90	90	0,58

* Manba: muallif ishlanmasi

Tank, zirhlangan transportyorlar va o'ziyurar artilleriya jangovar texnikalarining jangovar potensial ko'rsatkichini aniqlashda 2-jadvalda belgilangan taktik-texnik ko'rsatkichlar to'g'risidagi ma'lumotlarni to'plashda qiyinchiliklar kuzatilmaydi. Lekin o'qotar qurollar, minomyot va artilleriyalarning taktik-texnik ko'rsatkichlari to'g'risidagi ma'lumotlarni shakllantirishda murakkabliklar yuzaga keladi.

Tadqiqot natijalari

Tank jangovar texnikalarining jangovar potensial ko'rsatkichlarini baholash modellari

T-62, T-72 va T-80 tanklarining jangovar potensial ko'rsatkichlarini aniqlash uchun taktik-texnik xususiyatlari va ko'rsatkichlari to'g'risidagi 1-jadval ma'lumotlari to'planadi va 4-jadval shakllantiriladi.

4-jadval

Tanklarning taktik-texnik xususiyatlari va ko'rsatkichlari*

T/r	Nomlanishi	T-62	T-72	T-80
1	Solishtirma quvvati [ot kuchi/tonna]	15,7	19	24
2	Yerga berilgan bosimi [kg/sm ²]	0,75	0,85	0,83
3	Maksimum harakatlanish tezligi [km/soat]	50	60	70
4	Orqaga harakatlanish maksimum tezligi [km/soat]	4,8	4,8	20
5	Umumiy yurish zaxirasi [km]	650	700	500
6	Ko'tarilish burchagi [gradus]	32	30	32
7	Yon tomonlarga burilish burchagi [gradus]	30	25	25
8	Devorlardan o'tish balandligi [metr]	0,8	0,85	1
9	Chuqurlikdan o'tish kengligi [metr]	2,85	2,8	2,85
10	Korpus uzunligi [metr]	6,63	6,67	6,982
11	Korpus kengligi [metr]	3,3	3,46	3,525
12	Bashnya bo'yicha balandligi [metr]	2,395	2,19	2,193
13	Ekvivalent zirh qalinligi [mm]	200	405	410
14	Pushka kalibri [mm]	115	125	125
15	Jangovar to'plam [dona]	40	45	45
16	Otish sur'ati [dona/minut]	5	8	8
17	Nishonlarni yo'q qilish uzoqligi [km]	5,8	9,4	9,4
18	Gorizont bo'yicha pushkani nishonga olish tezligi [gradus/sekund]	24	24	24
19	Jangovar to'plam nomenklaturasi [dona]	3	3	3
20	Snaryad yoki o'qning og'irligi [gramm]	14860	23000	33000

* Manba: (Donskov, Fedyunin, & Vasiliev, 2020)

T-62, T-72 va T-80 tanklarining jangovar potensial ko'rsatkichlari kvalimetr usuli yordamida hisoblanadi. Bunda taktik-texnik ko'rsatkichlarining muhimlik darajasi koeffitsiyentlari (α_j)ning shartli qiymatlari 3-jadvaldan olinadi.

2- va 4-jadval asosida tanklarning jangovar sifat ko'rsatkichlari koeffitsiyentlari (R_j) qiymatlari hisoblanadi va (P) jangovar potensial ko'rsatkichlari aniqlanadi.

5-jadval

T-62, T-72 va T-80 tanklarning jangovar sifat va potensial ko'rsatkichlari*

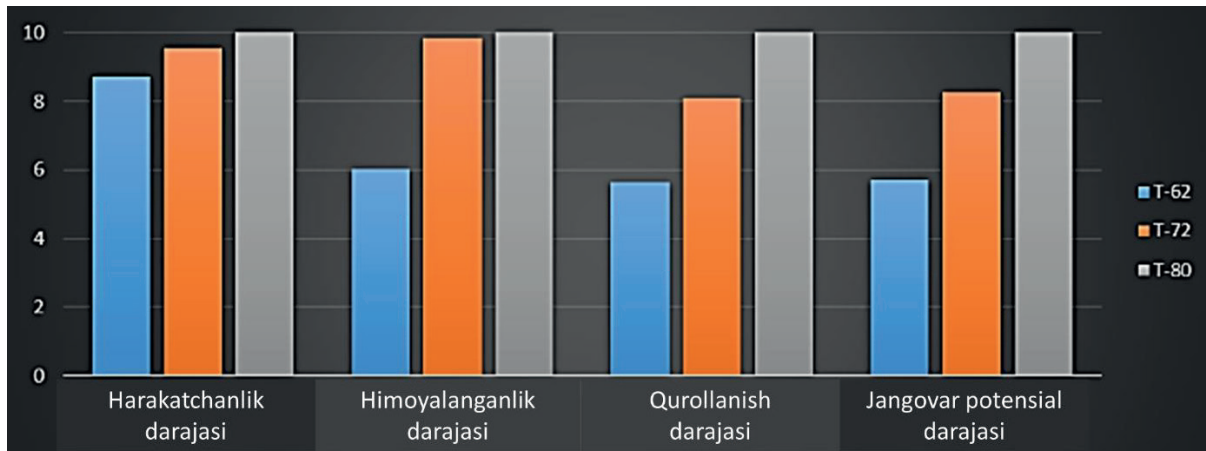
Nomlanishi	T-62	T-72	T-80
Solishtirma quvvati [ot kuchi/tonna]	1,94	2,03	2,14
Yerga berilgan bosimi [kg/sm ²]	0,97	0,98	0,98
Maksimum harakatlanish tezligi [km/soat]	1,80	1,85	1,89
Orqaga harakatlanish maksimum tezligi [km/soat]	1,02	1,02	1,03
Umumiy yurish zaxirasi [km]	3,65	3,71	3,47
Ko'tarilish burchagi [gradus]	1,19	1,19	1,19
Yon tomonlarga burilish burchagi [gradus]	1,19	1,17	1,17
Devorlardan o'tish balandligi [metr]	0,98	0,98	1,00
Chuqurlikdan o'tish kengligi [metr]	1,11	1,11	1,11
Harakatchanlik koeffitsiyenti – (R_1)	19,22	21,08	22,05
Korpus uzunligi [metr]	1,21	1,21	1,21
Korpus kengligi [metr]	1,13	1,13	1,13
Bashnya bo'yicha balandligi [metr]	1,09	1,08	1,08
Ekvivalent zirh qalinligi [mm]	40,81	66,87	67,44
Himoyalanganlik koeffitsiyenti – (R_2)	60,63	98,99	100,50
Pushka kalibri [mm]	1,27	1,27	1,27
Jangovar to'plam [dona]	1,45	1,46	1,46
Otish sur'ati [dona/minut]	1,17	1,23	1,23
Nishonlarni yo'q qilish uzoqligi [km]	1,19	1,25	1,25
Gorizont bo'yicha pushkani nishonga olish tezligi [gradus/sekund]	1,17	1,17	1,17
Jangovar to'plam nomenklaturasi [dona]	1,02	1,02	1,02
Snaryad yoki o'qning og'irligi [gramm]	262,89	338,69	417,58
Qurollanish koeffitsiyenti – (R_3)	808,73	1164,51	1435,75
Jangovar potensial ko'rsatkichi – (P)	888,57	1284,58	1558,30

* Manba: muallif ishlanmasi

Tadqiqot natijalari tahlili

5-jadvaldagi T-62, T-72 va T-80 tanklarining jangovar sifat va potensial ko’rsatkichlari

rining o’zaro taqqoslash darajasi 1-rasmda keltirilgan.



1-rasm. T-62, T-72 va T-80 tanklarining jangovar sifat va potensial ko’rsatkichlari koeffitsiyentlarining bir-biriga nisbatan taqqoslama diagrammasi

O’qotar qurollarning jangovar potensial ko’rsatkichini aniqlashda jangovar texnikalarda mavjud bo’lgan harakatchanlik va himoyalanganlik sifat ko’rsatkichlari inson omiliga bog’liq. Shuning uchun o’qotar qurollarning jangovar potensial ko’rsatkichini aniqlashda insonning o’rtacha jismoniy ko’rsatkichlari taktik-texnik ko’rsatkichlar sifatida olinishi mumkin. Hozirga qadar o’tkazilgan tajriba va sinovlar asosida insonning jismoniy o’rtacha ko’rsatkichlari to’g’risida ma’lumotlar to’plash mumkin.

Jahon tajribasi va o’tkazilgan sinov natijalariga ko’ra, insonning bir sutkada to’xtovsiz harakatlanish masofasi 32-48 kilometrni tashkil qiladi. To’xtovsiz harakatlanganda, inson o’rtacha 5-15 kilometr/soat tezlik bilan harakatlanishi kuzatilgan. Insonning yerga berilgan bosimi yerga tegib turgan qismining ko’ndalang kesim yuzasi va insonning o’rtacha og’irligiga bog’liq. Solishtirma quvvati ko’rsatkichi qurol va insonning o’rtacha og’irligining o’rtacha quvvatiga nisbati orqali aniqlanadi. Harakatchanlik va himoyalanganlik ko’rsatkichlari bo’yicha insonning jismoniy ko’rsatkichlari to’g’risidagi ma’lumotlar 6-jadvalda berilgan.

6-jadval

Insonning xususiyatlari bo’yicha jismoniy ko’rsatkichlari*

T/r	Nomlanishi	O’lchov birligi	Insonning ko’rsatkichlari
1	Insonning quvvati	[ot kuchi]	0.03–0.25
2	Insonning og’irligi	[kilogramm]	70–80
3	Yerga berilgan bosimi	[kg/sm ²]	0,6
4	Insonning harakatlanish tezligi	[kilometr/soat]	5–15
5	Orqaga harakatlanish tezligi	[kilometr/soat]	2–5
6	Umumiy yurish zaxirasi	[kilometr]	32–48
7	Ko’tarilish burchagi	[gradus]	40–60
8	Yon tomonlarga og’ish burchagi	[gradus]	90–120
9	Devorlardan o’tish balandligi	[metr]	1,5–2
10	Chuqurlikdan o’tish kengligi	[metr]	1–1.5
11	Insonning gorizont uzunligi	[metr]	0,5–2
12	Insonning kengligi	[metr]	0,5–2
13	Insonning balandligi	[metr]	1,6–1.8
14	Ekvivalent zirh qalinligi**	[millimetr]	6–34
15	Gorizont bo’yicha qurolni nishonga olish tezligi***	[gradus/sekund]	90–120

* Manba: (Zhankaziev, 2012).

** Ekvivalent zirh qalinligi insonda mavjud bo’lgan bronejiletga bog’liq. Hozirda mavjud bo’lgan bronejiletning o’rtacha qalinligi 20 millimetrni tashkil etadi.

*** Har qanday inson 1 sekundda 90-120 gradusga qurolni bura olish bo’yicha jismoniy imkoniyatga ega.

O'tkazilgan tahlil natijalari shuni ko'rsatdiki, qurol yoki harbiy texnikaning qurollanish darajasi bo'yicha sifat ko'rsatkichlari jangda muhim ahamiyatga ega. Harbiy texnika va qurollarning qurollanish bo'yicha taktik-texnik ko'rsatkichlarining yuqori va bo'linmada ularning son jihatdan ko'p bo'lishi bo'linmalarining jangovar potensialini oshiradi. Biroq qurollanish potentsiali va son jihatdan ko'p harbiy texnika va qurollar harbiy bo'linmaning jangdagi yuqori samaradorligini ta'minlay olmaydi. Bu mazkur harbiy texnika va qurollarni boshqaruvchi shaxsiy tarkibning tayyorligi va ko'nikmasiga juda katta bog'liq. Ayrim holatlarda yuqori tayyorgarlik ko'rgan, qurollanish jihatidan esa past potensialga ega shaxsiy tarkib bilan yuqori jangovar samaradorlikka erishilgan janglar amaliyotda kuzatilgan.

Xulosalar

Harbiy bo'linma shaxsiy tarkibining jangovar tayyorgarligi va holatini aniqlash usullari, jangovar texnika va qurollar samaradorligini aniqlash modellari yaratilgan bo'lishiga qaramay, qurolli kuchlar tizimida harbiy bo'linmalar jangovar-professional holatini baholash ko'rsatkichlarining funksional-tizimlashgan, shuningdek, harbiy bo'linma shaxsiy tarkibining jangovar qobiliyati hamda qurollanish potentsi-

ali ko'rsatkichlari asosida harbiy bo'linma jangovar salohiyatini baholash masalalari uchun takomillashgan algoritmlar yaratish muammolari yetarli darajada o'rganilmagan.

Mudofaa sanoatiga ega bo'lgan davlatlar mavjud quuruqlikdagi jangovar texnika va o'qotar qurollarning modernizatsiyalari hamda yangi mukammal konstruksiyalarini ishlab chiqish, shuningdek, chet davlatlar qurolli kuchlaridagi mavjud turdoshlari bilan taqqoslash, jangovar texnika va qurollarning jangda qo'yilgan vazifalarning samarali bajarilishini ta'minlash va tahlil qilishda jangovar-texnik potentsial darajasini aniqlash muhim ahamiyatga ega (Elyushkin, 2019), (Donskov, Fedyunin, & Vasiliev, 2020). Murakkab jangovar texnika va qurollarning jangovar potentsialini aniqlash hamda baholash uchun ularning taktik-texnik ko'rsatkichlari to'g'risidagi ma'lumotlarni imkon darajasida to'liqroq to'plash lozim. Belgilangan me'yor va talabga ko'ra, barcha jangovar texnika va qurollarning konstruktorlik tizimi ishlab chiqiladi. Jangovar texnika va qurollarning jangovar potentsiali uning taktik-texnik xususiyatlari sifati hamda son ko'rsatkichlariga bog'liq bo'lib, ko'rsatkichlarning yuqori yoki past bo'lishi esa qo'yilgan vazifalarni bajarish samaradorligini oshirishi mumkin.

REFERENCES

1. Donskov, Y., Fedyunin, P., & Vasiliev, V. (2020). The use of geospatial data in determining the location of a moving ground target and its destruction. *Military Thought*(12), 99-108.
2. Elyushkin, V. (2019). *Geoinformation support of military operations. From sufficiency to excellence* (2nd ed., add. and corrected). Moscow: Samizdat Publ.
3. Fedotov, G. (1986). *Avtomatizirovannoye proyektirovaniye avtomobil'nykh dorog [Automated design of highways]*. Moscow: Transport Publ.
4. Hofer, R., & Loper, M. (1995). DIS to day. *Proceedings of the IEEE*, 83(8), pp. 1124-1137.
5. Kravchenko, P., & Omarova, G. (2014). Mikroskopicheskiye matematicheskiye modeli transportnykh potokov [Microscopic mathematical models of traffic flows]. *Problems of Computer Science*(1), 24-31.
6. Nazroev, N., Rutko, I., & Fisich, B. (2020). The role of the geographic information environment in the control system of military radio systems. *Military Thought*(12), 65-72.

7. Rosenberg, I. (2016). Geoinformatsionnoye modelirovaniye kak fundamental'nyy metod poznaniya [Geoinformation modeling as a fundamental method of knowledge]. *Perspectives of Science and Education*, 3(21), 12-15.

8. Rummyantsev, D., & Fedorov, V. (1984). *Inzhenernyye aeroizyskaniya avtomobil'nykh dorog [Engineering aerial surveys of highways]*. Moscow: Transport Publ.

9. Vasiliev, V., Fedyunin, P., Manin, V., & Vasiliev, A. (2020). Conceptual assessment of reconnaissance support for aviation strike actions. *Aerospace Forces. Theory and practice*(14), 41-53.

10. Zhankaziev, S. (2012). Formation of the life cycle of a local project of an intelligent transport system. *Motor Transport Enterprises*(11), 31-33.

Taqrizchi:

Muxamediyeva D.K., t.f.d., dotsent, Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU axborot texnologiyalarining dasturiy ta'minoti kafedراس professori.

doi <https://dx.doi.org/10.36522/2181-9637-2023-5-5>

UDC: 004.056.55(045)(575.1)

ORGRAF PARAMETRLARINI TANLASH ORQALI YUQORI NOCHIZIQLI, YAXSHILANGAN QAT'IY LAVIN SAMARADORLIGIGA EGA S-BLOKLARNI HISOBLASH ALGORITMI

Abdurazzoqov Javohir Rustamovich,

tayanch doktorant,

ORCID: 0000-0002-8052-0078, e-mail: javohirjon-1992@gmail.com

Raqamli texnologiyalar va sun'iy intellekt rivojlantirish ilmiy-tadqiqot instituti

Annotatsiya. Ushbu maqolada zamonaviy kriptografiyada ishlab chiqilayotgan blokli shifrlash standartlarining muhim qismlaridan biri bo'lgan nochiziq akslantirish bloki (S-blok)ni generatsiya qilish muammosi ko'rib chiqildi. Bunda foydalanuvchilar o'rtasida almashiladigan ma'lumotlar maxfiyligini ta'minlash uchun ishonchli kriptografik shifrlash algoritmlariga ehtiyoj borligi aniqlandi. Maqolada qo'shnilik matritsasi parametrlarini tanlash orqali simmetrik shifrlash algoritmlari uchun bardoshli S-blok yaratishning yangi yondashuvi taklif etildi. Mazkur algoritm asosida yuqori umumiy nochiziq va qat'iy lavin samaradorligi tavsiya etilgan ko'rsatkichlarga yaqin bo'lgan qiymatlar olindi. Ushbu qiymatlar $S_1\{8 \times 8\}$ da $N(f) = 112$, $N(S) = 112$, $\text{deg}(f) = 7$, $AI = 2$, $SAC_{ort} = 0,5$ ga, $S_2\{8 \times 8\}$ uchun $N(f) = 112$, $N(S) = 112$, $\text{deg}(f) = 7$, $AI = 2$, $SAC_{ort} = 0,5$ ga teng bo'ldi. Bu usul yordamida blokli simmetrik shifrlash algoritmlari uchun bardoshli S-blok qiymatlarini generatsiya qilish mumkinligi tadqiq etildi.

Kalit so'zlar: shifrlash algoritmlari, simmetrik shifrlash, S-blok, nochiziqlik, qo'shnilik matritsasi, orgraf, algebraik immunitet, qat'iy lavin samaradorlik.

АЛГОРИТМ РАСЧЁТА S-БЛОКОВ С УЛУЧШЕННЫМ СТРОГИМ ЛАВИННЫМ КРИТЕРИЕМ И ВЫСОКОЙ НЕЛИНЕЙНОСТЬЮ ЗА СЧЁТ ВЫБОРА ПАРАМЕТРОВ ОРГРАФА

Абдураззоков Жавохир Рустамович,
базовый докторант

Научно-исследовательский институт развития
цифровых технологий
и искусственного интеллекта

Аннотация. В данной статье рассматривается проблема генерации блока нелинейного

Kirish

Raqamli texnologiyalar shiddat bilan rivojlanayotgan bugungi kunda har bir davlat o'zining axborot xavfsizligini nazorat qilishi muhim vazifalardan sanaladi. Shunga ko'ra, respublikamizda axborot xavfsizligini ta'minlashga oid bir qator qonun hujjatlari qabul qilinmoqda. O'zbekiston Respublikasining "Axborot erkinligi prinsiplari va kafolatlari to'g'risida"gi qonuni, O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 6-oktabrdagi "Axborot texnologiyalari sohasida ta'lim tizimini yanada takomillashtirish, ilmiy tadqiqotlarni rivojlantirish va ularni IT-industriya bilan integratsiya qilish chora-tadbirlari to'g'risida"gi PQ-4851-son qarori, 2022-yil 22-avgustdagi "2022-2023-yillarda axborot-kommunikatsiya texnologiyalari sohasini yangi bosqichga olib chiqish chora-tadbirlari to'g'risida"gi PQ-357-son qarori va boshqa me'yoriy hujjatlar shular jumlasidandir.

Ma'lumotlarni almashish, saqlash va ularning xavfsizligini ta'minlash odatiy holga aylangan bugungi raqamli asrda mustahkam xavfsizlik choralari ta'minlash muhim ahamiyatga ega. Kriptografik algoritmlar xavfsiz aloqa va ma'lumotlarni himoya qilishning asosi bo'lib xizmat qiladi. Kriptografik tizimlarning turli komponentlari orasida S-blok yuqori darajadagi shifrlashga erishishda hal qiluvchi rol o'ynaydi. S-blok Feystel yoki SP tarmoqqa asoslangan simmet-

rik shifrlash algoritmlar standartlarida keng qo'llaniladi (Feistel, Notz, & Smith, 1975), (Biryukov, 2005). Bardoshli kriptografik algoritmlarni loyihalashda kuchli S-blok ochiq matn, unga kiritilgan kalit yordamida shifratni bo'ylab yaxshi aralashishni ta'minlaydi. Bu ochiq matn, kalit va shifrlangan matn o'rtasidagi munosabatni aniqlashni qiyinlashtiradi.

Material va metodlar

Kriptografik algoritmlar uchun bardoshli S-blokni loyihalash muhim vazifalardan biri hisoblanib, odatda, S-bloklar turli matematik usullar asosida hisoblab chiqiladi. 2018-yilda B.F. Abdurahimov va A.B. Sattarovlarning "S-blokni ifodalovchi algebraik tenglamalar sistemasini qurish algoritmi" nomli maqolasida blokli simmetrik shifrlash algoritmlaridan foydalanish o'rniga qo'yish (S-blok) jadvalini ifodalovchi ikkinchi darajali chiziqsiz tenglamalar sistemasini qurish usuli taklif etilgan (Abdurahimov & Sattarov, 2018). 2014-yilda W. Zhang va E. Pasaliclar tomonidan algebraik va differensial xususiyatlari yuqori bo'lgan S-blokni qurishning ikkita usuli ishlab chiqilgan (Zhang & Pasalic, 2014).

So'nggi yillarda statik va dinamik S-bloklar qurish uchun yangi matematik no-an'anaviy usul va algoritmlar ishlab chiqilmoqda. Misol uchun, 2012- va 2020-yillarda Yong Wang, Kwok-Wo Wong, Changbing Li va Yang Lilar tomonidan xaotik tizim va genetik algoritmgaga asoslangan S-blokni loyihalash usuli (Wang, Wong, Li, & Li, 2012), (Wang, et al., 2020), 2020-yilda Zhu, Ding, Xiaojun Tong, Miao Zhang va Zhu Wanglar tomonidan esa xaotik tizimga asoslangan yangi S-blok ishlab chiqarish usuli hamda uning ilg'or dizayni taklif qilingan (Zhu, Ding, Xiaojun, Zhang, & Wang, 2020). 2021-yilda A.H. Zahid va boshqalar tomonidan S-bloklar qurishda chiziqli trigonometrik transformatsiya yordamida dinamik va kalitga bog'liq oddiy va samarali algoritmlar taqdim etilgan (Zahid, et al., 2021). 2021-yilda G. Kim, H. Kim, Y. Heo, Y. Jeon va J. Kimlar tomonidan identifikatsiya funksiyasidan bitli operatsiya-

otrashtirish (S-blok), который является одной из важных частей стандартов блочного шифрования, разрабатываемых в современной криптографии. Подчёркивается, что для обеспечения конфиденциальности данных, которыми обмениваются пользователи, необходимы надёжные алгоритмы криптографического шифрования. В статье предлагается новый подход к созданию надёжного S-блока для алгоритмов симметричного шифрования путём выбора параметров матрицы смежности. По результатам, полученным на основе этого алгоритма, были определены значения, близкие к рекомендуемым показателям высокой общей нелинейности и строгой лавинной эффективности. Эти значения: $N(f) = 112$ в $S_1\{8 \times 8\}$, $N(S) = 112$, $\text{deg}(f) = 7$, $AI = 2$, $SAC_{\text{сред}} = 0,5$ и $S_2\{8 \times 8\}$, $N(S) = 112$, $\text{deg}(f) = 7$, $AI = 2$, $SAC_{\text{сред}} = 0,5$. Было показано, что с помощью этого метода можно генерировать устойчивые значения S-блока для алгоритмов блочного симметричного шифрования.

Ключевые слова: алгоритмы шифрования, симметричное шифрование, S-блок, нелинейность, матрица смежности, ориентированный граф, алгебраический иммунитет, строгая лавинная эффективность.

THE ALGORITHM FOR COMPUTING THE S-BOXES WITH IMPROVED STRICT AVALANCHE CRITERION AND HIGH NON-LINEARITY BY SELECTING DIRECTED GRAPH PARAMETERS

Abdurazzokov Javokhir Rustamovich,
Doctoral Student

Digital Technologies and Artificial Intelligence
Research Institute

Abstract. This article deals with the problem of generating a non-linear reflection block (S-box), which is one of the important parts of the block cipher standards developed in modern cryptography. It is being emphasized that reliable cryptographic encryption algorithms are needed in order to ensure the confidentiality of data exchanged by users. The article proposes a new approach to creating a secure S-box for symmetric encryption algorithms by choosing adjacency matrix parameters. The results from this algorithm yielded values that are close to recommended indicators for high overall non-linearity and solid avalanche efficiency. These values are: $N(f) = 112$ в $S_1\{8 \times 8\}$, $N(S) = 112$, $\text{deg}(f) = 7$, $AI = 2$, $SAC_{\text{aver}} = 0,5$ и $S_2\{8 \times 8\}$, $N(S) = 112$, $\text{deg}(f) = 7$, $AI = 2$, $SAC_{\text{aver}} = 0,5$. It is shown that this method can generate strong S-box values for block-symmetric encryption algorithms.

Keywords: encryption algorithms, symmetric encryption, S-box, nonlinearity, adjacency matrix, directed graph, algebraic immunity, strict avalanche criterion.

larni yig'ish orqali S-bloklar yaratishning yangi usuli ishlab chiqildi (Kim, Kim, Heo, Jeon, & Kim, 2021), (Ahmad & Malik, 2016). S-blok qiymatlarini hisoblash algoritmlari ishlab chiqilishiga qaramasdan, turli xil talablarga bardoshli S-blok dizayni kriptografiyaning muhim tadqiqot sohasi bo'lib qolmoqda.

Mazkur maqolada $S\{8 \times 8\}$ bitli kirish va chiqishga ega 16×16 o'lchamdagi S-bloklar AES shifrlash algoritmining S-blok jadvalini yaratish usulidan foydalanilgan holda hosil qilindi. Bu Rinjdael shifrida qo'llaniladigan bo'lib, AES shifrlash algoritmi unga asoslangan holda ishlaydi. Mazkur algoritmda S-blok qiymatlari $GF(2)^8$ maydonda hisoblanadi.

S-blokda har bir holatning baytlarga bog'liq bo'lmagan holda, nochiyiq amallar asosida o'rni almashtiriladi. Bu jarayon ikki bosqichdan iborat:

- har bir s_{ij} holat baytining mod $x^8 + x^4 + x^3 + x + 1$ bo'yicha s_{ij}^{-1} teskarisi topiladi:

$$s_{ij} s_{ij}^{-1} \equiv 1 \pmod{(x^8 + x^4 + x^3 + x + 1)} \quad (1)$$

- har bir s_{ij} ning teskarisi bo'lgan s_{ij}^{-1} ni $b = s_{ij}^{-1}$ deb belgilab olib, bir baytdan iborat bo'lgan b sonni bitlar $b = (b_0, b_1, \dots, b_7)$ ko'rinishida tasvirlab, uning ustida quyidagi (2) affin akslantirishi bajariladi:

$$Ab + c \pmod{x^8 + 1} = b' \quad (2)$$

Bu yerda:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

- matritsa va $c = (c_0, c_1, \dots, c_7) = (1, 1, 0, 0, 0, 1, 1, 0)$ - vektor algoritmda berilgan o'zgarmas ifodaga ega bo'lib, quyidagi affin

akslantirishi (3) ko'rinishida amalga oshiriladi:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_0 \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ b_4 \\ b_5 \\ b_6 \\ b_7 \end{bmatrix} \pmod{257} = \begin{bmatrix} b'_0 \\ b'_1 \\ b'_2 \\ b'_3 \\ b'_4 \\ b'_5 \\ b'_6 \\ b'_7 \end{bmatrix} \quad (3)$$

Natijaviy $b' = (b'_0, b'_1, \dots, b'_7)$ vektor koordinatalari quyidagi ifoda (4) bo'yicha hisoblanadi (Aripov, Abdurahimov, & Matyakubov, 2021):

$$b'_i = b_i \oplus b_{(i+4) \pmod{8}} \oplus b_{(i+5) \pmod{8}} \oplus b_{(i+6) \pmod{8}} \oplus b_{(i+7) \pmod{8}} \oplus c_i, i = 0, 1, 2, \dots, 7; \quad (4)$$

Qo'shnilik matritsasi. Graflar nazariyasida qo'shnilik matritsasi chekli graf uchlari munosabatini ifodalash uchun ishlatiladigan kvadrat matritsadir. Matritsa elementlari grafda uchlari juftligi qo'shni yoki qo'shni emasligini ko'rsatadi.

1-ta'rif. $G = (V, U)$ - uchlari soni m ga teng bo'lgan belgilangan, sirtmoqsiz va karrali qirralarsiz graf bo'lsin.

Elementlari

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{agar } i \text{ va } j \text{ uchlari qo'shni bo'lsa} \\ 0, & \text{ask holda,} \end{cases} \quad (5)$$

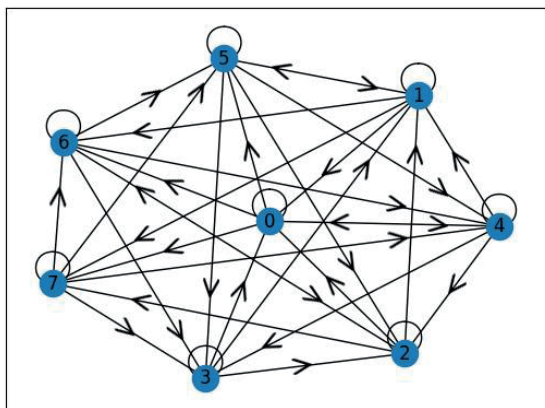
ko'rinishda aniqlangan $A(a_{ij})$ ($i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, m$) matritsani grafning uchlari qo'shniligi matritsasi deb ataymiz. Bu ta'rifdan sirtmoqsiz va karrali qirralari bo'lmagan graf uchlari qo'shniligi matritsasining bosh diagonalida faqat nollar bo'lishi, satrlaridagi birlar soni esa mos uchlarning darajalariga tengligi kelib chiqadi.

2-ta'rif. Uchlari soni m ga teng bo'lgan belgilangan oriyentirlangan $G = (V, U)$ grafning uchlari qo'shniligi $m \times m$ - matritsasi deb, elementlari

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{agar } (i, j) \in U \text{ bo'lsa} \\ 0, & \text{ask holda,} \end{cases} \quad (6)$$

ko'rinishda aniqlangan $A(a_{ij})$ ($i = 1, 2, \dots, m$; $j = 1, 2, \dots, m$) matritsaga aytiladi (To'rayev & Azizov, 2011).

Oriyentirlangan graf ta'rifidan kelib chiqadigan bo'lsak, Rindjael S-blokni hisoblashda berilgan A matritsaning elementlarini ori-yentirlangan graf ko'rinishiga keltirish mumkin. 1-rasmda Rinjdael S-blokidagi A o'zgar-mas matritsa orqali hosil qilingan orgraf ko'rsatilgan.



