



Certificate



2002 yildan
nashr etiladi

yiliga 4 marta
chop etiladi

Ilmiy-texnikaviy jurnal

Bosh muharrir:

D.Vaxabov

Bosh muharrir o'rinbosari:

N.B.Mirzayev

Mas'ul kotib:

K.R.Avazov

Tahririyat hay'ati:

H.Alimova

A.P.Parpiyev

A.E.Gulamov

Q.Jumaniyazov

X.H.Kamilova

B.M.Mardonov

A.Z.Mamatov

I.A.Nabieva

A.K.Usmankulov

A.D.Daminov

O.A.Axunbabayev

A.S.Rafikov

D.M.Muhamedova

S.Sh.Tashpulatov

P.N.Rudovskiy (Rossiya)

R.O.Jilisbaeva (Qozog' iston)

F.U.Nigmatova

M.M.Muqimov

I.G.Shin

HuWeilin (Xitoy)

Wang Hua (Xitoy)

Sh.R.Umarov

N.R.Xanxadjayeva

A.F.Plexanov (Rossiya)

I.V.Chernunova (Rossiya)

V.V.Kostileva (Rossiya)

Y.I.Bitus (Rossiya)

Li Minxi (Korea)

A.V.Safonov (Russia)

Dayva Sajek (Litva)

T.J.Qodirov

Sh.Sh.Xakimov

X.A.Babaxanova

R.A.Isayev

U.M.Maksudova

Tahririyat manzili:

100100, Toshkent sh., Shohjahon

ko'chasi, 5

Tel: (71) 253-06-06, (71) 253-19-59.

www.tju.uzsci.uz

e-mail:

textilejournal@uzbekistan@bk.ru

Ushbu jumalda chop etilgan materiallar tahririyatning yozma ruxsatisiz to'liq yoki qisman qayta chop etilishi mumkin emas.

Tahririyatning fikri mualliflar fikri bilan har doim ham mos tushmasligi mumkin. Jumalda yoritilgan materiallarning haqqoniyligi uchun maqolalarining mualliflari va reklama beruvchilar mas'uldirlar

MUNDARIJA

TO'QIMACHILIK XOMASHYOLARI TEXNOLOGIYALARI

I.X.Sidiqov, D.A.Xalmatov, Z.E.Iskandarov, S.X.Yuldashev

Paxta xomashyosining paxta g'aramlarda saqlashning parametrik va matematik modeli

4

D.A.Xalmatov, D.R.Hushnazarova

Matolami oqartirish jarayonining sinergetik boshqarish tizimi sintezi

11

TO'QIMACHILIK MATERIALLARI TEXNOLOGIYALARI

A.Gulamov, N.Esanova, U.Umirov

Pillalarni jonsizlantirishni matematik rejalashtirish regression tenglamasini tuzish

17

A.Gulamov, K.Avazov, J.Xasanov, Z.Jovliyeva, O.Kulmuminov

Tut ipak qurti g'umbagini jonsizlantirish uchun turli xil quritgichlarni tajribaviy tadqiq etish

26

M.Kolondorov, M.Rajapbayeva, M.Raximberdiyev, Sh.Fayzullayev

Soxta buram berish qurilmasini takomillashtirish

39

U.N.Begeshova

Markaziy Osiyoda paxta matolarini funksional tayyorlashning integratsiali ekologik usullarining tahlili

45

U.N.Yusupaliyeva, N.N.Yuldashev

Halqa tukli matolar uchun paxta va kimyoviy iplarni qo'shib pishitish texnologiyasini takomillashtirish

52

S.Saparova, F.Rustamova, M.Musayeva, M.Mirsadikov, M.Mukimov

Yangi tuzilishli aralash trikotaj to'qimalarini olish usullari

58

S.Saparova, M.Musayeva, M.Mirsadikov, M.Mukimov

Aralash trikotaj to'qimalarini ishlab chiqarish texnologiyasi

65

A.Gulamov, K.Avazov, Z.Jovliyeva, J.Xasanov, O.Kulmuminov

Chuvish jarayonida pillalar yakka uchini topish texnologiyasini tadqiq etish

71

K.Avazov, P.Butovskiy, O.Kulmuminov, J.Xasanov, Z.Jovliyeva

Pillalarni chuvish jarayonida xom ipak tarangligini barqarorlashtiruvchi mexatron modulning matematik modeli

82

S.Primov, B.Mirusmanov

Kam cho'ziluvchan ikki qavatli trikotaj to'qimalarini ishlab chiqarish usullari

91

N.B.Yusupova, A.A.Abduraxmonov, P.S.Siddiqov

Zamonaviy gilam to'qish dastgohlarida gilamni shakllanishiga ta'sir etuvchi asosiy omillar

97

N.T.Xo'ayeva, U.R.Uzoqova, N.B.Yusupova

Ko'p qatlamli jakkard to'qima mahsulotlari uchun naqshlarini yaratish tizimining dasturiy ta'minoti

108

Q.Jumaniyazov, K.Axmedov, K.Avazov, E.Narmatov

Takomillashtirilgan transportirovkalash kanalida tolalar oqimi harakati va ip sifat ko'rsatkichlariga ta'siri tadqiqoti

117

TIKUVCHILIK SANOATI TEXNOLOGIYASI VA DIZAYNI

M.X.Dusmuxamedova, U.M.Maksudova, Z.N.Abdurahimov

Himoya bosh kiyimlarini loyihalashdagi innovatsiyalar

125

CHARM VA POYABZAL SANOATI TEXNOLOGIYALARI

Sh.O.Boymanov, T.J.Qodirov, D.B.Burxonov

Interpolikompleksning mo'ynali hayvon teri kollageni bilan o'zaro ta'siri tadqiqoti

131

KIMYO TEXNOLOGIYA

M.SH.Xasanova

Turli kompozitsion tarkibli matolarni ekspluatatsion xossalarni tahlil qilish

139

N.S.Amirova, X.R.Nazirova

Ipak materiallarni tabiiy bo'yovchi moddalar bilan bo'yash texnologiyasini ekologizatsiya qilish

147

I.A.Nabiyeva, D.SH.Isxakova

Sellyuloza oddiy efirining reologik hossalari va uni to'qimachilik matolariga gul boshida qo'llash

155

I.A.Nabiyeva, D.SH.Isxakova, X.X.Suyarova

Suvda eruvchan sellyuloza efirini gul bosish bo'yoq tarkibida quyushtiruvchi komponent sifatida tadqiq etish

164

QOG'OZ VA MATBAA TEXNOLOGIYALARI

D.Ch.Ravshanzoda, X.A.Babaxanova

Namlilik va kullilikning qog'ozning mexanik xususiyatlariga ta'sirini o'rganish

171

X.A.Babaxanova, N.X.Ataxanova

Qog'oz ishlab chiqarishda mineral tolalardan foydalanish

178

N.Alimjanova, X.A.Babaxanova, M.Abdunazarov

Raqamli bosma usulida mikroelementlarni ifodalanishini optik mikroskopiya usuli yordamida aniqlash

184

A.A.Djalilov, K.M.Kabilova

Tajribaviy qadoqlash qog'ozida chop etish jarayonini tadqiq qilishda tajribani matematik rejalashtirish

190



Certificate



Научно-технический журнал

Издается
с 2002 года4 раза
в год

Главный редактор

Д.Вахабов

Заместитель главного редактора

Н.Б.Мирзаев

Ответственный секретарь:

К.Р.Авазов

Редакционная коллегия:

Х.Алимова

А.П.Парпиев

А.Э.Гуламов

К.Жуманиязов

Х.Х.Камилова

Б.М.Мардонов

А.З.Маматов

И.А.Набиева

А.К.Усманкулов

А.Д.Даминов

О.А.Ахунбабаев

А.С.Рафиков

Д.М.Мухамедова

С.Ш.Ташпулатов

П.Н.Рудовский (Россия)

Р.О.Жилисбаева (Казахстан)

Ф.У.Нигматова

М.М.Мукимов

И.Г.Шин

Ху Вэилин (Китай)

Ванг Хуа (Китай)

Ш.Р.Умаров

Н.Р.Ханхаджаева

А.Ф.Плеханов (Россия)

И.В.Черунова (Россия)

В.В.Костилова (Россия)

Е.И.Битус (Россия)

Ли Минхи (Корея)

А.В.Сафонов (Россия)

Дайва Сажек (Литва)

Т.Ж.Кодиров

Ш.Ш.Хакимов

Х.А.Бабаханова

Р.А.Исаев

У.М.Максудова

Адрес редакции:

100100, г. Ташкент, ул. Шохжахон,
5.

Тел: (71)253-06-06, (71)253-19-59.

www.tju.uzsci.uz

e-mail:

textilejournalofuzbekistan@bk.ru

Материалы, опубликованные в настоящем журнале, не могут быть полностью или частично возведены без письменного разрешения редакции. Мнение редакции не всегда совпадает с мнением авторов материалов. За достоверность сведений, представленных в журнале, ответственность несут авторы статей и рекламодатели.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ТЕХНОЛОГИЯ ТЕКСТИЛЬНОГО СЫРЬЯ

И.Х.Сидиков, Д.А.Халматов, З.Э.Искандаров, С.Х.Юлдашев

Параметрическая и математическая модель хранения хлопка-сырца в хлопковых бунтах

4

Д.А.Халматов, Д.Р.Хушназарова

Синтез синергетической системы управления процессом отбеливания тканей

11

ТЕХНОЛОГИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

А.Гуламов, Н.Эсанова, У.Умиров

Составление регрессионного уравнения математического планирования омирования коконов

17

А.Гуламов, К.Авазов, Ж.Хасанов, З.Жовлиева, О.Кулмунинов

Экспериментальное исследование различных сушилок для инактивации коконов тутового шелкопряда

26

М.Колондорев, М.Ражапбаева, М.Рахимбердиев, Ш.Файзуллаев

Усовершенствование устройства для предотвращения ложного перекручивания

39

У.Н.Бегешова

Анализ интегрированных экологических методов функциональной отделки хлопчатобумажных тканей в условиях центральной Азии

45

У.Н.Юсупалиева, Н.Н.Юлдашев

Совершенствование технологии получения крученых хлопчатобумажных и химических нитей для петельчатых тканей.

52

С.Сапарова, Ф.Рустамова, М.Мусаева, М.Мирсалидов, М.Мукимов

Способы получения комбинированных трикотажных переплетений новой структуры

58

С.Сапарова, М.Мусаева, М.Мирсалидов, М.Мукимов

Технология получения комбинированных трикотажных переплетений

65

А.Гуламов, К.Авазов, З.Жовлиева, Ж.Хасанов, О.Кулмунинов

Исследование технологии нахождения одиночного конца коконов в процессе разматывания

71

К.Авазов, П.Бутовский, О.Кулмунинов, Ж.Хасанов, З.Жовлиева

Математическая модель мехатронного модуля, стабилизирующего натяжение шелка сырца в процессе разматывания коконов

82

С.Примов, Б.Мирусманов

Методы производства малорастяжимых двойных трикотажных полотен

91

Н.Б.Юсупова, А.А.Абдурахмонов, П.С.Сидиков

Основные факторы, влияющие на формирование ковров на современных ковроткацких станках

97

Н.Т.Хужаева, У.Р.Узокова, Н.Б.Юсупова

Программное обеспечение для создания узоров для многослойных жаккардовых тканых изделий

108

К.Жуманиязов, К.Ахмедов, К.Авазов, Э.Нарматов

Исследование поведения потока волокна в усовершенствованном конвейерном канале и его влияния на параметры качества пряжи

117

ТЕХНОЛОГИЯ И ДИЗАЙН ШВЕЙНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

М.Х.Дусмухамедова, У.М.Максудова, З.Н.Абдурахимов

Инновации в проектировании защитных головных уборов

125

ТЕХНОЛОГИЯ ОБУВНОЙ И КОЖЕВЕННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Ш.О.Бойманов, Т.Ж.Кадиров, Д.Б.Бурханов

Исследование взаимодействия интерполикомплекса с коллагеном шкур пушных животных

131

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

М.Ш. Хасанова

Анализ эксплуатационных свойств тканей с различным композиционным составом

139

Н.С.Амирова, Х.Р.Назирова

Экологизация технологии крашения шелковых материалов природными красителями

147

И.А.Набиева, Д.Ш.Исхакова

Реологические свойства водорастворимого эфира целлюлозы и его применение в процессе печатания текстильных материалов

155

И.А.Набиева, Д.Ш.Исхакова, Х.Х.Суярова

Исследование водорастворимого эфира целлюлозы в качестве загущающего компонента печатной краски

164

ТЕХНОЛОГИЯ БУМАГИ И ПЕЧАТИ

Д.Ч.Равшанзода, Х.А.Бабаханова

Исследование влияния влажности и зольности на механические свойства бумаги

171

Х.А.Бабаханова, Н.Х.Атаханова

Применение минерального волокна для производства бумаги

178

Н.Алимжанова, Х.А.Бабаханова, М.Абдуназаров

Определение экспрессии микроэлементов в цифровой печати с помощью оптической микроскопии

184

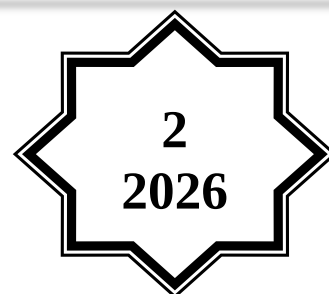
А.А.Джалилов, К.М.Кабилова

Математическое планирование эксперимента по исследованию процесса печати на экспериментальной упаковочной бумаге

190



Certificate



Scientific – technical journal

Founded in 2002

Publishing
4 times per year

Editor in chief:
D.Vaxabov

Deputy editor in chief:
N.B.Mirzayev

Executive secretary:
K.R.Avazov

Editorial board:
H.Alimova
A.P.Parpiyev
A.E.Gulamov
Q.Jumaniyazov
X.H.Kamilova
B.M.Mardonov
A.Z.Mamatov
I.A.Nabieva
A.K.Usmankulov
A.D.Daminov
O.A.Axunbabayev
A.S.Rafikov
D.M.Muhamedova
S.Sh.Tashpulatov
P.N.Rudovskiy (Rossiya)
R.O.Jilisbaeva (Qozog'iston)
F.U.Nigmatova
M.M.Muqimov
I.G.Shin
HuWeilin (Xitoy)
Wang Hua (Xitoy)
Sh.R.Umarov
N.R.Xanxadjaeva
A.F.Plexanov (Rossiya)
I.V.Chernunova (Rossiya)
V.V.Kostileva (Rossiya)
Y.I.Bitus (Rossiya)
Li Minxi (Korea)
A.V.Safonov (Russia)
Dayva Sajek (Litva)
T.J.Qodirov
Sh.Sh.Xakimov
X.A.Babaxanova
R.A.Isayev
U.M.Maksudova

Address:
Street, 5 Shokhjakhon,
Tashkent, 100100
Phone: (71) 253-06-06,
(71) 253-19-59.
www.tju.uzsci.uz
e-mail:

textilejournalofuzbekistan@bk.ru

The materials published in this journal,
cannot be full or in part reproduced
without the written sanction of edition.