**1-rasm. Rinjdael (AES) S-blokidagi
 A o'zgar-mas matritsaning orgrafi**

Graf – bu qirralar bilan bog'langan uchlar to'plamidir. 1-rasmdagi orgrafni $G=(V,U)$ bilan belgilaymiz va quyidagi to'plamga ega bo'lamiz: $V=\{0,1,2,3,4,5,6,7\}$, $U=<(0, 0), (0, 4), (0, 5), (0, 6), (0, 7), (1, 0), (1, 1), (1, 5), (1, 6), (1, 7), (2, 0), (2, 1), (2, 2), (2, 6), (2, 7), (3, 0), (3, 1), (3, 2), (3, 3), (3, 7), (4, 0), (4, 1), (4, 2), (4, 3), (4, 4), (5, 1), (5, 2), (5, 3), (5, 4), (5, 5), (6, 2), (6, 3), (6, 4), (6, 5), (6, 6), (7, 3), (7, 4), (7, 5), (7, 6), (7, 7)>$. Ushbu grafda jami 48 ta element mavjud bo'lib, $V = 8$ ta uch va $U = 40$ ta qirrani tashkil qiladi.

Yuqoridagi munosabatlardan ko'rinadi-ki, affin akslantirishi uchun A matritsani graf ko'rinishida ifodalash mumkin. Bundan kelib chiqib, V, U to'plamdagi qiymatlarni tanlash orqali $n \times n$ ko'rinishidagi A matritsa hosil qilish va yangi S-blok qiymatlarini generatsiya qilish mumkin.

Taklif etilayotgan algoritim quyidagi qa-damlar bo'yicha bajariladi:

1-qadam. $G = (V,U)$ orgrafni hosil qilish uchun V va U qirralar tanlanadi.

2-qadam. Tanlangan graf parametrlari asosida graf qo'shnilik matritsasi ko'rinishida yoziladi.

3-qadam. m keltirilmaydigan ko'phad tanlanadi.

4-qadam. b o'zgar-mas tanlanadi va 2-qadamda hosil bo'lgan qo'shnilik matritsasi va 3-qadamda tanlangan m keltirilmaydigan ko'phad yordamida Rinjdael algoritmi asosida affin akslantirish amalga oshirilib, S-blok hosil qilinadi.

5-qadam. 4-qadamda hosil bo'lgan S-blokning $N(S)$ nochiziqlik, $AI(S)$ algebraik immuniteti, DU differensial yaqinlashish ehtimoli va SAC parametrlari o'lchanadi.

6-qadam. 5-qadamda o'lchangan parametrlar $N(S) = 112$, $AI(S) = 2$, $DU = 4$ va $SAC_{ort} = 0.5$ bo'lsa, S-blok qiymatlari natija sifatida chiqariladi, aks holda, 1-qadamga qaytiladi.

Algotirm yakunlandi.

Tadqiqot natijalari

1-usul. Rinjdael algoritmidan foydalan-gan holda, $S\{8 \times 8\}$ -blok qiymatlarini hisoblash uchun $m(x) = x^8 + x^4 + x^3 + x + 1$ keltirilmaydigan ko'phad, $c = (c_0, c_1, \dots, c_7) = (1, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 0)$ – vektor algoritmda beril-gan o'zgar-mas ifoda, $G=(V,U)$ grafni hosil qilish uchun $V = \{0,1,2,3,4,5,6,7\}$, 8 ta uch va $U = <((0, 2), (0, 3), (0, 5), (0, 6), (1, 0), (1, 1), (1, 2), (1, 7), (2, 1), (2, 2), (2, 5), (2, 7), (3, 2), (3, 3), (3, 4), (3, 6), (3, 7), (4, 0), (4, 1), (4, 4), (4, 6), (4, 7), (5, 0), (5, 3), (5, 4), (5, 7), (6, 1), (6, 7), (7, 3), (7, 5), (7, 6), (7, 7))>$ 32 ta qirra tanlandi va jami 40 ta element asosida 2-rasmdagi orgraf hosil qilindi. Mazkur orgrafning qo'shnilik matritsasi $A_1(7)$ ga teng bo'ldi.

Tanlangan parametrlar asosida Rinjdael algoritmi bo'yicha affin akslantirishi amalga oshirildi va hisoblangan $S_1\{8 \times 8\}$ quyida keltirilgan.

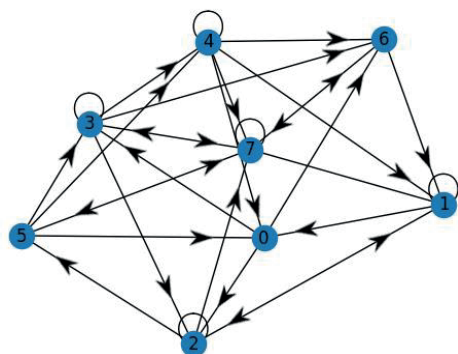
$S_1(8 \times 8) = \{176, 207, 62, 203, 108, 214, 69, 124, 122, 129, 35, 150, 153, 25, 184, 209, 30, 56, 137, 32, 10, 186, 42, 20, 83, 142, 49, 43, 168, 218, 66, 0, 80, 14, 202, 140, 145, 24, 16, 245, 233, 53, 117, 251, 213, 123, 149, 15, 253, 4, 240, 151, 21, 182, 18, 67, 106, 11, 64, 113, 248, 99, 44, 70, 231, 215, 146, 109, 130, 170,$

45, 73, 75, 139, 246, 195, 238, 158, 5, 211, 164, 242, 110, 19, 103, 225, 187, 194, 57, 241, 217, 243, 48, 219, 85, 98, 29, 107, 87, 229, 185, 52, 237, 60, 82, 157, 22, 88, 51, 143, 63, 47, 220, 222, 46, 34, 37, 71, 28, 104, 161, 191, 3, 136, 115, 118, 131, 101, 26, 155, 228, 252, 81, 89, 189, 119, 147, 77, 183, 96, 180, 41, 250, 173, 39, 175, 76, 232, 31, 121, 93, 38, 197, 132, 50, 224, 144, 190, 159, 236, 9, 2, 100, 112, 167,

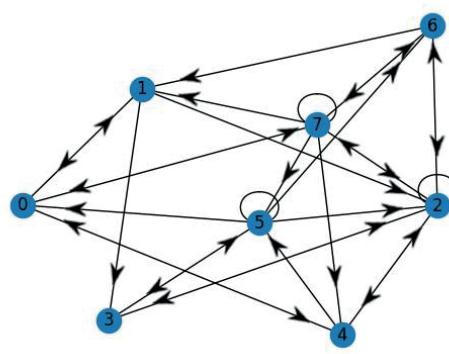
133, 244, 198, 120, 138, 188, 95, 178, 33, 154, 179, 13, 102, 126, 61, 90, 97, 163, 192, 210, 216, 135, 23, 91, 36, 196, 8, 74, 92, 27, 234, 134, 162, 199, 235, 111, 7, 169, 17, 223, 78, 177, 94, 58, 247, 40, 204, 72, 249, 255, 227, 200, 6, 55, 221, 171, 239, 105, 208, 230, 114, 59, 156, 174, 148, 205, 206, 172, 254, 68, 128, 141, 79, 1, 127, 181, 166, 201, 116, 54, 226, 86, 65, 193, 212, 125, 12, 84, 160, 165, 152}.

$$A_1 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad (7)$$

$$A_2 = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad (8)$$



2-rasm. 1-usul uchun tanlangan orgraf va hosil qilingan qo'shnilik matritsasi



3-rasm. 2-usul uchun tanlangan orgraf va hosil qilingan qo'shnilik matritsasi

2-usul. Rinjdael algoritmidan foydalanilgan holda, $S\{8 \times 8\}$ -blok qiymatlarini hisoblash uchun $m(x) = x^8 + x^7 + x^6 + x^5 + x^4 + x + 1$ keltirilmaydigan ko'phad, $c = (c_0, c_1, \dots, c_7) = (1, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0)$ – vektor algoritmda berilgan o'zgarmas ifoda, $G = (V, U)$ grafni hosil qilish uchun $V = \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$, 8 ta uch va $U = \langle ((0, 1), (0, 4), (0, 7), (1, 0), (1, 2), (1, 3), (2, 2), (2, 3), (2, 4), (2, 6), (2, 7), (3, 2), (3, 5), (4, 0), (4, 2), (4, 5), (5, 0), (5, 2), (5, 3), (5, 5), (5, 6), (6, 1), (6, 2), (6, 7), (7, 0), (7, 1), (7, 2), (7, 4), (7, 5), (7, 6), (7, 7)) \rangle$ 31 ta qirra tanlandi va jami 39 ta element asosida 3-rasm-dagi orgraf hosil qilindi. Mazkur orgrafning qo'shnilik matritsasi A_2 (8)ga teng bo'ldi.

Tanlangan parametrlar yordamida affin akslantirishi amalga oshirildi va hisoblangan $S_2\{8 \times 8\}$ -blok qiymatlari berilgan.

$S_2(8 \times 8) = \{170, 9, 125, 1, 89, 67, 214, 188, 219, 165, 63, 70, 37, 33, 207, 186, 133, 236, 192, 194, 176, 101, 52, 98, 84, 39, 126, 90, 42, 147, 47, 59, 104, 253, 105, 230, 64, 197, 138, 116, 78, 41, 119, 43, 240, 69, 182, 131, 123, 189, 158, 129, 178, 171, 48, 114, 62, 96, 13, 82, 53, 241, 154, 210, 215, 237, 205, 225, 246, 193, 8, 172, 212, 242, 75, 251, 2, 7, 211, 198, 159, 115, 213, 94, 56, 169, 31, 146, 109, 38, 223, 180, 174, 150, 136, 81, 185, 3, 238, 60, 173, 88, 66, 12, 132, 111, 139, 57, 218, 0, 51, 25, 145, 50, 124, 106, 87, 152, 155, 243,$

209, 137, 76, 32, 135, 187, 15, 17, 4, 5, 72, 99, 224, 183, 201, 23, 141, 156, 97, 235, 92, 153, 74, 249, 239, 21, 167, 68, 148, 34, 45, 36, 61, 55, 54, 161, 46, 229, 160, 86, 140, 244, 18, 216, 206, 79, 26, 245, 113, 40, 65, 217, 24, 142, 44, 222, 220, 71, 191, 226, 175, 110, 100, 184, 128, 190, 6, 11, 200, 102, 112, 19, 196, 27, 28, 122, 163, 234, 91, 58, 107, 227, 250, 20, 30, 177, 118, 203, 73, 121, 22, 130, 35, 254, 80, 10, 164, 149, 247, 204, 49, 117, 248, 255, 199, 103, 16, 195, 120, 168, 29, 93, 144, 108, 77, 208, 166, 231, 134, 181, 228, 252, 233, 221, 85, 151, 95, 127, 162, 143, 14, 232, 157, 179, 83, 202}.

Dastlab 1970-yillarning boshida IBM jamoasi tomonidan yaratilgan DES (Data Encryption Standard) algoritmi hamda AQShning Milliy standartlar va texnologiyalar instituti (NIST) tomonidan qabul qilingan simmetrik kalitli blokli shifrida S-blokdan samarali foydalanildi. Mazkur algoritmda ishlatilgan S-blok bardoshlilikining turli kriptografik xususiyatlarini baholash bo'yicha ba'zi mezonlar belgilab berilgan (Adams & Tavares, 1990). Hozirgi davrga qadar S-bloknii baholash bo'yicha ko'plab tadqiqotlar olib borilib, turli xil baholash mezonlari ishlab chiqilgan (Webster & Tavares, 1986), (Adams & Tavares, 1989), (Dawson & Tavares, 1991), (Fischer & Meier, 2007), (Kuryazov, Sattarov, & Axmedov, 2017). Quyidagi baholash mezonlari kriptografik jihatdan xavfsiz S-bloklar uchun zarur bo'lgan asosiy xususiyatlar sifatida keng qabul qilingan:

1. Nochiziqlik minimal va maksimal qiymatlarining eng yuqori bo'lishi.
2. Qat'iy lavin samaradorlik ko'rsatkichining SAC 0.5 ga yaqin bo'lishi.
3. Differensial yaqinlashish ehtimoli ayirma matritsasining eng katta qiymati kichik bo'lishi. Ushbu qiymatning 256 ga bo'lgandagi qiymati kichik bo'lishi.
4. Chiziqli yaqinlashish ehtimoli kichik bo'lishi (LP).
5. Algebraik immunitet yuqori bo'lishi (AI).

Nochiziqlik. 1-ta'rif. Faraz qilaylik, $f(x) : F_2^n \rightarrow F_2$ $f(x)$ bul funksiya berilgan

bo'lsin. Bunda $f(x)$ ning N_f nochiziqligi quyidagicha aniqlanadi:

$$N_f = \min_{l \in L_n} d_H(f, l) \quad (10)$$

Bu yerda: L_n – affin funksiyalar to'plami; $d_H(f, l)$ esa f va l o'rtasidagi Hemming masofasi.

Amalda nochiziqlik Uolsh Adamar almash-tirish yordamida hisoblab chiqiladi. U quyidagicha aniqlanadi (11):

$$S_{\langle \rangle}(\omega) = \sum_{\omega \in GF(2^n)} (-1)^{f(x) \oplus x \cdot \omega} \quad (11)$$

Bu yerda chekli maydondagi $\omega \in GF(2^n)$, $x \cdot \omega$ va ω o'rtasidagi skalyar ko'paytma keltirilgan.

Shunday qilib, nochiziqlik tenglamasi quyidagicha hisoblanadi (12):

$$N_f = 2^{n-1} \left(1 - 2^{-n} \max_{\omega \in GF(2^n)} |S_{\langle \rangle}(\omega)| \right) \quad (12)$$

Qat'iy lavin samaradorlik (SAC). Berilgan $f(x)$, $x \omega \in GF(2^n)$ – bul funksiyaning bir qism argumentlari o'zgarishi (ya'ni $1, \leq k < n$, x_1, x_2, \dots, x_k – argumentlar nazarda tutilmoqda) natijasida $f(x)$ – bul funksiya qiymatining o'zgarish ehtimolligini baholashda tarqalish mezoni va qat'iy lavin samaradorlik tushunchalari muhim o'rin tutadi. Ushbu tushunchalar ham kriptografik almashtirishlarni baholash masalalari bilan bevosita bog'liq.

Aytaylik, $\Delta f(x, \beta) = f(x) \oplus f(x \oplus \beta)$, $x, \beta \in GF(2^n)$, $f(x) \in GF(2)$, o'rinli bo'lsin.

1-ta'rif. $f(x)$, $x \omega \in GF(2^n)$ – bul funksiya qat'iy lavin samaradorlik darajasiga ega deyiladi, agar $Wt(\beta) = 1$ bo'lgan barcha β – vektorlar uchun $\Delta f(x, \beta)$ balanslashgan bul funksiya bo'lsa.

2-ta'rif. $f(x)$, $x \omega \in GF(2^n)$ – bul funksiya "k" – tartibli qat'iy lavin samaradorlikka ega $SAC(k)$ – kabi belgilanadi) deyiladi, agar $f(x)$, – bul funksiyaning ixtiyoriy "k" ta x_1, x_2, \dots, x_k – argumentlarini fiksirlashdan (0 yoki 1 qiymat bilan almashtirishdan) hosil bo'lgan $f(x)$, – funksiya qat'iy lavin samaradorlik darajasiga ega bo'lsa.

3-ta'rif. $f(x)$, $x \in GF(2^n)$ – bul funksiya “e” – darajali tarqalish mezoniga ega deyiladi, agar Xeming og'irligi $1 \leq Wt(\beta) \leq e$ oraliqda bo'lgan barcha $\beta \in GF(2^n)$ – vektorlar uchun $\Delta f(x, \beta)$ – funksiya balanslashgan bul funksiya bo'lsa.

Eksperimental natijalar shuni ko'rsatdiki, 8 bitli balanslashgan S-bloklar uchun SAC qiymatlari, odatda, 122 dan 132 gacha bo'lishi uning ideal qiymati 128 ga yaqin bo'lgan yaxshi ko'rsatkichlardir. Bu barcha yaratilgan S-bloklarning qat'iy lavin samaradorligi 128 ideal qiymatiga yaqin qiymat bilan qondirilishini ko'rsatadi, bunda ehtimollik $128/256 = 0,5$ ni tashkil etadi (Cui, et al., 2011). $S\{8 \times 8\}$ -blokning kiruvchi va chiquvchi bitlari uchun SAC = 0,5 bo'lishi ideal qiymatdir. Amalda bunday qiymatli S-bloklar deyarli uchramaydi. Qat'iy lavin samaradorlik mezoni (SAC) S-blok dizaynining muhim ko'rsatkichlaridan biri bo'lib, u kirish bitlari o'zgarishining chiqish bitlariga o'zgarishiga tasodifiyligini o'lchash uchun ishlatiladi. Ya'ni S-blokning har qanday kirish biti teskari bo'lsa, S-blokning har bir biti o'zgarish ideal ehtimoli 50% ni tashkil qiladi (Zamli, 2021). Biroq hozirgi vaqtda qattiq ko'chki mezoniga javob beradigan S-bloklar va ularni hisoblash usullari kamdan-kam uchraydi (Li, Liu, Guo, & Liu, 2022).

Bul akslantirishlarining algebraik immuniteti. Blokli simmetrik shifrlash algoritmlarining bugungi kunda zamonaviy va rivojlanayotgan kriptotahlil usullaridan biri bo'lgan algebraik kriptotahlil usuliga bardoshlilikini tekshirishda muhim bo'lgan parametr – bu algoritm akslantirishlarining “algebraik immuniteti” hisoblanadi. Mazkur parametr qiymatining yuqori bo'lishi shifrlash algoritmining algebraik kriptotahlil usuliga nisbatan bardoshli bo'lishi uchun asos bo'lib xizmat qiladi. Ushbu tushuncha $f(x)$ – bul funksiyaning algebraik chiziqsizlik darajasi bilan uzviy bog'liqdir.

4-ta'rif. $f(x)$, $x \in GF(2^n)$ – bul funksiya algebraik chiziqsizlik darajasi ($deg(f)$) deb, uning ANF tarkibidagi eng yuqori darajali birhad darajasiga aytiladi.

5-ta'rif. Aytaylik, biror $Y \varphi(x) : GF(2^n) \rightarrow GF(2^m)$ akslantirishni qanoatlantiruvchi bul tenglamalar sistemasi quyidagicha bo'lsin (13):

$$G = \begin{cases} g_1(x_1, x_1, \dots, x_n, y_1, y_1, \dots, y_m) = 0; \\ g_2(x_1, x_1, \dots, x_n, y_1, y_1, \dots, y_m) = 0; \\ \dots \\ g_r(x_1, x_1, \dots, x_n, y_1, y_1, \dots, y_m) = 0. \end{cases} \quad (13)$$

$Y = \varphi(x)$ – funksiyaning algebraik immuniteti ($AI(\bar{Y})$) deb, (5) sistemadagi tenglamalarning minimal algebraik chiziqsizlik darajasiga aytiladi (Matsui, 1994).

Differensial yaqinlashish ehtimolligi (DP). Berilgan S-blokning differensial yaqinlashish ehtimoli (DP) bitlarning kirish farqi kriptografik shifrdagi chiqish farqini keltirib chiqarish ehtimolini anglatadi. S-blok ideal tarzda differensial birxillikka ega bo'lishi lozim. Bunda kirish Δx_i differensial chiqish differensial Δy_i ga bir qiymatli akslanishi kerak va shu bilan har bir i uchun yagona akslanish ehtimolini ta'minlaydi. Berilgan S-blokning differensial yaqinlashish ehtimoli (DP) – bu differensial bir xillik o'lchovidir (14).

$$DP(\Delta x \rightarrow \Delta y) = \left(\frac{\#\{x \in X \mid S(x) \oplus S(x \oplus \Delta x) = \Delta y\}}{2^m} \right) \quad (14)$$

Bu yerda X – barcha mumkin bo'lgan kirish bitlar qiymatlari to'plami va 2^m – uning elementlari soni.

Chiziqli yaqinlashish ehtimolligi (LP). Chiziqli yaqinlashish ehtimolligi – bu simmetrik kalitli shifrlash algoritmlarida qo'llaniladigan S-blokning chiziqli yaqinlashish ehtimolini begilab beruvchi mezondir. U chiziqli transformatsiya orqali S-blokning kirish va chiqish bitlari o'rtasidagi korrelyatsiya o'lchov hisoblanadi. S-blokning yuqori chiziqli yaqinlashish ehtimoli uning chiziqli kriptotahlilga zaif ekanligini ko'rsatadi. Chiziqli kriptotahlil ochiq matn, shifrlangan matn va kalit o'rtasidagi chiziqli munosabatlardan foydalangan holda, uning bardoshlilikini aniqlovchi tahlil usulidir.

Chiziqli yaqinlashish ehtimolligi (LP) chiziqli yaqinlashish hodisasining maksimal qiymatidir. Bunda maska (niqob) Γx tomoni-

dan tanlangan kirish bitlarining pariteti Γ_y niqobi bilan tanlangan chiqish bitlarining paritetiga teng.

Bit pariteti (Parity Bit) S-blokning kirish va chiqishidan bitlarning kichik to'plamini tanlash uchun ishlatiladi. Ba'zi kriptografik algoritmlarda ma'lum kriptografik xususiyatlarni saqlab qolish uchun tanlangan bitlarning pariteti bir xil bo'lishini ta'minlash muhimdir.

Matsuining ta'rifiga ko'ra, berilgan S-blokning chiziqli yaqinlashish ehtimolligi quyidagicha aniqlanadi (15):

$$LP = \max_{\Gamma_x, \Gamma_y \neq 0} \left| \frac{\#\{x \in X \mid x \bullet \Gamma_x = S(x) \bullet \Gamma_y\}}{2^m} - \frac{1}{2} \right| \quad (15)$$

Bu yerda:

Γ_x va Γ_y – mos ravishda kirish va chiqish maska (niqob)lari;

X – barcha mumkin bo'lgan kirish bitlari to'plami;

2^m – uning elementlari soni (Siddiqui, et al., 2020).

Umumiy bardoshlilik ko'rsatkichi (UBK).

Umumiy holda, simmetrik shifrlash algoritmlarida taklif etilayotgan S-blok qiymatlarining algebraik daraja $deg(f)$, minimal va maksimal chiziqsizlik ko'rsatkichlari $N(f)$, umumiy nochiziqlik ko'rsatkichi $N(S)$ va algebraik immuniteti $AI(S)$ maksimal ko'rsatkichlarga, differensial yaqinlashish ehtimoli DU ayirma matritsasining eng katta qiymati kichik bo'lishi va qat'iy lavin samaradorlik ko'rsatkichi ehtimoli 0,5 ga yaqin bo'lishi tavsiya etiluvchi baholash parametrlaridir. 1-jadvalda $S\{8 \times 8\}$ -blok uchun tavsiya etilgan parametrlar ko'rsatkichi keltirilgan.

1-jadval

$S\{8 \times 8\}$ -blok uchun tavsiya etilgan parametrlar ko'rsatkichlari

Parametrlar	$deg(f)$	$N(S)$	$AI(S)$	DU	SAC
Ko'rsatkich	7	112	3	2	0.5

Umumiy bardoshlilik ko'rsatkichi (Abdurakhimov & Sattarov, 2018) ishda keltirilgan usul bo'yicha hisoblandi. Mazkur ishdan UBK $S\{8 \times 8\}$ -blokning chiziqli, differensial,

algebraik kriptotahlil usullariga nisbatan bardoshlilik ko'rsatkichlarini hisobga olgan holda, $N(S)$, $AI(S)$ va DU ko'rsatkichlar bo'yicha $0 \leq UBK \leq 1$ hisoblangan. Qat'iy lavin samaradorlik ko'rsatkichi (SAC) S-bloklar uchun muhim parametrliqi hisobga olindi va UBK uchun SAC ning o'rtacha qiymati qo'shildi. Bunda SAC uchun (16) tenglik o'rinlidir.

$$SAC = \begin{cases} \frac{0.5}{SAC_{o'rt}}, & \text{agar } SAC_{o'rt} > 0.5 \text{ bo'lsa,} \\ 1, & \text{agar } SAC_{o'rt} = 0.5 \text{ bo'lsa.} \\ \frac{SAC_{o'rt}}{0.5}, & \text{aks holda.} \end{cases} \quad (16)$$

SAC parametrini qo'shish orqali UBK quyidagi (17) formula orqali hisoblanadi:

$$UBK = \frac{\frac{N(S)}{112} + \frac{AI}{3} + \frac{258 - DU}{256} + SAC}{4} \quad (17)$$

Ushbu ifoda yordamida S-blok qiymatlari 5-jadvaldagi tavsiyaviy ko'rsatkichlar bilan hisoblanganda, UBK ning maksimal ko'rsatkichi UBK = 1 bo'ladi.

Tadqiqot natijalari tahlili

Taklif etilgan S_1 - va S_2 -bloklarni turli usullarda hisoblangan S-bloklarning bardoshlilik ko'rsatkichlari bilan taqqoslash muhim. Ma'lumki, 8 bitli kirish va chiqish qiymatlariga ega bo'lgan balanslashgan S-blok $N(S) = 112$, $AI(S) = 3$, $DU = 2$ va $SAC = 0,5$ qiymatlarga yaqin bo'lishi muhim hisoblanadi. 2-jadvalda taklif etilgan $S_1\{8 \times 8\}$ -blok SAC qiymatlari 3-jadvalda taklif etilgan $S_2\{8 \times 8\}$ -blok SAC qiymatlarini ko'rsatadi.

4-jadvalda taklif etilgan S-bloklar va boshqa olimlar tomonidan ishlab chiqilgan S-blok qiymatlarining nochiziqlik ko'rsatkichlari, algebraik darajasi va algebraik immunitetligining qiymatlari keltirilgan. 5-jadvalda taklif etilgan va boshqa o'rganilgan S-bloklarning qat'iy lavin samaradorlik (SAC), chiziqli yaqinlashish ehtimoli (LP), differensial yaqinlashish ehtimoli (DP) va siyraklilik darajasi talablari bo'yicha baholash natijalari ko'rsatilgan. 4- va 5-jadvallarda talablarga baholash qiymatlarini (17) formulaga qo'yish orqali UBK hisoblandi va uning natijalari 4-rasmda berilgan.

2-jadval

$S_1\{8 \times 8\}$ -blokning qat'iy lavin samaradorlik qiymatlari

	f_0	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6	f_7
bit 0	0,453125	0,515625	0,46875	0,46875	0,53125	0,53125	0,5	0,46875
bit 1	0,453125	0,515625	0,484375	0,5	0,453125	0,515625	0,546875	0,46875
bit 2	0,53125	0,46875	0,5	0,484375	0,53125	0,453125	0,53125	0,515625
bit 3	0,515625	0,515625	0,53125	0,515625	0,53125	0,546875	0,53125	0,5
bit 4	0,484375	0,46875	0,484375	0,5	0,484375	0,53125	0,484375	0,46875
bit 5	0,484375	0,46875	0,46875	0,53125	0,515625	0,46875	0,515625	0,484375
bit 6	0,546875	0,46875	0,484375	0,53125	0,515625	0,53125	0,515625	0,46875
bit 7	0,453125	0,515625	0,53125	0,5	0,484375	0,53125	0,484375	0,515625

3-jadval

$S_2\{8 \times 8\}$ -blokning qat'iy lavin samaradorlik qiymatlari

	f_0	f_1	f_2	f_3	f_4	f_5	f_6	f_7
bit 0	0,484375	0,5	0,5	0,53125	0,53125	0,46875	0,484375	0,46875
bit 1	0,515625	0,484375	0,484375	0,515625	0,46875	0,515625	0,5	0,5
bit 2	0,5	0,515625	0,46875	0,453125	0,5	0,53125	0,484375	0,515625
bit 3	0,515625	0,515625	0,484375	0,5	0,515625	0,46875	0,515625	0,53125
bit 4	0,484375	0,515625	0,484375	0,5	0,53125	0,515625	0,515625	0,46875
bit 5	0,46875	0,46875	0,515625	0,484375	0,46875	0,484375	0,515625	0,46875
bit 6	0,515625	0,515625	0,46875	0,53125	0,46875	0,515625	0,46875	0,53125
bit 7	0,53125	0,53125	0,53125	0,53125	0,53125	0,453125	0,515625	0,5

4-jadval

Taklif etilgan va boshqa o'rganilgan S-blok qiymatlarini $deg(f)$, nochiqlik $N(f)$, umumiy nochiqlik $N(S)$ va algebraik immunitetlik talablari bo'yicha baholash natijalari

№	Taklif etilgan va boshqa S-bloklar	$N(f)$ nochiqlik		Umumiy nochiqlik $N(S)$	$deg(f)$	Algebraik immunitet	Balanslashgan
		Maksimal	Minimal				
1	$S_1\{8 \times 8\}$ -blok	112	112	112	7	2	+
2	$S_2\{8 \times 8\}$ -blok	112	112	112	7	2	+
3	AES	112	112	112	7	2	+
4	SM4	112	112	112	7	2	+
5	Gray*	112	112	112	7	2	+
6	Mahmood Malik va boshq.**	112	112	112	7	2	+
7	Aboytes va boshq.***	112	112	112	7	2	+
8	Nitaj va boshq.****	112	112	112	7	2	+
9	Nizam Chew va boshq.*****	112	112	112	7	2	+
10	Yong Wang va boshq.*****	110	112	110	7	2	+

* Manba: (Tran, Bui, & Duong, 2008).

** Manba: (Malik, Mahmood, & al., 2020).

*** Manba: (Aboytes-González, Murguía, Mejía-Carlos, et al., 2018).

**** Manba: (Nitaj, Abderrahmane, Susilo, & Tonien, 2020).

***** Manba: (Nizam Chew & Ismail, 2020).

***** Manba: (Wang, et al., 2020).

5-jadval

**Taklif etilgan va boshqa o'rganilgan S-bloklarni qat'iy lavin samaradorlik (SAC),
 chiziqli yaqinlashish ehtimoli (LP) va differensial yaqinlashish ehtimoli (DU) talablari
 bo'yicha baholash natijalari**

№	Taklif etilgan va boshqa S-bloklar	SAC			LP	DU
		Min	Maks	O'rtacha		
1	S ₁ {8 x 8}-blok	0.4531	0.5469	0.5000	0.0625	4/256
2	S ₂ {8 x 8}-blok	0.4531	0.5312	0.5000	0.0625	4/256
3	AES	0.4531	0.5625	0.5048	0.0625	4/256
4	SM4	0.4375	0.5625	0.4997	0.0625	4/256
5	Yong Wang va boshq.*	0.4219	0.5781	0.4953	0.125	10/256
6	Gray**	0.4531	0.5625	0.4987	0.0625	4/256
7	Mahmood Malik va boshq.***	0.4375	0.5625	0.5010	0.0625	4/256
8	Aboytes va boshq.****	0.4531	0.5625	0.5102	0.0625	4/256
9	Nitaj va boshq.*****	0.4531	0.5625	0.5010	0.0625	4/256
10	Nizam Chew va boshq.*****	0.4375	0.5468	0.4980	0.0625	4/256

* Manba: (Wang, et al., 2020).