The opinion of edition not always
coincides with opinion of authors. For
reliability of data submitted in journal, the
responsibility is carried by authors articles
and advertisers

CONTENTS

TECHNOLOGIES OF TEXTILE RAW MATERIALS

- I.X.Sidiqov, D.A.Xalmatov, Z.E.Iskandarov, S.X.Yuldashev**
Parametric and mathematical model of raw cotton storage in cotton riots 4
- D.A.Khalmatov, D.R.Khushnazarova**
Synthesis of a synergistic system for controlling the fabric bleaching process 11

THE TECHNOLOGIES OF TEXTILE MATERIALS

- A.Gulamov, N.Esanova, U.Umirov**
Compiling a regression equation for the mathematical planning of cocoon death 17
- A.Gulamov, K.Avazov, J.Khasanov, Z.Jovliyeva, O.Kulmuminov**
Experimental study of various dryers for inactivating mulberry silkworm cocoons 26
- M.Kolondorov, M.Rajapbayeva, M.Raximberdiyev, Sh.Fayzullayev**
Improvement of the false twist device 39
- U.N.Begeshova**
Analysis of integrated ecological methods of functional finishing of cotton fabrics in central Asia 45
- U.N.Yusupaliyeva, N.N.Yuldashev**
Improving the Technology of Combining and Twisting Cotton and Man-Made Yarns for Terry Fabrics 52
- S.Saparova, F.Rustamova, M.Musayeva, M.Mirsadikov, M.Mukimov**
Methods for producing combined knitted structures of a new design 58
- S.Saparova, M.Musayeva, M.Mirsadikov, M.Mukimov**
Technology for producing combined knitted structures 65
- A.Gulamov, K.Avazov, Z.Jovliyeva, J.Khasanov, O.Kulmuminov**
Research on the technology for finding the single filament end of cocoons during the reeling process 71
- K.Avazov, P.Butovskiy, O.Kulmuminov, J.Khasanov, Z.Jovliyeva**
Mathematical model of a mechatronic module for stabilizing raw silk tension during the cocoon reeling process 82
- S.Primov, B.Mirusmanov**
Methods of producing low-stretch double-layer knitted fabrics 91
- N.B.Yusupova, A.A.Abdurakhmonov, P.S.Siddiqov**
The main factors influencing the formation of carpets on modern carpet weaving machines 97
- N.T.Khojayeva, U.R.Uzoqova, N.B.Yusupova**
Pattern design software for multi-layer jacquard woven garments 108
- Q.Jumaniyazov, K.Akhmedov, K.Avazov, E.Narmatov**
Study of fiber flow behavior in an improved conveying channel and its impact on yarn quality parameters 117

TECHNOLOGY AND DESIGN OF THE GARMENT INDUSTRY

- M.Kh.Dusmukhamedova, U.M.Maksudova, Z.N.Abdurakhimov**
Innovations in the Design of Protective Headgear 125

TECHNOLOGIES OF THE SHOE AND LEATHER INDUSTRY

- Sh.O.Boymanov, T.J.Qodirov, D.B.Burkhonov**
Study of the interaction of interpolycomplex with collagen from fur animal skins 131

CHEMICAL TECHNOLOGY

- M.SH. Khasanova**
Analysis of the performance properties of fabrics with different compositions 139
- N.S.Amirova, X.R.Nazirova**
Ecologization of technology of dyeing silk materials with natural dyes 147
- I.A.Nabiyeva, D.SH.Iskhakova**
Rheological Properties of a Water-Soluble Cellulose Ether and Its Application in Textile Printing 155
- I.A.Nabiyeva, D.SH.Iskhakova, X.X.Suyarova**
Investigation of Water-Soluble Cellulose Ether as a Thickening Agent in Printing Paste 164

PAPER TECHNOLOGY AND PRINTING

- D.Ch.Ravshanzoda, X.A.Babakhanova**
Investigation of the effect of moisture content and ash content on the mechanical properties of paper 171
- X.A.Babakhanova, N.X.Atakhanova**
Application of mineral fibers in paper production 178
- N.Alimjanova, X.A.Babakhanova, M.Abdunazarov**
Determination of microelement expression in digital printing using optical microscopy 184
- A.A.Djalilov, K.M.Kabilova**
Mathematical planning of an experiment in researching the printing process on experimental packaging paper 190

**PAXTA XOMASHYOSINING PAXTA G'ARAMLARDA SAQLASHNING
PARAMETRIK VA MATEMATIK MODEL**

I.X. Sidiqov, D.A. Xalmatov, Z.E. Iskandarov, S.X. Yuldashev
Tashkent Institute of Textile and Light Industry

Annotatsiya. Paxta xomashyosini saqlash jarayoni paxtani dastlabki ishlash texnologik jarayonining ajralmas va muhim qismi bo'lib hisoblanadi. Paxtani to'g'ri saqlanishi hisobiga saqlashdan keyingi jarayonlarda ish unumdorligini yaxshilaydi, biroq paxtaning turfa hillari saqlash jarayoniga turlicha ta'sir ko'rsatadi. Maqolada ochiq paxta g'aramlarida paxtaning sifatli saqlanishi paxtaning ifloslik darajasi, navi, namligi, zichigi va tashqi omillar havoning harorati va namligiga bog'liqligi o'rganilgan. Paxta xomashyosini saqlash jarayonining matematik modeli dastlab dinamik graf ko'rinishida keltirilgan bo'lib, dinamik grafni tahlil qilishi paxta xomashyosining dastlabki holati $y_i(t)$ atmosfera ta'sirlari natijalarining algebraik yig'indisi va mahsulotning shu ta'sirlarga reaksiyasidan aniqlanishini ko'rsatadi. Matlab dasturida grafni modellash tirish uchun dastlabki holatni summatorlar, grafning integral aksini integratorlar, proporsional aksning yo'ylarini mos ravishda koeffitsientlar bilan modellash tirib olingan. Klassik differensial shaklida paxta xomashyosini saqlash jarayonining matematik modelini aniqlab olish uchun yangi ozod o'zgaruvchi $Z(t)$ ni kiritgan va klassik differensial shaklga o'tkazildi. Maqolada ishlab chiqilgan matematik model paxta xomashyosini saqlash jarayonining funksional strukturasini xarakterlaydi va o'tkinchi jarayon xarakteristikasini tahlil qilish uchun parametrik uzatish funksiyasini aniqlash imkonini beradi.

Kalit so'zlar: havoning nisbiy namligi, paxtaning namligi, paxtaning harorati, havoning harorati, garf, model.

Аннотация. Процесс хранения хлопка-сырца является незаменимой и важной частью технологического процесса первичной обработки хлопка. За счет правильного хранения хлопка повышается производительность труда в процессах после хранения, однако разные виды хлопка по-разному влияют на процесс хранения.

В статье изучено, что качество хранения хлопка в открытых хлопковых бунтах зависит от степени засоренности хлопка, сорта, влажности, плотности и внешних факторов, таких как температура и влажность воздуха. Математическая модель процесса хранения хлопка-сырца изначально представлена в виде динамического графа, анализ которого показывает, что исходное состояние хлопка-сырца $y_i(t)$ определяется алгебраической суммой результатов атмосферных воздействий и реакцией продукта на эти воздействия. В программе Matlab для моделирования графа исходное состояние моделируется сумматорами, интеграторами интегрального отражения графа, дугами пропорционального отражения с соответствующими коэффициентами. Для определения математической модели процесса хранения хлопка-сырца в классической дифференциальной форме была введена новая переменная $Z(t)$ и переведена в классическую дифференциальную форму. Разработанная в статье математическая модель характеризует функциональную структуру процесса хранения хлопка-сырца и позволяет определить параметрическую передаточную функцию для анализа характеристик переходного процесса.

Ключевые слова: относительная влажность воздуха, влажность хлопка, температура хлопка, температура воздуха, граф, модель.

Annotation. The process of storing raw cotton is an indispensable and important part of the technological process of primary processing of cotton. Due to proper storage of cotton, labor productivity increases in the processes after storage, however, different types of cotton have different effects on the storage process.

The article studies that the quality of cotton storage in open cotton bunches depends on the degree of contamination of cotton, grade, humidity, density and external factors such as temperature and humidity. The mathematical model of the raw cotton storage process is initially presented as a dynamic graph, the analysis of which shows that the initial state of raw cotton $y_i(t)$ is determined by the algebraic sum of the results of atmospheric influences and the reaction of the product to these influences. In the Matlab graph modeling program, the initial state is modeled by adders, integral reflection integrators of the graph, and proportional reflection arcs with appropriate coefficients. To define a mathematical model of the raw cotton storage process in the classical differential form, a new variable $Z(t)$ was introduced and converted to the classical differential form.

The mathematical model developed in the article characterizes the functional structure of the raw cotton storage process and makes it possible to determine a parametric transfer function for analyzing the characteristics of the transient process.

Keywords: relative humidity, cotton humidity, cotton temperature, air temperature, graph, model.

Kirish. Texnologik jarayonning modeli o'zida funksional sxemalar, tenglamalar, mantiqiy operatorlar, nomogrammlar, jadvallar va shu kabilarning majmuasini aks ettiradi, va kirish signaliga, jarayon parametrlariga va vaqtga bog'liq bo'lgan holda sistemaning holat xarakteristikalarini aniqlanadi.

Texnologik jarayonning ishonchliligi yetarlicha darajada bo'lgan matematik tavsifini tuzish uni shakllantirish deb ataladi. Texnologik jarayonni shakllantirishning natijasi - bu uning modelini qurishdir. Modelni ishlab chiqish texnologik jarayonni parametrlari umumiy holda vaqtga bog'liq va ehtimollik xarakteriga ega bo'lgan murakkab tizim sifatida tasavvur qilishga asoslanadi. Muayyan texnologik jarayonning matematik tavsifini qurishdagi murakkabligi uning o'rganilganlik darajasi va modelning zaruriy tafsilotlari bilan belgilanadi.

Nazariy tadqiqotlar. Paxta xomashyosini saqlash jarayoni paxtani dastlabki ishlash texnologik jarayonining ajralmas va muhim qismi bo'lib hisoblanadi. Paxtani to'g'ri saqlanishi hisobiga saqlashdan keyingi jarayonlarda ish unumdorligini yaxshilaydi, biroq paxtaning turfa hillari saqlash jarayoniga turlicha ta'sir ko'rsatadi.

Paxta xomashyosini turg'un holatda saqlash sharoitini yaratib berish uchun ma'lum darajadagi havoning nisbiy namligini xisobga olishimiz kerak. Shuningdek, paxta xomashyosini saqlashning zarur davriga va uning sifatiga bog'liq holda saqlashdagi haroratni ham aniqlab olinish zarurdir.

Paxta xomashyosini paxta g'aramlarida saqlash sharoitiga ta'sir ko'rsatadigan paxta xomashyosining sifat parametrlaridan biri bu uning namligidir. Namlik paxta xomashyosini saqlashda jarayonlarning kechishi va jadallashuvini aniqlaydi. Chunki paxta xomashyosi gigroskopik xususiyatga ega (atrof – muhit namligi bilan tez ta'sirlashish), ya'ni nam atmosferada paxta xomashyosi suvni tezlik bilan yutadi va shu bilan birga zararli mikroorganizmlar uchun qulay ta'minot hududini yaratib beradi va natijada bu paxta xomashyosining sifatini buzilishiga olib keladi [1].

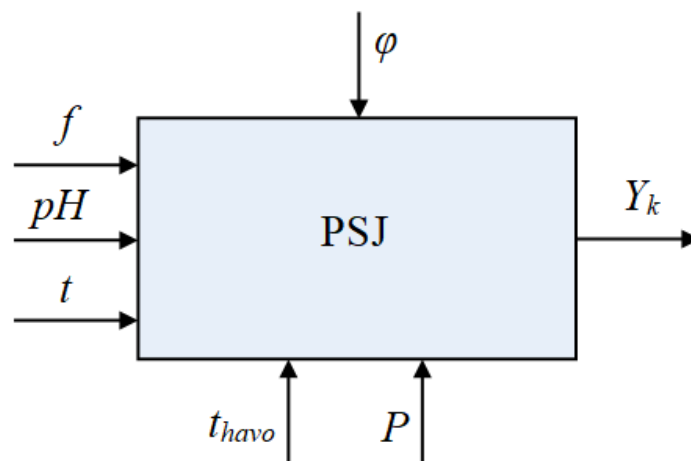
Paxta xomashyosining namligi saqlash sharoitini aniqlab olishda muhim omil bo'lib hisoblanadi. Agar paxta tayyorlash maskanlari va paxta tozalash korxonalari keladigan paxta xomashyosining namligi juda ham yuqori bo'lsa paxta quritish tozalash bo'limi yaqiniga qo'yiladi va tazda quritilib, paxta tozalash korxonasiga qayta ishlash uchun jo'natiladi. Saqlashdagi noto'g'ri namlik rejimi, shuningdek, haroratning fasllarga bo'g'liq holda o'zgarib turishi, paxta xomashyosining sifat ko'rsatkichlarini yomonlashishiga olib keladi. Shu kabi holatlarni oldini olish maqsadida, paxta xomashyosi quritilganda u 20-22 % gacha quritilishi zarur. Shuni ta'kidlash joizki, paxta xomashyosini paxta g'aramlarda uzoq muddatda saqlash uchun past namlikda saqlash maqsadga muvofiq bo'ladi [2].

Saqlanayotgan paxta to'dalaridagi harorat birinchi o'lchashda 35°C dan ortiq bo'lsa, yoki keyingi o'lchashlarda bir nuqtaning o'zida 2-3 darajaga ortib ketsa, g'aramlardagi issiq va nam

havoni so'rib chiqarib tashlash yo'li bilan sovutish kerak [3,4].

O'zining massasi va g'aramdagi nam havoni so'rib chiqarib tashlash sababli paxta g'aramlarida zichlashish hosil bo'ladi, natijada yopishish holatlari hosil bo'ladi. Zichlik va yopishish paxta xomashyosining sifatiga ta'sir ko'rsatadi va paxta g'arami buzilayotganda paxtaning oqimini qiyinlashtiradi. Ushbu holat texnologik jarayonning normal holatda kechishiga to'sqinlik qiladi.

Shunday qilib, o'tkazilgan tadqiqotlar natijasida paxta xomashyosining paxta g'aramlarda saqlashning parametrik modeli qurib olindi (1 – rasm).



1-rasm. Paxta xomashyosini paxta g'aramlarda saqlashning parametrik modeli

bu yerda: φ – havoning nisbiy namligi (10 – 100%);

f – paxtaning namligi (8 – 30%);

pH – paxtaning navi va sinfi (I-nav 3 sinf – 5-nav 3 sinf) ;

t – paxtaning harorati (15 – 60 °C);

t_{havo} – havoning harorati (10 – 40°C);

P – paxta g'aramini shamollatish uchun sarf qilinadigan quvvat;

Y_k – sifat kriteriyasi.

Keltirilgan ma'lumotlar asosida paxta xomashyosining paxta g'aramlarda saqlash texnologik jarayonining matematik modelini tavsiflab olish zarur bo'ladi.

Natijalar tahlili. Paxta tayyorlash maskanlari va paxtani dastlabki ishlash korxonalarida paxtani ochiq maydonlarda saqlash jarayoni murakkab texnologik jarayon bo'lib, ushbu jarayonga atrof – muhit (harorat, bosim, namlik va shu kabilar) ahamiyatli darajada ta'sir etadi. Agar, tegishli choralar ko'rilmasa, u holda keltirilgan faktorlar ta'sirida paxta xomashyosining sifati o'zgarib boradi va yo'l qo'yiladigan chegaradan chiqib ketadi, ya'ni paxta xomashyosi o'z holatini o'zgartirib, dastlabki holatdan oraliq holatiga (texnologik ko'rsatgichlari norma chegarasida bo'ladi), so'ng esa yakuniy holatga (ip yigirish uchun yaroqsiz bo'lib qoladi) o'tib qoladi. Shuning uchun holatlar fazosida matematik modelini qursh zarurdir.

Paxta xomashyosini ochiq maydonlarda saqlash g'arami tanlab olindi va g'aramdagi mavjud paxta xomashyosining holati atrof muhit omillari ta'sirida oraliq holatga va keyin esa yakuniy holatga o'tadi. Keltirilgan ma'lumotlarni inobatga olgan holda, g'aramda mavjud paxta xomashyosini saqlash jarayonining matematik modelini tuzib olish talab etiladi [5].

Paxta xomashyosining dastlabki holatini $Y = \{y_i\}, (i=1, \dots, n)$ to'plami bilan modellashtirib olamiz. Oraliq va yakuniy holatni $X = \{x_i\}, (i=1, \dots, m)$ to'plam bilan modellashtiramiz, shu bilan birga $m > n$.

Atrof – muhitning ta'sir etuvchi omillarini $V = \{v_l\}, (l=1, \dots, k)$ to'plam bilan modellashtiramiz, bu faktorlar ta'siri natijasida yuzaga keladigan jarayonlar V da berilgan to'plamni Y da aks ettgan holda modellashtiramiz, ya'ni $a_{b_{ij}} = \{V\} \Rightarrow \{X\}$, bu yerda a – bitta

to'plam elementining boshqasida proporsional aks ettirish simvoli; b_{ij} - mahsulotga ta'sir etuvchi atmosfera omillarini hisobga oluvchi proporsionallik koeffisienti.

Paxta xomashyosining bir holatdan boshqa holatga o'tish jarayoni atmosfera omillari ta'sirining to'planishi natijasida yuzaga keladi, shuning uchun bu jarayonlarni integral ko'rinishida aks ettirish (integral operatorlari bilan) yo'li bilan modellashtirib olamiz $a_f \{Y\} \Rightarrow \{X\}$, bu erda a_f - integralni aks ettirish simvoli, $\int$ - chiziqli integral operator [6].

Saqlash jarayonida paxta xomashyosining sifatini saqlab qolish maqsadida, paxta xomashyosi atmosfera ta'sirlariga qarshilik qila oladigan g'aramlarga joylashtiriladi. Qarshilik qilish darajasi g'aramlarning turi va saqlash sharoitiga bog'liqdir. Shu sababli, saqlash jarayonida proporsional aks ettirish muhim ahamiyatga ega, va u paxta xomashyosining atmosfera ta'sirlariga $a_{a_{ij}} = \{V\} \Rightarrow \{X\}$ qarshiligini ham hisobga oladi, bu yerda a_{ij} - proporsionallik koeffisienti. Shunday qilib, saqlash jarayonini yo'naltirilgan dinamik graf $G(t)$ ko'rinishida tasvirlash mumkin, cho'qqilar dastlabki, oraliq, yakuniy holatlar va atmosfera ta'sirlarining omillarini ko'rsatadi. Yo'naltirilgan dinamik graflarining yoylari quyidagilardir:

$a_{b_{ij}} = \{V\} \Rightarrow \{X\}$ - mahsulotga atmosferani ta'sir etish jarayonlari.

$a_f \{Y\} \Rightarrow \{X\}$, $a_f \{X\} \Rightarrow \{X\}$ - bir holatdan boshqa holatga o'tishda yuzaga keladigan jarayonlar.

$a_f \{X\} \Rightarrow \{Y, X\}$ - mahsulotning atmosfera ta'sirlariga qarshilik qilish jarayonlari.

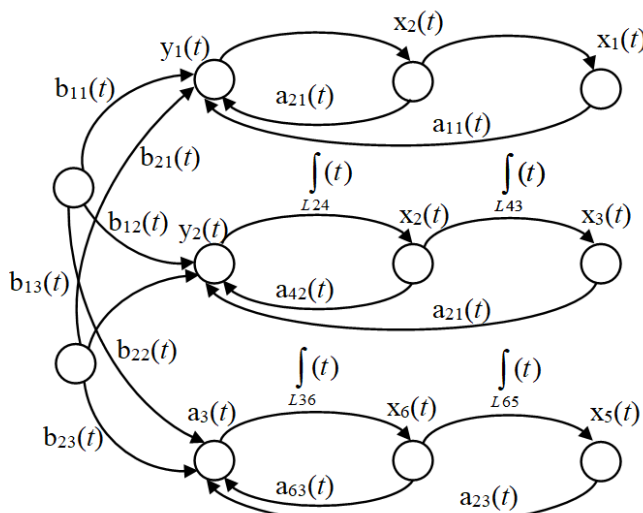
Saqlash jarayonining dastlabki matematik modelini quyidagi yo'naltirilgan dinamik graf ko'rinishida keltirilishi mumkin

$$G(t) \{V(t), Y(t), X(t), A(t), B(t), \int_{L_{ij}} \} \quad (1)$$

bunda

$$\begin{aligned} & a_{b_{ij}} \{V(t)\} \Rightarrow \{Y(t)\}, \\ & a_f \{Y(t)\} \Rightarrow \{X(t)\}, a_f \{X\} \Rightarrow \{X\}, \\ & a_{a_{ij}} \{X(t)\} \Rightarrow \{Y(t)\}. \end{aligned} \quad (2)$$

Koeffisientlari va chiziqli operatorlar vaqt funksiyasi bo'lib hisoblanadi. Indeks i - akslantirishning boshlang'ich manzili, indeks j - manzil bo'lib, grafning cho'qqilarini qayoqqa yo'naltirilganligini bildiradi (2 - rasm).



2 - rasm. Graf $G(t)$

(1) va (2) tenglamalari saqlash jarayonining boshlang'ich matematik modelini to'plam shaklida ifodalaydi. Metodni ko'rib chiqishni soddalashtirish maqsadida: $k=2$, $n=3$, $m=6$ deb qabul qilamiz. (1) va (2) ifodalardan foydalanilgan holda, yo'naltirilgan dinamik grafni $G(t)$ ayrim topologik shakl ko'rinishida cho'qqilar to'plamlari shaklida qurib olamiz

$$V(t) = \{v_1(t), v_2(t)\}, Y(t) = \{y_1(t), y_2(t), y_3(t)\},$$

$$X(t) = \{x_1(t), \dots, x_6(t)\}, \quad (3)$$

Paxta xomashyosining atmosfera ta'sirlariga bo'lgan qarshiligini hisobga olgan holda, $a_{ij}(t)$ akslantirish koeffitsienti atmosferani ta'sir etish faktorlarini inobatga oladigan koeffitsientga teskari bo'lgan belgiga ega bo'ladi [7].

Yo'naltirilgan dinamik grafni tahlil qilishi paxta xomashyosining dastlabki holati $y_i(t)$ atmosfera ta'sirlari natijalarining algebraik yig'indisi va mahsulotning shu ta'sirlarga reaksiyasidan aniqlanishini ko'rsatadi. Shunday qilib, paxta xomashyosini saqlash jarayonida dastlabki holatni quyida keltirilgan tenglama ko'rinishida ifodalash mumkin:

$$\begin{aligned} y_1(t) &= -a_{21}(t)x_2(t) - a_{11}(t)x_1(t) + b_{11}(t)v_1(t) + b_{21}(t)v_2(t), \\ y_2(t) &= -a_{42}(t)x_4(t) - a_{32}(t)x_3(t) + b_{12}(t)v_1(t) + b_{22}(t)v_2(t), \\ y_3(t) &= -a_{63}(t)x_6(t) - a_{53}(t)x_5(t) + b_{13}(t)v_1(t) + b_{23}(t)v_2(t) \end{aligned} \quad (4)$$

Matlab dasturida grafni modellashtirish uchun dastlabki holatni summatorlar, grafning integral aksini integratorlar, proporsional aksning yoylarini mos ravishda koeffitsientlar bilan modellashtirib olamiz. Holat o'zgaruvchilarining olingan sxemasidan quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\begin{aligned} x_1(t) &= x_2(t), \\ x_2(t) &= -a_{21}(t)x_1(t) - a_{21}(t)x_2(t) + b_{11}(t)v_1(t) + b_{21}(t)v_2(t), \\ x_3(t) &= x_4(t), \\ x_4(t) &= -a_{32}(t)x_3(t) - a_{42}(t)x_4(t) + b_{12}(t)v_1(t) + b_{22}(t)v_2(t), \\ x_5(t) &= x_6(t), \\ x_6(t) &= -a_{53}(t)x_5(t) - a_{63}(t)x_6(t) + b_{13}(t)v_1(t) + b_{23}(t)v_2(t). \end{aligned} \quad (5)$$

Olingan differensial tenglamalar sistemasi mahsulotni saqlash jarayonining talab etilayotgan matematik modelni aks ettiradi va atmosfera omillarining ta'sir etganidagi holatini Koshi shaklida tavsiflaydi. Hosil bo'lgan sistemani soddalashtirilgan vektor – matrisa shaklida tasvirlash mumkin:

$$\dot{X}(t) = A(t)X(t) + B(t)V(t), \quad (6)$$

$$Y(t) = HX(t). \quad (7)$$

(2.6) tenglama saqlash jarayonining holatini tavsiflaydi, (7) tenglamasi – bu tenglama jarayonning holatini (koordinatalar fazosida) o'lchaydi, bu yerda:

$X(t) = [x_1(t), \dots, x_6(t)]^T$ - fazoviy holat vektori,

$\dot{X}(t) = [\dot{x}_1(t), \dots, \dot{x}_6(t)]^T$ - fazoviy holat vektorining hosilasi;

$A(t)$ – saqlash jarayonining dinamik matritsasi bo'lib, uning parametrik muhitini xarakterlaydi va (5) ko'rinishidagi tenglamalar sistemasidan aniqlanadi:

$$A(t) = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -a_{11}(t) & -a_{21}(t) & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -a_{32}(t) & -a_{42}(t) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -a_{53}(t) & -a_{63}(t) \end{bmatrix}. \quad (8)$$

$B(t)$ – saqlanayotgan mahsulotga ta'sir etuvchi atmosfera omillarining matrisasi. Bu matrisa (5) tenglamalar sistemasidan aniqlanadi:

$$B(t) = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ b_{11}(t) & b_{21}(t) \\ 0 & 0 \\ b_{12}(t) & b_{22}(t) \\ 0 & 0 \\ b_{13}(t) & b_{23}(t) \end{bmatrix}. \quad (9)$$

$V(t)$ – (5) tenglamalar sistemasidan aniqlanadigan atmosferadan ta'sir etuvchilarni xarakterlovchi vektor:

$$V(t) = \begin{bmatrix} v_1(t) \\ v_2(t) \end{bmatrix}. \quad (10)$$

O'lchashlar matritsasi H fazoviy kordinatalarning qaysi shakli va sonini o'lchab olinishini ko'rsatadi. Chunki ko'rilayotgan holatda, barcha fazoviy muhit o'lchanmaydi, ya'ni o'lchovlar matritsasi birlik kirish matritsani aks ettiradi:

$$H = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (11)$$

va mos ravishda o'lchashlari to'liq bo'lmagan vektorga $Y \neq X$ ega bo'ladi [8-10].