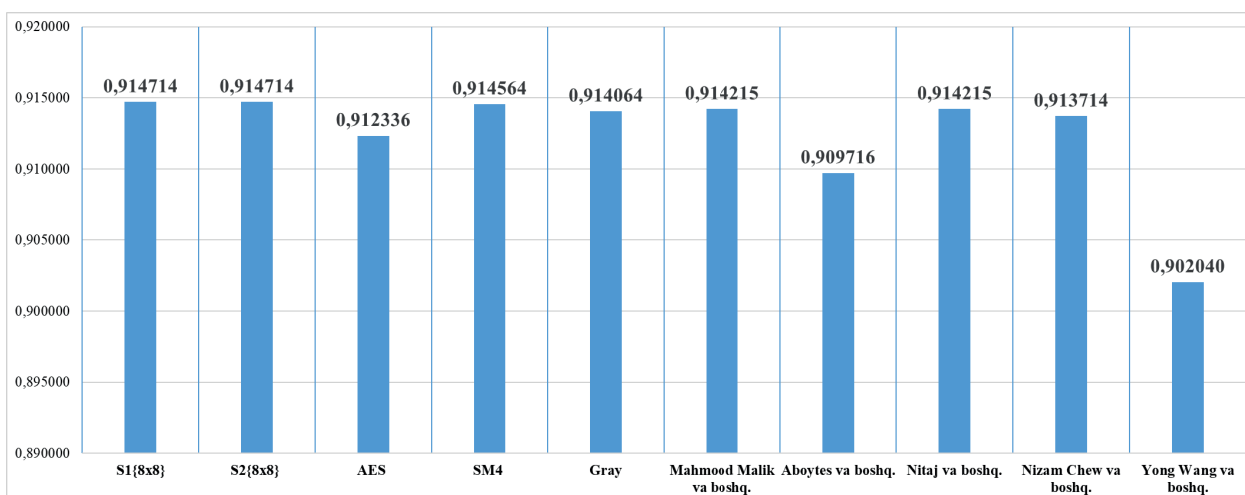
** Manba: (Tran, Bui, & Duong, 2008).

*** Manba: (Malik, Mahmood, & al., 2020).

**** Manba: (Aboytes-González, Murguía, Mejía-Carlos, et al., 2018).

***** Manba: (Nitaj, Abderrahmane, Susilo, & Tonien, 2020).

***** Manba: (Nizam Chew & Ismail, 2020).



4-rasm. Taklif etilgan va boshqa S-bloklarning UBK ko'rsatkichlari

Xulosalar

S-blok yoki o'rniga qo'yish jadvali kriptografik algoritmnining eng muhim tarkibiy qismlaridan bo'lib, kirish bitlarini chiqish bitlariga chiziqsiz almashtirishni amalga oshiradi. Mazkur maqolada affin akslantirishidagi A o'zgarimas matritsani tanlashda qo'shnilik matritsalarini elementlari to'plami tanlab olinib, ular asosida A matritsa qurish orqali

S-blok qiymatlari hosil qilindi. Hosil qilingan S-blokning turli kriptotahlil parametrlari $N(S)$, $AI(S)$, DU , LP va SAC larga nisbatan tekshirilib, tegishli natijalar olindi. Natijalarga asoslangan holda, ushbu usullar orqali bardoshli S-bloklar yaratildi. Mazkur maqolada taklif etilgan algoritmi blokli simmetrik shifrlash algoritmlariga bardoshli S-bloklarni qurish vositasi sifatida xizmat qiladi.

REFERENCES

1. Abdurahimov, B., & Sattarov, A. (2018). S-blokni ifodalovchi algebraik tenglamalar sistemasini qurish algoritmi [Algorithm for constructing a system of algebraic equations representing the S-block]. *Problems of Computational and Applied Mathematics*, 2(14), 132-145.
2. Abdurakhimov, B., & Sattarov, A. (2018). An algorithm for constructing S-boxes for block symmetric encryption. *International Journal: Universal Journal of Mathematics and Applications*, 1(1), 29-32.
3. Aboytes-González, J., Murguía, J., Mejía-Carlos, M., & et al. (2018). Design of a strong S-box based on a matrix approach. *Nonlinear Dynamics*, 94, 2003–2012. doi:10.1007/s11071-018-4471-z
4. Adams, C., & Tavares, S. (1989). Advances in Cryptology. Lecture Notes in Computer Science. *Proceedings of the CRYPTO'89*. 435, стр. 612. Springer-Verlag.
5. Adams, C., & Tavares, S. (1990). *Journal of Cryptology*(3), 27.
6. Ahmad, M., & Malik, M. (2016). Design of chaotic neural network based method for cryptographic substitution box. *Proceedings of the 2016 International Conference on Electrical, Electronics, and Optimization Techniques (ICEEOT)*, (pp. 864-868). Chennai, India. doi:10.1109/ICEEOT.2016.7754809
7. Aripov, M., Abdurahimov, B., & Matyakubov, A. (2021). *Kriptografik usullar [Cryptographic methods]*. Tashkent.
8. Biryukov, A. (2005). Substitution-Permutation (SP) Network. In H.V. Tilborg (Ed.), *Encyclopedia of Cryptography and Security*. Springer. doi:10.1007/0-387-23483-7_420
9. Cui, J., Jie, L., Huang, S., Zhong, H., Chang, C., & Yang, W. (2011). An improved AES S-block and its performance analysis. *International Journal of Innovative Computing, Information and Control*(7).
10. Dawson, M., & Tavares, S. (1991). Advances in Cryptology. *Proceedings of the Eurocrypt'91*, (p. 352).
11. Feistel, H., Notz, W., & Smith, J. (1975). Some cryptographic techniques for machine-to-machine data communications. *Proceedings of the IEEE*. 63(11), pp. 1545-1554. IEEE.
12. Fischer, S., & Meier, W. (2007). Algebraic Immunity of S-blocks and Augmented Functions. B.A. Biryukov (Ed.), *Fast Software Encryption. Lecture Notes in Computer Science* (vol. 4593). Berlin, Heidelberg: Springer. doi:10.1007/978-3-540-74619-5_23
13. Kim, G., Kim, H., Heo, Y., Jeon, Y., & Kim, J. (2021). Generating Cryptographic S-blocks Using Reinforcement Learning. *IEEE Access*(9), 83092-83104. doi:10.1109/ACCESS.2021.3085861
14. Kuryazov, D., Sattarov, A., & Axmedov, B. (2017). *Evaluation of tolerance of block symmetric encryption algorithms with modern cryptanalysis methods*. Tashkent.
15. Li, L., Liu, J., Guo, Y., & Liu, B. (2022). A new S-block construction method meeting strict avalanche criterion. *Journal of Information Security and Applications*, 66, 103135. doi:10.1016/j.jisa.2022.103135.
16. Malik, M., Mahmood, S., & et al. (2020). Generation of Highly Nonlinear and Dynamic AES Substitution-Boxes (S-boxes) Using Chaos-Based Rotational Matrices. *IEEE Access*(8), 35682-35695. doi:10.1109/ACCESS.2020.2973679
17. Matsui, M. (1994). Linear Cryptanalysis Method for DES Cipher. Lecture Notes in Computer Science. B T. Helleseth (Ред.), *Advances in Cryptology — EUROCRYPT'93*. 765, pp. 386-397. Berlin, Heidelberg: Springer. doi:10.1007/3-540-48285-7_33
18. Nitaj, A., Abderrahmane, A., Susilo, W., & Tonien, J. (2020). A New Improved AES S-box with Enhanced Properties. *Proceedings of the International Conference on Information Security Practice and Experience* (pp. 89-100). Springer. doi:10.1007/978-3-030-55304-3_7
19. Nizam Chew, L., & Ismail, E. (2020). S-box Construction Based on Linear Fractional Transformation and Permutation Function. *Symmetry*, 12(5), 826. doi:10.3390/sym12050826
20. Siddiqui, N., Yousaf, F., Murtaza, F., Ehatisham-ul-Haq, M., Ashraf, M., Alghamdi, A., et al. (2020). A highly nonlinear substitution-box (Sbox) design using action of modular group on a projective line over a finite field. *PLoS ONE*, 15(11), e0241890 . doi:10.1371/journal.pone.0241890
21. To'rayev, H., & Azizov, I. (2011). *Matematik mantiq va diskret matematika [Mathematical logic and discrete mathematics]* (vol. 2). Tashkent, Uzbekistan: Tafakkur bo'stoni Publ.

22. Tran, M., Bui, D., & Duong, A. (2008). Gray S-box for Advanced Encryption Standard. *Proceedings of the 2008 International Conference on Computational Intelligence and Security*, (pp. 253-258). Suzhou, China. doi:10.1109/CIS.2008.205
23. Wang, Y., Wong, K., Li, C., & Li, Y. (2012). A novel method to design S-block based on chaotic map and genetic algorithm. *Physics Letters*, 376(6-7), 827-833. doi:10.1016/j.physleta.2012.01.009
24. Wang, Y., Zhang, Z., Zhang, L., Feng, J., Gao, J., & Lei, P. (2020). A genetic algorithm for constructing bijective substitution boxes with high nonlinearity. *Information Sciences*, 523, 152-166. doi:10.1016/j.ins.2020.03.025
25. Webster, A., & Tavares, S. (1986). Advances in Cryptology, . *Proceedings of the CRYPTO'85*, (p. 523).
26. Zahid, H., & et al. (2021). Efficient Dynamic S-block Generation Using Linear Trigonometric Transformation for Security Applications. *IEEE Access*(9), 98460-98475. doi:10.1109/ACCESS.2021.3095618
27. Zamli, K. (2021). Optimizing S-block generation based on the adaptive agent heroes and cowards algorithm. *Expert Systems with Applications*, 182, 115305. *Expert Systems with Application*, 182, 115305.
28. Zhang, W., & Pasalic, E. (2014). Highly Nonlinear Balanced S-Boxes With Good Differential Properties. *Information Theory, IEEE Transactions*, 60, 7970-7979. doi:10.1109/TIT.2014.2360880
29. Zhu, D., Ding, T., Xiaojun, T., Zhang, M., & Wang, Z. (2020). A New S-block Generation Method and Advanced Design Based on Combined Chaotic System. *Symmetry*, 12(12), 2087. doi:10.3390/sym12122087

Taqrizchi:

Matyakubov A., f-m.f.d. (DSc), O‘zbekiston Milliy universiteti “Amaliy matematika va kompyuter tahlili” kafedrasi mudiri.

doi <https://dx.doi.org/10.36522/2181-9637-2023-5-6>

UDC: 528.48.528.1

АВТОМАТИЧЕСКИЙ РЕГИСТРАТОР ОТКЛОНЕНИЯ ОТ ЛАЗЕРНОГО ЛУЧА С ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ

Юсупбеков Нодирбек Рустамбекович¹,
доктор технических наук, профессор,
академик Академии наук Республики Узбекистан,
ORCID: 0000-0002-2184-2368, e-mail: dodabek@mail.ru;

Захидов Нематжон Муратович¹,
кандидат технических наук, докторант (DSc),
ORCID: 0000-0002-8938-5888, e-mail: n.zaxidov@tdtu.uz

¹Ташкентский государственный технический университет им. И. Каримова

Аннотация. В данной статье рассмотрен вопрос совершенствования геодезических приборов и методов для проведения створных измерений с применением фотоэлектрических и оптико-электронных средств регистрации смещений относительно заданной референтной линии с лазерным источником излучения. Обоснована актуальность необходимости повышения оперативности, эффективности и уровня автоматизации створных измерений при выполнении натурных наблюдений за деформациями, смещениями и осадками плотин гидротехнических сооружений. В таблице приведены основные виды створных измерений, представлены методы и средства измерений по каждому виду в отдельности, используемые в зависимости от необходимой точности и длины створной линии, также отмечены преимущества и недостатки каждого вида применительно к возможности автоматизации процесса створных измерений. На основе сравнительного анализа выбран вид створных измерений с применением лазерного источника излучения, выполняющий роль референтной линии. Выполнен краткий обзор современных устройств и средств сканирования пятна лазерного луча и фотоэлектрической регистрации относительно лазерного источника излучения, обеспечивающих высокую оперативность и точность створных измерений, на основе которого разработан оптико-электронный регистратор отклонения от прямолинейности с применением волокон-

Введение

При выполнении инженерно-геодезических измерений в период строительства и монтажа крупных инженерных сооружений особое значение приобретают работы по геодезическому обеспечению в период эксплуатации, так как от их точности, эффективности и оперативности в целом зависит выявление, прогнозирование и достоверный учёт деформаций техногенных объектов. Основным видом инженерно-геодезических работ при возведении объектов являются контрольные операции, дающие возможность определения качества как геодезических, так и строительно-монтажных работ и принятия соответствующих мер по их корректировке (Valipeva, 2016).

Качественная работа технологических линий обеспечивается высокой точностью геометрической взаимосвязи составляющих узлов и конструкций посредством геодезического обеспечения. Требования к точности возведения, монтажа и выверки сложных объектов определяются технологическими и физическими предпосылками, обеспечивающими наи-

более выгодный режим их эксплуатации, при котором задаются условия стабильности во времени деформационных качеств несущих оснований строительных элементов и технологических комплексов крупных гидротехнических сооружений, в том числе ГЭС, для которых требуется повышенная точность монтажа.

В связи с этим важной задачей является совершенствование применяемых на сегодняшний день средств измерений и разработка наиболее прогрессивных методов контроля, обеспечивающих высокую точность измерений при минимальных затратах времени на процесс измерений. При этом первоочередной задачей геодезического приборостроения является разработка высокоэффективных, удобных и простых в эксплуатации измерительных средств и приборов для их массового производства (Yusupbekov, 2013), (Rannev, 2010).

Для обеспечения надёжности и безопасности подобных сооружений регулярно проводятся натурные наблюдения геодезическими методами створных измерений, которые делятся на четыре основных вида:

- *оптические* – методы, в которых опорная линия определяется оптической или визирной осью зрительными трубами на марки, расположенные на контрольных точках створной линии, коллиматорами или автоколлиматорами, способами измерения малых углов b или способом подвижной марки (Yambaev, 1990);

- *струнные* – створная линия задаётся посредством натянутой струны из стальной проволоки (иногда капроновой или нейлоновой нити) длиной L_0 , закреплённой на двух опорных пунктах I и II, величина нестворности определяется относительно оси натянутой струны (Yambaev, 1978);

- *лучевые* – референтная линия задаётся с помощью световых лучей или лазерного излучателя и определяется относительно геометрического (или энерге-

но-оптического преобразователя линейно-кругового типа. Представлена функциональная и электронная схема регистратора. Выполнены расчётная оценка относительной точности створных измерений регистратором и расчёт уровня светового потока воспринимаемого участка анализатора.

Ключевые слова: створные измерения, прибор, деформация, опорная линия, регистратор, натурные наблюдения, лазерный луч, волоконная оптика.

LAZER NURIGA NISBATAN SILJISHNI BELGILOVCHI OPTIK-TOLALI AVTOMATIK REGISTRATOR

Yusupbekov Nodirbek Rustambekovich¹,
texnika fanlari doktori, professor,
O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi akademigi;

Zahidov Nematjon Muratovich¹,
texnika fanlari nomzodi, doktorant (DSc)

¹Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti

Annotatsiya. Mazkur maqolada tayanch chiziq sifatida lazer nuri qo'llanilgan stvor o'lchash jarayonida fotoelektrik va optik-elektron vositalar yordamida siljish kattaligini belgilovchi geodezik asbob va usullarni mukammallashtirish masalalari o'rganilgan. Tabiiy kuzatuvlar yordamida gidrotexnik inshootlar va to'g'onlarning deformatsiya va siljishlarini aniqlash hamda o'lchash usuli, shuningdek, avtomatlashtirish darajasi, tezkorligi va samaradorligini oshirish dolzarbligi asoslab berilgan. Maqolada bugungi kunda lazer nuriga nisbatan siljishni aniqlovchi zamonaviy skanerlash va fotoelektrik stvor o'lchov usul va taqqoslash tahlili asosida to'g'ri chiziqqa nisbatan siljishni aniqlovchi, chiziq-aylana tipidagi tolali optik-elektron registrator ishlanmasi taklif etilgan, qurilmaning funksional va elektron sxemasi berilgan. Shuningdek, registrator yordamida stvor chizig'iga siljishni o'lchashning nisbiy aniqligi hisobi hamda analizatorga tushadigan lazer nuri nisbiy oqimining hisob formulalari keltirilgan.

Kalit so'zlar: stvor o'lchovlari, asbob, deformatsiya, tayanch chiziq, registrator, tabiiy kuzatuv, lazer nuri, tolali optika.

AUTOMATIC LASER BEAM DEFLECTION RECORDER WITH FIBER-OPTICAL CONVERTER

Yusupbekov Nodirbek Rustambekovich¹,
Doctor of Technical Sciences, Professor,
Academician of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan;

Zakhidov Nematjon Muratovich¹,
Candidate in Technical Sciences, Doctoral
Student (DSc)
¹Tashkent State Technical University
named after I. Karimov

Abstract. *This article discusses the issue of improving geodetic instruments and methods for conducting alignment measurements using photoelectric and optoelectronic means of recording displacements relative to a given reference line with a laser radiation source. The relevance of the need to increase the efficiency and level of automation of cross-section measurements when performing field observations of deformations, displacements, and settlements of dams and hydraulic structures is substantiated. The table shows the main types of alignment measurements, which present the methods and means of each type used separately depending on the required accuracy and length of the alignment line. The advantages and disadvantages of each type of alignment measurement are also noted, with regard to the possibility of automating the measurement process. Based on a comparative analysis, a type of cross-sectional measurement was selected using a laser radiation source, which acts as a reference line. A brief review of modern devices and means of scanning a laser beam beam and photoelectric registration with respect to a laser radiation source has been carried out, providing high efficiency and accuracy of alignment measurements, on the basis of which an optical-electronic straightness deviation recorder has been developed using a fiber-optic converter of a linear-circular type. The functional and electronic diagrams of the recorder are presented. A computational assessment of the relative accuracy of the recorder's target measurements and a calculation of the level of luminous flux in the perceived area of the analyzer were carried out. Keywords: gate measurements, device, deformation, reference line, recorder, field observations, laser beam, fiber optics.*

Keywords: *gate measurements, device, deformation, reference line, recorder, field observations, laser beam, fiber optics.*

тического) центра формы сечения пучка источника света в оптическом диапазоне (Yusupbekov & Zahidov, 2023);

- *интерференционные* – принцип действия основан на законах оптики, опорная линия в которых определяется взаимным расположением оси симметрии интерференционной картины с заданными пластинами, от оптического квантового ге-

нератора (когерентного источника света) и фотоэлектрического регистрирующего устройства, в том числе: дифракционный (по схеме Юнга), состоящий из осветителя света с вертикальной однощелевой маркой и подвижных двух- или трёхщелевых спектральных марок, передвигаемых вдоль трубы кремальерой, при этом ширина щели однощелевой марки определяется как:

$$d_1 \leq \frac{\lambda S_2}{4t} \quad (1)$$

где l – длина волны, равная 0,0005 мм,
 S_2 – расстояние между окуляром и маркой;

t – расстояние между серединами сдвоенных щелей (Kamen, 1982), (Datchiki, 2012), (Zahidov & Samborskiy, 2020), (Kotyuk, 2007), (Yambaev & GoLigin, 2005).

При выполнении натуральных наблюдений на гидротехнических сооружениях, основное внимание уделяется измерениям за горизонтальными смещениями плотин, которые по конструктивному исполнению подразделяются на гравитационные, арочные и арочно-гравитационные, различающиеся между собой гидростатической нагрузкой (Kamen, 1982).

Размеры современных плотин достигают до 300 метров в высоту и до 1000 метров и более в длину, что предопределяет повышенные требования по точности и оперативности геодезических наблюдений за деформациями протяжённых гидротехнических сооружений и других техногенных объектов, в частности по методу створных измерений, получившему наибольшее распространение. К примеру, плотина крупнейшей в мире Саяно-Шушенской ГЭС арочно-гравитационного типа имеет высоту 250 метров и длину арочного фронта 1060 метров. На проведение одного цикла измерений тратится в среднем 20–24 дня, включая измерения деформаций и напряжений вследствие гидростатического давления и влияния изменения температуры, определение

плановых смещений, осадков и прогибов сооружения.

Наиболее перспективным методом автоматизации створных измерений является лучевой метод с применением в качестве референтной линии лазерного излучателя с фотоэлектрическими или оптико-электронными регистраторами, однако данная техника и методика нуждается в совершенствовании.

Материалы и методы

В таблице приведены основные виды, методы и средства створных измерений, показатели длин створных линий, а также кратко изложены преимущества и недостатки методов створных измерений в плане возможности автоматизации процесса.

На основе сравнительного анализа технических характеристик методов и средств створных измерений рассмотрим известные фотоэлектрические и оптико-электронные регистрирующие устройства применительно к лазерным источникам излучения, используемые для создания опорной линии при створных измерениях.

В (Zatsarinnyy, 1976) рассмотрена дистанционно управляемая подвижная марка, созданная Московским государ-

ственным университетом геодезии и картографии, состоящая из марки, установленной на каретке, приводимой в движение электродвигателем и ходовым винтом через редуктор. Устройство даёт возможность дистанционного управления и передачи информации о линейных смещениях, что позволяет повысить производительность и эффективность процесса измерений, однако недостатками этого устройства являются громоздкость и массивность из-за сложности механической части, а также недостаточная точность вследствие влияния субъективных ошибок при визуальной регистрации наблюдателя.

На сегодняшний день разработано большое количество фотоэлектрических регистрирующих устройств определения положения лазерного луча (Katys, 1990), (Patent, 1989), (Bodner, 1986) различных конструкций, например: с барабаном с вырезанной щелью в виде спирали; дисковые сканирующие устройства; дифракционные створофиксаторы, основанные на схеме опыта Юнга; дифракционные решётки или многощелевые спектральные марки; интерференционные створофиксаторы с зонными пластинами; датчики с двухщелевыми дисками и др.

Таблица

Основные виды, методы и средства створных измерений

№	Основные виды створных измерений	Методы и средства створных измерений	Длина створа (м)	Преимущества	Недостатки
1	Оптические	Метод оптического визирования; программа общего створа; программа последовательных створов; сложные программы с применением аксиконов; сомимагорный метод; автоколлимационный метод.	до 1 000 до 860 до 1 000 0–30 до 400 0–50	Большая дальность створной линии, сравнительно высокая точность створных измерений	Сложность процесса автоматизации, низкая производительность
2	Струнные	Струнный метод; метод плавающий струны; струнно-оптический метод.	до 200 до 400 до 400	Несложное оборудование и низкая себестоимость измерительных средств	Ограниченная точность измерения вследствие влияния вибрации и бокового ветра, ограниченная длина створной линии и возможности автоматизации

3	Лучевые	Приборы управления лучом (ПУЛ); лазерные визиры и указатели направлений; лазерные теодолиты.	до 700 до 600 сотни	Высокий уровень автоматизации фотоэлектрической оптико-электронной регистрации, большая дальность створной линии и высокая эффективность процесса измерений	Сравнительно высокая себестоимость фоторегистрирующих устройств
4	Интерференционные	Дифракционный метод по схеме Юнга; лазерные интерферометры; лазерные интерференционные створофиксаторы с зонными пластинами.	5–100 до 350 до 3 000	Высокая точность измерений и большая длина створной линии	Сложность технологий изготовления зонных пластин (марок)

Результаты исследования

Основными недостатками вышерассмотренных устройств являются громоздкость, большие размеры сканирующих механизмов и масса из-за необходимости применения марок или сканеров размерами не менее величины 2-й или 3-й координаты диапазона измерений, большая энергоёмкость, сложность технологии изготовления (зонных марок) и низкий уровень удобства эксплуатации. На основе проведённого анализа существующих фотоэлектрических регистраторов разработан автоматический регистратор отклонения от лазерного луча (референтной линии) с волоконно-оптическим преобразователем.

Конструктивно (рис. 1) регистратор отклонения состоит из: прямоугольного основания (1) с узкой сквозной продольной щелью (2), где размещены входные торцевые части (3) световодных волокон (4), установленных на одной линии, во входной части – упорядоченно, а выходные торцы последовательно укреплены в виде окружности (5), образующей линейно-круговой анализатор, соосно от круговой части размещён электродвигатель (6) с полой осью (7).

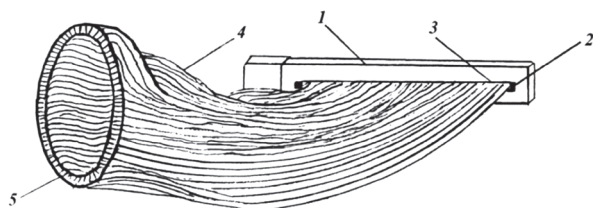


Рис. 1. Схема укладки световодных волокон линейно-кругового преобразователя

Во внутренней части электродвигателя (рис. 2) установлены световодные волокна (8). В воспринимающей части световодные волокна размещены в пустотелом участке в форме колена (9) из металла с балансировочным противовесом (10), размещённым внутри колена, в направлении радиуса вращения, с выходными торцами (11), повернутыми перпендикулярно от оси вращения электродвигателя. Вторые торцевые части световодных волокон (8), скомпонованных в форме окружности (12), направлены через собирающую линзу (13) к фотодатчику (14).

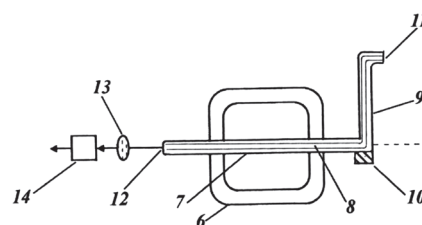


Рис. 2. Схема расположения фотоприёмника, линзы и оптической оси анализатора

Внутри окружности (5), образованной торцевыми участками световодов (8) и выходной частью зоны вращения торцевых концов, на одной линии закреплены светодиодный излучатель (15) и фотодиод (16), направленный воспринимающей частью к излучателю и подключённый к электронной схеме с усилителем (17), подсоединённым через логический элемент «Не» (18), электронный ключ (19) на вход S RS-триггера (20), соответствующий

выход которого подключён к коммутирующему выводу электронного ключа (21), связанный выходом с электронным счётчиком (22), подключённым к индикатору (23) с контактным включателем (24), выполняющий команду «Сброс» (обнуление) (рис. 3). Кварцевый генератор (25) одновременно связан с входом электронного ключа (21) и через Т-триггер (26) с управляющим контактом электронного ключа (27), на входе которого подключён фотодатчик (14) через усилитель сигнала (28), электронный ключ (29), пороговый узел, выполненный на основе триггера Шмитта (30) с логическим элементом «Не» (31), связанный через конденсатор (32) со входом R-S триггера (20), запараллеленный с общей «массой» конденсатором (33). Выводы управления электронных ключей (19) и (29) подключены к выводу Т-триггера (34), связанному через конденсатор (35) с усилителем (17), вывод электронного ключа (19) соединён с конденсаторами (36) и (37). Электронная схема питается от блока питания (38).

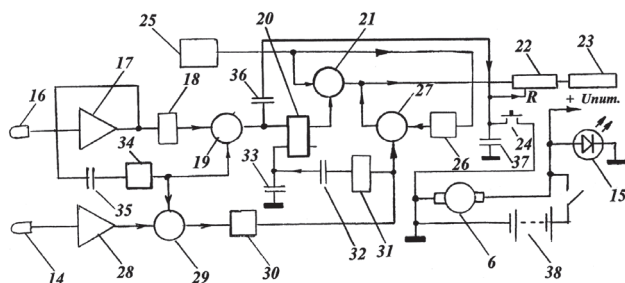


Рис. 3. Электронная блок-схема регистратора отклонения от лазерного луча

Регистратор отклонения от лазерного луча работает следующим образом.

Вначале ориентируют лазерный излучатель на опорной точке, предварительно ориентируя направление референтной линии, после чего производят установку регистратора, центрируют относительно контрольной точки, при этом воспринимающая часть располагается перпендикулярно излучателю, а лазерное пятно в форме круга должно попадать в зону вос-

принимающей части щели (2) световодных торцов.

После подачи напряжения на электронную схему от источника питания счётные импульсы от кварцевого генератора (25) не будут поступать, так как электронные ключи (21) и (27) находятся в закрытом состоянии – первый закрыт от включённого светодиода (15), высокий сигнал с которого через фотоприёмник (16) и усилитель (17) поступит на логический элемент «Не», на выходе установится низкий уровень, разрядный импульс конденсатора (33) откроет нижнюю часть RS-триггера (20), верхняя часть закроет электронный ключ (21), одновременно импульс от генератора (25) заблокируется электронным ключом (27), триггером Шмитта (30). Импульс от конденсатора (37) через вход команды «сброс» произведёт обнуление электронного счётчика (22), импульс от конденсатора (33) приведёт нижнюю часть RS-триггера (20) в открытое состояние. Электродвигатель (6) начнёт вращать ось со световодом (8), когда колено (9) закроет сигнал от светодиода (15) на фотодиоде (16), усилитель (17) установит низкий уровень от него на входе элемента (18), высокий уровень – на выходе, откроет верхнюю часть триггера (20) через электронный ключ (19) и (21), при котором импульсы с генератора (25) начнут поступать к электронному счётчику (22) и индикатору (23) (Mikushint, 2010), (Yakushenkov, 2013).

Далее, за счёт вращения светодиод (11) дойдет до момента восприятия сигнала от лазерного луча, который, пройдя линзу (13), будет воспринят фотодатчиком (14) и усилителем (28) и через электронный ключ (28) откроет триггер Шмитта (30), сигнал от него переключит RS-триггер, нижняя часть откроется, а верхняя часть закроет элемент (21), сигналы импульсов от генератора будут поступать в пересчётном режиме через Т-триггер (26). После выхода из зоны лазерного пятна низкий уровень закроет триггер Шмитта (30), счёт импульсов прекратится, на индика-

торе (23) зафиксированное число, пропорциональное величине смещения от опорной (лазерной) линии.

Анализ результатов исследования

При частоте генератора (25) 1 кГц, в диапазоне измерений 200 мм, скорости вращения $w = 0,5$ об/сек, времени 2 секунды количество импульсов составит:

$$n = n \times t = 1000 \text{ Гц} \times 2 \text{ сек} = 2000 \text{ имп.} \quad (2)$$

Другими словами, за 1 секунду произойдет 1000 импульсов.

При увеличении частоты генератора до $n = 10$ кГц расчётная точность составит $m_p = 0,01$ мм, или 10 мкм.

Регистратор обеспечивает требуемую точность даже в случае, когда пятно от лазерного луча будет расположено несимметрично в направлении вертикального положения относительно заданной ширины щели (2).

Аналоговые и цифровые электронные элементы рекомендуется выполнять на микросхемах МОП (КМОП), структурах с большим входным сопротивлением, отличающимися низкой энергоёмкостью (цифровые К176- $U_{пит.}$ 5-9В; К561 с $U_{пит.}$ 5-12В, К 564 и др.), аналоговые К140 УД8, К 140 УД 12 с полевыми транзисторами на входах (Integralnye, 1985), (Shilo, 1988), (Tranzistory, 1981).

Величину смещения относительного лазерного пятна определим как:

$$l = l_1 + \frac{l_2}{2}. \quad (3)$$

При постоянной скорости вращения w электродвигателя получим затрачиваемое время:

$$t = t_1 + \frac{t_2}{2}. \quad (4)$$

Умножая обе части уравнения на частоту кварцевого генератора, получим число импульсов:

$$vt = vt_1 + \frac{vt_2}{2}. \quad (5)$$

Для оценки точности регистратора вычислим скорость сканирования:

$$v_{скан} = \frac{NL}{60} \quad (6)$$

где N – количество оборотов вращения оси электродвигателя за одну минуту;
 L – величина диапазона измерений.

Координату центра лазерного пятна определим как:

$$x = \frac{NL}{60n} \quad (7)$$

где $n = vt$ – количество импульсов от кварцевого генератора за время t , с частотой v .

Относительная ошибка регистрации относительно центра лазерного пятна определяется согласно выражению:

$$\left| \frac{\Delta X}{X} \right| = \left| \frac{\Delta N}{N} \right| + \left| \frac{\Delta n}{n} \right| + \left| \frac{\Delta v}{v} \right| \quad (8)$$

Учитывая дискретность считывания импульсов в электронном счётчике, получим:

$$\left| \frac{\Delta X}{X} \right| = \left| \frac{\Delta N}{N} \right| + \left| \frac{1}{n} \right| \quad (9)$$

Уровень светового потока Φ от лазерного излучателя Φ_{max} , регистрируемый фотодиодом, зависит от величины потока луча Q_1 , прошедшего через входную часть анализатора и площади сечения лазерного луча Q_2 на определённом расстоянии от излучателя и регистратора:

$$\Phi = \Phi_{max} \frac{Q_1}{Q_2} \quad (10)$$

К примеру, при радиусе лазерного луча с коллимирующей оптикой 25 мм, расстоянии от излучателя до регистратора 200 м и общей площади входной части анализатора $Q = 8 \text{ мм}^2$, относительный уровень потока излучения составит:

$$\Phi = \Phi_{max} \frac{8 \text{ мм}^2}{1962,5 \text{ мм}^2} = 0,004 = 4 \cdot 10^{-3} \quad (11)$$

Величина минимального светового потока излучателя, воспринимаемая фотодиодом, составит:

$$\Delta\Phi_{min} = 7 \times 10^{-7} \Phi \quad (12)$$

что вполне удовлетворяет требованиям необходимой точности измерений.

Выводы

Разработанный регистратор линейных смещений от прямолинейности относительно лазерной референтной линии с волоконно-оптическим преобразователем в отличие от известных аналогов имеет меньшие массогабаритные параметры, низкую энергоёмкость, обеспечивает более широкий диапазон створных измерений при сохранении необходимой точности и обладает повышенным уровнем удобства эксплуатации, что даёт возможность повышения опера-

тивности производства выполнения наблюдений за осадками и деформациями гидротехнических и других техногенных объектов.

Техническое решение запатентовано в ГУ «Центр интеллектуальной собственности РУз».

Предлагаемое устройство может быть использовано при: выверке направляющих путей большой протяжённости, конвейерных линий; установке технологического оборудования в проектное положение по контрольным точкам; разбивочных работах; укладке трубопроводов и сетей мелиорации; проходке тоннелей и других подобных видах работ по геодезическому обеспечению.

REFERENCES

1. Bodner, V.A., Alferov, A.V. (1986). *Izmeritel'nyye pribory [Measuring instruments]*. (pp. 90-114). Moscow: Publ. house of Standards.
2. Sharapova, V.M., Polishuka, E.S. (eds.) (2012). *Datchiki [Sensors]* (624 p.) Moscow: Tehnosfera Publ.
3. *Integral'nyye mikroshemy [Integrated circuits]*. (1985). (528 p.). Moscow: Energoatomizdat Publ.
4. Kamen, H. (1982). *Elektronnyye sposoby izmereniy v geodezii [Electronic methods of measurements in geodesy]* (pp. 17-60). Moscow: Nedra Publ.
5. Katys, G.P. (1990). *Obrabotka vizual'noy informatsii [Processing of visual information]* (pp. 134-159). Moscow: Mashinostroyeniye Publ.
6. Kotyuk, A.F. (2007). *Datchiki v sovremennykh izmereniyakh [Sensors in modern measurements]* (p. 95). Moscow: Goryachaya liniya – Telekom Publ.
7. Mikushih, A.V., Sajnev, A.M., Sedinin, V.I. (2010). *Tsifrovyye ustroystva i mikroprotssory [Digital devices and microprocessors]* (pp. 28-34). St. Petersburg: BHV – Piterburg Publ.
8. Rannev, G.G. (2010). *Izmeritel'nyye informatsionnyye sistemy [Measuring information systems]* (pp. 46-55). Moscow: Izdatelskiy tsentr Akademiya.
9. *Slit target mark and methods of its use for cross-sectional measurements* (1989). Patent Kanada, No. 1142347, MPK G 01 c 15/00.
10. Shilo, V.L. (1988). *Populyarnyye tsifrovyye mikroshemy [Popular digital microcircuits]* (352 p.). Moscow: Radio i svyaz' Publ.
11. Perel'man, B.L. (ed.) (1981). *Tranzistory dlya apparatury shirokogo primeneniya [Transistors for widely used equipment]* (656 p.). Moscow: Radio i svyaz' Publ.
12. Valiyeva, A.R. (2016). Obosnovaniye primeneniya lazernogo skanirovaniya v otsenke deformatsiy vysotnykh konstruksiy [Rationale for the use of laser scanning in assessing the deformation of high-rise structures]. *Izv. vuzov "Geodeziya i aerosyomka" – News from Universities "Geodesy and Aerial Photography"* (4), 60-63, 0536-101X.
13. Yusupbekov, N.R., Aliyev, R.A., Yusupbekov, A.R., Aliyev, P.P. (2013). Vychislitel'nyy intellekt i yego sostavlyayushhiye [Computational intelligence and its components]. *Khimicheskaya tekhnologiya. Kontrol' i upravleniye – Chemical Technology. Control and management* (3), 78. Tashkent.

14. Yusupbekov, N.R., Zahidov, N.M. (2023). Remote alignment fixing device with vizir marks in base LCD indicator. *Chemical Technology Control and Management*(2), 22-29.
15. Yambayev, H.K. (1990). *Spetsial'nyye pribory dlya inzhenerno-geodezicheskikh rabot [Special instruments for engineering and geodetic work]* (pp. 61-73). Moscow: Nedra Publ.
16. Yambayev, H.K., Golygin, N.Kh. (2005). *Geodezicheskoye instrumentovedeniye [Geodetic instrumentation]* (pp. 60-72). Moscow: Yukis Publ.
17. Yambayev, H.K. (1978). *Vysokotochnyye stvornyye izmereniya [High-precision alignment measurements]* (pp. 11-20). Moscow: Nedra Publ.
18. Yakushenkov, Y.G. (2013). *Osnovy optiko-elektronnogo priborostroyeniya [Fundamentals of optical-electronic instrumentation]* (p. 376). Moscow: Logos Publ.
19. Zakhidov, N.M., Samborskiy, A.A. (2020). Optiko-elektronnyy registrator otkloneniya ot pryamolineynosti so svetovodnym analizatorom [Optical-electronic straightness deviation recorder with light guide analyzer]. *Proceedings of the IX Scientific-practical conference on "Current issues of geodesy and information systems"* (pp. 84-91). Kazan.
20. Zatsarinnyy, A.V. (1976). *Avtomatizatsiya vysokotochnykh inzhenerno-geodezicheskikh izmereniy [Automation of high-precision engineering and geodetic measurements]* (pp. 106-112). Moscow: Nedra Publ.

Рецензент:

Тошболтаев М.Т., д.т.н., профессор, заместитель директора по научной работе и инновациям Научно-исследовательского института механизации сельского хозяйства.

 <https://dx.doi.org/10.36522/2181-9637-2023-5-7>

UDC: 621.398(045)(575.1)

NASOS AGREGATLARIDA ASINXRON MOTORNING O‘TISH JARAYONLARIDAGI ENERGIYA TEJAMKORLIK MASALALARINI MATEMATIK MODEL ORQALI TADQIQ ETISH

Pirmatov Nurali Berdiyovich¹,
professor,
ORCID: 0000-0001-5212-2593;

Xaydarov Xumoyun Muxtor o‘g‘li²,
tayanch doktorant,
ORCID: 0000-0002-9314-0568, e-mail: humoyun1991@gmail.com

¹Toshkent davlat texnika universiteti

²Andijon mashinasozlik instituti

Kirish

Hozirgi kunda energetika resurslaridan oqilona hamda tejamkor foydalanish zamon talabi bo‘lib bormoqda. Elektr energiyasi-ning salmoqli qismi, ya‘ni 70–75 % asinxron motorlarda ishlatiladi. O‘z o‘rnida asinxron motorlardagi ulushlarning 30 % nasos agregatlariga sarflanadi. Shunday ekan, mazkur asinxron motorlarda energiya tejamkorlikka erishish katta natijalar beradi.

Mazkur maqolada ilmiy yangilik sifatida nasos agregatlaridagi asinxron motorlarni chastota o‘zgartgich orqali boshqarishda ushbu agregat uchun energiya tejamkor ish diapazonini aniqlash maqsad qilingan. Aniqlangan energiya tejamkor boshqarish diapazonini amalda mavjud nasos agregatlarida qo‘llash orqali energiya samaradorlikka erishish mumkin.

Chastotali rostlanadigan asinxron motorlarni nasos agregatlarida qo‘llash orqali kerakli suv oqimi va bosimini hosil qilish amaliyotga 30 yildan beri ma‘lum. Bu sohada bir qator ilmiy izlanishlar olib borilgan. O‘zbek olimlaridan M.Z. Xamudxonov tadqiqotlarida melioratsiya sohasida nasoslar-ning parallel ishlashidagi energiya tejam-

Annotatsiya. Ushbu maqolada sanoat korxonalari va aholi punktlari suv ta‘minoti tizimida qo‘llaniladigan nasos agregatlarida chastota o‘zgartgich orqali rostlanadigan asinxron motorlarning o‘tish jarayonlari batafsil ko‘rib chiqilgan, energiya tejamkor ish rejimlari chuqur tadqiq etilib, matematik modellashtirish natijalari olingan. Chastotali rostlanadigan asinxron motorlarning o‘tish jarayonlari tadqiqot predmeti sifatida tanlangan bo‘lib, unda kuzatiladigan kamchiliklarga chuqur matematik analiz orqali yechim topish maqsad qilindi. Shu vaqtgacha ushbu sohada olib borilgan ishlar, asosan, chastotali rostlash usuli statik momenti past bo‘lgan meliorativ quvurlar tizimida olib borilganligi hamda olingan natijalar va qo‘llanish usullari har doim ham statik momenti yuqori bo‘lgan sanoat korxonalari quvurlar tizimiga to‘g‘ridan-to‘g‘ri tatbiq etib bo‘lmashligi hisob olinsa, mazkur ishning dolzarbligi yanada oshadi. Tadqiqot metodi sifatida amalda mavjud nasos agregatlarini boshqarish usullarining o‘ziga xos jihatlari o‘rganilgan. Asinxron motor o‘tish jarayonlarining matematik modeli quvurda hosil bo‘ladigan statik qarshilik va ishqalanish momentini hisobga olib, Kramer usulidan foydalanilgan holda tuzilgan. Asinxron motor dinamik xarakteristikasida tebranishli jarayon hisobga olingan va matritsalar tuzilgan hamda yakuniy yechimga olib kelingan. Ishning natijasi sifatida asinxron motor stator chulg‘amining har bir fazasida ro‘y beradigan o‘tish jarayonlarining tebranish holatini hisobga olgan

holda, matematik ifoda va ushbu funksiya grafigi hosil qilingan. Olingan natijalarni kelgusida statik bosimi yuqori quvurlar tizimida energetik quvvati 100 kW dan past bo'lgan nasos agregatlarida chastotali rostdlash va uning energiya samaradorligini oshirishda qo'llash mumkin. Tadqiqot yakunida tajriba olib borilgan sanoat korxonalarining yuqori statik momenti mavjud quvurlar tizimida chastotali rostdlash usulidagi elektromexnik o'zgartirish parametrlari tahlil qilinib, asinxron motorlarning energetik ko'rsatkichlari aniqlandi.

Kalit so'zlar: nasos agregatlari, chastota o'zgartiruvchi yuritma, foydali ish koeffitsiyenti, quvvat isrofi, elektr energiya, o'tish jarayoni, statik moment.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВОПРОСОВ
ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ НА ОСНОВЕ
МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПЕРЕХОДНЫХ
ПРОЦЕССОВ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ
В НАСОСНЫХ АГРЕГАТАХ**

Пирматов Нурали Бердиярович¹,
профессор;

Хайдаров Хумоюн Мухтор угли²,
базовый докторант

¹Ташкентский государственный технический университет

²Андижанский машиностроительный институт

Аннотация. В данной статье подробно рассмотрены переходные процессы асинхронных двигателей, регулируемых частотным преобразователем в насосных агрегатах, применяемых в системах водоснабжения промышленных предприятий и населённых пунктов, получены результаты математического моделирования энергоэффективных режимов работы. В качестве предмета исследования были взяты переходные процессы асинхронных двигателей с частотной регулировкой, рациональное использование электроэнергии в тот период, когда наблюдается дефицит энергии, выбрана актуальной целью поиска решения путём глубокого математического анализа недостатков, наблюдаемых в предмете исследования. Актуальность данной работы вновь возрастает, если учесть, что до сих пор работы в данной области проводились в основном в мелиоративных трубопроводных системах с низким статическим крутящим моментом, а полученные результаты и методы применения не всегда могут быть напрямую применены к трубопроводным системам промышленных предприятий с высоким статическим крутящим

корлик usullari, X.F. Fazilov, J.A. Abdullayev, T.S. Kamalov ishlarida esa nasos agregatlarida chastotali rostdlanadigan asinxron motorlarning skalyar va vektor boshqaruvlari hamda ularning matematik ifodalari o'rganilgan. Ushbu tadqiqotlarda, asosan, melioratsiya va qishloq xo'jaligidagi nasos stansiyalarining energiya samaradorligini oshirish, drosselli boshqaruv bilan chastotali boshqaruvdagi gidrotexnik, energetik hamda elektromexanik parametrlar taqqoslangan.

Shuningdek, A.A. Shavazovning "Sug'orish nasos stansiyalarining chastotaviy rostdlanuvchi asinxron elektr yuritmalar asosida energiya tejamkor rejimini asoslash" mavzusida yozilgan dissertatsiyasida chastota o'zgartiruvchi asinxron motor-quvur parametrlarini optimal holatga olib kelish orqali tejamkorlikka erishish o'rganilgan bo'lsa, R.K. Do'smatovning "Chastotaviy rostdlanuvchi asinxron elektr yuritma asosida yuqori kuchlanishli nasos qurilmasining energiya samaradorligini oshirish" mavzusida yozilgan dissertatsiyasida issiqlik jarayonlarini tahlil qilish va shu orqali energiya tejamkorlikka erishish yo'llari ko'rib chiqilgan.

Mazkur tadqiqot ishlarida faqat nasos agregatlaridagi chastotali rostdlash usulining boshqa mavjud drosselash, nasoslarni parallel ishlatish hamda bypass usullarining afzal jihatlari ko'rib chiqilgan. Biroq asinxron motorni chastotali boshqarishdagi ish rejimlari xarakteristikasi to'liq o'rganilmagan, chastotali rostdlash usulini qo'llashda cheklovlar mavjud hamda olib borilgan ishlar, asosan, meliorativ sohada qo'llanilgan, boshqa sanoat korxonalarida tajribalar olib borilmagan. Meliorativ nasos agregatlari ish parametrlari sanoat korxonalarida suv ta'minotidan o'ziga yarasha farq qilishini hisobga olsak, avval qilingan ishlardagi usullarni qo'llash yuqori natija bermasligi oydinlashadi. Sababi sanoat korxonalaridagi suvga bo'lgan ehtiyoj, suv ta'minoti, nasos agregatlarining ish rejimi, quvurlar tizimi keskin farq qilganligi alohida yondashuvni talab qiladi.

Sanoat korxonalarida suv ta'minot tizimi tahlil qilinganda, drossellash yoki nasoslar-

ni parallel ishlatish usullaridan foydalanish holatlari ko'p kuzatildi. Buning asosiy sababi chastotali rostdashning statik bosimi yuqori bo'lgan quvvur tizimlariga qo'llashdagi o'tish jarayonlarida elektromexanik parametrlar o'zgarishi yetarlicha tahlil qilinmaganligidir. Mazkur tadqiqot ishida suv quvurlaridagi statik bosim va ishqalanish qarshiliklarini hisobga olgan holda, chastotali rostdash usulining matematik modeli yordamida asinxron motor ish rejimlari tahlil qilinadi hamda 100 kW quvvatdan kichik asinxron motorlar qo'llangan nasos agregatlarini chastotali rostdash usulidan statik bosim va ishqalanish qarshiliklari yuqori suv quvvur tizimlarida foydalanish masalasi o'rganiladi.

Material va metodlar

Nasos agregatlarida, asosan, asinxron motorlar elektr yuritma sifatida qo'llaniladi. Bunda eng asosiy jihatlari asinxron motorni boshqarish qulayligi, ekspluatatsiya xarajatlarini kamligi, ta'mirlash osonligi, narxining boshqa turdagi elektr motorlardan bir necha bor arzonligidir. Shuni ta'kidlash joizki, asinxron motorlar o'z rivojlanish davri mobaynida bir necha bor takomillashtirish va o'zgarishlarga uchragan bo'lib, konstruktsion va energiya tejamkorlik jihatlari yaxshilangan.

Nasos agregatlarida kichik quvvatlar uchun qisqa tutashtirilgan asinxron motorlar, katta quvvatdagi nasoslar uchun esa faza rotorli asinxron motorlar qo'llaniladi. Bunda ular ishga tushish va ishlash vaqtida rostlanishi, motor chulg'amlaridagi tokni boshqarish imkoniyati mavjudligi bilan bir-biridan farq qiladi.

Shuni ta'kidlash lozimki, so'nggi o'n yillikda qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron motorlarda silliq ishga tushirish apparatlari keng qo'llanila boshladi. Ishga tushish vaqtida tokning me'yordan oshib ketmasligi ishchi mexanizmlarining bir me'yorda ish boshlashiga zamin yaratadi. Nasos qurilmalarida suv ta'minotiga bo'lgan ehtiyoj o'zgarishi doimiy kuzatib turiladi. Bunda kerakli suv oqimi va bosimni ta'minlash uchun nasos agregati suv oqimi va bosimini o'zgartirish talab etiladi.

моментом. Исследовательскими методами специфических аспектов стали существующие практические методы управления насосными агрегатами, при построении математической модели переходных процессов асинхронного двигателя с учётом статического сопротивления и момента трения, создаваемого в трубе, использовался метод Крамера. В динамической характеристике асинхронного двигателя матрицы строятся с учётом колебательного процесса и доводятся до окончательного решения. Результатом работы стало математическое выражение, представляющее переходные процессы, протекающие в каждой из фаз статора асинхронного двигателя с учётом колебательного состояния, и график этой функции. На основе полученных результатов в дальнейшем возможно применение метода частотной коррекции в трубопроводных системах с повышенным статическим давлением, насосных агрегатах с энергоёмкостью менее 100 кВт, в целях повышения их энергоэффективности. По итогам исследования были определены энергетические показатели асинхронных двигателей путём анализа параметров электромеханических преобразователей методом частотной регулировки в системе трубопроводов с высоким статическим крутящим моментом промышленных предприятий, на которых проводился эксперимент.

Ключевые слова: насосные агрегаты, преобразователь частоты, коэффициент полезного действия, потери мощности, электричество, переходный процесс, статический крутящий момент.

INVESTIGATING THE ISSUES OF ENERGY SAVING BY MEANS OF A MATHEMATICAL MODEL OF TRANSIENT PROCESSES OF ASYNCHRONOUS ENGINES IN PUMP UNITS

Pirmatov Nurali Berdiyrovich¹,
Professor;

Haydarov Humoyun Muxtor ugli²,
Basic Doctoral Student

¹Tashkent State Technical University

²Andijan Machine-Building Institute

Abstract. The article scrutinizes the transients of asynchronous engines regulated by a frequency converter in pumping units used in water supply systems of industrial enterprises and settlements and presents the results of mathematical modeling of energy-efficient operating modes. Transients of asynchronous motors with frequency control and

rational use of electricity during periods of shortage of energy were taken as the subject of the research; the actual goal of the sought-after solution was chosen by means of a fundamental mathematical analysis of the shortcomings observed in the subject of the study. The relevance of this work increases again if we take into account the fact that the work carried out in this area has been so far implemented mainly in reclamation pipeline systems with low static torque; however, the results and methods of application cannot always be directly applied to pipeline systems of industrial enterprises with high static torque. Being a research method, specific aspects of existing methods of control of pumping units were studied in practice. When constructing a mathematical model of the transient processes of an asynchronous motor, the Kramer method was used to account for the static resistance and the moment of friction created in the pipe. In the dynamic characteristic of an asynchronous motor, matrices are constructed with an account of the oscillatory process and brought to a final decision. The outcome of the work was a mathematical expression representing transients occurring in every phase of the asynchronous motor stator, taking account of the oscillatory state, and a graph of this function. The research findings will enable the use of the frequency correction method in pipeline systems with increased static pressure and pumping units with an energy consumption of less than 100 kW to increase their energy efficiency. According to the research findings, the energy indicators of asynchronous motors were determined by analyzing the parameters of electromechanical converters by means of frequency adjustment in the pipeline system with high static torque in industrial enterprises where the experiment took place.

Keywords: *pumping units, frequency converter, efficiency, power loss, electricity, transient, static torque.*

Hozirgi kunda amalda nasos agregatlarida suv oqimi va bosimini rostlash uchun quyidagi uch turning biridan foydalaniladi:

- 1) nasosning bosim quvurini drossellash;
- 2) parallel ravishda ishlovchi nasoslar sonini o'zgartirish;
- 3) nasos agregati ishchi g'ildiragi aylanish chastotasini o'zgartirish.

Yuqoridagi ikkita usuldan kam hollarda foydalanilmoqda. Sababi ularda energiya isrofi yuqori va samarasiz.

Nasos agregati ishchi g'ildiragining aylanish chastotasini o'zgartirish esa kerakli suv oqimi va bosimini rostlash hamda uzatishning eng oson usuli hisoblanadi. Odatda, buni amalga oshirishda nasos ishchi g'ildiragi bilan bir valda joylashadigan asinxron motor rotorining tezligi rostlanadi. Bunda nasos ishchi g'ildiragiga bevosita rostlanish ta'sir etadi.

Nasos agregatini asinxron motor rotor tezligini o'zgartirish bilan rostlash nasosning boshqa rostlash turlaridan boshqarish osonligi, energiya tejamkorligi, amalga oshirish qulayligi va boshqa jihatlari bilan ustun turadi. Asinxron motor rotor aylanish chastotasini o'zgartirishning ham bir necha usuli mavjud bo'lib, ushbu maqolada chastota o'zgartirish orqali rotor aylanish tezligini rostlash usulini ko'rib chiqamiz.

Sezilarli elektr energiya sarfining kerakli suv oqimi va bosimi nasos agregatlari ishchi g'ildiragining tezligini o'zgartirishda hosil bo'ladi. Qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron motorda sarflanadigan elektr energiyani hisoblash uchun u ishlayotgan ish rejimlari tahlil qilinishi kerak. Nasos agregati o'zgaruvchan rejimda ishlaganligi uchun asinxron motor o'tish jarayonlari tadqiq etilishi zarur.

Suv oqimini boshqarish usullaridan biri asinxron motor tezligini rostlash bo'lib, chastota orqali rostlanuvchi asinxron motor katta quvvatli nasos agregatlari kichik quvvatlarda ishlaganda, sezilarli darajada elektr energiya sarfini kamaytiradi. Muvozanatni saqlash uchun nasosning doimiy ishchi xarakteristikasi va tarmoq nuqtasi minimal og'ishda bo'ladi.

Nasos agregatlarida qo'llaniladigan asinxron motorlarning o'tish jarayonlarini tadqiq qilish, avvalo, ushbu qurilmalarda energiya iste'molini chuqur o'rganish, elektromexanik va elektromagnit jarayonlari qaysi tartibda kechishini o'rganish, fizik modelga yaqin bo'lgan matematik model tuzib, ushbu modeldagi parametrlarni o'zgartirgan holda, kelgusida bir qator tajriba va yangi avlod asinxron motorlarini yaratishga xizmat qiladi. Muallif tadqiqot olib borayotgan

“Nasos agregatlaridagi asinxron motorlarda energiya tejamkorlik masalalari” nomli ilmiy ishida hozirgi kundagi asinxron motorlarda qoʻllaniluvchi energiya tejamkor texnologiyalar, boshqarish usullari va elementlari keng oʻrganilgan. Tadqiqotlar natijasida shu narsa maʼlum boʻldiki, asosiy energiya sarfiga olib keladigan va kam oʻrganilgan hamda har bir elektr energiya isteʼmolchisi uchun oʻziga xos xarakterli oʻtish jarayonlari tadqiqi energiya tejamkorlik yoʻnalishida katta istiqbollarga ega.

Agar asinxron motorning oʻtkazish funksiyasi maʼlum boʻlsa, oʻtish jarayonlarida oʻzgaruvchilarni kerakli aniqlikda oʻzgartirish, ventilli oʻzgartgichlar funksional sxemalarini asoslash va kerakli sxemalar tuzish orqali elektr yuritmalarni analiz va sintez qilish mumkin.

Tizimning bir qismi hisoblangan asinxron motor dinamikasi tadqiqotlarida oʻtish jarayonlari xarakteri tebranishli boʻlishi maʼlum boʻlgan (Slezhanovskiy, Datskovskiy, Kuznetsov, Lebedov, & Tarasenko, 2015), (Sokolov, Petrov, Masandilov, & Ladenzon, 2017), (Trzynadlowski, 2000). Ushbu tebranishlar asinxron motor momenti uchun salbiy

holatdir. Tok va kuchlanishning tebranishlari nosinusoidalligi bevosita chastota oʻzgartgich orqali ishga tushirishda boshlangʻich amplituda va chastotaga taʼsiri koʻrib chiqilgan (Slezhanovskiy, Datskovskiy, Kuznetsov, Lebedov, & Tarasenko, 2015). Boshqa tadqiqotlarda boshqariluvchan asinxron motorlar strukturasi va chastota xarakteristikasi variantlari koʻrib chiqilgan (Trzynadlowski, 2000). Bundan tashqari, bu kabi tebranishlarni boshqarish tizimi orqali kompensatsiya qilish hozircha oʻz yechimini topgani yoʻq. Shuning uchun hozirda asinxron motor dinamikasi boʻyicha yechim topish maqsadga muvofiq. Yuqori sifatli chastota oʻzgartgich orqali rostlanuvchan asinxron motor sintezi asinxron motor dinamik modeli haqqoniyliги bilan belgilanadi.

Analiz uchun elektr mexanik oʻzgartgichning ikki fazali ω_k tezlik bilan aylanuvchi koordinatalar sistemasi modelini tanlab olamiz. Qisqa tutashtirilgan rotorli asinxron motorlar uchun $u_{rd} = u_{rq} = 0$ va $\omega_k = 0$ ni qabul qilib, qoʻzgʻalmas koordinatalar sistemasi-ga matritsa shaklida Laplas almashtirishlari boʻyicha boshlangʻich oʻzgartgichlarni hisobga olamiz:

$$\begin{bmatrix} u_{sd}(p) \\ 0 \\ 0 \\ u_{sd}(p) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_s + L_s p & L_\mu p \\ L_\mu p & r_r + L_r p \\ -\omega L_\mu & -\omega L_r \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ \omega L_r \\ r_r + L_r p \\ L_\mu p \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ \omega L_\mu \\ L_\mu p \\ r_s + L_s p \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{sd}(p) \\ i_{rd}(p) \\ i_{rq}(p) \\ i_{sq}(p) \end{bmatrix} \quad (1)$$

(1) ifodani yanada qulay koʻrinishga keltiramiz:

$$V = AI \quad (2)$$

Agar $\omega = const$ da turli xil elektromagnit oʻtish jarayonlarini koʻrib chiqsak, A kvadrat matritsa tanlangan ω qiymatdagi elementlar parametri matritsasi hisoblanadi. Bunda izlanayotgan toklarning matritsali tenglamalar yechish usuli hisoblangan, yaʼni matritsaning ikkala tomonini (2) teskari matritsa parametriga koʻpaytirish orqali topish mumkin:

$$A^{-1}V = AI \quad (3)$$

(3) tenglamadagi A^{-1} matritsa qatʼiy ω dagi asinxron motorning matritsali uzatish funksiyasi hisoblanadi va Kramer teoremasi asosi-

da quyidagi koʻrinishga keladi:

$$A^{-1} = \frac{1}{W_1(p)} \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} & b_{14} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} & b_{24} \\ b_{31} & b_{32} & b_{33} & b_{34} \\ b_{41} & b_{42} & b_{43} & b_{44} \end{bmatrix} \quad (4)$$

(4) kvadrat matritsaning har bir elementi mos ravishda A (1) matritsaning aniqlovchisi bilan almashadi va uning algebraik toʻldiruvchisi boʻladi. $W_1(p)$ esa A matritsasining aniqlovchisiga aylanadi. Misol uchun:

$$b_{11} = (r_r + L_r p)^2 (r_s + L_s p) - L_r p L_\mu^2 \omega^2 - (r_r + L_r p) L_\mu^2 p^2 + L_r^2 \omega^2 (r_s + L_s p) = L_r^2 L_s \{(\alpha_r + p)[\alpha_r \alpha_s + (\alpha_r + \alpha_s)p + \sigma p^2] + \omega^2 (\alpha_s + \sigma p)\}$$

Bu yerda $a_s = r_s / L_s$; $a_r = r_r / L_r$.

Matritsaning aniqlovchisi A ni yoyib, (1) ifodaga qaytgan holda, quyidagi ifodaga ega bo'lamiz:

$$W_1(p) = L_s^2 L_r^2 \{ [\alpha_s \alpha_r + (\alpha_s + \alpha_r)p + \sigma p^2]^2 + \omega^2 (\alpha_s + \sigma p)^2 \}. \quad (5)$$

(4) va (5) hisobga olgan holda, (3) qayta yozamiz:

$$I = \frac{1}{L_s W(p)} BV. \quad (6)$$

Bu yerda $B - L_s$ va L_r^2 larning (4) kvadrat matritsadan chiqarib yuborilgan holati.