Klassik differensial shaklida paxta xomashyosini saqlash jarayonining matematik modelini aniqlab olish uchun yangi ozod o'zgaruvchi $Z(t)$ ni kiritamiz va yakuniy holatni belgilab olamiz:

$$\begin{aligned} x_1(t) &= Z_1(t) \\ x_3(t) &= Z_2(t) \\ x_5(t) &= Z_3(t) \end{aligned} \quad (12)$$

Differensiallashtirish jarayonida integrallashtirish jarayoniga teskari harakat mavjud bo'lganligini hisobga olgan holda saqlash jarayonining holat o'zgaruvchilarining sxemasini Mathlab dasturida olindi va unda quyidagilar mavjud:

$$\begin{aligned} \dot{Z}_1(t) &= b_{11}(t)v_1(t) + b_{21}(t) - a_{21}(t)\dot{Z}_1(t) - a_{11}(t)Z_1(t), \\ \dot{Z}_2(t) &= b_{12}(t)v_1(t) + b_{22}(t) - a_{42}(t)\dot{Z}_2(t) - a_{32}(t)Z_2(t), \\ \dot{Z}_3(t) &= b_{13}(t)v_1(t) + b_{23}(t) - a_{62}(t)\dot{Z}_3(t) - a_{53}(t)Z_3(t). \end{aligned} \quad (13)$$

yoki klassik differensial shaklda:

$$\begin{aligned} \ddot{Z}_1(t) &= a_{21}(t)\dot{Z}_1(t) + a_{11}(t)Z_1(t) = b_{11}(t)v_1(t) - b_{21}(t)v_2(t), \\ \ddot{Z}_2(t) &= a_{42}(t)\dot{Z}_2(t) + a_{32}(t)Z_2(t) = b_{12}(t)v_1(t) - b_{22}(t)v_2(t), \\ \ddot{Z}_3(t) &= a_{63}(t)\dot{Z}_3(t) + a_{53}(t)Z_3(t) = b_{13}(t)v_1(t) - b_{23}(t)v_2(t). \end{aligned} \quad (14)$$

Hosil bo'lgan matematik model (14) paxta xomashyosini saqlash jarayonining funksional strukturasini xarakterlaydi va o'tkinchi jarayon xarakteristikasini tahlil qilish uchun parametrik uzatish funksiyasini aniqlash imkonini beradi.

Xulosa. Modelni ishlab chiqish texnologik jarayonni parametrlari umumiy holda vaqtga bog'liq va ehtimollilik xarakteriga ega bo'lgan murakkab tizim sifatida tasavvur qilishga

asoslanadi. Muayyan texnologik jarayonning matematik tavsifini qurishdagi murakkabligi uning o'rganilganlik darajasi va modelning zaruriy tafsilotlari bilan belgilanadi.

Paxta xomashyosining paxta g'aramlarda saqlashning parametrik modeli asosida paxta xomashyosining paxta g'aramlarda saqlash texnologik jarayonining matematik modelini ishlab chiqilgan Keltirilgan matematik model paxta xomashyosini saqlash jarayonining funksional strukturasi xarakterlaydi va o'tkinchi jarayon xarakteristikasini tahlil qilish uchun parametrik uzatish funksiyasini aniqlash imkonini beradi. Biroq, matematik modelni keyingi bosqichlarda tadqiq etish faqatgina taxminiy natijalarni olish imkonini beradi, chunki analitik metodlardan foydalanilganda real jarayon yetarlicha darajada soddalashtirilgan ko'rinishga keltiriladi. Analitik modellar kirish va chiqish o'zgaruvchilari hamda parametrlari o'rtasidagi bog'liqlikni matematik jihatdan to'g'ri aks ettiradi.

Reference

1. R.A.Sailov. Vliyaniye protsessa xraneniya na posleuborochnoye sostoyaniye xlopka-sirsa. *Texnologiya tekstilnoy promishlennosti*. 2009g. №5. (320)
2. Gulyayev R.A, Lugachev A.YE., Mardonov B.M. Razrabotka optimizirovannoy texnologii uvlajneniya xlopka- sirsa i issledovaniye yeye vliyaniya na soxraneniye prirodnix i pryadilnix svoystv xlopkovogo volokna. *Jurnal Texnologiya legkoy promishlennosti*. Uzbekistan. 2017 god. str.15-19.
3. Zikriyoyev E.Z. «Paxtani dastlabki qayta ishlash» O'quv qo'llanma. Toshkent, «Mexnat» 2002 y.
4. Salimov A.M., Lugachev A.YE., M.T.Xodjiyev "Texnologiya pervichnoy obrabotki xlopka". Uchebnoye posobiy. T.: "Adabiyot uchqunlari", 2018. -148str.
5. Uskov A.A., Kuzmin A.V. *Intellektualniye texnologii upravleniya*. Iskusstvenniye neyronniye seti i nechetkaya logika. -M.: Goryachaya liniya - Telekom, 2004. -143 s.
6. Soldatov V.V., Sudnik Y.A., Savosin S.I. Mikroprotsessornaya sistema avtomatizirovannogo kontrolya vlajnosti zerna i vozduxa v xranilishe / Avtomatizatsiya i informatsionnoye obespecheniye proizvodstvennix protsessov v selskom xozyaystve. *Sbornik dokladov X mejdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (16-17 sentabrya 2008 g., g. Uglich)*. Chast 1.-M.: izd-vo «Izvestiya», 2008. - S. 373 - 379.
7. Donskoy, D. A. Modelirovaniye iskusstvennix neyronnix setey v sisteme MATLAB. Chast 3. Radialniye bazisniye seti: metod, ukazaniya k vipolneniyu laboratornix rabot / D. A. Donskoy [i dr].-Penza : Penzenskiy gos. un-t, 2005.-63 s.
8. Oppoqov, Y. P. Oddiy differensial tenglamalardan misol va masalalar to'plami : o'quv qo'llanma / Y. P. Oppoqov [va boshq.].-Toshkent : 2009.-156 b.
9. O'razboyev, G. Differensial tenglamalardan masala va mashqlar to'plami : o'quv qo'llanma / G. O'razboyev, U. A. Xo'itmetov. - Urganch : 2019.-196 b.
10. Yakushenko S.Y. Sovremenniy informatsionniye sistemi. - <http://www.rlda.ru/index.htm>
11. Haykin S. *Neural Networks and Learning Machines*. - New York: Prentice Hall, 2009. - 936 p.
12. Bishop C. M. *Pattern Recognition and Machine Learning*. - New York: Springer, 2006.- 738 p.
13. Ogata K. *Modern Control Engineering*. - 5th ed. - New Jersey: Prentice Hall, 2010.- 894 p.
14. Boylestad R., Nashelsky L. *Electronic Devices and Circuit Theory*. - 11th ed. - Boston: Pearson, 2013. - 912 p.
15. Kreyszig E. *Advanced Engineering Mathematics*. - 10th ed. - New York: Wiley, 2011. - 1280 p.
16. Haykin S., Network S. *Neural networks: a comprehensive foundation* // IEEE Transactions on Neural Networks.- 2008. - Vol. 19, No. 5.- P. 705–720.

**MATOLARNI OQARTIRISH JARAYONINING SINERGETIK BOSHQARISH
TIZIMI SINTEZI**

D.A.Xalmatov, D.R.Hushnazarova
Tashkent Institute of Textile and light industry

Annotatsiya. Maqolada matolarni oqartirish texnologik jarayonini sinergetik boshqarish tizimi tadqiq qilingan. Unda matolarni oqartirish jarayoni boshqarish obyekti nuqtai nazaridan tahlil qilingan. Texnologik jarayonning o‘ziga xos xususiyatlari va boshqarish tizimining qo‘llanilishini hisobga olgan holda, dozator va shimdirish vannasining birgalikdagi texnologik sxemasi ishlab chiqilgan. Matolarni oqartirish jarayonining matematik modelini qurish va agregirlangan rostlagichlarni analitik konstruksiyalash (AKAR) usuli asosida boshqarish qonunini sintezlash masalasini yechilgan. Bunda obyektning dinamikasini ifodalovchi tasvirlovchi nuqtani ixtiyoriy boshlang‘ich holatdan invariant xilma - xillikka o‘tkazishi, so‘ngra tasvirlovchi nuqtaning ushbu xilma - xillik bo‘ylab boshqarish ta’siri ostida zaruriy holatga harakatlanishini ta’minlovchi boshqarish qonuni ishlab chiqilgan. Unda agregirlangan rostlagichlarni analitik konstruksiyalash (AKAR) usuli asosida ishlab chiqilgan boshqarish qonunidan foydalanib “dozator – shimdirish vannasi” modeli olingan. Taklif etilgan usulni modellashtirish uchun instrumental vosita sifatida MATLAB dasturiy paketidan foydalanilgan. Unda matolarni oqartirish jarayonining sinergetik boshqarish tizimini AKAR usulidagi algoritmi asosida shimdirish vannasida konsentratsiya va haroratni rostlashning o‘tkinchi jarayonlari grafiklari olindi. Sintezlangan algoritmlar asosida olingan natijalar “dozator - shimdirish vannasi” boshqarish tizimi majmuasining ishlash qobiliyatini yaxshilashga va uning samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: nochiziqli tizim, asimptotik turg‘unlik, AKAR, agregir rostlagich, nochiziqli obyekti, attraktor, tasvirlovchi nuqta, invariant xilma - xillik.

Аннотация. В статье исследована система синергетического управления технологическим процессом отбеливания тканей. В ней проанализирован процесс отбеливания тканей с точки зрения объекта управления. С учетом особенностей технологического процесса и применения системы управления разработана совместная технологическая схема дозатора и пропиточной ванны. Решена задача построения математической модели процесса отбеливания тканей и синтеза закона управления на основе метода аналитического конструирования агрегированных регуляторов (АКАР). При этом разработан закон управления, обеспечивающий перевод изображающей точки, представляющей динамику объекта, из произвольного начального положения в инвариантное многообразие, а затем перемещение изображающей точки в нужное положение под управляющим воздействием по этому многообразию. В нем получена модель «дозатор - пропиточная ванна» с использованием закона управления, разработанного на основе метода аналитического конструирования агрегированных регуляторов (АКАР). В качестве инструментального средства для моделирования предложенного метода использован программный пакет MATLAB. В нем на основе алгоритма синергетического управления процессом отбеливания тканей методом АКАР получены графики переходных процессов регулирования концентрации и температуры в пропиточной ванне. Результаты, полученные на основе синтезированных алгоритмов, служат для улучшения работоспособности и повышения эффективности комплекса системы управления «дозатор - пропиточная ванна».

Ключевые слова: нелинейная система, асимптотическое устойчивое, АКАР, агрегированный регулятор, нелинейный объект, аттрактор, изображающая точка, инвариантное многообразие.

Abstract. *This article examines a synergetic control system for a fabric bleaching process. It analyzes the fabric bleaching process from the perspective of the controlled plant. Taking into account the process characteristics and the application of the control system, a combined flow chart for the dispenser and impregnating bath was developed. The problem of constructing a mathematical model of the fabric bleaching process and synthesizing a control law based on the analytical design of the aggregated controllers (ADAC) method was solved. A control law was developed that transfers a representative point representing the plant's dynamics from an arbitrary initial position to an invariant manifold and then moves the representative point to the desired position under control action along this manifold. A "dosing - impregnating bath" model was obtained using a control law developed based on the analytical design of the aggregated controllers (ADAC) method. The MATLAB software package was used as a tool for modeling the proposed method. Using a synergistic control algorithm for fabric bleaching using the ADAC method, graphs of transient processes for regulating concentration and temperature in the impregnating bath were obtained. The results obtained using the synthesized algorithms are used to improve the performance and efficiency of the "dosing - impregnating bath" control system.*

Key words: *nonlinear system, asymptotic stability, ADAC, aggregated controller, nonlinear plant, attractor, representative point, invariant manifold.*

Kirish. Hozirgi vaqtda to'qimachilik sanoatining matolarni pardoqlashga tayyorlash jarayonlarini, xususan matolarni oqartirish jarayonini avtomatlashtirish, ishlab chiqarish samaradorligini oshirish, mahsulotning talab qilingan sifat ko'rsatkichlarini ta'minlash, shuningdek mavjud resurslardan oqilona va tejankor foydalanish imkonini beruvchi samarali boshqarish tizimlarini yaratish dolzarb vazifalardan biridir. To'qimachilik sanoatidagi matolarni pardoqlash jarayonlarining o'ziga xos xususiyati shundaki, unda turli matolarni shakllantirish usullari kabi, belgilangan xususiyatlarga va sifat ko'rsatkichlarga ega bo'lgan yakuniy mahsulotni olish uchun matolarga ishlov berishning usullari, texnologik reglamenti ham bir-biridan farq qiladigan o'zaro bog'langan texnologik operatsiyalarning ko'p qirraliligi hisoblanadi [1-2]. To'qimachilik sanoatini rivojlantirishni yuqori bosqichlarga olib chiqish, texnologik jarayonlarni zamonaviy texnik agregatlar asosida jixozlash, mahsulotlar xilma - xilligini ta'minlash imkonini beruvchi agregatlarning ishlash samaradorligini yaxshilash dolzarb masalalardan biridir.