Asinxron motorlardagi o'tish jarayonlari uchun sifatli baholashni (6) tenglamalar tizimi xarakteristikasi asosida berish mumkin.

$$W(p) = [\alpha_s \alpha_r + (\alpha_s + \alpha_r)p + \sigma p^2]^2 + \omega^2 (\alpha_s + \sigma p)^2 = 0. \quad (7)$$

Bunda ifoda 4 tartibli tenglama ko'rinishida bo'lishiga qaramay, ikki juft bog'langan kompleks ildizlarga ega.

$$p_{1,2} = \frac{1}{\sigma} \left\{ \left[-\frac{\alpha_s + \alpha_r}{2} + \frac{1}{2\sqrt{2}} \times \sqrt{a^2 - 4b + c^2 + \sqrt{(a^2 - 4b - c^2)^2 + 4a^2 c^2}} \right] \pm j \left[\frac{c}{2} - \frac{1}{2\sqrt{2}} \sqrt{-a^2 + 4b + c^2 + \sqrt{(a^2 - 4b - c^2)^2 + 4a^2 c^2}} \right] \right\}. \quad (8)$$

$$p_{3,4} = \frac{1}{\sigma} \left\{ \left[-\frac{\alpha_s + \alpha_r}{2} - \frac{1}{2\sqrt{2}} \times \sqrt{a^2 - 4b - c^2 + \sqrt{(a^2 - 4b - c^2)^2 + 4a^2 c^2}} \right] \pm j \left[\frac{c}{2} + \frac{1}{2\sqrt{2}} \sqrt{-a^2 + 4b + c^2 + \sqrt{(a^2 - 4b - c^2)^2 + 4a^2 c^2}} \right] \right\}.$$

Bu yerda $a = \alpha_r - \alpha_s$; $b = \alpha_s \alpha_r (\sigma - 1)$; $c = \sigma \omega$ yoki

$$p_{1,2} = -\alpha_1 \pm j\omega; \quad p_{3,4} = -\alpha_2 \pm j\omega. \quad (9)$$

Bu yerda α_1, α_2 - dempirlash koeffitsiyenti.

Hisoblardan ma'lumki, (8) ildiz osti ifodalari a va b koeffitsiyentlari c koeffitsiyentidan sezilarli darajada kichik, chunki burchak chastotalari $0,5\omega$ ga yaqin bo'ladi.

Shu bilan birga, dempirlash koeffitsiyenti α to'g'ridan-to'g'ri ω ga bog'liqlikda bo'ladi. Buni tadqiqotlar va hisoblar ham tasdiqlaydi (Sokolov, Petrov, Masandilov, & Ladenzon, 2017), (Trzynadlowski, 2000). Bundan tashqari, (7) va (8) ifodalar bo'yicha elektromagnit o'tish jarayonlari to'g'riligi shubha tug'diradi, chunki:

1. $\omega = 0$, $\omega_1 = \omega_2 = 0$ da tenglamalar yechimi manfiy idlizlar beradi, lekin asinxron motor qo'zg'alishida qo'zg'almas rotor jarayonida $M(t)$ tebranma xarakter aks etadi.

2. $1/\alpha_{1,2}$ va $\omega_{1,2}$ funksiyalarni, ya'ni xususiy tebranishlarni doimiy vaqti va burchak chastotasi deb aniqlash mumkin emas. Masalan:

$$T = \frac{L}{r} = \frac{1/2 L I^2}{1/2 r I^2}.$$

Shuning uchun xususiy tebranishlarning vaqt va chastota doimiylari tashqi ta'sir funksiyalari bo'la olmaydi.

Shunday qilib, obyektning xarakteristika tenglamalari uning barcha xususiyatlarini ochib bera olmaydi. $\omega = 0$ zonasida esa asinxron motor dinamik xususiyatlari qisman yo'qoladi. Shu bilan birga, asinxron motor dinamikasi analizining (7) xarakteristika tenglamasi yordamida boshlang'ich tezlash tenglamalarini tuzib bo'lmaydi. Bunday nomuvofiqlik sabablarini aniqlash uchun (1) matritsada elektromagnit zanjir va tashqi qo'shimcha ta'sirni belgilaymiz:

$$\begin{pmatrix} u_{sd}(p) \\ 0 \\ 0 \\ u_{si}(p) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} r_s + L_s p & L_\mu p & 0 & 0 \\ L_\mu p & r_r + L_r p & 0 & 0 \\ 0 & 0 & r_r + L_r p & L_\mu p \\ 0 & 0 & L_\mu p & r_s + L_s p \end{pmatrix} \begin{pmatrix} i_{sd}(p) \\ i_{rd}(p) \\ i_{rq}(p) \\ i_{sq}(p) \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & L_r & L_\mu \\ -L_\mu & -L_r & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} i_{sd}(p) \\ i_{rd}(p) \\ i_{rq}(p) \\ i_{sq}(p) \end{pmatrix} \quad (10)$$

(10) quyidagi ko'rinishda qayta yozamiz:

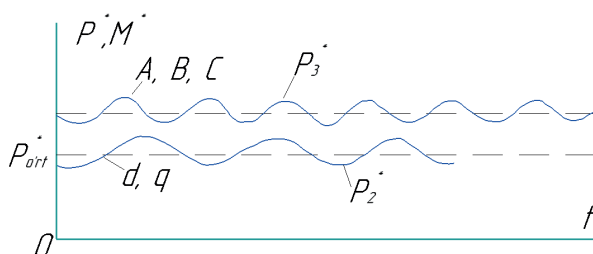
$$V = (A_0 + \omega C)I \quad (11)$$

(11) tenglamada A_0 - haqiqiy matritsa parametrlari hisoblanadi va qo'zg'almas rotorda stator toki bo'yicha matritsali uzatish funksiyasiga mos keladi. C matritsa fazalar orqasidagi zanjir parametrlari matritsasi hi-

soblanadi. Bu munosabatning darajasi ω qiymati orqali aniqlanadi. Bu joyda uning ta'sirini hisobga olmasa ham bo'ladi. Umumiy olganda, agar asinxron motor faza chulg'amlari geometrik neytralda bo'lmasa, koordinata o'qlari esa ixtiyoriy ravishda qutb o'qlariga joylashtirilsa, (10)dan farqli o'laroq, kuchlanishlar muvozanati tenglamasiga ega bo'laimiz. Bunda ikki kanal orqali qo'zg'aluvchi asinxron mashinaning V ustunli matritsasini hosil qilamiz.

Shunday qilib, momentning tebranishi elektromexanik o'zgartgichning strukturasi-ga emas, elektr energiya manbai, elektromexanik o'zgartgichning fazalar soniga bog'liq bo'lgan V matritsa tarkibiga kiruvchi $u(t)$ qo'zgatish funksiyalarida aks etadi. Shuning uchun umumiy holatda yozilgan tenglamalar tebranish sabablariga ko'ra qisman ma'lumotlarni yo'qotadi. Buni o'rnatilgan rejimlarda to'g'ri burchakli kuchlanish fazasini hisobga olgan holda, $P = M\omega_s$ elektromagnit quvvat yoki $P = M^*f_s^*$ nisbiy birliklarda ko'rsatish qiyin emas. Demak, $f_s^* = const$ da $P^*(t)$ egri chiziq $f_s^*(t)$ orqali aniqlanadigan masshtabni hisobga olgan holda, $M^*(t)$ ga mos keladi.

1-rasmda $P_3^*(t)$ bog'liqlik keltirilgan bo'lib, u uch fazali A, B, C uchun topilgan. $P_2^*(t)$ bog'liqlik uchun 7-garmonikalarni hisobga olgan holda, ikki fazali d, q uchun topilgan. 1-rasmda o'rta qiymatlar ko'rsatilgan. Shunday qilib, momentning cheklangan miqdordagi tebranishlari uchun ular barqaror holatda ham sodir bo'ladi.

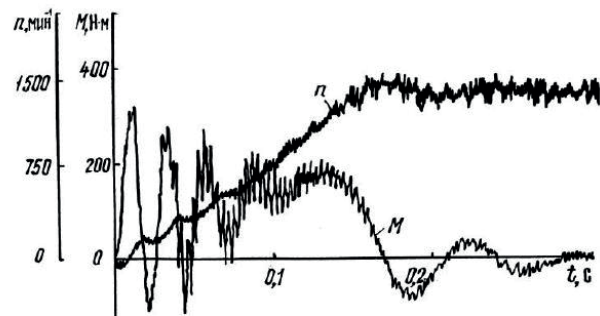


1-rasm. Oniy quvvatdagi o'rnatilgan tebranish

Tadqiqot natijalari

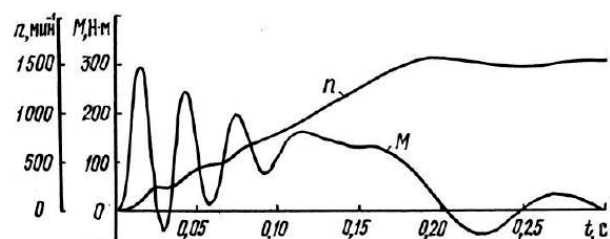
Metodika yordamida hosil qilingan (10) tenglama tizimi asosida asinxron motor stator tizimining har bir fazasi uchun xususiy tenglamalar tuzib chiqildi hamda o'tish ja-

rayonlari uchun ushbu funksiyalar qiymatlari aniqlandi. 2-rasmda ishga tushish vaqtida-gi M moment hamda asinxron motor rotori aylanish tezligining vaqt bo'yicha funksiyasi aks etgan bo'lib, bundagi tebranishli grafik olib borilgan matematik modellashtirish to'g'ri ekanligini tasdiqlaydi.



2-rasm. Nasos agregatidagi asinxron motorning ishga tushish xarakteristikasi

Ushbu funksiyadan olingan grafikni Runge-Kutta metodi orqali 0,0005 sekund oralig'ida integrallashgan holda, 3-rasmni hosil qilamiz. Bunda tahlil yanada osonlashadi.



3-rasm. Asinxron motorni ishga tushirish xarakteristikasi

O'tish jarayonlari uzatish funksiyasining differensial tenglamalarda berilishi birmuncha murakkab tenglamalar olishga imkon beradi. 2- va 3-rasmlardan ko'rinib turibdiki, eksperimental 3-rasm analitik hisoblashga mos tushadi.

Tadqiqot natijalari tahlili

Nasos agregatlarida qo'llaniladigan asinxron motorlarning murakkab hisoblangan o'tish jarayonlaridagi elektromexanik va elektromagnit xarakteristikalari tahlilida integrallashgan Runge-Kutta usulidan foydalanish analitik – dinamik – matematik model xarakteristikalariga mos tushadi. Lekin shuni inobatga olish kerakki, mavjud differensial

tenglamalar moment tebranishining barcha garmonikalarida hisobning aniq bo'lishiga imkon bermaydi. Shunga qaramay, olingan natijalar shuni ko'rsatdiki, eksperimental xulosalar matematik model natijalaridan 3–5 % ga farq qiladi. Bu natija asinxron motor kabi ko'plab parametrlari uchun ijobiy hisoblanadi.

Xulosalar

Xulosa o'rnida shuni aytish mumkin, nasos agregatlarida qo'llaniluvchi asinxron motorlarda energiya iste'moli va energomexanik xarakteristikalar tadqiqi mav-

jud metodni yanada takomillashtirish va hozirgi hisoblash quvvatiga mos keluvchi differensial tenglamalarni yanada kengroq tahlil qilish kerakligini ko'rsatdi. Shunga qaramay, mavjud metodlar o'tish jarayonlaridagi elektromexanik xarakteristikalarining keng tadqiqi uchun yetarli hisoblanadi. Nasos agregatlaridagi asinxron motorlarda energiya tejamkorlik masalalarida o'tish jarayonidagi energiya iste'moli muhim bosqichdir. Bu esa mazkur jabhada yana qator ilmiy ishlar olib borish zarurligini taqozo etadi.

REFERENCES

1. Alimxodjayev, K., Pirmatov, N., & Ziyoxo'jayev, T. (2018). *Elektr mashinalari*. Tashkent: Fan va texnologiya Publ.
2. Baratov, R., Pirmatov, N., Panoev, A., & Chulliyev, Y. (2021). Achievement of electric energy savings through controlling frequency convertor in the operation process of asynchronous motors in textile enterprises. *Proceedings of the IOP Conference*.
3. Berdiyovich, P., Xofizovich, A., & Baxtiyorovich, X. (2018). Topical conveyors are mathematical models of asynchronous motors. *European Science Review*.
4. Boikhanov, Z. (2022). Effect of changes in the active resistance of stator windings of an asynchronous electric motor on the output signal of a three-phase current converter. *Chemical Technology. Control and Management*, 1(103), 48-52.
5. Boixanov, Z. (2021, December). GES asinxron dvigatellarining nosimmetrik rejimlari [Symmetric modes of HPP asynchronous motors]. *O'zbekgidroenergetika – Uzbek Hydropower*(2), 27-28.
6. Boixanov, Z. (2022). Boshqariluvchan chiqish kuchlanishli tok o'zgartkichlarining dinamik tavsiflari [Dynamic characteristics of current converters with controlled output voltage]. *Science and Innovative Development*(2). doi:10.36522/21819
7. Boixonov, Z. (2021). Elektr ta'minoti tizimida reaktiv quvvat manbalari parametrlari [Parameters of reactive power sources in the power supply system]. *Machine Building*, 3(4), 49-53.
8. Boykhonov, Z., & Makhsudov, M. (2018). Issledovaniye elektromagnitnykh preobrazovateley toka v napryazheniye [Research of electromagnetic current-to-voltage converters]. *Bulletin of Science and Practice*, 3(4), 150-154.
9. Brindley, K. (1991). *Measuring transducers*. (E. Sycheva, trans.) Moscow: Energoatomizdat Publ.
10. Baratov, R., Pirmatov, N., Panoev, A., Ruziyev, S., & Mustafoqulov, A. (2021). Achievement of electric energy savings through controlling frequency convertor in the operation process of asynchronous motors in textile enterprises. *Proceedings of the IOP Conference. Series: Materials Science and Engineering* this link is disabled, 1030 (1), стр. 012161.
11. Dzhikaev, G. (2004). *Measuring converters of high alternating currents in the electric power industry*. PhD thesis, Ulyanovsk.
12. Matqosimov, M., & Muhamadjonov, S. (2023). Using the asynchronous motor in generator mode in small-capacity hydroelectric power plants. *Proceedings of the International Conference on Electrical Engineering & Computing Convergence and Applications*.
13. Pirmatov, N., & Panoev, A. (2020). Frequency control of asynchronous motors of looms of textile enterprises. *Proceedings of the E3S Web of Conferences*.

14. Pirmatov, N., Mahamadjonov, S., & Matkosimov, M. (2023). Use of asynchronous motor in generator mode at small power hydroelectric power stations. *O'zbekgidroenergetika – Uzbek hydro-power*, 1(17).

15. Pirmatov, N., Mahamadjonov, S., & Matkosimov, M. *Importance of mini hydroelectric power stations in the use of small potential water energy*.

16. Pirmatov, N., & Panoev, A. (2020). Frequency control of asynchronous motors of looms of textile enterprises. *Proceedings of the E3S Web of Conferences*, 216, p. 01120.

17. Siddikov, I., Malikov, A., Makhsudov, M., Boikhanov, Z., & Uzaqov, R. (2022). Study of the static characteristics of the secondary stator voltage converter of the currents of an induction motor. *Proceedings of the AIP Conference*, 2432, p. 020003. doi:10.1063/5.0089681

18. Slezhanovskiy, O., Datskovskiy, L., Kuznetsov, I., Lebedov, Y., & Tarasenko, L. (2015). *Sistemy podchinennogo regulirovaniya elektroprivoda peremennogo toka s ventil'nymi [Subordinate control systems for AC electric drives with valves]*. Moscow: Energoatomizdat.

19. Sokolov, M., & et al. (1967). *Elektromagnitnyye perekhodnyye protsessy v asinkhronnom elektroprivode [Electromagnetic transient processes in an asynchronous electric drive]*. Energiya Publ.

20. Sokolov, M., Petrov, L., Masandilov, L., & Ladenzon, V. (2017). *Elektromagnitnyye perekhodnyye protsessy v asinkhronnom elektroprivode [Electromagnetic transient processes in an asynchronous electric drive]*. Moscow: Energy Publ.

21. Salimov, J., & Pirmatov, N. (2011). *Elektr mashinalar*. Tashkent.

22. Toirov, O., Alimkhodjaev, K., Pirmatov, N., & Kholbutaeva, A. (2020). Mathematical model to take into account the influence of saturation of the magnetic circuit on the starting characteristics of a synchronous motor. *Proceedings of the E3S Web of Conferences*.

23. Trzynadlowski, A. (2000). *Control of induction motors* (1st ed.).

24. Zavgorodniy, V., Chuchman, Y., & Voloshansky, E. (1985). *RF Patent № 1182605*.

Taqrizchi:

Siddiqov I.X., t.f.d., professor, “Elektr ta’minoti va qayta tiklanuvchi energiya manbalari” kafedrası, TIQXMMSh Milliy tadqiqot universiteti.

doi <https://dx.doi.org/10.36522/2181-9637-2023-5-8>

UDC:677.371.1:615.468.2(045)(575.1)

НУҚСОНЛИ ПИЛЛАЛАРНИ ЧУВИШ ВА ХОМ ИПАК ХУСУСИЯТЛАРИНИ ЎРГАНИШ

Ахмедов Жахонгир Адхамович¹,

техника фанлари доктори, профессор, ORCID: 0000-0003-0601-5214;

Алимова Халима Алимовна¹,

техника фанлари доктори, профессор, ORCID: 0000-0002-7749-1085;

Шарипов Жўрабек Шомил ўғли¹,

техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD), ORCID: 0000-0001-8297-8085;

Собиров Қўзибой Эркинович²,

техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD), доцент,
ORCID: 0009-0006-4733-7630;

Рахимов Акмал Алишерович³,

техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD), доцент,
e-mail: jahongir-ahmad@mail.ru

¹“Ипак технологияси” кафедраси,
Тошкент тўқимачилик ва енгил саноат институти,

²Урганч давлат университети

³Андижон машинасозлик институти

Аннотация. Мазкур мақолада республика-мизда етиштирилаётган маҳаллий Наврўз-1 ва Хитой дурагайи пиллаларини саралашда чиқади-ган нуқсонли пиллаларни доналаб чувиш орқали ипининг ингичкалашиши, нотекислиги, умумий ва узлуксиз чувиллиш узунликлари тадқиқ этил-ган. Нуқсонли пиллаларни чувишининг йўлга қў-йилиши орқали хом ипак миқдорини кўпайтириш, ундан турли ассортиментдаги матолар тайёр-лашга эришиш мумкинлиги асосланган. Қўйилган мақсадга эришиш учун икки усулда тадқиқотлар ўтказилган: юқори чизиқли зичликдаги хом ипак олиш (16,60 текс) механик пилла чувиш даст-гоҳида, 10,75 ва 13,33 текслиси эса автоматик пилла чувиш дастгоҳида амалга оширилган. Дастгоҳлар учун тажрибалар орқали аниқлан-ган технологик параметр ва режимлар жадвал-ларда келтирилган. Янги усулда чувиб олинган юқори чизиқли зичликдаги хом ипак сифати амалдаги O‘z DSt 3313:2018 давлат стандарти талаблари бўйича баҳоланган ва натижалар

Кириш

Жаҳонда пилла хомашёси етиштирув-чи мамлакатларда тут ипак қуртининг юқори технологик хусусиятларига эга бўлган янги зот ва дурагайларини яра-тиш, пиллани қайта ишлаш соҳасини мо-дернизациялаш, илғор техника ва техно-логияларни жалб қилган ҳолда, ишлаб чиқарилаётган ипак маҳсулотлари рақо-батбардошлигини ошириш бўйича ил-мий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Жумладан, тут ипак қуртининг нуқсонли пиллалари қобиқ хусусиятларини инobat-га олган ҳолда, чувишга тайёрлаш, жумла-дан, қобиқ серицинини юмшатиш, пилла-лар ичини сув билан тўлдириш, учларини топиш ва силкитиш жараёнлари режим-ларини тўғри ўрнатиб, сифатли хом ипак

ишлаб чиқаришга алоҳида эътибор берилмоқда.

Республикамизда тут ипак қуртининг нуқсонли пиллаларини чувишга тайёрлаш ва чувиш жараёнларини такомиллаштириб, улардан сифатли хом ипак ишлаб чиқариш имконини берадиган ресурстежамкор техника ва технологиялар ишлаб чиқиш юзасидан кенг қамровли чора-тадбирлар амалга оширилиб, муайян натижаларга эришилмоқда. 2022–2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегиясида, жумладан, “...ипак маҳсулотидан шойи газламалари тайёр маҳсулотлари, шунингдек, импорт ўрнини босувчи маҳсулотлар ишлаб чиқаришдаги мавжуд бўшлиқларни тўлдириш орқали 2026 йилга бориб саноат маҳсулотлари ишлаб чиқариш ҳажмини ошириш...” бўйича муҳим вазифалар белгиланган. Ушбу вазифаларни амалга ошириш, жумладан, тут ипак қуртининг нуқсонли пиллаларини қайта ишлаш режимларини ишлаб чиқиш ва ундан сифатли хом ипак олиш технологияларини яратиш ҳамда ишлаб чиқаришга жорий этиш муҳим аҳамият касб этмоқда.

Материал ва методлар

Тадқиқот объекти сифатида Наврўз-1 ва Хитой дурагайлари пиллалари олинган.

Сифатли маҳсулот тайёрлаш учун, аввало, ишлатиладиган хомашё турини тўғри танлаш ва унинг хусусиятларини чуқур ўрганиш лозим. Маҳаллий шароитда етиштирилган пиллалардан ипак ишлаб чиқариш ва уни қайта ишлаш жараёнларига таъсир этувчи омилларни аниқлаш ҳамда илмий асосланган технологик режимлар ишлаб чиқиш мақсадида республикамиз олимлари томонидан районлаштирилган турли янги зот дурагайлари устида синовлар ўтказилди. Шулардан Ипакчи-1 × Ипакчи-2, Асака-Марғилон, Зарафшон, Линия 41 × С-8, Нафис × Гулшан, Линия 65 × С-8, Линия 67, Наврўз-1 ва Хитой дурагайи пиллалари маҳаллий шароитда боқилиб, пилла қобиғи хусусиятлари ҳамда умумий ва узлуксиз чуви-

ижобий: механик дастгоҳдан олингани А синфига, автоматдан олингани эса 2А синфига мослиги аниқланган. Юқори чизиқли зичликдаги 10,75 ва 13,33 тексли хом ипакни автомат пилла чувиш дастгоҳларида ишлаб чиқариш учун дастгоҳдаги назорат аппаратида тегишли ўзгартиришлар киритилган ва назарий ҳисоблар бажарилган. Олинган юқори чизиқли зичликдаги хом ипакдан гилам иплари ишлаб чиқаришда фойдаланиш тавсия этилган. Бу иплардан нафақат гиламчилик, балки турли ипак костюмбоп матолари тайёрлашда ҳам фойдаланиш мумкин.

Калит сўзлар: нуқсонли пилла, доналаб чувиш, ингичкалашиши, меъёрлаш, хом ипак, юқори чизиқли зичлик, гилам ипи, назорат аппарати, нотекислик, режим.

РАЗМОТКА ДЕФЕКТНЫХ КОКОНОВ И ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ ШЁЛКА-СЫРЦА

Ахмедов Жахонгир Адхамович¹,
доктор технических наук, профессор;

Алимова Халима Алимовна¹,
доктор технических наук, профессор;

Шарипов Журабек Шомил угли¹,
доктор философии по техническим наукам (PhD);

Собиров Кузубой Эркинович²,
доктор философии по техническим наукам (PhD),
доцент;

Рахимов Акмал Алишерович³,
доктор философии по техническим наукам (PhD),
доцент

¹ Кафедра «Технология шёлка»,
Ташкентский институт текстильной
и лёгкой промышленности,

² Ургенчский государственный университет

³ Андижанский машиностроительный институт

Аннотация. В данной статье исследованы истончение, неравномерность, общая и непрерывная длина нити при одиночной размотке дефектных коконов, полученных при селекции отечественных коконов Навруз-1 и китайского гибрида, выращенных в нашей республике. Обоснована возможность увеличения производства различных видов шёлковой ткани за счёт использования шёлка-сырца, полученного путём размотки дефектных коконов. Для достижения поставленной цели были проведены исследования получения шёлка-сырца высокой

линейной плотности двумя способами: 16,60 текс – на механическом кокомотальном станке и 10,75 и 13,33 текс – на автоматическом кокомотальном станке. Технологические параметры и режимы, определённые экспериментами на станках, приведены в таблицах. Качество шёлка-сырца высокой линейной плотности, полученного новым способом, оценивалось в соответствии с требованиями действующего государственного стандарта O‘zDSt 3313:2018, и результаты были положительными: полученный на механическом станке был признан подходящим для класса А, а полученный на автоматическом – для класса 2А. Для производства шёлка-сырца высокой линейной плотности 10,75 и 13,33 текс на автоматических кокомотальных станках были внесены соответствующие изменения в контрольный аппарат и выполнены теоретические расчёты. Полученный шёлк-сырец высокой линейной плотности рекомендовано использовать при производстве ковровых нитей. Эти нити можно использовать не только для ковроткачества, но и для изготовления различных шёлковых костюмных тканей.

Ключевые слова: дефектный кокон, односторонняя размотка, истончение, нормализация, шёлк-сырец, высокая линейная плотность, ковровая нить, контрольный аппарат, неравномерность, режим.

UNWINDING DEFECTIVE COCOONS AND STUDYING THE PROPERTIES OF RAW SILK

Akhmedov Jakhongir Adkhamovich¹,
Doctor of Technical Sciences, Professor;

Alimova Khalima Alimovna¹,
Doctor of Technical Sciences, Professor;

Sharipov Jurabek Shomil ugli¹,
Doctor of Philosophy in Technical Sciences (PhD);

Sobirov Kuziboi Erkinovich²,
Doctor of Philosophy in Technical Sciences (PhD),
Associate Professor;

Rakhimov Akmal Alisherovich³,
Doctor of Philosophy in Technical Sciences (PhD),
Associate Professor

¹ Silk Technology Department
Tashkent Institute of Textile and Light Industry,

² Urgench State University

³ Andijan Machine-building Institute

лишь узунлиги, чизиқли зичлиги, чизиқли зичлиги бўйича нотекислиги, ингичка-ланиш коэффициенти, узилиш кучи ва узилишдаги чўзилиши каби қатор асосий хусусиятлари тадқиқот давомида ўрганилди (Umurzakova, Atabayev, Tursunov, Ortiqova, & Xoldarova, 2021), (Islambekova, 2014), (Umurzakova, Axmedov, & Abduraxmonova, Pilla chuvishda sifatli xom ipak ishlab chiqarishning asoslangan texnologik parametrlari [Based technological parameters of production of quality raw silk in cocoon spinning], 2018), (Umurzakova & Islambekova, 2008), (Umurzakova & Axmedov, Tabiiy ipak xomashyosini yetishtirish holatlari va istiqbollari [Situations and prospects of production of natural silk raw materials], 2016), (Umurzakova, Abduraxmanova, & Obidjonov, Characteristics of the shell of cocoons grown in the first and second seasons, 2021), (Alimova, Umurzakova, & Umarova, The state of re-feeding of silkworms and the optimal speed of unwinding cocoons, 2023). Тадқиқот ишини юртимизда энг кўп етиштирилади Наврўз-1 ва Хитой дурагайлари пиллаларида олиб боришни мақсадга мувофиқ деб топдик. Шунингдек, мазкур тадқиқот ишида муҳим ҳисобланган навсиз ва нуқсонли пиллаларнинг доналаб чувилиши ҳамда уларнинг хусусиятлари ўрганилди.

Тадқиқот натижалари

Пилла ипининг технологик ва физик-механик хусусиятларини ўрганиш учун пиллалар лаборатория шароитида яқка ҳолда чувиб олинди. Пилла ипи жуда ингичка ҳисобланади. Шу сабабли пилла ипининг ўзидан саноатда фойдаланилмайди. Пиллаларни яқка ҳолда чувиш учун махсус тайёрланган дастгоҳ ва УзНИИШП тизимидаги доналаб пиллани чувилди дастгоҳидан фойдаланилди. Тадқиқот давомида пилла чувилди жараёнида унга таъсир этувчи ташқи кучлар ҳаракати Даламбер қонунияти орқали ўрганилди. Пиллаларни чувилди вақтидаги мувозанат тенгламаси тузилиб, пиллалар

ҳаракати динамикасини аниқлаш учун формулалар олинди:

$$I_x \frac{d^2 \varphi_x}{dt^2} = T_z z_{zx} - T_y z_{yx} (P_{b0} - a_z) a_x \pm Q_z \rho_{xz} \pm Q_y \rho_{xy} \quad (1)$$

$$I_y \frac{d^2 \varphi_y}{dt^2} = T_z z_{zy} - T_x z_{xy} (P_{b0} - a_z) a_y \pm Q_z \rho_{yz} \pm Q_x \rho_{yx} \quad (2)$$

$$I_z \frac{d^2 \varphi_z}{dt^2} = T_x z_{xz} - T_y z_{yz} \pm Q_x \rho_{zx} \pm Q_y \rho_{xy} \quad (3)$$

Ушбу тенгламалар чувиш жараёнида пилла ипи узилмаслиги учун рухсат этилган юқори кучланиш чегарасини асослайди [8].

Маълумки, пилла ипининг узлуксиз узунлиги унинг энг муҳим кўрсаткичларидан бири ҳисобланиб, пилла чувилганда ўраб олинган ипнинг жами узунлигига тенг. Чувиш вақтида ипнинг узилган ёки узилмаган бўлиши аҳамиятга эга эмас ва у қуйидаги ифода ёрдамида ҳисобланади:

$$L_{ym} = n \cdot l + l_1 \quad (4)$$

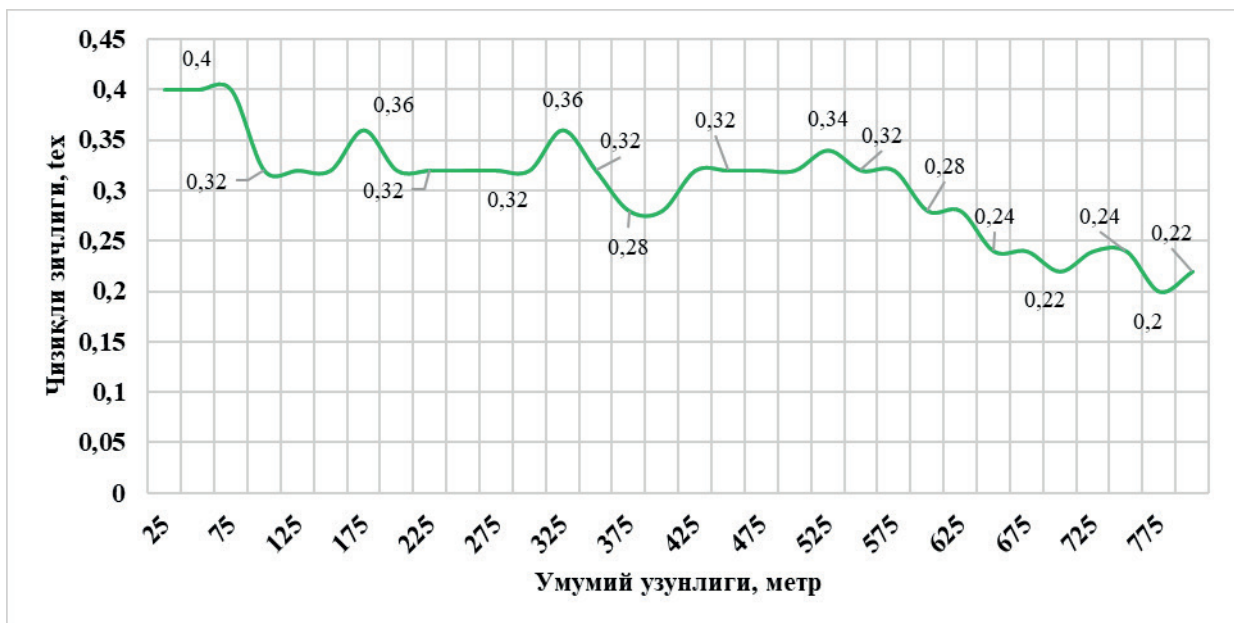
Бу ерда: n – калавалар сони;

l – калава узунлиги, м (25м);

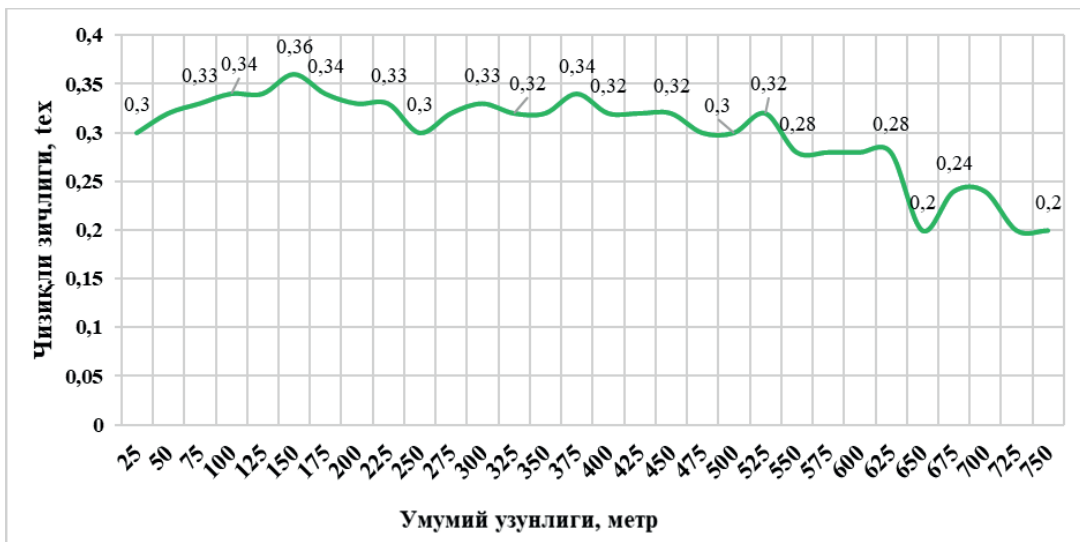
l_1 – калавадаги охирги ипнинг узунлиги, м (25 м дан кам).

Abstract. This article explores thread thinning, roughness, total, and continuous length by individual unwinding of defective cocoons obtained by breeding domestic Navroz-1 cocoons and Chinese hybrids grown in our republic. It is justified that the output of various types of silk fabrics can be ensured by increasing the amount of raw silk by unwinding defective cocoons. To achieve this goal, the research was carried out in two ways: raw silk of high linear density (16.60 tex) was obtained using a mechanical cocoon-winding machine, and 10.75 and 13.33 tex were obtained by means of an automatic machine. Certain technological parameters and modes for machines are experimentally presented in the tables. The quality of raw silk with a high linear density, produced by a new method, was tested in accordance with the requirements of the current state standard, O‘zDST 3313:2018, and positive results were obtained, corresponding to class A obtained by means of a mechanical machine and class 2A obtained from an automatic machine. For the production of raw silk with a high linear density of 10.75 and 13.33 tex using automatic cocoon winding machines, appropriate changes were made in the control apparatus and theoretical calculations were carried out. The resulting raw silk of high linear density is recommended for use in the making of carpet threads; moreover, it can be used in the making of various silk suit fabrics.

Keywords: defective cocoon, single spinning, thinning, normalization, raw silk, high linear density, carpet yarn, control apparatus, unevenness, mode.



1-расм. Наврўз-1 дурагайи пилла иплари чизиқли зичлигининг узунлиги бўйича ўзгариши



2-расм. Хитой дурагайи пилла иплари чизиқли зичлигининг узунлиги бўйича ўзгариши

Тажрибалар давомида баҳор мавсумида етиштирилган Наврўз-1 ва Хитой дурагай пиллалари якка ҳолда чувиб олиниб, пилла ипининг умумий узунлиги ва чизиқли зичлигининг узунлигига боғлиқ ҳолда ўзгариши аниқланди. Пилла ипининг узунлиги бўйича ҳар 25 метрдаги чизиқли зичлиги белгиланиб, натижалар юқоридаги 2.6- ва 2.7-расмларда батафсил келтирилди (Akhmedov, Ermatov, Sharipov, Sobirov, & Ilkhambaev, 2021), (Alimova, Bobatov, Akhmedov, Sobirov, & Umurzakova, 2021).

Тадқиқот мақсадига кўра, навсиз ва нуқсонли (кўшалок ғумбакли, шакли ўзгарган, йирик калибрли ва бошқалар) пиллалар ҳам якка ҳолда чувилиб, бир қатор хусусиятлари ўрганилди. Шунинг эътиборига олиш керакки, нуқсонли пиллалар якка ҳолда чувилганда, ипининг умумий узунлиги 700-800 метрни ташкил этади. Аммо пилла ипининг узлуксиз узунлиги 450-500 метр оралиқда эканлиги маълум бўлди.

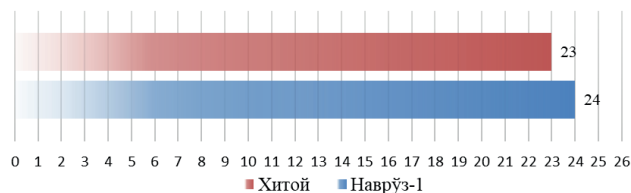
Якка ҳолда чувилиб, битта пилла ипининг чизиқли зичлиги бўйича нотекислигининг вариация коэффиценти қуйидаги ифода орқали ҳисоблаб чиқилди:

$$C = \frac{\sigma}{T} 100, \quad (5)$$

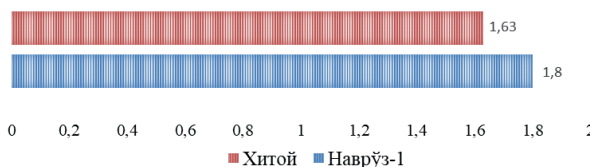
бу ерда: σ – ўртача квадратик оғиш.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (M_i - \bar{M})^2}{n}}, \quad (6)$$

бу ерда: M_i – i та калавачалар массаси;
 \bar{M} – калавачаларнинг ўртача массаси;
 n – калавачалар сони.



3-расм. Битта пилла ипи ичидаги нотекисликнинг вариация коэффиценти, C, %



4-расм. Битта пилла ипининг узунлиги бўйича функционал нотекислиги

Пилла ипининг узлуксиз узунлиги хом ипак сифатига таъсир этувчи омиллардан биридир. У пилладан ип тортила бошлаганидан то узилгунигача ёки бир узилишдан иккинчи узилишгача бўлган узунлиги бўлиб, у пилла чувилганда тезлиги, иш унумдорлиги ва хом ипак сифатига сезиларли таъсир кўрсатади. Пилла ипининг узлуксиз чувилган узунлиги қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади:

$$l_{uz} = \frac{L_{um}}{m+1} \quad (7)$$

Бунда: m – пиллани чувиш давомидаги узилишлар сони.

Тадқиқотда сифатли хом ипак олиш учун пилла ипининг умумий ва узлуксиз чувилувчан узунлиги, чизиқли зичлиги, чизиқли зичлиги бўйича нотекислиги каби хом ипак сифатига таъсир этувчи омиллар аниқланди.



5-расм. Узлуксиз узунлиги, м

Нуқсонли ва навсиз пиллалар қобиғи хусусиятларини тадқиқ қилишдан асосий мақсад улардан юқори чизиқли зичликдаги хом ипак олиш технологиясини татбиқ қилишдир. Ушбу технологияни татбиқ қилиш орқали чигаллашган, турли хил узунликдаги, сифатсиз олинган толалар, қазноқлар ва чувалмайдиган пиллаларни қайта ишлашдан олинган I ва II ўтим холстлар, майдаланган ғумбак бўлаклар билан ифлосланган, чигалланган толалар ўрнига:

- навсиз ва нуқсонли пиллаларни чувиш орқали юқори чизиқли зичликдаги хом ипак олиш;

- олинган хом ипакни қайта ишлаб, табиий ипак гиламлар ишлаб чиқариш учун сифатли ва экспортбоп маҳсулот ишлаб чиқариш;

- пилла қобиғини қайта ишлашда ғумбакнинг майдаланиб кетиши ҳисобига юзага келадиган толадаги ифлосликларни камайтиришга эришилади.

Юқоридагиларни эътиборга олиб, навсиз ва нуқсонли пиллалар қобиғининг технологик хусусиятларини сақлаш орқали механик пилла чувиш дастгоҳларидан самарали фойдаланиш мақсадида юқори чизиқли зичликдаги хом ипак олиш йўлга қўйилади. Таклиф этилаётган техно-

логияда пилла қобиғини кесмасдан 16,60 текс чизиқли зичликдаги хом ипак ҳамда унинг бир нечасини қўшиб, эшиш орқали гилам учун тук иплари ишлаб чиқариш мақсад қилинган. Ипак гиламлари учун ишлатиладиган тук иплари кейинчалик бўйаш учун қайта ишлов берилганда, ундаги доғлар ювилиб, жилоли кўринишга келади. Шу билан бир қаторда, ушбу иплар учун юқори мустаҳкамлик талаб этилмайди.

Бугунги кунда юртимиздаги ипакчилик корхоналаридаги пилла чувиш дастгоҳларининг 95 фоиздан кўпроғи чет элдан келтирилган (асосан, Хитой) автомат пилла чувиш дастгоҳлари ҳисобланади. Техник томондан маълумки, ушбу автомат пилла чувиш дастгоҳлари юқори чизиқли хом ипак чувиш имкониятига эга эмас.

Республикамиздаги айрим ипакчилик корхоналарида КМС-8ВУ ва КМС-10ВУ механик пилла чувиш дастгоҳлари мавжуд. Соҳа олимларининг эътирофига кўра, энг кам нуқсонли хом ипак КС-10 ва КМС-10ВУ механик пилла чувиш дастгоҳларида чувиб олинган хом ипак ҳисобланади.

Қўйилган вазифаларни амалга ошириш учун юқорида тадқиқ қилинган навсиз ва нуқсонли пиллалардан юқори чизиқли зичликдаги хом ипак ишлаб чиқариш учун мавжуд КМС-10ВУ дастгоҳи тақомиллаштирилди (Uzbekistan Patent No. FAP 2020 0209, 2020) ва пилла чувишнинг рационал параметрлари ишлаб чиқилди. Ушбу ишлаб чиқилган янги технология амалда “Koson Agro-Pilla” МЧЖ, “Marg‘ilon Silk Vats” МЧЖ ва “Khiva Silk Fabric” МЧЖ пиллакашлик корхоналарида синовдан ўтказилди ҳамда ижобий натижалар олинди.

Маълумки, пиллаларни чувишда пишириш ва лосдан ажратиш, якка учини топиш, чувиш, хом ипакни чархга ўраш ва чархдан олиш технологик жараёнлари ба-жарилади. Ушбу жараёнларнинг барчаси белгиланган технологик режимдаги талаблар асосида амалга оширилади.

Пишириш қозонидаги сувнинг қайнаш ҳарорати 95–98 °C га етгандан сўнг пиллалар қозонга солинади ва чўткалар технологик картада кўрсатилган режим асосида ишга туширилади. Пишириш жараёни якунига етгач, чўтка кўтарилади. Ундаги пиллалар лослари ажратиб олинади ва якка учини топиш учун силкитиш қозонига узатилади. Якка учи топилган пиллалар чувиш қозонига берилади. Навсиз ва нуқсонли пиллалардан юқори чизиқли зичликдаги хом ипак ишлаб чиқариш технологик картада келтирилган иш режимларини инобатга олган ҳолда амалга оширилади. Даста тагидаги пиллалар чувилаётган хом ипак чизиқли зичлигига қараб назорат қилиб борилади. Чувиш тезлиги пиллаларнинг чувилишига қараб оширилади ёки камайтирилади.

1-жадвал

Чувишга яроқли нуқсонли пиллаларни чувишни меъёрлаш картаси

I	Дастгоҳ тавсифномаси	Мавжуд	Такомиллашган
1.	Дастгоҳ тури	КМС-10ВУ	КМС-10ВУ
2.	Тоздаги илгичлар сони	10	4
3.	Чархлар сони	10	1
4.	Чарх периметри, мм	1200	1200
5.	Тозлар сони	2	2
6.	Илгичлар қадами, мм	85	300
II	Хомашё тавсифномаси		
1.	Пилла зоти	Хориж,	Хориж,
2.	Пилла нави	Маҳаллий	Маҳаллий
3.	Пилла ранги	1- ва 2-нав	Навсиз
4.	Пиллалар ҳолати	Оқ Қуруқ	Оқ ва доғли Қуруқ
III	Иш режими ва таъмирлаш маълумотлари		
1.	1 kg га тўғри келадиган узилишлар сони		
2.	Солиштирама сарф	18	24
3.	Пиллани буғлаш вақти, дақ.	3 5–7	4,20–4,85 5–7
4.	Чархнинг айланиш тезлиги, м/дақ.	90	90/100
5.	1 соатда дастгоҳда узилишлар сони	4–5	10–15
6.	Дастадаги пиллалар сони		52–56
	16,66 tex		

IV	Атроф-муҳит шароити		
1.	Хонадаги ҳарорат, °C	20±2	20±2
2.	Ҳавонинг нисбий намлиги, %	65±5	65±5
3.		20	20
V	Иш тартиби, дақ.		
	Смена давомийлиги	7,46	7,46
	Смена коэффиценти	2	2
	Танаффус вақти	30	30
	Хизмат қилиш нормаси	10	10
VI	Дастгоҳга хизмат қилишни ташкил қилиш		
	Таъмирлаш	Уста	Уста
	Дастгоҳларни тозалаш	ёрдамчиси	ёрдамчиси
	Мойлаш	Тозаловчи	Тозаловчи
	Чиқиндиларни йиғиш	Мойловчи	Мойловчи
		Йиғувчи	Йиғувчи

Хом ипакнинг сифат кўрсаткичлари иккига бўлинади: асосий ва иккинчи даражали. Пилла ипининг чизиқли зичлиги бўйича нотекислиги, қайта ўралиш хусусияти ва йирик нуқсонлардан тозаланиши асосий; ипакнинг солиштирама узувчи кучи, узилишдаги чўзилиши, майда нуқсонлардан тозаланиши, жипслиги ва калава ҳолати иккинчи даражали сифат кўрсаткичларга киради (Rajat & Manesh, 2005).

Табий ипак гиламлари учун хомашё тайёрлаш мақсадида навсиз ва нуқсонли пиллалардан чувиб олинган юқори чизиқли зичликдаги хом ипакнинг сифат кўрсаткичларининг O‘z DSt 3313:2018 давлат стандарти талабларига жавоб бериши тадқиқ қилинди. Чувиб олинган юқори чизиқли хом ипакнинг сифат кўрсаткичлари стандартда келтирилган 3-тоифа хом ипак учун таснифлаш жадвали асосида таққосланди.

2-жадвал

Хом ипакнинг сифат кўрсаткичлари

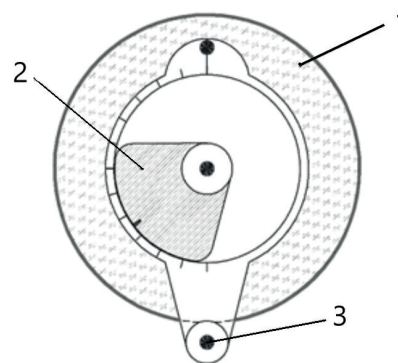
Кўрсаткичлар	O‘z DSt 3313:2018		Хитой Навсиз ва нуқсонли	Наврўз-1 Навсиз ва нуқсонли
	2A	A		
Чизиқли зичлик, tex	10,75; 13,33; 16,60		16,60	16,60
Чизиқли зичлик бўйича оғишиш, tex	0,69	0,84	0,78	0,77

Энг кўп оғишиш, tex	2,05	2,55	1,41	1,43
1-нотекислик	190	210	225	225
2-нотекислик	26	37	42	42
Йирик нуқсонлардан тозалиги, кам эмас, %	93	88	85	85
Майда нуқсонлардан тозалиги, кам эмас, %	90	87	85	85
Энг ёмон тозаллик, кам эмас, %	83	77	85	80
3-нотекислик	2	6	0	0
Қайта ўралиш қобилияти, узуклар сони, кўп эмас, дона	4	10	5	6
Нисбий узилиш кучи, sN/tex	40 ва ундан юқори		43,9	41,8
Нисбий узилишдаги чўзилиш, %	18 ва ундан юқори		19	19

Юқоридаги жадвалда келтирилган натижалар таҳлилидан шу нарса маълум бўлдики, эшилган ипларнинг сифатига таъсир этувчи хом ипакнинг энг муҳим сифат кўрсаткичлари, яъни чизиқли зичликнинг вариация коэффиценти, нуқсонлардан тозалиги, солиштирма узилиш кучи, узилишгача чўзилиш каби кўрсаткичлар O‘zDSt 3313:2018 давлат стандартига қўйилган талаблар бўйича солиштирилганда, “2A” синф талабларидан паст, аммо “A” синф талабларига жавоб беради. Хитой ва Наврўз-1 дурагайлари пиллалари сифат кўрсаткичлари ўртасида сезиларли фарқ мавжуд эмаслигини ҳисобга олган ҳолда, тадқиқот иши Хитой дурагайи пиллалари билан давом эттирилди.

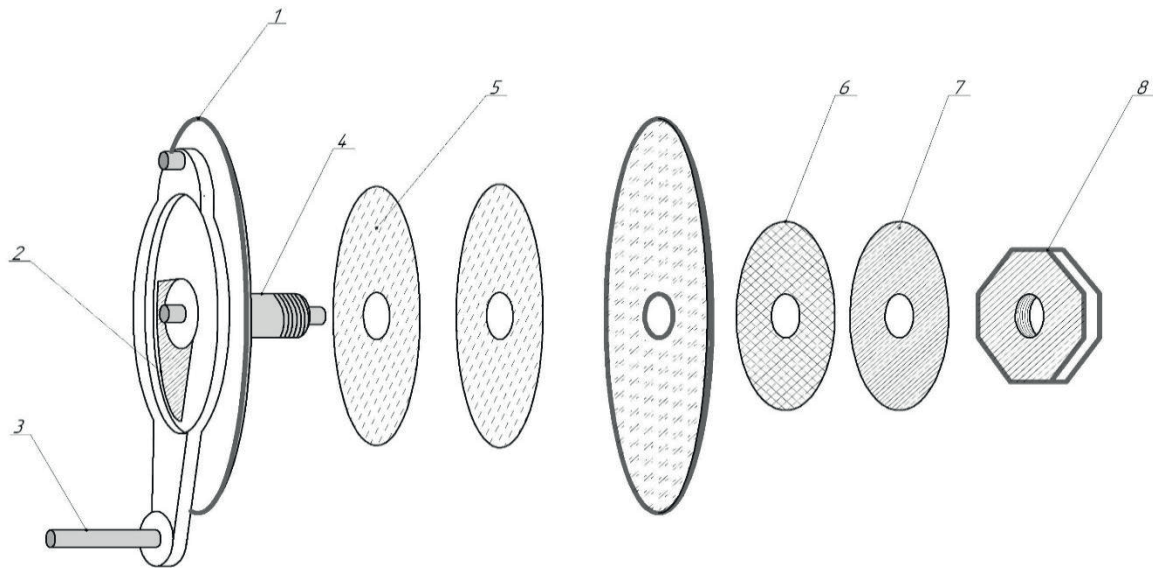
Маълумки, қўлда ипак гиламлари тўқиш мураккаб жараён бўлиб, кўп вақт ва меҳнат талаб қилади. Ипак гиламлари учун танда ва арқоқ ипларини тайёрлашда хом ипакни бир неча мартаба қўшиб эшиш лозим. Тадқиқот да-

вомида ушбу ўтимларни қисқартириш мақсадида юқори чизиқли зичликдаги хом ипак ишлаб чиқариш имкониятлари тадқиқ қилинди. Механик пилла чувиш дастгоҳида 16,66 tex чизиқли зичликдаги хом ипак ишлаб чиқарилиб, кўзланган натижага эришилди.



6-расм. Шайбали назорат апаратининг ён томондан кўриниши чизмаси
1) шиша шайба; 2) ростлагич;
3) сигнал узатувчи

Тадқиқот ишининг бугунги кундаги аҳамиятини ошириш мақсадида автомат пилла чувиш дастгоҳида юқори чизиқли зичликдаги хом ипак чувиш имкониятлари кўриб чиқилди. Бунда “Ипак технологияси” кафедраси лабораториясидаги Harada автомат пилла чувиш дастгоҳида тадқиқотлар олиб борилди. Дастгоҳда 10,75 ва 13,33 tex чизиқли зичликдаги хом ипак чувиб олиш технологияси тадқиқ қилинди. Одатда, автомат пилла чувиш дастгоҳларида 4,65 tex чизиқли зичликкача хом ипак чувиш мўлжалланган бўлиб, дастгоҳдаги илгичлар оралиғи ва назорат апарати ҳам шунга асосан ишлаб чиқарилган. Тадқиқот иши давомида, аввало, назорат апарати 10,75 ва 13,33 texга ростланди. Бунинг учун, биринчи навбатда, мавжуд 4,56 tex хом ипак ишлаб чиқариш учун ростланган назорат апарати тузилиши ва ипакнинг қалинлиги ўрганилди. 6- ва 7-расмларда шайбали назорат апаратининг ён томондан кўриниши ҳамда ички тузилиши чизмаси келтирилган.



7-расм. Шайбали назорат апаратининг ички тузилиши чизмаси

1) шиша шайба; 2) ростлагич; 3) сигнал узатувчи; 4) маҳкамловчи ўқ;
 5) тирқиш ҳосил қилиш учун плёнка; 6- ва 7-маҳкамловчилар; 8-мурват

Назорат апаратининг ишлаш таомийли қуйидагича: шаклланган хом ипак йўналтирувчилар орқали шиша шайбалар (1) орасидан ўтказилади. Шайбалар ўртасидаги оралиқ тирқиш плёнкалар (5) орқали ҳосил қилинади. Чувилаётган хом ипак қалинлигининг ўзгариши ҳар уч секундда текширилади. Ип қалинлиги бир дона пилла ипи қалинлигига тенг миқдорда ўзгариши билан шайбалар ва ип орасидаги ишқаланиш камайиб, сигнал узатувчи (3) пастга ҳаракатланади ва пилла ташлаш механизмига сигнал беради. Шишали шайбалар резина ва темир мустаҳкамловчилар (6 ва 7) билан бирга мурват (8) орқали мустаҳкамланади.

Тадқиқот ишида намуна сифатида 4,56 тех чизиқли зичликдаги хом ипак олиш учун мўлжалланган назорат апарати олинди. Шайбалар орасидаги масофани аниқлаш мақсадида 4,56 тех қалинликдаги хом ипакнинг ҳисобий диаметри қуйидаги формула ёрдамида ҳисоблаб топилди:

$$d = 0,0357 \sqrt{\frac{T}{\delta}} \quad (8)$$

Бу ерда: T – ипнинг чизиқли зичлиги, текс; δ – ўртача зичлиги, mg/mm^3 (ипак ипи учун $0,7 \text{ mg/mm}^3$).

$$d = 0,0357 \sqrt{\frac{4,56}{1,37}} = 0,06 \text{ mm}$$

Тангенциал ишқаланиш кучига асосланган назорат апарати шайбалари орасидаги масофа чувилаётган хом ипакнинг қалинлигига мос, яъни ип диаметрига тенг бўлиши лозим. Шу аснода назорат апаратини 10,75 ва 13,33 техга ростлаш учун, аввало, юқоридаги формула орқали чувиб олинандиган ассортиментдаги ипларнинг диаметри ҳисобланди.

$$d_1 = 0,0357 \sqrt{\frac{10,75}{1,37}} = 0,10 \text{ mm}$$

$$d_2 = 0,0357 \sqrt{\frac{13,33}{1,37}} = 0,11 \text{ mm}$$

Юқоридаги аниқланган натижалар (d_1 ва d_2) асосида назорат апарати 10,75 ҳамда 13,33 техли хом ипак чувиб олиш учун ростланди. Ушбу янги ишлаб чиқилган назорат апарати аниқлиги тажрибалар ўтказиш орқали текширилди, яъни пиллаларнинг чувиб олинган хом ипак чизиқли зичлиги синовдан ўтказилди. Чувиб олинган хом ипак қалинлиги Narada компанияси томонидан ишлаб чиқарилган HD-30 асбоби орқали аниқланди.

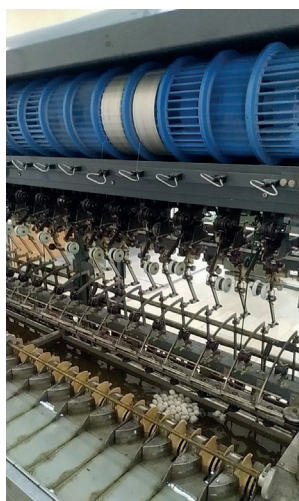
Хом ипак ишлаб чиқаришда чувиш тезлиги ишлаб чиқариш унумдорлиги ва хом ипак сифатига (чизиқли зичлик бўйича нотекислиги, нуқсонлар) катта таъсир кўрсатади. Шу боис ҳар бир партидаги пиллаларни чувишда рационал тезлик танлаб олинади. Чувиш тезлиги ўрнатилган рационал чувиш тезлигидан фарқ қилганда, яъни камайганда, иш унумдорлиги пасайиши, тезлик ошганда, узилишлар сони ошиб кетиши ва ишлаб чиқарилаётган хом ипак сифат кўрсаткичлари тушиб кетишига олиб келади.

3-жадвал

Юқори чизиқли зичликда пилла чувишда технологик кўрсаткичлар

Кўрсаткич номи	Таъриба
Чувиш този ҳарорати (°C)	35–40
Қуритиш шкафи ҳарорати (°C)	40–45
Чирмов узунлиги (mm)	80–100
Ипнинг чирмовдан чиқиш бурчаги (°)	80–85
Чувиш тезлиги (ayl/min)	90–100
Илгич тагидаги пиллалар сони, дона, 10,75 tex	32–35
	13,33 tex 42–45

3-жадвалда таърибалар асосида ўрнатилган пилла чувишдаги технологик кўрсаткичлар келтирилган бўлиб, чувиб олинган ва кейинги жараёнга тавсия этилган юқори чизиқли зичликдаги хом ипаклар шу технологик режимга асосан ишлаб чиқарилган.



8-расм. Narada автомат пилла чувиш дастгоҳида юқори чизиқли зичликдаги хом ипак чувиш жараёни

Тадқиқот ишида мақсад қилинган юқори чизиқли зичликдаги хом ипак чувишда илгич тагидаги пиллалар 10,75 tex учун 32-35 дона, 13,33 tex учун 42-45 дона пиллани ташкил этди. Шу боис ҳар учта илгичдан биттасини ишлатиш мақсадга мувофиқ деб қабул қилинди. Акс ҳолда, дастадаги пиллалар иккинчи дастадаги пиллалар билан қўшилиш ҳолатлари кузатилди. Бу узилишлар сони кўпайиб, хом ипак сифати тушишига сабаб бўлади.

Шуни ҳам таъкидлаш лозимки, юртимизда бугунги кунга қадар автомат пилла чувиш дастгоҳларида бу каби юқори чизиқли зичликдаги хом ипак ишлаб чиқарилмаган. Чувиб олинган хом ипакнинг сифат кўрсаткичларини тадқиқ қилиш мақсадида O‘zDSt 3313:2018 давлат стандартида келтирилган 3-тоифа хом ипак учун таснифлаш жадвали асосида таққосланди.

4-жадвал

Хом ипакнинг сифат кўрсаткичлари

Кўрсаткичлар	O‘z DSt 3313:2018		Хитой Навсиз ва нуқсонли	
	2A	A		
Чизиқли зичлик, tex	10,75;	13,33	10,75	13,33
Чизиқли зичлик бўйича оғиши, tex	0,69	0,84	0,64	0,70
Энг кўп оғишиш, tex	1,22	1,50	1,15	1,20
1-нотекислик	190	210	179	184
2-нотекислик	26	37	25	26
Йирик нуқсонлардан тозалиги, кам эмас, %	93	88	95	95
Майда нуқсонлардан тозалиги, кам эмас, %	90	87	92	92
Энг ёмон тозалик, кам эмас, %	83	77	85	80
3-нотекислик	2	6	0	0
Қайта ўралиш қобилияти, узилишлар сони, кўп эмас, дона	4	10	3	2
Нисбий узилиш кучи, sN/ tex	40 ва ундан юқори		42,6	45,6
Нисбий узилишдаги чўзилиш, %	18 ва ундан юқори		22	23

Юқоридаги 2-жадвалда механик пилла чувиш дастгоҳида чувиб олинган 16,66 tex хом ипакнинг сифат кўрсаткичлари давлат стандартининг “А” синф талабларига мос келиши аниқланган эди. Автомат пил-

ла чувиш дастгоҳида чувиб олинган хом ипакнинг сифат кўрсаткичлари давлат стандарти талабларига кўра “2A” синфга мос келиши тадқиқ этилди.

Хулосалар

1. Нуқсонли пиллаларни чувишда муқобил режим ўрнатиш мақсадида чувишга яроқли навсиз пиллалар қобиғида толалар жойлашуви ва доғли пиллалар

қобиғи таҳлил қилинди ҳамда натижаларга асосланган пилла пишириш, муқобил чувиш параметрлари аниқланди ва ишлаб чиқаришга тавсия этилди.

2. Чувиб олинган хом ипакнинг сифат кўрсаткичлари O‘zDSt 3313:2018 давлат стандарти талаблари асосида солиштирилди ва “2A” синфга мос эканлиги амалий асосланди.