Yuqorida keltirilgan muammolarning samarali yechimi to'qimachilik sohasidagi matolarni pardoqlashga tayyorlash jarayonlarida ishlab chiqarilayotgan mahsulot sifatini ta'minlash imkonini beruvchi hamda jarayonda qo'llaniladigan energoresurslarni tejashga xizmat qiluvchi boshqarish tizimlarini yaratish va mavjudlarini takomillashtirishdan iborat. Matolarni oqartirish jarayonining samarali boshqarish tizimlarini yaratishda matolarni oqartirish jarayonida qo'llaniladigan yopishqoq namunaviy kimyoviy elementlar sarfini avtomatik boshqarish muhim vazifalardan biri hisoblanadi. Hozirgi paytda matolarni oqartirish jarayonida qo'llanilayotgan tizimlarda boshqarish sifatini yetarlicha ta'minlay oladigan aniq va mos ravishdagi matematik modellarning yetishmasligi avtomatik boshqarish tizimlarini ishlab chiqish jarayonini yanada murakkablashtirmoqda [2-3]. Oqartirish jarayoni matoning oqlik darajasini oshirish maqsadida amalga oshiriladi. Oqartirish jarayonining mohiyati oksidlovchilar yordamida to'qimachilik matolaridan turli tabiiy chiqindilar va bo'yovchi moddalarni to'liq chiqarishdan iboratdir [2-3]. Ushbu vazifalarni amalga oshirish uchun matolarni oqartirish texnologik jarayonlarining shimdirish vannalaridagi ishchi eritmaning haroratini, sathini, konsentratsiyasini hamda boshqa omillarni nazorat qilish, ushbu parametrlarni belgilangan nominal qiymatlarda rostlashni ta'minlash zarur.

To'qimachilik sanoatida matolarni oqartirish jarayonlarining [4-6] tahlili shuni ko'rsatdiki, oqartirish jarayoni shimdirish vannalarida ishqoriy muhitda amalga oshiriladi va yoqilg'i ta'minotining o'zgarishi bilan bog'liq bo'lgan issiqlik va issiqlik agentining haroratini,

kimyoviy eritmalar konsentratsiyasini yetkazib berishni rostlash orqali amalga oshiriladi. Yuqorida tahlil qilingan va ko'rib chiqilgan asosiy omillardan tashqari matolarni oqartirish jarayonining sifatiga ta'sir qiluvchi nohiziqli xususiyatlar bilan xarakterlanuvchi ayrim omillarni ham hisobga olish zarur. Bular matoning siqish darajasi, shimdirishdan oldingi yuvish sifati, matoning namligi, matoning harakatlanish tezligi, matoning yuvishdan keyingi kapillyarlik va oqlik ko'rsatkichlari va boshqalar. Shu bilan birga ushbu omillarning o'zaro bog'lanishlari va ta'sirlarini ham inobatga olish zarur, chunki ular matolarni oqartirish jarayonining tezlashishi yoki susayish holatlarini keltirib chiqarishi natijasida mahsulotning sifat ko'rsatkichlariga jiddiy ta'sir qiladi.

Maqolada texnologik obyektning boshqarish nuqtai nazaridan tahlillariga asoslangan holda, tadqiq qilinayotgan tizimning nohiziqli, ko'p o'lchamli va ko'p bog'lanishli ekanligini, hamda o'zgaruvchilarning o'zaro bog'liqligi, o'zgaruvchanligi va nohiziqililigi, shu bilan birga jarayonga ta'sir qiluvchi omillarning o'zaro bog'lanishlari va ta'sirlarini hisobga olgan holda matolarni oqartirish jarayonini boshqarish tizimini sintezlash masalasini yechish imkonini beruvchi sinergetik boshqarish nazariyasiga asoslangan AKAR usuli taklif qilindi.

Nazariy tadqiqotlar. Odatda, real sharoitlardagi barcha boshqarish tizimlari katta yoki kichik darajada nohiziqli hisoblanadi. Biroq, muhandislik nuqtai nazaridan chiziqli tizimni ko'rib chiqish maqbul bo'lgan barcha holatlarni tahlil qilishda birmuncha oddiyroq va ishlab chiqilgan chiziqli boshqarish tizimlari nazariyasiga murojaat qiladi. Shundan keyingina tizimning xulqida nohiziqilik muhim rol o'ynaganda, nohiziqli boshqarish tizimlari nazariyasiga murojaat qilinadi.

Nohiziqli boshqarish tizimini tahlil qilish masalalarini yechishda sinergetik yondashuv usulini qo'llash uchun dastlab tizimning chiqish signallari va kirish signallarini aniqlash, so'ngra ularning o'zaro ta'sirlarini o'zida namoyon qiluvchi matematik modelni shakllantirish zarur [7]. Natijada bir yoki bir nechta yuqori tartibli nohiziqli differensial tenglamalar, ba'zan matematik modelni tahlil qilishda juda ko'p mehnat talab qiladigan bir qancha mantiqiy munosabatlarga ega bo'lishi mumkin. Shuning uchun ham nohiziqli tizimni tahlil qilish masalasini hal qilish uchun nohiziqli tizim parametrlari va boshqarish jarayonining dinamik ko'rsatkichlari o'rtasidagi matematik bog'lanishlarni juda oddiy shaklda aniqlashga imkon beradigan hisoblash usullari kerak.

To'qimachilik matolarni oqartirish jarayonining matematik modelini qurish va agregirlangan rostlagichlarni analitik konstruksiyalash (AKAR) usuli asosida boshqarish qonunini sintezlash masalasini yechish obyektning dinamikasini ifodalovchi tasvirlovchi nuqtani (TN) ixtiyoriy boshlang'ich holatdan invariant xilma - xillikka o'tkazishi, so'ngra TN ning ushbu xilma - xillik bo'ylab $u=u(x)$ boshqarish ta'siri ostida zaruriy holatga harakatlanishini ta'minlashdan iboratdir [8-9]. Shuni ta'kidlash zarurki, AKAR usuli bo'yicha tasvirlovchi nuqtaning dinamikasi funksional tenglamalar tizimini qanoatlantirishi kerak [11]:

$$T_k \ddot{\psi}_k(t) + \varphi_k(\psi_k) = 0 \quad (3)$$

$\varphi_k(\psi_k)$ funksiyalarni tanlashning zaruriylik sharti tizimning asimptotik turg'unligini ta'minlash va bir vaqtning o'zida boshqarish jarayoniga kerakli sifatlarni berish hisoblanadi. Shuni ta'kidlash kerakki, odatda tizimning tasvirlovchi nuqtasi attraktor bilan kesishguncha fazaviy trayektoriya bo'ylab harakatlanadi.

Yuqorida keltirilgan protsedurani AKAR usuli bo'yicha funksional ko'rinishida quyidagicha ifodalash mumkin [7, 10-11]:

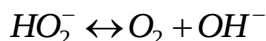
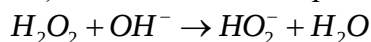
$$J_0 = \int_0^{\infty} [\varphi_k^2(\psi_k) + T_k^2 \dot{\psi}_k^2(t)] dt. \quad (4)$$

Shunday qilib, AKAR usulida sintezlangan boshqarish vektori $u=u(x)$ funksionalning minimumini ta'minlaydi, ya'ni funksional bo'yicha optimal hisoblanadi.

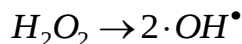
Matolarni oqartirish jarayoni tashkil etiladigan dozator va shimdirish vannasidagi ishchi eritma konsentratsiyasi va haroratini boshqarish tizimining agregirlangan rostlagichlarni analitik

konstruksiyalash (AKAR) usuli [12-15] asosida sintezlangan boshqarish qonunlarini amaliyotga joriy etish masalasini ko'rib chiqamiz. Texnologik jarayonning o'ziga xos xususiyatlari va boshqarish tizimining qo'llanilishini hisobga olgan holda, dozator va shimdirish vannasining birgalikdagi texnologik sxemasi ishlab chiqilgan.

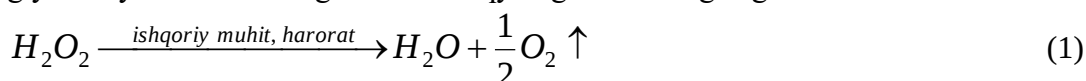
Eksperimental tadqiqotlar. Matolarni oqartirish jarayoni ikkita ketma-ket ulangan oqartirish agregatlari deb qaraladigan dozator va shimdirish vannasida amalga oshiriladi (1-rasm). Ishqoriy muhitda vodorod peroksidi oqartirishni amalga oshiruvchi faol kislorod (atomar kislorod yoki gidroperoksil radikallar) hosil bo'lishi bilan parchalanadi:



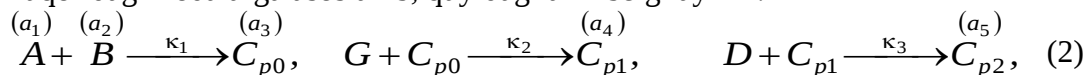
Bunda radikal mexanizm ham bo'lishi mumkin:



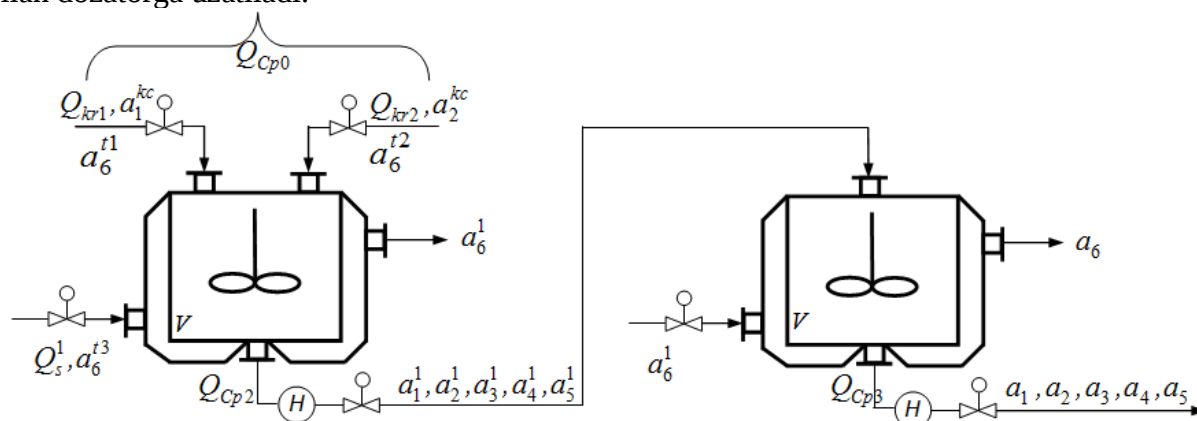
bu yerda OH^- - gidroksid - ion, HO_2^- - gidroperoksil onion, $OH^\bullet$ -gidroksil radikal. Oqartirishning yakuniy soddalashtirilgan sxemasi quyidagi ko'rinishga ega:



Hosil bo'lgan (O) faol kislorod to'qimachilik tolalaridagi rangli aralashmalar (xromoforlar) ni oksidlab, ularning molekulyar bog'lanishlarini buzadi va oqartirishni ta'minlaydi. Yuqoridagi ifodalarga asoslanib, quyidagilarni belgilaymiz:



bu yerda A, B, G, D - dastlabki reagentlar (A - vodorod peroksid, B - natriy silikat, N - o'yuvchi natriy, D - sirti aktiv modda), C_{p0}, C_{p1}, C_{p2} - reagentlar konsentratsiyasi; $\kappa_1, \kappa_2, \kappa_3$ - reaksiya tezligi doimiysi, a_i - dozator va shimdirish vannasidagi kimyoviy reagentlar konsentratsiyasi. C_{p2} - ishchi eritma konsentratsiyasi hizoblanib, uni dozatorning chiqishidagi asosiy chiqish kattaligi va shimdirish vannasining kirishidagi asosiy kirish kattaligi deb qaraymiz. Matolarni oqartirish jarayoni uchun asosiy hisoblangan kimyoviy reagentlar Q_{kr1}, Q_{kr2} alohida oqimlar bilan dozatorga uzatiladi.



1 - rasm. To'qimachilik matolarini oqartirish jarayonining texnologik sxemasi

1 - rasmda rasmda oqartirish texnologik jarayonini tavsiflovchi texnologik parametrlar uchun quyidagi belgilashlar kiritilgan bo'lib, ular quyidagicha: a_1^{kc}, a_2^{kc} - oqartiruvchi kimyoviy reagentlarning boshlang'ich konsentratsiyasi; a_6^{t1}, a_6^{t2} - oqartiruvchi kimyoviy reagentlarning boshlang'ich harorati; Q_{kr1}, Q_{kr2} - oqartiruvchi kimyoviy reagentlarning sarfi; Q_s, a_6^{t3} - dozator

kirishidagi suvning sarfi va harorati; a_6^1 - dozatorning chiqishidagi va shimdirish vannasining kirishidagi ishchi eritmaning harorati; Q_{Cp2} - dozatorning chiqishidagi va shimdirish vannasining kirishidagi ishchi eritmaning sarfi; $a_1^1, a_2^1, a_3^1, a_4^1, a_5^1$ - dozatordagi komponentlarning mos ravishdagi konsentratsiyasi; a_6^1, a_6 - dozator va shimdirish vannasidagi ishchi eritma harorati; Q_{Cp3} - to'yingan eritma sarfi; V - mos ravishda dozator va shimdirish vannasining hajmi. Obyektning ishlash maqsadi uning chiqishida (C_{p2}) ishchi eritma konsentratsiyasining berilgan optimal qiymatini ta'minlash ekanligini hisobga olgan holda, boshqarish tizimining asosiy vazifasini quyidagicha belgilash mumkin: ichki va tashqi g'alayonlar sharoitida boshqarish obyektining chiqish kattaligi hisoblangan ishchi eritma konsentratsiyasi va haroratining belgilangan qiymatlarini texnologik cheklovlarni hisobga olgan holda barqarorligini ta'minlashdan iboratdir.