REFERENCES

1. Akhmedov, J., Ermatov, S., Sharipov, J., Sobirov, K., & Ilkhambayev, V. (2021, December). Technology of Production of Cocoon Raw Materials and Study of Its Impact on Raw Silk Quality. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology (IJIRSET)*, 10(12), 15036-15041.
2. Alimova, K., Bobatov, U., Akhmedov, J., Sobirov, Q., & Umurzakova, K. (2021). The formation of defects during the reeling of raw silk. *Journal of Physics: Conference Series*, 1889, 042049.
3. Alimova, K., Umurzakova, K., & Umarova, G. (2023). The state of re-feeding of silkworms and the optimal speed of unwinding cocoons. *Proceedings of the 12th international scientific-practical conference on “Science and education in the modern world: challenges of the XXI century”*, 4, pp. 63-66. Astana, Kazakhstan.
4. Alimova, X., Avazov, K., Gulamov, A., Boboxonov, F., Usmanova, S., Sharipov, J., Qulmumnov, O. (2020). *Uzbekistan Patent No. FAP 2020 0209*.
5. Islambekova, N. U. (2014). Uluchsheniye svoystv i sovershenstvovaniye razmotki defektnykh kokonov [Improving the properties and improving the unwinding of defective cocoons]. *Science and Peace*, 10(14), 42-44.
6. Rajat, K., & Manesh, N. (2005). *Global silk industry: A Complete Source Book*. Boca Raton, Florida, USA: Universal Publisher.
7. Umurzakova, K., & Islambekova, N. (2008). Tekhnologicheskoye svoystvo nesortovykh kokonov [Technological properties of off-grade cocoons]. *Proceedings of the International scientific and practical conference of students, graduate students and young researchers on “Theoretical knowledge into practical matters”*, 1, pp. 168-170. Omsk.
8. Umurzakova, X., & Axmedov, J. (2016). Tabiiy ipak xomashyosini yetishtirish holatlari va istiqbollari [Situations and prospects of production of natural silk raw materials]. *Proceedings of the Scientific and practical conference on the scale of HEIs on “Innovative ideas and developments of talented young people in the conditions of modernization of techniques and technologies”*, (pp. 39-42). Tashkent.
9. Umurzakova, X., Abduraxmanova, M., & Obidjonov, V. (2021). Characteristics of the shell of cocoons grown in the first and second seasons. *Proceedings of the Republican scientific conference on “Actual problems of innovative technologies of cotton ginning, textile, light industry, printing production and their solutions in the conditions of integration of science, education, production”* (pp. 358-361). Tashkent: TTESI.
10. Umurzakova, X., Atabayev, I., Tursunov, T., Ortiqova, E., & Xoldarova, S. (2021). Birinchi va to‘rtinchi mavsumda yetishtirilgan pillalar qobig‘ining xususiyatlari [Characteristics of the shell of cocoons grown in the first and fourth season]. *Oriental Renaissance: Innovative, Educational, Natural and Social Sciences*, 1(9), 291-300.
11. Umurzakova, X., Axmedov, J., & Abduraxmonova, M. (2018). Pilla chuvishda sifatli xom ipak ishlab chiqarishning asoslangan texnologik parametrlari [Based technological parameters of production of quality raw silk in cocoon spinning]. *To‘qimachilik muammolari – Textile problems*(4), 88-94.

Тақризчи:

Умаров С., т.ф.н., “Пиллага дастлабки ишлов бериш ва стандартлаштириш” лабораторияси мудири, Ипакчилик илмий-тадқиқот институти.

 <https://dx.doi.org/10.36522/2181-9637-2023-5-9>

UDC: 677.017.82(045)(575.1)

ХОМ ИПАКНИ СТАНДАРТ КАЛАВАГА ЎРАШДА ҚЎЛЛАНИЛАДИГАН ЭМУЛЬСИЯНИ ТАЙЁРЛАШ

Умурзакова Халима Хабибуллаевна¹,
техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD), доцент,
ORCID: 0000-0002-9037-0421;

Алимова Халима Алимовна¹,
техника фанлари доктори, профессор,
ORCID: 0000-0002-7749-1085;

Умарова Говхар Рахимовна¹,
таянч докторант;

Кенжаева Моҳира Эшмаматовна,
магистрант,
e-mail: umurzaqova_h@mail.ru

¹"Ипак технологияси" кафедраси,
Тошкент тўқимачилик ва енгил саноат институти

Кириш

Ўзбекистон Республикаси Президентининг “Республикада пиллачилик тармоғини жадал ривожлантиришни қўллаб-қувватлашга доир қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида”ги қарорида пиллачилик тармоғини ривожлантириш, пилла етиштириш ва уни қайта ишлаш жараёнига замонавий ва инновацион технологияларни жорий этиш, ипак маҳсулотлари ишлаб чиқариш ва уларни экспорт қилиш ҳажмини ошириш ҳамда тармоққа тўғридан-тўғри хорижий инвестициялар жалб қилиш бўйича изчил чора-тадбирлар белгиланган. Амалга оширилаётган кенг қўламли саъй-ҳаракатларга қарамасдан, ханузгача пилла хомашёсини чуқур қайта ишлаш ва юқори қўшилган қийматга эга бўлган рақобатбардош тайёр ипак маҳсулотлари ишлаб чиқаришни жадаллаштиришга тўсқинлик қилаётган бир қатор муаммолар сақланиб қолмоқда.

Аннотация. Мазкур мақолада пиллачиликни ривожлантириш, пилла етиштириш ва қайта ишлаш жараёнига замонавий ва инновацион технологияларни кенг жорий этиш, ипак маҳсулотлари ишлаб чиқариш, уни экспорт қилиш ҳажмини кўпайтириш вазифалари ҳамда амалга оширишдаги муаммонинг долзарблиги ва тегишли қарорда кўрсатилган чора-тадбирлар таҳлил қилинган. Пилла чувиш корхоналаридаги автомат дастгоҳларида чархига ўралган хом ипакларни стандарт калаваларга қайта ўраш жараёнида узлуксиз узунликни таъминлаш, узуклар сонини камайтириш усуллари кўрсатилган. Хом ипакнинг чарх қирраларида зўриқишдан деформацияланган, яъни ёпишган ҳолатини юмшатиш учун ишлатиладиган эмульсия тайёрлаш усуллари кўрсатиб берилган. Эмульсия таркибига қўшиладиган моддалар тайёрланиш жараёнида ҳарорат ишлатиш усулига қараб белгиланган. Корхоналарда кенг миқёсда қўллаш учун эмульсия миқдорини аниқлаш формулалари ишлаб чиқилган. 100 кг хом ипакни юмшатиш учун тайёрланадиган эмульсия ҳажми мисол тариқасида кўрсатилган. Лаборатория шароитида эмульсия таркиби тайёрланиб, мавжуд дастгоҳнинг ишлаш принциплари, техник тавсифи ва умумий кўриниши келтирилган.

Калит сўзлар: хом ипак, калава, чарх, эмульсия, деформация, қайта ўраш, ивтиш, босим, ёпишганлик, цикл.

ПРИГОТОВЛЕНИЕ ЭМУЛЬСИИ ДЛЯ ПЕРЕМОТКИ ШЁЛКА-СЫРЦА НА СТАНДАРТНЫХ МОТОВИЛАХ

Умурзакова Халима Хабибуллаевна¹,
доктор философии по техническим наукам (PhD),
доцент;

Алимова Халима Алимовна¹,
доктор технических наук, профессор;

Умарова Говхар Рахимовна¹,
докторант;

Кенжаева Махира Эшмаматовна¹,
магистрант

¹ Кафедра «Технология шёлка»,
Ташкентский институт текстильной
и лёгкой промышленности

Аннотация. В данной статье рассмотрены задачи развития шёлковой отрасли, внедрения современных и инновационных технологий в процесс выращивания и переработки коконов, увеличения объёмов производства шёлковых изделий и их экспорта, а также указаны актуальные проблемы и меры по их решению. Показаны способы обеспечения непрерывной длины, уменьшения количества обрывов в процессе перемотки шёлка-сырца на стандартных мотовилах на автоматических кокономотальных станках на предприятиях по производству коконов. Показаны способы получения эмульсии, применяемой для смягчения состояния адгезии шёлка-сырца, который деформируется под натяжением. Вещества, которые добавляются в эмульсию во время приготовления, определяются в зависимости от температуры. Для широкого применения на предприятиях разработаны формулы количественного определения эмульсии. В качестве примера приведён объём эмульсии, которую можно приготовить для размягчения 100 кг шёлка-сырца. Принципы работы, техническое описание и обзор существующей технологии представлены в лабораторных условиях, где готовился эмульсионный состав.

Ключевые слова: шёлк-сырец, моток, мотовило, эмульсия, деформация, перемотка, замочка, давление, адгезия, цикл.

PREPARING EMULSION FOR REWINDING OF THE RAW SILK ON STANDARD REELS

Umurzakova Khalima Khabibullaevna¹,

Муаллифлар томонидан хом ипакни электрон синовдан ўтказиш учун халқаро стандартларга биноан, ипакни қайта ўраш жараёнида юзага келадиган нуқсонларнинг шаклланиши таҳлил қилиниб, ипак ипининг маълум бир узунлигида ҳосил бўладиган нуқсонларни тавсифлашда Roisson тақсимооти таклиф қилинган. Ушбу назарий чегирма экспериментал равишда текширилган ва синовлар 13 дан 17 мартагача такрорланган. Натижалар шуни кўрсатдики, ҳажмли сенсордан фойдаланганда, катта ва кичик нуқсонлар ҳамда қалин ва ингичка жойлардаги камчиликлар заиф тарқалиш характерига эга; оптик сенсордан фойдаланганда, барча нуқсонлар назарий чекинишга мос келадиган майдон тарқалишига эга (Xu, Zhou, Niu, Wu, & Bai, 2020).

Пилла чувишда ип узилиши хом ипакнинг сифат кўрсаткичларига таъсири ўрганилган. Назарий ва амалий тадқиқотлар асосида чизиқли зичликларни қатъий назорат қилиш натижасида халқаро стандартнинг “3А” синфига мос ипак чувиш мумкинлиги аниқланган. Чувиш тезлиги, ип таранглиги, чувиш даврида унга таъсир этувчи кучларни ўрганиш орқали сифатли хом ипак ишлаб чиқарилган. Хом ипак олишнинг муқобил чувиш тезлиги топилган (Akhmedov, Azamatov, Umurzakova, Usmanova, & Tolibaeva, 2018), (Akhmedov, Ortikova, Sobirov, Ermatov, & Atabayev, 2021), (Akhmedov, Ermatov, Sharipov, Sabirov, & Ilkhambayev, 2021).

Мазкур мақолада пилла юзасидан ипак ипи ажралиши ва чувиш тезлигига таъсир қилувчи омиллар назарий тадқиқ қилинган. Шунингдек, хом ипакнинг чархга ўралиш динамикаси, қонуниятлари, пилланинг сувга чўкиш чуқурлиги, чўкиш бурчаги ва пилла радиусининг чувишга қаршилик коэффициенти ўрганилган. Пилланинг суоқ қовушқоқ муҳитдаги ҳаракати бўйича назарий тенглама ва ҳисоблар келти-

рилган. Қовушқоқлик коэффициентини n нинг турли қийматлари учун a , b ва c доимий коэффициентлар таклиф этилган. n параметри ортиши билан сўниш коэффициентини a ортади, қолган b ва c параметрлар дастлаб n ортиши билан тезда ортади, кейинчалик ўзгармас бўлиб қолади (Umurzakova, Gulamov, Mardonov, & Zakirova, 2018).

Бундан ташқари, мақолада ипнинг мазкур моделини бошқа ёндашувлар билан таққослаганда, айрим фарқланиш ёки натижаларнинг яхшиланишига олиб келмаслиги, шу билан бирга, бошқа ёндашувлардан фарқ қилиб, статистик ўрталаштириш (мувозанатлаш) услублари асосида мураккаб тизимларни кўришнинг муҳим ва фойдали методологиясини яхши акс эттирганлиги тўғрисида маълумот берилган (Akhmedov, Alimova, Daminov, & Bastamkulova, 2015), (Akhmedov, Bastamkulova, & Alimova, Technology of preparation of raw materials for the production of a new range of silk fabrics, 2016).

Тикув иплари ассортиментлари таснифнинг асосига қуйидаги белгилар қўйилган: ипнинг мақсади, хомашёвий таркиби, пардозлаш усули, шунингдек, қўшилишлар сони, бурамлар йўналиши, чизиқли зичлик (йўғонлиги) каби бошқа структуравий кўрсаткичлар (Alimova, Gulamov, Avazov, Umurzakova, & Eshmirzaev, 2020), (Alimova, Avazov, Zakirova, & Khakimov, 2018).

Республикамизда ижтимоий-иқтисодий вазиятни яхшилашнинг энг асосий омилларидан бири хомашёни тайёрлаш технологиясини такомиллаштириб, қайта ишлаш самарадорлигини ошириш ва сифатли тайёр буюмларгача ўзаро комплекс тармоқлар тизимида ишлаб чиқаришни йўлга қўйишдир (Alimova, Umurzakova, Khaydarov, Nabijonova, & Aripdjonova, 2019), (Zhou, Wang, Chen, Wang, & Tao, 2019).

Материал ва методлар

Тадқиқот объекти сифатида маҳаллий шароитда етиштирилган пиллалар, улардан чувилган ҳар хил *tex* ли хом ипак олинган.

Doctor of Philosophy in Technical Sciences (PhD),
Associated Professor;

Alimova Khalima Alimovna¹,
Doctor of Technical Science, Professor;

Umarova Govkhar Rakhimovna¹,
Doctoral Student;

Kenzhaeva Mahira Eshmamatovna¹,
Master course Student

¹ Silk Technology Department
Tashkent Institute of Textile and Light Industry

Abstract. This article considers the tasks of silk industry development, introduction of modern and innovative technologies in the process of growing and processing of cocoons, increasing the production of silk products and their export, as well as indicates the current problems and measures to solve them. Methods of providing continuous length, reducing the number of breaks in the process of rewinding raw silk on standard reels on automatic cocoon winding machines at cocoon production enterprises are shown. Methods of obtaining an emulsion used to soften the adhesion condition of raw silk that is deformed under tension are shown. Substances which are added to the emulsion during preparation are identified as a function of temperature. Formulas for the quantification of emulsion have been developed for widespread use in factories. As an example, the volume of emulsion that can be prepared for softening 100 kg of raw silk is given. The operating principles, technical description and an overview of the existing technology are presented in the laboratory where the emulsion composition is prepared.

Keywords: raw silk, skein, reel, reeler, emulsion, deformation, rewinding, locking, pressure, adhesion, cycle.

Ўзбекистонда ипакчилик корхоналарининг деярли барчасига автомат чувиш дастгоҳлари ўрнатилган. Бу дастгоҳлар чархининг периметри 0,65 *m* бўлганлиги учун йиғилган хом ипаклар стандарт 1,5 *m* периметрли калаваларга қайта ўраб олинади. Қайта ўраш даврида хом ипакни ивитишдан мақсад ипак калавасидаги қотган қисмларни юмшатиш ва ундаги эгилувчанликни оширишдир. Ивитилган ипак юмшаб, эластиклиги ортади, елимланиб ёпишган қисмлари бир-биридан ажралади, статик электр зарядланиш хусусияти камаяди, кейин-

ги ишлаб чиқариш жараёнини енгиллаштиради.

Республикамиз пиллачилик корхоналаридаги иш жараёнлари ўрганилганда, чувиб олинган хом ипакни қайта ўраб олишда муаммолар мавжудлиги аниқланди. Корхоналардаги асосий муаммо шундаки, қайта ўраш даврида узилишлар сони кўп. Бунга сабаб қайта ўрашдан олдинги жараён, яъни эмульсиялаш даврида хом ипакни эмульсия сувида қанча вақт ушлаб туриш ҳамда эмульсия таркибига қўшилладиган моддаларнинг хом ипакка таъсири яхши ўрганилмаган. Шу боис деярли барча пиллачилик корхоналарида тайёр эмульсия чет элдан келтирилади ва бу хом ипак ишлаб чиқаришда анча сарф-харажат талаб қилади. Бу муаммоларни бартараф этиш учун тайёр эмульсияни маҳаллийлаштириш устида ишлар олиб борилди.

Тадқиқот натижалари

Бизга маълумки, пилла етиштириш жараёнида унинг хусусиятларига турли омиллар таъсир кўрсатади, масалан, об-ҳаво, озуқа, хона ҳарорати ва ҳоказо. Бундан ташқари, ҳар хил вилоят ёки туманда етиштирилган пилла хусусияти ҳам турлича бўлади. Шунини инобатга олган ҳолда, корхонада чиқарилаётган хом ипакнинг сифати, қайта ўралиш хусусияти чуқур ўрганилиб, эмульсия таркибини ўзгартириш учун ҳар хил вариантларда эритма намуналари тайёрланди ва лаборатория шароитида синаб кўрилди.

Лаборатория шароитида 0,5 kg хом ипакдаги деформацияни ечиш учун қуйидаги рецептда эмульсия тайёрланди:

1. Сувнинг қаттиқлик даражаси аниқланади (4 °C). Ҳар бир ошиқча ҳолатда бир литр учун 0,025 g кальцийланган сода солиниб, аралаштирилади.

2. 60% ли хўжалик совунидан 30 g олиб, 40 °C ҳароратдаги 60 g сув билан обдан аралаштирилади ва бир хил ҳолатга келтирилади.

3. 90 g совун (30 + 60) эритмаси 15 g пахта ёғи (тозаланган) билан биргаликда аралаштирилиб, 4 l қаттиқлиги (4 °C) бўлган сувда 30 min қайнатилади ва аралаштириб турилади.

4. Тайёр бўлган эмульсия 40–45 °C ҳароратда элакдан сузиб олиниб, унга 0,5 kg хом ипак ботирилади ва бир неча бор босим билан эмульсиянинг ипак таркибига киришига ёрдам берилади (40–45 °C ҳарорат сақланиб турилади). Вақт давомийлиги 90–120 min.

Ипакни ивитиш учун сув аралашмали эмульсиядан фойдаланилади. Эмульсия таркибига совун, ўсимлик мойи ёки глицерин, баъзида антистатик моддалар қўшилади.

Эмульсиянинг ҳарорати $T = 40\text{--}42$ °C. Ивитиш давомийлиги ипакнинг ёпишқоқлигига боғлиқ. Агар ёпишқоқлиги кам бўлса, $t = 30$ min.

Ўртача бўлса – $t = 60$ min;

кўп бўлса – $t = 90$ min;

жуда кўп бўлса – $t = 120$ min ва ундан юқори.

Эмульсия тайёрлаш тартиби

Алоҳида олеин кислотаси, вазелин мойи ва ОП-10 олиниб, сув ҳаммомида 70 °C гача қиздирилади. Сўнг ҳаммаси бир идишга солиниб, аралаштиргичда аралаштирилади. Сув ҳаммомида аралашма ҳарорати 45 °C ҳароратга олиб чиқилади ва унга 1 : 6 миқдорда сув қўшилади. Сувнинг ҳарорати 70 °C бўлиши керак.

Эмульсия юмшатирилган сувда қайнатилади. Юмшатирилган илиқ сувда эмульсия тайёрланганда, унинг миқдори совун массасидан (миқдоридан) икки ҳисса ортиқ бўлиши лозим. Тайёр эмульсия руҳдан қилинган, сирланган ёки оқланган, механик равишда кавлаб турадиган дастаси бўлган бакка солинади. Унга талаб қилинган миқдорда олеин совуни қўшилади ва қуюқ буғ ичида қайнатилади. Совун бутунлай эриб кетгунга қадар секин-секин кавлаб турилади. Тайёр бўлган совун эритмаси ультратовушли

қурилмада насос билан сўрилиб, бакка солинади. Бир вақтнинг ўзида шу бакка паст оқимда (жилдиратиб) мой қуйилади ва оқизиб турилади. 20–25 дақиқалардан кейин ультратовушли қурилма ёрдамида бир текис ва бир жинсли эмульсия ҳосил бўлади. Уни 30 дақиқа давомида тўхтовсиз кавлаб туриш керак. Тайёр бўлган эмульсия элакдан ўтказилади ҳамда уни ивитиш учун олдиндан тайёрлаб қўйилган юмшатирилган ва илтирилган сувга қуйилади.

Тайёр бўлган эмульсия катта ҳажмли идишдаги сувга аралаштирилади. Сув сифими хомашё ишлаб чиқариш унумдорлигига қараб 500 литрдан 3 000 литргача бўлиши мумкин. Аралашма бир хил кўринишга келгандан сўнг телфер орқали хом ипак ўралган чархлар ўқи билан бирга тик ҳолда вакуум идишга туширилади. Идиш қопқоғи зич ёпилгандан сўнг вакуум насоси ишга туширилиб, идиш ичидаги ҳаво сўриб олинади. Иплар орасидаги ҳаво тўлиқ чиқарилиши керак. Агар ҳаво қолиб кетса, эмульсия ипларга таъсир этмасдан кейинчалик узилишлар сони кўпайиши мумкин.

Технологик режим бўйича чархдаги хом ипак орасидаги ҳаво 2-3 марта такрорийликда вакуум насоси орқали сўриб олинади, сўнгра яна телфер орқали идишдан чиқарилади. Ипак орасига кирган ортиқча эмульсия оқиб чиқиб кетиши учун чархлар икки соатгача қолдирилади ва қайта ўрашга берилди. Вакуум эмульсия берувчи идишдаги эритма ишлов бериш давомида камаяди. Унга вақти-вақти билан тайёр сувга аралаштирилган эмульсиядан қўшиб турилади. Бир марта тайёрланган эмульсия бир сменада ишлаб чиқарилган хом ипакни қайта ишлаш учун ишлатилади. Агарда идишдаги эмульсия ҳаддан зиёд камайиб кетса, янги эмульсия тайёрланади.

Хом ипакнинг чарх қирраларида (қовурғаларда) зўриқишдан деформацияланган (ёпишган) ҳолатини юмшатиш учун

ишлатиладиган эмульсия қуйидагича тайёрланади (100 kg хом ипак учун):

1. Сувнинг қаттиқлиги 4 °C дан кўп бўлмаслиги керак. Ҳар бир градусга қаттиқ бўлган ҳолда бир метрга 0,025 g сода (гидрокорбанат натрий) ёки 0,125 g қолган гексаметафосфат қўшиб эритилади.

2. 60 % ли совун (хўжалик совуни) – 60 kg.

3. Ёғлар: парфюмерлар учун – 2,0 l

ёки вазелин – 2,0 l

ёки тозаланган пахта ёғи

Экстра («Моя мечта») – 2,0 l

ОП-4 – 0,200 l

1. Совунга 40 °C ҳароратда икки ба-робар кўпроқ сув қўшиб, қопқоғи ёпиқ эмаль ёки рух билан қопланган темир (оцинкованное) идишда обдан қайнатилади ва вақти-вақти билан аралаштириб турилади (25-30 min, тўйинган пар орқали).

2. Ультратовушли қурилмага эритилган совун ва ёғ бир вақтда қуйилиб, 25–30 min обдан аралаштирилади ва 30 min қайнатилади.

3. Тайёрланган эмульсия элак ёки докдан ўтказилиб, сузиб олинади.

4. Ивитиш модули 1 : 8, яъни ҳар бир литр тайёр бўлган эмульсияга 40 °C ҳароратдаги 8 l юмшоқ (4 °C) сув қўшилади. Ишлаб чиқариш жараёнида эмульсия тайёрлашда махсус қурилма – эмульгатордан фойдаланиш мақсадга мувофиқ.

Ҳар бир цикл хом ипакни аппаратда ивитиш учун қуйидаги формуладан фойдаланиш мумкин (эмульсия миқдорини аниқлашда, l):

$$T_s = (\mathcal{E}_x \cdot O_{x.u.}) / A, \quad (1)$$

бу ерда: T_s – бир цикл аппаратда ишлатиш учун керак бўлган, тўйинтирилган эмульсия миқдори, l;

\mathcal{E}_x – умумий тайёрланган эмульсия ҳажми, l;

$O_{x.u.}$ – бир марталик аппаратда "замочка" қилинадиган хом ипак ҳажми, kg;

A – умумий тайёрланган эмульсия ҳажмига тўғри келадиган хом ипак миқдори, *kg*.

Одатда, ҳар куни ишлатиладиган эмульсия шу куни тайёрланиши мақсадга мувофиқ.

Мисол учун, 100 *kg* хом ипакни юмшатиш учун тайёрланадиган эмульсия ҳажми ва бир маротаба ишлатиш учун (25 *kg*) кетадиган ҳажм қуйидагича:

1. Сувнинг қаттиқлик даражаси (4 °C) дан юқори бўлса, синаб кўрилади. Ҳар бир юқори даража учун 0,025 *g* сода (гидрокарбонат натрий) қўшилиб, сув юмшатилади, яъни сода миқдори обдан эритилади.

2. 6 *kg* 60% ли совун (хўжалик совуни) олиниб, 12 *l* сувда (икки баробар кўп) – ҳарорати 40 °C бўлган, эмаль қопқоқли идишда обдан аралаштирилади ва совун эригунга қадар 25-30 *min* қайнатилади. Вақти-вақти билан аралаштириб турилади.

3. Ультратовушли қурилмага бир вақтининг ўзида 18,0 *l* эритилган совун ва 2,0 *l* пахта ёғи (тозаланган экстра) қўшилиб, яхшилаб аралаштирилади, сўнгра 30 *min* қайнатилади.

4. Тайёр бўлган эмульсия доқадан ўтказилиб, сузиб олинади ва ҳарорати 40 °C га етказилади.

5. "Замочка" (ивитиш) модули 1:8, яъни ҳар бир литр тайёр бўлган эмульсияга 40 °C дан 60 °C ҳароратдаги (4 °C) 8,0 *l* юмшатиш сув қўшилади, яъни $(18 + 2) \times 8 = 160$ *l*. Эмульгаторда сув ва эмульсия обдан аралаштирилиб, бир хил таркибга келтирилади.

Агар 4 *kg* (4 та кассета х 10 тадан чархдаги хом ипак) хом ипак бир маротаба замочка қилинса, унга сарфланадиган эмульсия қуйидагича ҳисобланади (T_3):

$$T_3 = (\sum x \cdot O_{x,u}) / A = (168 \cdot 4) / 100 = 6,72 \quad (2)$$

4 *kg* хом ипак ва 6,72 *l* тўйинтирилиб тайёрланган эмульсия 30–40 °C ҳароратда махсус вакуум аппаратида замочка (ивитиш)га қўйилади. Эмульсия циркуляцияси босим остида ташкил қилинади. Чарх қирраларида серицин қотиши натижасида қолдиқ зўриқишини йўқотиш

мақсадида чет эл дастгоҳларида (ZD-800) ишлаб чиқилган хом ипак қайта ўрашни енгиллатиш мақсадида эмульсияланади.

Кичик диаметрли чархлардаги хом ипакни эмульсиялаш аппарати 1-расмда келтирилган. Бунда 5-резервуар (эмульсияли) 1-резервуар (эмульсия захирали) қувур орқали уланган бўлиб, эмульсия 3-насос, 2-электр ўтказгич ва 4 позицияли жўмрак орқали бошқарилади.

Махсус аравадаги валларга 20 тадан кичик чархдаги ипаклар жойлаштирилган бўлиб, улар аппаратга олиб келинади ва кассета стерженларининг ҳар бирига 10 тадан, жами 40 та чарх жойлаштирилади. Тўлдирилган кассеталар электротелфер орқали 0,3-0,5 ҳажмли 40–45 °C ҳароратдаги эмульсияли 5-резервуарга жойлаштирилади. Герметик ёпилган резервуардаги эмульсия 4-5 марта такрорий айлантирилиб, қолдиқ босим 3 390 *Pa* етганда, эмульсия қайтарилади ва яна янгидан тўлдирилади. 4-5 дақиқадан сўнг кассетадаги чархлар 5-резервуардан чиқарилиб, ерда 25–30 *min* сақланади ва ортиқча эмульсия чиқиб кетиши таъминланади.

Кичикдан стандарт катта чархларга қайта ўралган хом ипакда чарх қирраларидаги зўриқиш асосида елимланиш ҳолатидан истисно бўлади. Бу усулда олинган хом ипак бурам бериш цехларига жўнатилиб, уларга қайта ишлов бериш жараёнида узуклар сони деярли камаяди.

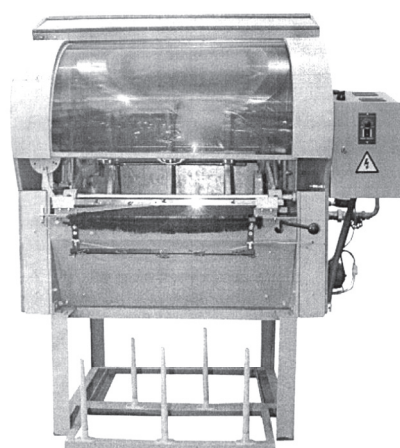
Жараён 2,0-3,0 *min* давом этади, лекин 3-4 марта такрорланади. Калавалардаги хом ипак чиқарилиб, ерга қўйилади ва 10-15 *min* дан сўнг қайта ўраш машинасида катта чархларга қуриб бораётган хом ипак ўралади. Ушбу амалиёт корхонада мавжуд FУ-118 хом ипакни қайта ўраш мини дастгоҳида бажарилди (2-расм). Қайта ўраш дастгоҳи бир томонли бўлиб, бир секциядаги ҳар бир чархда 5 та калава ўралади. Хом ипак периметри $P = 0,65$ метрли чархдан $P = 1,5$ метрли чархга ўралади. 2,33 *tex* учун қайта ўралиш тезлиги $V = 160-180$ *m/min*. Дастгоҳнинг техник тавсифи 1-жадвалда келтирилган.



1-расм. Хом ипакни ивитиш учун вакуум аппарати

Қайта ўраш дастгоҳининг техник тавсифи

Умумий ўлчамлари, <i>mm</i>	1350 x 1225 x 1550
Чарх периметри, <i>m</i>	1,5
Чарх кенглиги, <i>mm</i>	65–90
Чархнинг айланиш тезлиги, <i>min⁻¹</i>	130–150
Қуритиш шкафининг ҳарорати, °C ёзда	30–35
Қишда	38–50
Ўралаётган ипнинг таранглиги, <i>sN</i>	1–2
Юритманинг кучланиши, <i>v</i>	220
Нисбий намлиги, %	5–95



2-расм. FY-118 хом ипакни қайта ўраш мини дастгоҳининг умумий кўриниши

Қайта ўралган хом ипакнинг сифат кўрсаткичлари мавжуд стандарт асосида текширилганда, узуклар сони камайиши ҳисобига А синфдан 2А синфига кўтарил-

ганлиги кузатилган. Олинган натижалар 2-жадвалда келтирилган.