Ushbu muammoni samarali hal etish uchun matolarni oqartirish jarayonining sifatiga ta'sir ko'rsatuvchi rostlanishi kerak bo'lgan asosiy texnologik parametrlarni to'g'ri tanlash zarur. Buning uchun qaralayotgan texnologik obyektidagi boshqaruvchi va boshqariluvchi parametrlarining o'zaro bog'lanishlari va ta'sirlarini to'g'ri tahlil qilgan holda boshqarish tizimining matematik modeli tenglamalarini sinergetik boshqarish nazariyasining AKAR usuli o'zgaruvchilari bilan shakllantirish masalasini hal etish kerak.

Agregatlardagi ishchi eritma C_{p2} konsentratsiyasining o'zgarishini ifodalovchi (5) dagi to'rtinchi tenglamaning tuzilishini quyidagicha tahlil qilish mumkin: C_{p1} - ishchi eritma tezligini $C_{p0} - a_3$ eritma konsentratsiyasini o'zgartirish orqali amalga oshirish mumkin, buni esa a_3^1 kirish oqimidagi ushbu komponent tarkibini o'zgartirish orqali amalga oshirish mumkin bo'ladi. Shuni ham hisobga olish kerakki, $\frac{da_4}{d\tau}$ - ning tezligiga C_{p1} konsentratsiya a_4^1 kirish oqimi orqali bevosita ta'sir qiladi. Bundan kelib chiqadiki, rostlanuvchi o'zgaruvchi a_4 uchun boshqaruvchi ta'sir sifatida a_3^1 yoki a_4^1 kattalikni tanlash mumkin. Unda dozatordan shimdirish vannasiga uzatilayotgan Q_{Cp2} konsentratsiya sarfini boshqaruvchi ta'sir sifatida qarash kerak bo'ladi.

Yuqoridagi belgilashlardan kelib chiqqan holda shimdirish vannasining matematik modelini quyidagicha ifodalaymiz:

$$\begin{aligned}\frac{da_1}{d\tau} &= -\kappa_1 a_1 a_2 - \kappa_2 a_1 a_3 - \kappa_3 a_1 a_4 - z a_1 + z a_1^1 \\ \frac{da_2}{d\tau} &= -\kappa_1 a_1 a_2 - z a_2 + z a_2^1 \\ \frac{da_3}{d\tau} &= \kappa_1 a_1 a_2 - \kappa_2 a_1 a_3 - z a_3 + z a_3^1 \\ \frac{da_4}{d\tau} &= \kappa_2 a_1 a_3 - \kappa_3 a_1 a_4 - z a_4 + z a_4^1 \\ \frac{da_5}{d\tau} &= \kappa_3 a_1 a_4 - z a_5 + z a_5^1 \\ \frac{da_6}{d\tau} &= \beta_1 \kappa_1 a_1 a_2 + \beta_2 \kappa_2 a_1 a_3 + \beta_3 \kappa_3 a_1 a_4 - (\gamma + z) a_6 + z a_6^1 + \gamma\end{aligned}\tag{5}$$

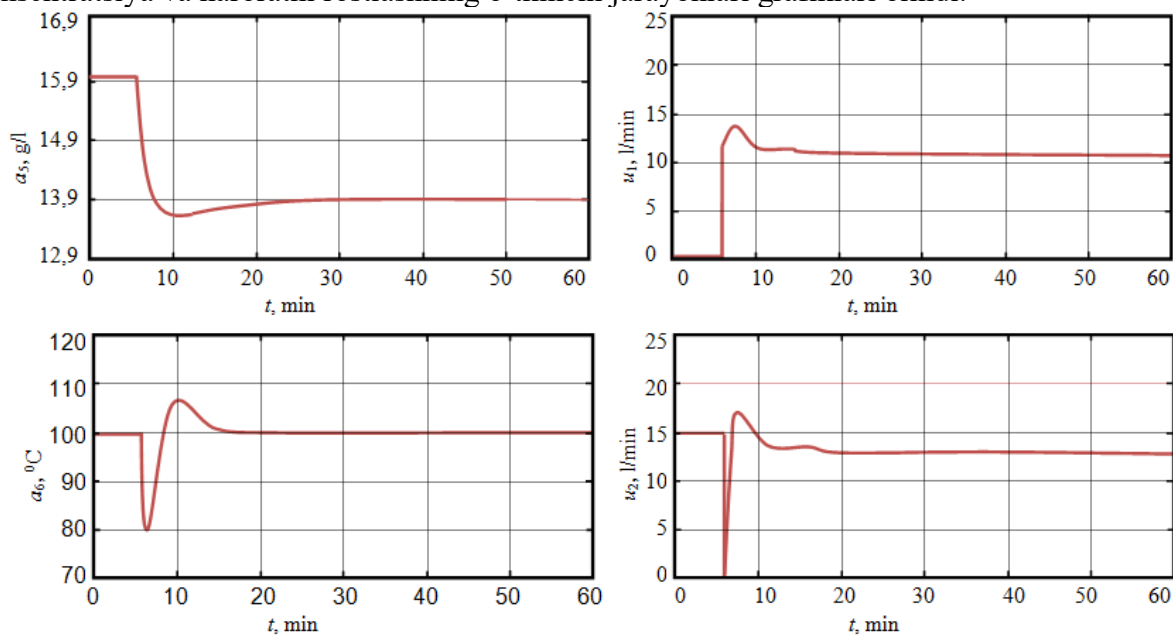
bu yerda $z = Q_{Cp2} / V$; $z_1 = 1 / L$; $\beta_i = \Delta H_i / (\rho C)$; $\gamma = K_T F_T / (\rho C V)$; $\kappa_1, \kappa_2, \kappa_3$ - reaksiya tezligi koeffitsiyentlari; ΔH_i - reaksiyaning issiqlik effekti; K_T - issiqlik uzatish koeffitsiyenti, K_T - issiqlik almashinuvi yuzasi; ρ - ishchi eritma zichligi, C - issiqlik sig'imi.

Natijalar tahlili. Boshqaruvchi kattaliklar sifatida tanlab olingan $u_1 = a_3^1$ va $u_2 = a_6^1$ lar uchun sintezlash masalasini ko'rib chiqamiz. (5) tizimning uchinchi va oltinchi tenglamalari quyidagi ko'rinishda tasvirlanadi:

$$\frac{da_3}{d\tau} = \kappa_1 a_1 a_2 - \kappa_2 a_1 a_3 - z a_3 + z u_1$$

$$\frac{da_6}{d\tau} = \beta_1 \kappa_1 a_1 a_2 + \beta_2 \kappa_2 a_1 a_3 + \beta_3 \kappa_3 a_1 a_4 - (\gamma + z) a_6 + z a_6^1 + \gamma u_2$$
(6)

Matlab dasturida matolarni oqartirish jarayonining sinergetik boshqarish tizimini AKAR usuliga asoslangan strukturaviy modeli yig'ildi. 2 – rasmda ushbu model asosida ishchi eritma konsentratsiyasining ($\bar{a}_5 = 13.9 \text{ g/l}$) berilgan qiymati o'zgarganda shimdirish vannasida konsentratsiya va haroratni rostdashning o'tkinchi jarayonlari grafiklari olindi.



2 - rasm. Konsentratsiya rostdagichiga beriluvchi ta'sir o'zgarganda tizimdagi rostlanuvchi parametrlar va boshqariluvchi ta'sirlarning o'zgarishi

Xulosa. Grafiklardan (2-rasm) ko'rinib turibdiki, boshqarishning berk tizimi berilgan ta'sirga mos keladi, texnologik cheklovlar asosida ishchi eritma konsentratsiyasi va haroratini rostdash uchun o'rnatilgan ish rejimlarida aniqlik yuqori, so'nish koeffitsiyenti pasaygan, tizim esa muvozanat holatida. Bundan shuni xulosa qilish mumkinki, taklif etilayotgan algoritim boshqarish tizimining nafaqat sifat ko'rsatkichlarini, balki uning turg'unligini ham ta'minlash imkonini berar ekan. Shu bilan birga, mavjud amaliy dasturlar yordamida yaratilgan matolarni oqartirish texnologik jarayonining dasturiy majmuasi asosida olingan natijalar jarayonning imitatsion modeli natijalari bilan mutanosibdir. Bu esa AKAR metodologiyasi asosida ishlab chiqilgan dasturning to'g'riligini kafolatlaydi. Bundan xulosa qilib shuni ta'kidlash mumkinki, sintezlangan algoritmlar asosida olingan natijalar "dozator - shimdirish vannasi" boshqarish tizimi majmuasining ishlash qobiliyatini yaxshiladi va uning samaradorligini isbotladi.

Reference

1. D.A.Xalmatov, D.R.Xushnazarova. Nechyotkoye regulirovaniye elektroprivodami texnologicheskix protsessov. Avtomatlashtirish tizimlari va yashil energetika muammolari: ishlab chiqarishda, fan va ta'limda. Respublika ilmiy-amaliy anjumani. Qarshi, 2024 yil 18-19 oktabr. 33-36 b.
2. Belenkiy L.I., Omelyanchuk L.A., Shviryov S.S. Avtomaticheskoye upravleniye texnologicheskimi protsessami otdelochnogo proizvodstva.- M.: Legprombitizdat, 1990. -208 s.
3. Nazarova M.V., Romanov V.Y. Avtomatizatsiya texnologicheskix protsessov v tekstilnoy promishlennosti. -Volgograd: IUNL VolgGTU, 2014. -160 s.

-
4. V.I.Shkrobisheva, R.A.Bikov, N.P.Shitova. Sovremennoye oborudovaniye dlya otdelki tekstilnix materialov. Ivan. Gos. xim.-texnol. un-t. - Ivanovo, 2008. -80 s.
 5. Belsov V.M. Oborudovaniye tekstilnix otdelochnix predpriyatiy. SPGUTD. - SPb.: 2000. - 568 s.
 6. Xushnazarova D.R. Analiz protsessa otbelivaniya tkani v avtomatizirovannoy sisteme upravleniY. "Science and Education" Scientific Journal. September 2021. Volume 2. Issue 9, 2021. -C. 210-214.
 7. Kolesnikov A.A. Sinergeticheskaya teoriya upravleniY. -Taganrog: TRTUb M.: Energoatomizdat, 1994, -344 s.
 8. A.A.Kolesnikov, G.E.Veslov, A.N.Popov, Al.A.Kolesnikov, et. al. Synergetic control by nonlinear electromechanical systems. -Moscow, ISPO-Servis, 2000. -298 p.
 9. Siddiqov I.H., Usmanov K.I., Yakubova N.S. Synergetic control of nonlinear dynamic objects. International scientific and technical journal. Chemical Technology. Control and Management. №2(92), 2020. pp.44-55. URL: https://uzjournals.edu.uz/ij_ctcm/vol2020/iss2/8.
 10. R.Chu, Z.Liu, Z.Chu. Improved super-twisting sliding mode control for ship heading with sideslip angle compensation. Ocean Eng., 260, 2022. pp. 1-12
 11. Madark M., Ba-Razzouk A., Abdelmounim E., El Malah M. A new induction motor adaptive robust vector control based on backstepping. International Journal of Electrical and Computer Engineering. 7(4), 2017, pp. 1983-1993.
 12. Kolesnikov A.A., Kolesnikov Al.A., Kuzmenko A.A. Metodi AKAR i bekstepping v zadachax sinteza nelineynix sistem upravleniY. Mexatronika, avtomatizatsiya, upravleniye. - 2016.-T. 17.-№7. - S. 435-445.
 13. Sidikov Isamidin Xakimovich, Xalmatov Davronbek Abdalimovich, Xushnazarova Dilnoza Raxmanovna, Maydunov Tayr Tolonovich, Sarimsakov Adilkan Azimjanovich. Sintez sinergeticheskogo zakonov upravleniya nelineynix dinamicheskix obyektov. Izvestiya OshtU. Nauchno - texnicheskij jurnal, 2023 № 2, chast 2, Kirgiziya, str. 37-45.
 14. Siddikov I.H., Khalmatov D.A., Khushnazarova D.R. Synthesis of synergetic laws of control of nonlinear dynamic plants. E3S Web of Conferences, 060 (2023) IPFA 2023 452 24. pp.1-6
 15. Isamidin Siddikov, Davronbek Khalmatov, Zokhid Iskandarov, Dilnoza Khushnazarova. Synergetic synthesis of a neural network controller for an adaptive control of a nonlinear dynamic plant. International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE), Vol.15, No.6, December 2025, pp. 5258 - 5265.