**2-жадвал
Хом ипакнинг сифат кўрсаткичлари**

Кўрсаткичлар	O'z DSt 3313:2018		Таж-риба	Назо-рат
	2А	А	2А	А
Чизиқли зичлик, <i>tex</i>	2,33		2,33	2,33
Чизиқли зичлик бўйича оғишиш, <i>tex</i>	0,21	0,25	0,17	0,17
Энг кўп оғишиш, <i>tex</i>	0,48	0,60	0,32	0,32
1-нотекислик	190	210	180	180
2-нотекислик	26	37	26	26
Йирик нуқсонлардан тозаллиги, кам эмас, %	93	88	93	93
Майда нуқсонлардан тозаллиги, кам эмас, %	90	87	90	90
Энг ёмон тозаллик, кам эмас, %	83	77	83	83
3-нотекислик	2	6	0	0
Қайта ўралиш қобилияти, узуклар сони, кўп эмас, дона	10	18	10	18
Нисбий узилиш кучи, <i>sN/ tex</i>	30 ва ундан юқори		30	29
Нисбий узилишдаги чўзилиш, %	18 ва ундан юқори		19	17

Юқоридаги жадвалда келтирилган натижалар таҳлилидан шу нарса маълум бўлдики, хом ипакнинг чизиқли зичликнинг вариация коэффиценти, нуқсонлар-

дан тозалиги, солиштирма узилиш кучи, узилишгача чўзилиш каби энг муҳим сифат кўрсаткичлари O‘zDSt 3313:2018 давлат стандарти талаблари бўйича солиштирилганда, “2A” синф талабларига мос ва “A” синф талабларидан юқори жавоб беради. Тажриба ва назорат вариантыда хом ипак сифат кўрсаткичлари ўртасида сезиларли фарқ мавжудлиги яққол кўзга ташланди.

Хулосалар

Хом ипакни қайта ўраш жараёнини енгиллаштириш мақсадида тайёрланган

эмульсия ишлатилганда, чарх қирраларида серицин қотиши ва қолдиқ зўриқшининг олди олинади. Тайёр эмульсия маҳаллийлаштирилади. Кичикдан стандарт катта чархларга қайта ўралган хом ипакда чарх қирраларидаги зўриқиш асосида елимла ниш ҳолатидан истисно бўлади. Бу усулда олинган хом ипак бурам бериш цехларига жўнатилиб, уларга қайта ишлов бериш жараёнида узуклар сони деярли камаяди. Ипакчилик корхоналарида маҳаллийлаштирилган эмульсиядан фойланилса, жуда катта иқтисодий самарадорликка эришилади.

REFERENCES

1. Akhmedov, J., Azamatov, U., Umurzakova, K., Usmanova, S., & Tolibaeva, S. (2018). Improving technology on manufacturing sewing threads from raw silk. *International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology*, 7219-7222.
2. Akhmedov, J., Bastamkulova, K., & Alimova, H. (2016). Technology of preparation of raw materials for the production of a new range of silk fabrics. В *Natural and technical sciences: experience, problems, prospects* (pp. 50-53). Logos Center for Scientific Knowledge .
3. Akhmedov, J., Ermatov, S., Sharipov, J., Sabirov, K., & Ilkhambaev, B. (2021, December). Technology of Production of Cocoon Raw Materials and Study of Its Impact on Raw Silk Quality. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology (IJIRSET)*, 10(12), 15036-15041.
4. Akhmedov, J., Ortikova, E., Sobirov, Q., Ermatov, S., & Atabayev, I. (2021). Tekhnologiya podgotovki syr'ya dlya polucheniya kachestvennogo shyolka-syrtsa [Technology of raw material preparation for quality raw silk production]. *Academic Research in Educational Sciences*(9), 370-381.
5. Akhmedov, Z., Alimova, K., Daminov, A., & Bastamkulova, K. (2015). Properties and development of a textile thread model. *Composite Materials*(4), 96-99.
6. Alimova, K., Avazov, K., Zakirova, D., & Khakimov, N. (2018, December). Investigation of primary processing technology of re-grown cocoons. *International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology (IJARSET)*, 5(12).
7. Alimova, K., Gulamov, A., Avazov, K., Umurzakova, K., & Eshmirzaev, A. (2020, January). Implementation of primary processing technology for repeatedly grown cocoon. *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE)*, 8(5), 5118-5122.
8. Alimova, K., Umurzakova, K., Khaydarov, S., Nabijonova, N., & Aripdjanova, D. (2019, March). New assortment of natural silk products. *International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology*, 6(3), 8568-8571.
9. Alimova, K., Umurzakova, K., Khaydarov, S., Nabijonova, N., & Aripdjonova, D. (2019, March). New assortment of natural silk products. *International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology (IJARSET)*, 6(3), 8568-8571.
10. Alimova, X., Akhmedov, J., Bastamkulova, X., Daminov, A., & Gulamov, A. (2017, July 31). *Patent UzR. UZ IAP 05447*.

11. Umurzakova, K., Gulamov, A., Mardonov, B., & Zakirova, D. (2018). Opredele niye zakona dvizheniya tsentra - mass kokona i natyazheniya niti pri peremennoy skorosti motovila [Determination of the law of motion of the center - masses of the cocoon and thread tension at variable reel speed]. *Problemy tekstilya – Problems of textiles*(3), 91-98.

12. Xu, J.-M., Zhou, Y., Niu, J., Wu, D., & Bai, L. (2020). Statistical characteristics for the defect occurrence of raw silk. *Textile Research*, 90(3-4), 302-312.

13. Zhou, X., Wang, Y., Chen, J., Wang, R., & Tao, D. (2019). Parameter optimization and experiments for winding mechanism of silk reeling machine. *Fangzhi Xuebao – Journal of Textile Research*, 40(6), 97-105.

14. Akhmedov, Z., Alimova, K., Aripdjanova, D., & Bastamkulova, K. (2016, September-October). Ways and technologies for making natural silk. *European Sciences Review*, 9(10), 179-181.

15. Akhmedov, Z., Bastamkulova, K., Alimova, K., & Daminov, A. (2016, September-October). Development of yarn production technology of natural silk. *European Sciences Review*, 9(10), 176-179.

Тақризчи:

Мирзаходжаев Б.А., т.ф.д., Ипакчилик илмий-тадқиқот институти илмий котиби.

QANDLI DIABET BILAN KASALLANGAN BEMORLAR UCHUN PROFILAKTIK POYABZALNING SAMARALI TEXNOLOGIYASINI YARATISH VA KONSTRUKSIYASINI ISHLAB CHIQUISH

Ijrochi tashkilot	Buxoro muhandislik-texnologiya instituti
Loyiha turi	Innovatsion
Bajarish muddati	2 yil (2020–2022)
Loyiha rahbari	Uzoqova Laylo Polvonovna
Mas'ul ijrochilar	A.D. Djurayev, t.f.d., prof.; M.A. Mansurova, t.f.d., prof.; T.T. Kamolov, t.f.d., prof.
Umumiy ajratilgan mablag'	1,0 mlrd so'm

Mazkur loyihaning maqsadi samarali profilaktik poyabzal ishlab chiqarish va uni qo'llash orqali qandli diabet bilan kasallangan bemorlarda oyoq bilan bog'liq bo'lgan ko'pgina xastaliklarning oldini olishdir. Tavoziya etilayotgan profilaktik poyabzal, ayniqsa, asorati og'ir bo'lgan diabetik tovon sindromi kasalligida surunkali kechadigan yarali jarohatlarni kamaytirib, bemorlarning yurish qobiliyatini yaxshilashga xizmat qiladi.

Mamlakatimiz olimlari tomonidan poyabzal konstruksiyalari yaratish hamda ularni takomillashtirish bo'yicha bir qator ilmiy tadqiqot ishlari olib borilgan. Biroq poyabzal konstruksiyasiga oid hozirgacha amalga oshirilgan izlanishlar chet el hamda mahalliy poyabzal ishlab chiqarish korxonalarida foydalanilayotgan texnologiyalar va mexanizmlar tahlili, ularning samaradorligini oshirish masalalariga qaratilgan bo'lib, ularda aynan qandli diabet bilan kasallangan bemorlar uchun yuqori samaradorlikka ega profilaktik poyabzal konstruksiyalari ishlab chiqish masalalari o'zining to'liq

samarali yechimini topmagan. Mazkur loyihadagi profilaktik poyabzalning samarali konstruksiyasi yaratilgan. Ushbu poyabzalni qandli diabet bilan kasallangan bemorlarda qo'llash orqali oyoq panjasida kelib chiqadigan deformatsiyalarning oldi olinadi.

Qandli diabet bilan kasallangan bemorlar oyoqlaridagi diabetik patologiyaning boshlang'ich darajasining jismoniy va biomexanik xossalari o'rganilib, tibbiy-texnik talablarga javob beradigan samarali konstruksiya asosidagi profilaktik poyabzal laboratoriya sharoitida ishlab chiqarildi va sinovdan o'tkazildi.

Shu bilan birga, qandli diabet bilan kasallangan bemorlar profilaktik poyabzali uchun yaratilgan maxsus patak konstruksiyasi asosida Al (alyumin) elementidan tashkil topgan press-forma ishlab chiqildi. Ushbu press-forma spiral ustida qizdirilib, unga EVA (etilvinilatsetat) granulari joylashtiriladi. Press-forma qopqog'i 120 C⁰ da ma'lum muddatgacha berkitiladi. Press-forma shaklini olgan EVA (etilvinilatsetat) moddasi press-formadan bo'shatiladi va sovitiladi.

Qandli diabet bilan kasallangan bemorlarga mo'ljallangan poyabzalga talab yuqori bo'lganligi bois Navoiy endokrinologiya dispanseri bilan hamkorlik o'rnatildi va shifoxona ro'yxatida turgan bemorlarga poyab-

zal yetkazib berish yo'lga qo'yildi. Profilaktik poyabzallar turli patologik o'zgarishlarga ega bo'lgan oyoq panjalari uchun mo'ljallangan bo'lib, har xil yaralar va qorason kelib chiqishining oldini oladi.

GOJI (DEREZA) DORIVOR O'SIMLIGINI YETISHTIRISH VA QAYTA ISHLASH TEXNOLOGIYASINI ISHLAB CHIQISH

Ijrochi tashkilot	Namangan muhandislik-texnologiya instituti
Loyiha turi	Innovatsion
Bajarish muddati	1 yil (2021–2022)
Loyiha rahbari	Merganov Avazxon Turgunovich, q.x.f.d.
Mas'ul ijrochilar	A.M. Kazakov, t.f.n.; Z.I. Abdullayev, q.x.f.f.d. (PhD); N.A. Tursunov; D.M. Aliqoriyeva
Umumiy ajratilgan mablag'	760,0 mln so'm

Goji o'simligi lotinchada *Lucium chinense* deb nomlanadi. Ushbu dorivor o'simlik ituzumdoshlar oilasiga mansub bo'lib, uning 100 dan ortiq turi aniqlangan. Bu o'simlik, asosan, Xitoy, Koreya, Yaponiya va Rossiya kabi davlatlarda kichik maydonlarga ekilib, xalq tabobatida turli kasalliklarni davolashda ishlatiladi. O'simlikning bo'yi 80–100 sm., guli mayda pushti rangda bo'lib, may oyida gullaydi. Mevasi sentyabr oyida pishadi. Rangi to'q qizg'ish rangda. Mevasi – mayda. 100 dona mevasining og'irligi 25–30 grammni tashkil qiladi. Mevasidan konserva va qoqi mahsulotlari tayyorlanadi. *Goji* o'simligining *Lucium chinense* va *Lucium halimfolum* turlari kolleksiyasi O'zbekiston botanika bog'ida bir qator tadqiqotchi olimlar tomonidan o'rganib kelinmoqda.

Ma'lumotlarga ko'ra, *Goji* o'simligi mevasi tarkibida 46% uglevod, 13% oqsil, 2% yog', 60 mg kalsiy, 5,4 mg temir, 434 mg kaliy, 1,4 mg qo'rg'oshin, shuningdek, magniy, mis, fosfor, yod hamda V, Ye, RR, S kabi vitaminlar mavjud. Ushbu kimyoviy xususiyatlariga ko'ra, o'simlik farmakologiyada 10 dan ortiq kasalliklar, jumladan, ortiqcha vaznni kamaytirish, yurak-qon

tomir kasalliklari, vaznni kamaytirish, infarkt, xafaqon, buyrak xastaliklari, shuningdek, immunitetni oshirish, jinsiy faoliyatni yaxshilash, xolesterin miqdorini kamaytirish, onkologik xastaliklarning oldini olish va davolash maqsadida dori vositasi sifatida qo'llab kelingan.

Chust tumani hokimining kengash qaroriga asosan (08.03.2021-yil bayoni), Rustamali Karimov nomli fermer xo'jaligida 2,0 gektar va Chortoq tuman "Billur Arkon" qayta ishlash sanoat korxonasining tajriba-sinov uchastkasida 0,5 gektar maydonga *Goji* o'simligining ikki turi ekilib, biofiziologik xususiyatlari va mevasining kimyoviy tarkibi o'rganildi.

Kimyoviy moddalar va aminokislotalar miqdori spektrofotometr yordamida va xromotografiya usullarida aniqlandi. Tarkibida antioksidant xususiyatga ega bo'lgan moddalardan germaniy, magniy, mis, fosfor va yod kabi elementlar (1,5 mg dan), shuningdek, 20 dan ziyod mineral moddalar va vitaminlar, 18 dan ortiq aminokislotalar (shulardan 10 dan ortig'i almashtirib bo'lmaydigan aminokislotalar), 2% asparagen, 0,4%, trionin va serin, 1,9% glutamin, 1,7% prolin borligi aniqlandi.

2022-yilda o'simlik maydonlarini kengaytirish maqsadida 7000 ming tup ko'chatlar yetishtirilib, ekish uchun tayyorlandi. Tayyorlangan ko'chatlardan loyiha dasturiga muvofiq, 2021-yil oktyabr oyida o'simlik plantatsiyalarini kengaytirish va aholining turmush darajasini yaxshilash maqsadida mahallabay usulda 150 ta xonadonga ko'chatlar yetkazib berildi.

Chortoq tuman "Billur Arkon" sanoat korxonasida *Goji* mevasidan 4 turdagi (kompot, varenye, djem va quritilgan qoqi) mahsulotning texnik shartlari va retseptlari ishlab chiqilib, mahsulot namunalari yaratildi va sinovdan o'tkazildi.

Ishlab chiqarishda fermer xo'jaliklari *Goji* o'simlik plantatsiyasidan talab etilgan agrotexnik tadbirlarni amalga oshirish hiso-

biga 1,5–2,0 t. gacha mahsulot olib, undan 35–70 mln so'mgacha sof daromad olish imkoniyatiga ega bo'ladi.

Sanoatda *Goji* ning ho'l mevasidan 30–35% quritilgan mahsulot olinadi. 1 kg mahsulotning tannarxi 90 ming so'm, xalqaro bozordagi narxi 300 000 so'm bo'lib, olinadigan sof daromad 147 mln so'mni tashkil etadi.

Loyiha doirasida olingan natijalar asosida 1 ta darslik, 1 ta monografiya, 2 ta tavsiyanoma, 2 ta patent, OAK tasarrufidagi ilmiy nashr va xalqaro jurnallarda 10 dan ortiq maqola chop etildi. Shuningdek, 2 ta doktorlik (PhD) ishi yakunlanib, himoyaga tayyorlandi. Mahalliy va respublika ommaviy axborot vositalari tomonidan 16 marta targ'ibot ishlari o'tkazilgan.

MARKAZIY QIZILQUMNING PAST NAVLI FOSFORITLARI, FAOL LOYQA MIKROFLORASI VA MINERAL KISLOTALAR ASOSIDA YANGI TURDAGI GRANULALANGAN KOMPLEKS ORGANOMINERAL O'G'ITLAR OLIISH TEXNOLOGIYASINI ISHLAB CHIQUISH

Ijrochi tashkilot	Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti
Loyiha turi	Amaliy
Bajarish muddati	2 yil (2019–2021)
Loyiha rahbari	Doniyarov Nodirjon Abdixakimovich, t.f.d., prof.
Mas'ul ijrochilar	T.I. Nurmurodov, t.f.d.; I.A. Tagayev, q.x.f.n.; N.X. Usanbayev, t.f.d.
Umumiy ajratilgan mablag'	1,2 mlrd so'm

“Markaziy Qizilqumning past navli fosforitlari, faol loyqa mikroflorasi va mineral kislotalar asosida yangi turdagi granulalangan kompleks organomineral o'g'itlar olish texnologiyasini ishlab chiqish” mavzusidagi amaliy loyiha doirasida yangi turdagi organomineral o'g'itlar olish texnologiyasi ishlab chiqildi va texnologik sxemasi ishlab chiqarishga tavsiya etildi. Loyihani bajarish jarayonida 1 ta doktorlik (DSc) va 1 ta falsafa doktori (PhD) himoyasi amalga oshirildi.

1. Azot-fosfor tarkibli yangi turdagi organomineral o'g'itlar olish bo'yicha texnologik reglament ishlab chiqildi va tasdiqlandi. Texnologik reglamentning maqsadi past navli fosforit rudalarini shahar kommunal-xizmat oqava suvlari tarkibidagi faol loyqa mikroflorasi yordamida biokimyoviy tozalash aerotenklarida qayta ishlashning muqobil texnologiyasini yaratib, organomineral o'g'it olishdir. Buning uchun Qizilqum fosforit kombinatining past navli fosforit rudalari va

shlamlarini qo'llash tavsiya etilgan. Natijada fosfor miqdori boshlang'ich mahsulotdagiga nisbatan boyiydi va faol loyqali yangi turdagi organomineral o'g'it olinadi.

2. Loyihani tijoratlashtirish bo'yicha Navoiy va Zarafshon shaharlaridagi maishiy-xo'jalik chiqindi suvlarini tozalovchi biokimyoviy inshootlari xodimlari bilan kelishuvlar olib borilmoqda. Bu inshootlarning birlamchi tindirgichlarida tindiriladigan maishiy-xo'jalik chiqindilariga fosforit rudasi qo'shiladi va faol loyqa bilan aralashtiriladi. Fosforit rudasi tarkibidagi uranni eritmaga o'tkazish uchun esa sulfat kislotasi qo'shib, qayta ishlanadi.

Ruda sulfat kislotaning 4 gr/l eritmasi bilan yuviladi. Bunda yuvish jarayonidagi S : Q nisbati 10 : 1 nisbatda bo'lishi kerak. Yuvish jarayonida ruda tarkibidagi zararli aralashmalarning eritmaga o'tishi natijasida qolgan qattiq faza tarkibidagi P₂O₅ miqdori ortadi, shuningdek, ruda tarkibidagi uran

to'laligicha eritma tarkibiga o'tadi. Tindirgichdagi qattiq faza qismi nasoslar orqali maxsus loyqani yig'uvchi hovuzlarga (иловый накопитель) jo'natiladi va ulardan organomineral o'g'it olish uchun tayyorlanadi. Olingan eritma tarkibidagi uranni ajratib olish uchun maxsus selektiv sorbentlar yordamida sorbsiyalanadi.

3. Loyihani tijoratlashtirish uchun Navoiy yoki Zarafshon shaharlaridagi maishiy-xo'jalik chiqindi suvlarini biokimyoviy tozalash inshootlariga ko'p miqdorda past navli fosforit rudalarini transportirovka qilish, keltirilgan rudalarga ishlov berish uchun 3 sme-

nali ishchi kuchi jalb qilish, yig'uvchi hovuzlarga yig'ilgan (faol loyqa mikroflorasi bilan ishlov berilgan fosforit) mahsulot tarkibidagi uranni sorbsiyali ajratib olish uchun maxsus idish (pachuk) tayyorlash va sulfat kislotasi, sorbentlar va boshqa reagentlar hamda materiallar keltirish, shuningdek, jarayonlarda mahsulotlarning harakatlanishi uchun maxsus quvur va nasoslar o'rnatish, ya'ni ishlab chiqarish sexi qurish talab etiladi.

4. Yuqoridagi omillar hisobga olingan holda, mazkur ishlarni amalga oshirish uchun tadbirkorlarni ushbu loyihaga jalb etish rejalashtirilmoqda.

TASVIRIY VA AMALIY SAN'AT TERMINLARINING O'ZBEK VA INGLIZ TILLARIDAGI ELEKTRON LUG'ATI VA MOBIL ILOVASINI YARATISH

Ijrochi tashkilot	O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi O'zbekiston tarixi davlat muzeyi
Loyiha turi	Amaliy
Bajarish muddati	1 yil (2021–2022)
Loyiha rahbari	Djumaniyazova D.K. , f.f.f.d. (PhD), dosent
Mas'ul ijrochilar	J.X. Ismoilova, t.f.d.; D.O. Karimova, f.f.f.d. (PhD), D.P. Abduganiyeva, p.f.f.d. (PhD), K.S. Nishanova, s.f.f.d. (PhD), D.R. Alimqulova, s.f.f.d. (PhD)
Umumiy ajratilgan mablag'	489, 6 mln so'm

O'zbek xalqining ma'naviy qadriyatlari, o'z madaniyatini anglash jarayonlari va uni jahonga tanitish vazifalari bugunga kelib yanada dolzarblashdi. So'nggi yillarda dunyo miqyosida ilm-fan, texnika va san'at sohalarida qo'lga kiritilayotgan yutuqlar yangidan-yangi terminlarning yuzaga kelishiga sabab bo'lmoqda. Bu esa o'zbek tilida tasviriy va amaliy san'at terminlarining shakllanishini ilmiy nuqtayi nazardan ingliz tili terminlari bilan qiyosan o'rganish, ikki tilli izohli elektron lug'at yaratishni taqozo etadi. Ushbu yaratiladigan elektron lug'at O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 21-apreldagi "Tasviriy va amaliy san'at sohasi samaradorligini yanada oshirishga doir choratadbirlar to'g'risida"gi PQ-4688-son qaroriga binoan, O'zbekiston madaniyati va san'atining taraqqiyoti yo'lida tasviriy va amaliy san'at, dizayn va xalq hunarmandchiligi sohalarida bo'yicha yuqori malakali mutaxassislar tayyorlash maqsadida badiiy ta'lim muassasalari faoliyatini xorijiy tajribalar asosida takomillashtirish hamda

bu boradagi vazifalarni amalga oshirishning zamonaviy, ta'sirchan usul va shakllarini tizimli asosda rivojlantirib borishga xizmat qiladi.

To'plangan materiallar mavzuviy guruhlariga ajratildi va tavsiflandi. Mahalliy kutubxonalar va muzey fondlaridagi mavjud manbalar saralandi, zarur materiallar to'plandi, terminlarning derivatsion strukturasi o'ziga xosligi, o'zlashtirish usullari va manbalari aniqlandi.

Mavzuga doir jahon tajribasini o'rganish maqsadida manbalar tahlil qilindi. Mazkur loyiha doirasida Turkiya Respublikasiga xizmat safari amalga oshirildi. Safar davomida beshga yaqin muzey va ularning fondlarida, shuningdek, Istanbul universiteti kutubxonasida izlanishlar olib borildi. Ko'plab adabiyotlar o'rganildi. Tajriba almashildi. Sohaga oid innovatsion usullar o'zlashtirildi. Ayniqsa, 10-12 metr chuqurlikda joylashgan, bugungi kungacha saqlanib qolgan qadimiy yer osti suv ombori – Bazilika sardobasida qo'llanilgan yangi innovatsion usul tadqiq etildi.

Tasviriy va amaliy san'atga oid ikki mingga yaqin o'zbek tilidagi terminlar to'plandi. Ularning izohi yaratildi. Tahrir va tarjima jarayoni amalga oshirildi.

Shuningdek, lug'atning elektron versiyasi va mobil ilovasi ham ishlab chiqildi (<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.dictionary>).

Loyiha taqdimoti 2022-yilning 20-oktabr kuni O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining farmoyishi bilan tasdiqlangan "O'zbekiston Respublikasida 2022-yilda xalqaro va respublika miqyosida o'tkaziladigan ilmiy va ilmiy-texnik tadbirlar rejasi"ga muvofiq o'tkazildi.

G'O'ZADA BEDA QANDALASI VA BOSHQA TUR O'SIMLIKXO'R QANDALALARGA QARSHI KURASHDA SAMARALI AGROTEXNOLOGIYALARNI ISHLAB CHIQUISH

Ijrochi tashkilot	O'simliklarni himoya qilish ilmiy-tadqiqot instituti
Loyiha turi	Amaliy
Bajarish muddati	3 yil (2019–2022)
Loyiha rahbari	Sattarov Navro'z Ruziyevich, q.x.f.n.
Mas'ul ijrochilar	Sh.T. Xo'jayev, q.x.f.d., prof., Sh. Abdurahmonov, M. Musayeva, J. Sariyev, S. Xakimova
Umumiy ajratilgan mablag'	1,6 mlrd so'm

2010–2020-yillar davomida Surxondaryo viloyati dala hududlarida so'qir qandalalarning O'zbekiston faunasi uchun yangi *Creontiades pallidus* Rambur 1939 (g'o'za qandalasi) turi keng tarqalib, g'o'za va boshqa o'rindosh ekinlarga katta zarar keltirgan. Viloyatda *Creontiades pallidus* 2018-yil mavsumida 143 714 ga, 2019-yilda 78 500 ga g'o'za maydonlariga tarqalgan. Natijada unga qarshi kurashish chora-tadbirlari ishlab chiqilgan.

Bugungi kunda g'o'za qandalasining ushbu turiga qarshi kurashish uchun yiliga 10 mlrd so'mdan ortiq mablag' sarflanmoqda.

Hozirda ushbu zararkunanda nafaqat Surxondaryo, balki Qashqadaryo, Navoiy va Buxoro viloyatlarining ayrim tumanlarida ham tarqalgan. G'o'za qandalasi g'o'zadan tashqari beda, mosh, loviya, no'xat, kunjut, yeryong'oq, soya, makkajo'xori kabi o'simliklarga ham zarar yetkazadi.

Yangi turdagi g'o'za qandalasining respublikamizning boshqa viloyatlarida ham

tarqalish darajasini tadqiq qilish, beda va dala qandalalarining tarqalishi va miqdorini o'rganish, umuman, o'simlikxo'r qandalalarning g'o'za hosiliga yetkazadigan zararini aniqlab, ularga qarshi eng maqbul kurash tizimini ishlab chiqish bugungi kunning dolzarb masalalaridan biridir.

Loyihani bajarishdan maqsad o'simlikxo'r qandalalarga qarshi kurashni takomillashtirish, atrof-muhit va foydali hasharotlarga kam xavfli bo'lgan yuqori samara beradigan usullarni aniqlash va resurs-tejamkor agrotexnologiyalar ishlab chiqish, shuningdek, boshqa zararkunandalarga qarshi ilmiy asoslangan kurash tadbirlarini paralell ravishda olib borishning maqbul muddat va usullarini belgilab berish, g'o'za uchun o'ta xavfli turlar tarqalgan hududlarda eng maqbul, har tomonlama yuqori samarali kurash choralarini ishlab chiqib, g'o'za va boshqa qishloq xo'jalik ekinlari hosilini saqlab qolish hamda ushbu

zararli turlarning boshqa hududlarga tarqalishining oldini olishdir.

Tadqiqot natijalariga ko'ra, respublika-miz g'ozaga agrobiotsenozlarida qandalalarning 8 ta oilaga mansub 21 ta turi uchrab, asosiy 9 ta turi *Miridae* oilasiga to'g'ri keladi. Oziqlanishiga ko'ra, 10 ta turi fitofag, 4 ta turi zoofag va 7 ta turi zoofitofaglariga mansub. G'ozaga qandalasi (*C. pallidus*) Surxondaryo, Qashqadaryo viloyatlari hamda Navoiy va Buxoro viloyatlarining To'dakol suv omboriga yaqin cho'lli tumanlarida tarqalgan.

O'simlikxo'r qandalalarning rivojlanishi har xil omillar sababli turli yillarda farq qiladi. 2021-yil sharoitida uning rivojlanishi ko'p yillikka nisbatan keskin farq qilib, qishlovdan chiqishi 1,5-2 oyga kech, tarqalish areali va soni 3-5-marta kam bo'ldi. Iyun oyining III dekadasi va iyul oyining I dekadasi (g'ozaga 5-8 ta ko'sak tukkan davr) 100 tup g'ozaga 100-150 tadan qandala to'g'ri kelganda, g'ozaga hosili beda qandalasida 19,5-24,2%, dala qandalasida 13,3-18,1%, g'ozaga qandalasida o'rta toлада 78,1-88,9%, ingichka toлада 55,5-65,3% gacha kamayishi aniqlandi. G'ozaga maydonlarida beda va dala qandalalari soni 100 tup o'simlikda o'rtacha 15-30 dona bo'lganda, hosildorlikka sezilarli darajada ta'sir ko'rsatmaydi. Har bir g'ozaga navi tavsifnomasidan kelib chiqib, g'ozaga parvarishi to'g'ri olib borilsa, hosildorlik

yuqori bo'ladi. Beda va dala qandalalari soni 100 tupda 15-30 dona bo'lganda, kimyoviy ishlovga ehtiyoj bo'lmaydi. Bu holatda o'tkazilgan kimyoviy usul o'zini iqtisodiy oqlamaydi.

G'ozaga qandalasiga qarshi agrotexnik va biologik usullarda kurash tadbirlari o'tkazilganda, 25,8-36,3%, agrotexnik va kimyoviy usullarda kurash tadbirlari o'tkazilganda, 43,9-50,0% gacha nazoratga nisbatan yuqori hosil olinadi. G'ozaga qandalasiga qarshi *Bioslip BW* va *Beauveria-bassiana* mikrobiologik preparatlari qarshi kurashish uchun yetarli samaraga ega emas. Beda va dala qandalalariga qarshi eng yuqori samaradorlikka ega preparatlar quyidagilar: *Komprador*, 35% sus.k. (89,7-96,8), *Mosetam*, 20% n.kuk. (93,5-97,0), *Atila*, 5% em.k. (93,4-76,4), *Xlorpirivit Agro*, 55% em.k. (97,4-90,3), *Enjeo*, 24,7% sus.k. (96,8-88,5), *BI-58*, 40% em.k. (99,3-92,9), *Transform*, 50% v.g (98,0), *Entospilan*, 20% n.kuk. (93,5), *Alpgor*, 40% em.k. (95-100).

G'ozaga qandalasiga qarshi yuqori samara beradigan preparatlar quyidagilar: *Transform*, 50 % s.e.g. (89,9-92,5), *Safegor*, 40% em.k. (93,0-98,3), *Alpgor*, 40% em.k. (94,4-98,1), *Ribo super*, 25% sus.k. (87,3-93,4), *Xlorpirivit Agro*, 55% em.k. (98,4-92,2), *BI-58*, 40% em.k. (98,1-91,5), *Entospilan*, 20% n.kuk. (90,1).



**ILM-FAN VA INNOVATSION
RIVOJLANISH**

**НАУКА И ИННОВАЦИОННОЕ
РАЗВИТИЕ**

**SCIENCE AND INNOVATIVE
DEVELOPMENT**

5 / 2023

Bosishga ruxsat etildi: 2023-yil 31 oktabr.
Bichimi 60 x 84 ¹/₈. Shartli bosma tabog'i 14,9. Adadi 500 nusxa.
“Innovatsion rivojlanish nashriyot-matbaa uyi”
davlat unitar korxonasida ofset qog'ozda chop etildi.

“Ilm-fan va innovatsion rivojlanish” jurnali tahririyati
Manzil: 100174, Toshkent sh., Universitet ko'chasi, 7-uy.
Veb-sayt: <https://ilm.mininnovation.uz>
Telegram: t.me/Ilmfanjournali
Telefonlar: (+998) 99-373-90-35, (+998) 99-920-90-35
E-mail: ilm.fan@inbox.ru
Obuna indeksi – 1318.
Print ISSN 2181-9637.
Online ISSN 2181-4317.