UO‘K 677.021.125.7

PILLALARNI JONSIZLANTIRISHNI MATEMATIK REJALASHTIRISH REGRESSION TENGLAMASINI TUZISH

A.E.Gulamov, N.B.Esanova, U.B.Umirov
Tashkent Institute of Textile and light industry

Annotatsiya. Maqolada intensiv usulda yetishtirilgan pillalarni dastlabki ishlash rejimlarini takomillashtirish asosida tavsiyalar ishlab chiqilgan. Buning uchun tadqiqot jarayonida intensiv usulda yetishtirilgan pillalar g‘umbagini jonsizlantirishning ratsional parametrlari tajribani matematik rejalashtirish usulidan foydalangan holda kiruvchi faktorlar etib quritish harorati (T), vaqt (t) va qatlam qalinligi (S) ning g‘umbak jonsizlanish foiziga ta’sirini ifodalovchi regressiya tenglamasi ishlab chiqilgan. Koxren kriteriyasi yordamida dispersiyalarning bir jinsliligi tekshirilib, regressiya koeffitsiyentlari hisoblanib, olingan koeffitsiyentlarni ahamiyatliligi Styudent mezonidan foydalangan holda tekshirilgan va yakuniy regressiya tenglamasi olingan. Olingan tenglamani Mathcad dasturidan foydalangan holda X_1 , X_2 va X_3 lar orasidagi o‘zaro bog‘liqlik izochiziqlari olingan va bir-biri bilan taqqoslanib

optimal parametrlari tanlangan. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, turli usullarda yetishtirilgan Zarafshon-2 va Zarafshon-3 mahalliy duragay pillalarini 90°C; 100°C; 110°C haroratlarda 60; 90; 120 min vaqt oraliqlarida issiq havoda jonsizlantirib o'rganilganda quritish harorati 90°C, vaqt davomiyligi 120 daqiqa eng maqbul rejim bo'lib, g'umbakni to'liq jonsizlantirdi, kapalak chiqishining oldini oldi va quritish koeffitsientini $2,34 \div 2,42$ ga barqarorlashtirishi aniqlangan.

Kalit so'zlar: pilla, g'umbak, dastlabki ishlash, regressiya tenglamasi, izochiziqlar, quritish koeffitsiyenti.

Аннотация. В статье разработаны рекомендации по совершенствованию режимов первичной обработки коконов, выращенных интенсивным методом. В ходе исследования рациональные параметры омертвления куколки в коконах, полученных интенсивным способом, были определены с использованием метода математического планирования эксперимента. Разработано регрессионное уравнение, описывающее влияние входных факторов-температуры сушки (T), времени (t) и толщины слоя (S)-на степень омертвления куколки. Однородность дисперсий была проверена с помощью критерия Кохрен, коэффициенты регрессии были рассчитаны, а их значимость оценена с использованием критерия Стьюдент. В результате было получено окончательное регрессионное уравнение. На основе данного уравнения с использованием программы Mathcad были построены изолинии, отражающие взаимосвязь факторов X_1 , X_2 и X_3 , что позволило определить оптимальные параметры процесса. Результаты исследования показали, что при обработке местных гибридных коконов Зарафшан-2 и Зарафшан-3 горячим воздухом при температурах 90°C, 100°C и 110°C в течение 60, 90 и 120 минут наиболее оптимальным режимом является 90°C при продолжительности 120 минут. Данный режим обеспечивает полное сушку куколок, предотвращает выход бабочек и стабилизирует коэффициент сушки в пределах 2,34–2,42.

Ключевые слова: кокон, куколка, первичная обработка, технология сушки, регрессионное уравнение, изолинии, коэффициент сушки.

Abstract. The article presents recommendations for improving the initial processing regimes of cocoons produced by intensive methods. In the course of the research, rational parameters for inactivating the pupae of cocoons in intensively cultivated were determined using the method of experimental mathematical design. A regression equation was developed to describe the effect of input factors—drying temperature (T), time (t), and layer thickness (S)—on the percentage of pupae devitalization. The homogeneity of variances was verified using the Cochran's test, regression coefficients were calculated, and their significance was assessed using the Student's t-test. As a result, a final regression equation was obtained. Based on this equation, contour plots representing the interactions between X_1 , X_2 , and X_3 were generated using Mathcad. By comparing these plots, the optimal processing parameters were identified. The research results showed that when local hybrid cocoons such as Zarafshon-2 and Zarafshon-3, cultivated under different methods, were subjected to hot-air devitalization at temperatures of 90°C, 100°C, and 110°C for durations of 60, 90, and 120 minutes, the most optimal regime was found to be 90°C for 120 minutes. This mode ensured complete devitalization of the pupae, prevented moth emergence, and stabilized the drying coefficient within the range of 2.34–2.42.

Keywords: cocoon, pupa, initial processing, regression equation, contour plots, drying coefficient.

Respublikamizda pilla yetishtirish va uni qayta ishlash, turli mintaqalarimizga moslashgan sermahsul zot va sanoatbop duragaylar hamda to'yimlilik yuqori bo'lgan tut navlari yaratish, mahalliy va xorij ipak qurtlarini O'zbekistonning o'ziga xos quruq iqlim sharoitlarida to'g'ri parvarishlash, ularni doimiy harorat va nisbiy namlik bilan ta'minlash usullarini ishlab chiqish borasida muayyan yutuqlarga erishib kelinmoqda. Lekin, yaratilgan intensiv usulda

yetishtirilgan ipak qurtining hayotchanligi va mahsuldorlik ko'rsatkichlaridan tashqari, ipakchilik tarmog'i uchun eng muhim ko'rsatkichlaridan biri bo'lgan pilla qobig'ining xususiyatlariga, dastlabki ishlov berish rejimlarini ratsional parametrlarini to'g'ri tanlash, ipak iplarining sifatiga ta'sirini o'rganish va ilmiy asoslash dolzarb muammolardan biridir. Pilla yetishtirish va unga dastlabki ishlov berishni asosiy maqsadi, ipak chuvish fabrikalarini sifatli mahsulot bilan ta'minlash, asosiy massasi bir xil kalibr va xususiyatlarga ega bo'lgan partiyalarni hosil qilish, pillaning xususiyatini o'zgartirmay uzoq muddatga, ya'ni kelgusi yil hosiligacha saqlash imkoniyatini yaratishdan iboratdir [1-5].

Tadqiqotlar natijasida intensiv usulda pillalarni yetishtirish nafaqat pilla sifatini yaxshilashga, g'umbakni hayotchanligiga ham ijobiy ta'sir ko'rsatganligi aniqlandi. Bu holat esa pilla quritish ko'effisientini aniqlash va yangi texnologik rejimni tanlashni taqozo etadi. Pilla g'umbagini jonsizlantirishni regression tenglamalarini topish uchun Uch omilli 2^3 to'liq faktorial reja asosida matematik modellashirish ishlari olib borildi. Kiruvchi faktorlar etib quritish harorati (T), vaqt (t) va qatlam qalinligi (S) ning g'umbak jonsizlanish foiziga ta'sirini ifodalovchi regressiya tenglamasi ishlab chiqildi va tajribaning rejalashtirish sharti 1-jadvalda keltirildi. Chiquvchi parametr sifatida g'umbagi jonsizlantirilgan pillalarning miqdori % da chiqishini olamiz (u) va quritish parametrlarining (kiruvchi faktorlarining) bu sifat ko'rsatkichiga ta'sirini tajriba asosida o'rganamiz. Buning uchun rejalashtirish matritsasi asosida har bir sharoitda 3 marotaba takroran tajribalar o'tkazamiz. Bu holda tajribalar soni $N=23=8$, takrorlanishlar soni $m=3$ ni hisobga olsak umumiy tajribalar soni $N*m=24$ bo'ladi.

1-jadval

Tajribaning rejalashtirish sharti						
№	Faktorning nomi, belgisi	Kodlashtirilgan belgisi	Faktorning haqiqiy qiymati			O'zgarish oralig'i
			-1	0	1	
1.	Harorat, T, °C	X_1	90	100	110	10
2.	Vaqt, t, minut	X_2	60	90	120	30
3.	Qatlam qalinligi, S, mm	X_3	130	150	180	30

Chiquvchi parametrning tajribaviy natijalari va dispersiyalari 2.5-jadvalda keltirilgan.

2-jadval

Rejalashtirish matritsasi, tajriba va hisobiy qiymat natijalari								
U	Faktorlar			Y_{uv}			$\bar{Y}_u$	S_u^2
	x_1	x_2	x_3	Y_{u1}	Y_{u2}	Y_{u3}		
1	-	-	-	97	95	96	96,00	1
2	+	-	-	97	98	96	97,00	1
3	-	+	-	96	97	96	96,33	0,33
4	+	+	-	99	100	99	99,33	0,33
5	-	-	+	94	95	94	94,33	0,33
6	+	-	+	94	95	96	95,00	1
7	-	+	+	95	96	97	96,00	1
8	+	+	+	96	95	97	96,00	1
Summa								5,99

$$\bar{Y}_u = (97+95+96)/3=96$$

$$S_u^2 = ((97-96)^2 + (95-96)^2 + (96-96)^2)/2=1$$

Bu yerda U_u -chiquvchi faktorning u chi tajribadagi o'rtacha qiymati, $S_u^2\{y\}$ - chiquvchi faktorning u chi tajribadagi dispersiyasi.

Tajriba natijalarini qayta ishlash quyidagi bosqichlarda amalga oshiriladi:

1. Ajralib turgan qiymatlarni chiqarib tashlash.
2. Koxren kriteriyasi yordamida dispersiyalarni bir jinsligini tekshirish.
3. Regressiya ko'effisientlarini hisoblash.
4. Student kriteriyasi yordamida regressiya ko'effisientlarini ahamiyatlarini aniqlash.

5. Fisher kriteriyasi yordamida olingan modelni adekvatligini (ko'rilayotgan texnologik jarayonga mosligini) tekshirish.

6. Qurilgan modelni tahlil qilish.

Biz quyida bu bosqichlarni ko'rib chiqamiz.

1. Ajralib turgan qiymatlarni chiqarib tashlash.

Bizga bir xil sharoitdagi tajriba natijalari berilgan bo'lsin:

$$Y_1, Y_2, \dots, Y_m$$

Bu yerda, masalan, eng kichik $u_i = u_{\min}$ yoki eng katta qiymat $Y_i = Y_{\max}$ boshqa qiymatlardan yaqqol ajralib tursin. Bu qiymatlarni statistik izlanishlardan chiqarish yoki chiqarmaslik masalasi tajriba shartini tahlil qilish yoki statistik usulda amalga oshiriladi [6; 32-b.].

Statistik usulda Smirnov-Grabs kreteriyasi yordamida chegaraviy qiymatlar hisoblanadi:

$$V_{R\max} = \frac{(y_{\max} - \bar{y})}{S(y)} \sqrt{\frac{m}{m-1}} \quad (1)$$

$$V_{R\min} = \frac{(\bar{y} - y_{\min})}{S(y)} \sqrt{\frac{m}{m-1}} \quad (2)$$

bu yerda:

$$\bar{y} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m y_i = \frac{y_1 + y_2 + \dots + y_m}{m} \quad (3)$$

-o'rtacha qiymat;

$$S^2(y) = \frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^m (y_i - \bar{y})^2 = \frac{(y_1 - \bar{y})^2 + (y_2 - \bar{y})^2 + \dots + (y_m - \bar{y})^2}{m} \quad (4)$$

-tuzatilgan dispersiya.

Bu qiymatlar maxsus jadvaldan [1, ilova 1] olinuvchi $V_T[R_d; m]$ (R_d -ishonchlilik ehtimoli) qiymat bilan solishtiriladi. Masalan, $R_d = 0,95$ ehtimoli bilan $m = 3$ da $V_t = 1,412$, $m = 5$ da esa $V_t = 1,869$. Agar $V_{R\max} > V_T$ yoki $V_{R\min} > V_T$ bo'lsa, u holda $y_{\max}$ yoki $y_{\min}$ qiymatlar keyingi statistik qayta ishlashdan chiqarib tashlanadi.

$$Y_{\min} = 76,0, \quad Y_{\max} = 98,0$$

3-jadval

No	$V_{R\max}$	V_T	$V_{R\min}$
1	1,22	1,412	1,22
2	1,22	1,412	1,22
3	1,22	1,412	1,22
4	1,07	1,412	1,34
5	1,22	1,412	1,22
6	1,22	1,412	1,22
7	1,07	1,412	1,34
8	1,22	1,412	1,22

Yuqorida kriteriyaning chegaraviy qiymatlari aniqlandi, eng kichik qiymatlar keyingi statistik qayta ishlashdan chiqarib tashlanmaydi. Ko'rilayotgan misolda har bir tajriba uchun ajralib turgan qiymatlar yo'q.

Koxren kriteriyasi. Bu kriteriya yordamida dispersiyalarning bir jinsliliigi tekshiriladi.

Buning uchun kriteriyaning hisobiy qiymati quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$G_R = \frac{S_{\max}^2(y)}{\sum_{u=1}^N S_u^2(y)} = \frac{2,33}{10,66} = 0,21 \quad (5)$$

- bu yerda: $S_u^2(y) = \frac{1}{m-1} \sum_{i=1}^m (y_{iu} - \bar{y}_u)^2$, $S_{\max}^2 = \max S_u^2 = 2,33$

S_u^2 -u-chi tajribaga mos keluvchi dispersiya.

Koxren kriteriyasining tajribaviy qiymati esa:

$$G_T(P_D = 0,95; f(S_u^2) = m - 1 = 2; N = 8) = 0,516$$

maxsus jadvaldan [1, ilova 7] olinadi. Bu yerda: $f = m - 1$ -ozodlik darajasini ko'rsatkichi deyiladi. Agar $G_R < G_T$ bo'lsa, (S_u^2) dispersiyalar bir jinsli deyiladi va ishni davom ettirish mumkin. Agar dispersiyalar bir jinsli bo'lmasa, u holda tajribalar qaytarilishlar sonini ko'paytirish zarur. Yuqoridagi hisobiy qiymatni Koxren kriteriyasining tajribaviy qiymati bilan solishtirganda hisobiy qiymat miqdori kichik bo'ldi. Demak $G_R < G_T$ bo'lganligi uchun dispersiyalar bir jinsli deyiladi va ishni davom ettirish mumkin.

Regressiya koeffisientlarini hisoblash. Kichik kvadratlar usuli yordamida regressiya koeffisientlari topiladi va ular quyidagi formulalar orqali hisoblanadi.

Modelning ozod hadi:

$$b_0 = \frac{1}{N} \sum_{u=1}^N \bar{y}_u = \frac{\bar{y}_1 + \bar{y}_2 + \dots + \bar{y}_N}{N} \quad (6)$$

$$b_0 = \frac{1}{8} * (96,0 + 97,0 + 96,3 + 99,3 + 94,3 + 95,0 + 96,0 + 96,0) = 96,25$$

Chiziqli hadlar koeffisientlari:

$$b_i = \frac{1}{N} \sum_{u=1}^N x_{iu} \bar{y}_u = \frac{x_{i1}\bar{y}_1 + x_{i2}\bar{y}_2 + \dots + x_{iN}\bar{y}_N}{N} \quad (7)$$

$$b_1 = \frac{1}{8} * (-96,0 + 97,0 - 96,3 + 99,3 - 94,3 + 95,0 - 96,0 + 96,0) = 0,58$$

$$b_2 = \frac{1}{8} * (-96,0 - 97,0 + 96,3 + 99,3 - 94,3,0 - 95,0 + 96,0 + 96,0) = 0,67$$

$$b_3 = \frac{1}{8} * (-96,0 - 97,0 - 96,3 - 99,3 + 94,3,0 + 95,0 + 96,0 + 96,0) = -0,92$$

Chiziqsiz hadlar koeffisientlari:

$$b_{ij} = \frac{1}{N} \sum_{u=1}^N x_{iu} x_{ju} \bar{y}_u = \frac{x_{i1} \cdot x_{j1} \cdot \bar{y}_1 + x_{i2} \cdot x_{j2} \cdot \bar{y}_2 + \dots + x_{iN} \cdot x_{jN} \cdot \bar{y}_N}{N}$$

$i \neq j$

$$b_{12} = \frac{1}{8} * (96,0 - 97,0 - 96,3 + 99,3 + 94,3 - 95,0 - 96,0 + 96,0) = 0,17$$

$$b_{13} = \frac{1}{8} * (96,0 - 97,0 + 96,3 - 99,3 - 94,3 + 95,0 - 96,0 + 96,0) = -0,42$$

$$b_{23} = \frac{1}{8} * (96,0 + 97,0 - 96,3 - 99,3 - 94,3 - 95,0 + 96,0 + 96,0) = 0$$

$$b_{ijl} = \frac{1}{N} \sum_{u=1}^N x_{iu} x_{ju} x_{lu} \bar{y}_u = \frac{x_{i1} \cdot x_{j1} \cdot x_{l1} \cdot \bar{y}_1 + x_{i2} \cdot x_{j2} \cdot x_{l2} \cdot \bar{y}_2 + \dots + x_{iN} \cdot x_{jN} \cdot x_{lN} \cdot \bar{y}_N}{N}$$

$$b_{123} = \frac{1}{8} * (-96,0 + 97,0 + 96,3 - 99,3 + 94,3 - 95,0 - 96,0 + 96,0) = -0,33$$

$i \neq j \neq l$

- bu yerda: x_{iu} - i chi faktorning u chi tajribadagi kodlashtirilgan qiymati.

Yuqoridagi hisoblangan qiymatlardan qo'yidagi ko'p faktorli regressiya modelini olamiz:

$$Y_R = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{123}x_1x_2x_3$$

(8)

$$Y_R = 96,25 + 0,58x_1 + 0,67x_2 - 0,92x_3 + 0x_1x_2 - 0,42x_1x_3 + 0x_2x_3 + 0x_1x_2x_3$$

Lekin bu modelning oxirgi ko'rinishi emas. Uni oxirgi ko'rinishini olish uchun koeffisientlarni ahamiyatligini tekshiramiz. Buning uchun Student kriteriyasining formulalaridan foydalanamiz.

Student mezon

Bu mezon yordamida regressiya koeffisientlarini ahamiyatligini tekshiriladi. Buning uchun kriteriyaning hisobiy qiymati t_h kriteriyaning jadvaliy t_j qiymati bilan solishtiriladi.

Kriteriyaning hisobiy qiymati quyidagi formulalar orqali hisoblanadi. Dispersiyalar bir jinsliligini hisobga olsak,

$$S^2\{\bar{y}\} = \frac{1}{N} \sum_{u=1}^N S_u^2\{y\} \quad (9)$$

U holda

$$S^2\{\bar{y}\} = \frac{1}{m} S^2\{y\} = \frac{1}{Nm} \sum_{u=1}^N S_u^2\{y\} = \frac{6}{8 \cdot 3} = 0,25$$

$$S^2\{b_i\} \frac{1}{N} S^2\{y\} = \frac{1}{8} \cdot 0,25 = 0,031$$

$$S\{b_i\} = \sqrt{0,031} = 0,17$$

Bular yordamida:

$$t_h\{b_i\} = \frac{|b_i|}{S\{b_i\}}$$

$$t_h\{b_1\} = \frac{|b_1|}{S\{b_i\}} = \frac{0,58}{0,17} = 3,3; \quad t_h\{b_2\} = \frac{|b_2|}{S\{b_i\}} = \frac{0,67}{0,17} = 3,7$$

$$t_h\{b_3\} = \frac{|b_3|}{S\{b_i\}} = \frac{0,92}{0,17} = 5,1; \quad t_h\{b_{12}\} = \frac{|b_{12}|}{S\{b_i\}} = \frac{0,17}{0,17} = 1$$

$$t_h\{b_{13}\} = \frac{|b_{13}|}{S\{b_i\}} = \frac{|-0,42|}{0,17} = 2,35; \quad t_h\{b_{23}\} = \frac{|b_{23}|}{S\{b_i\}} = \frac{0}{0,17} = 0$$

$$t_h\{b_{123}\} = \frac{|b_{123}|}{S\{b_i\}} = \frac{|-0,333|}{0,17} = 1,9$$

Styudent kriteriyasining jadvaliy qiymati esa

$$t_j[P_D; f\{S_u^2\} - N(m-1)] = 2,12$$

maxsus jadvaldan [1, ilova 3] topiladi.

Agar $t_h > t_j$ bo'lsa, u holda ushbu b_i - koefitsiyent ahamiyatli bo'ladi. Aks holda ushbu koefitsiyent ahamiyatsiz hisoblanib u qatnashgan modeldagi had tashlab yuboriladi. Demak b_1, b_2, b_3, b_{13} -koefitsiyentlarning hisobiy qiymatlari jadvaliy qiymatdan katta, shuning uchun bular ahamiyatli qolganlari esa ahamiyatsizdir.

Natijada qo'yidagi regression modelni tashkil qilamiz:

$$Y_R = 96,25 + 0,58 X_1 + 0,67 X_2 - 0,92 X_3 - 0,42 X_1 X_3 \quad (A)$$

Faktorning haqiqiy qiymatlardan kodlashtirilgan qiymatlariga qo'yidagi munosabatlar orqali

$$X_1 = \left(\frac{T-100}{10}\right), X_2 = \left(\frac{t-90}{30}\right), X_3 = \left(\frac{S-10}{5}\right), \quad (10)$$

o'tib chiquvchi faktorning hisobiy qiymatlari (A) model orqali hisoblanadi.

Modelni adekvatligini tekshirish. Regressiya koefitsiyentlaridan kamida bittasini tashlab yuborilgan holdagina (ahamiyatsizligini) ko'rilgan modelni adekvatligini ya'ni ko'rilayotgan jarayonga mosligini tekshirib ko'rish Fisher kriteriyasi orqali amalga oshiriladi. Bu holda ham F_h -hisobiy qiymat, F_j -jadvaliy qiymat bilan solishtiriladi. Agar $F_h < F_j$ bo'lsa u holda model R_D ehtimoli bilan adekvat bo'ladi.

Buning uchun chiquvchi faktorning tajribaviy va hisobiy qiymatlarini taqqoslaymiz 4-jadval.

Fisher kriteriyasining hisobiy qiymati quyidagi formulalar orqali hisoblanadi:

$$F_h = \frac{S_{ad}^2\{y\}}{S^2\{y\}} = \frac{S_{nad}^2\{y\}}{S^2\{y\}}, \quad \text{agar } S_{nad}^2\{y\} > S^2\{y\}$$

$$F_h^1 = \frac{S^2\{y\}}{S_{ad}^2\{y\}} = \frac{S^2\{y\}}{S_{nad}^2\{y\}}, \quad \text{agar } S^2\{y\} > S_{nad}^2\{y\}$$

Bu yerda:

Y_{hu} - hisobiy qiymat ko'rilgan model bo'yicha hisoblanadi.

N- umumiy koeffitsiyentlar soni,

N_K - ahamiyatli koeffitsiyentlar soni,

m - tajriba qaytarishlari soni.

$$S_{ad}^2\{y\} = mS_{nad}^2\{y\} = \frac{m \sum_{u=1}^N (\bar{y}_u - y_{hu})^2}{N - N_K} \quad (11)$$

$$S_{nad}^2 = \frac{1,11}{(8 - 3)} = 0,25$$

Bu son $S^2(y) = 0,44$ sonidan katta bo'lganlarga uchun kriteriyaning hisobiy qiymati qo'yidagi formula orqali hisoblanadi:

$$F_h = \frac{S_{nad}^2(y)}{S^2(y)} = \frac{1,11}{0,25} = 4,44 \quad (12)$$

Fisher kriteriyasining jadvaliy qiymati

$$F_j[P_D = 0.95; f\{S_y^2\} = N(m - 1), f\{S_{nad}^2\} = N - N_K] = 5,85$$

maxsus jadvaldan [1, ilova 4] topiladi.

4-jadval

Chiquvchi faktorning tajribaviy va hisobiy qiymatlarini natijalari

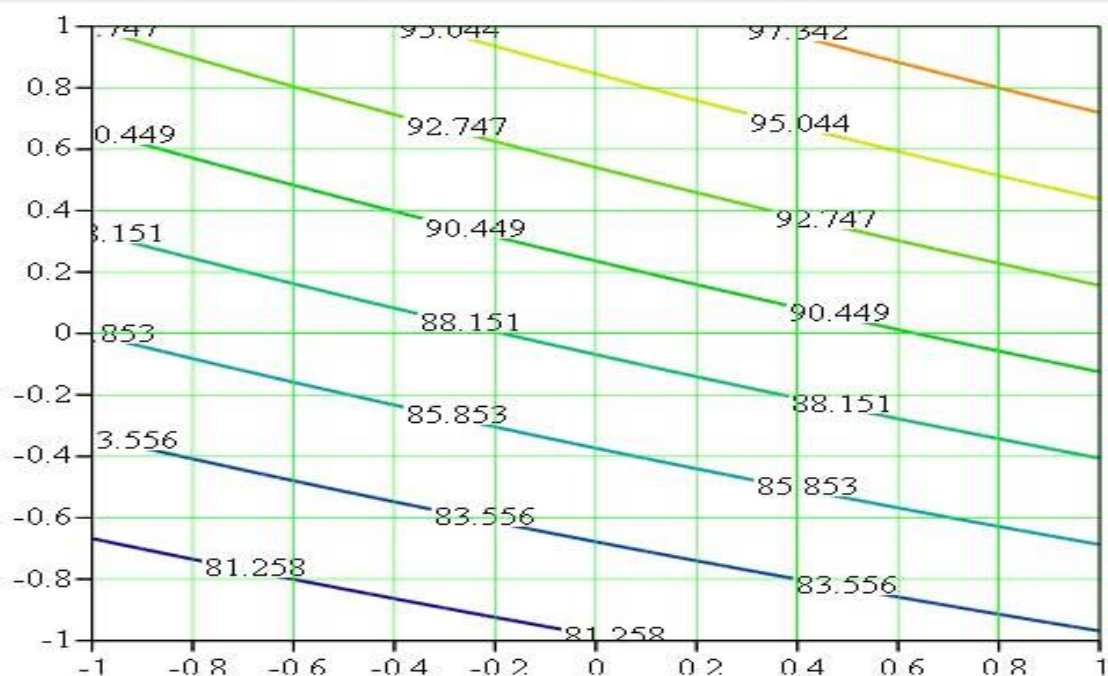
U	Y_u	Y_{hu}	$Y_u - Y_{hu}$	$(Y_u - Y_{hu})^2$
1	96,00	95,50	0,50	0,25
2	97,00	97,50	-0,50	0,25
3	96,33	96,83	-0,50	0,25
4	99,33	98,83	0,50	0,25
5	94,33	94,50	-0,17	0,03
6	95,00	94,83	0,17	0,03
7	96,00	95,83	0,17	0,03
8	96,00	96,17	-0,17	0,03
Summa				1,11

Demak, $F_h < F_j$ bo'lganligi uchun (A) model adekvatdir, ya'ni u pillalarni jonsizlantirish jarayonidagi miqdorini ifodalaydi. Agarda model adekvat bo'lmasa, model faktorlar o'zgarish oralig'ini kichraytirilgan holi uchun qaytadan qurilishi kerak.

$$Y_R = 96,25 + 0,58 X_1 + 0,67 X_2 - 0,92 X_3 - 0,42 X_1 X_3$$

Pillalar g'umbagini jonsizlantirishni matematik rejalashtirish regression tenglamasini qurish natijasida 9 ta izochiziqlar olindi va eng yuqori ko'rsatkichlarga ega 3 ta varianti 1-; 2-; 3-rasmlarda keltirilgan izochiziqlari tanlab olinib, tahlil qilindi. X_1 , X_2 va X_3 lar orasidagi o'zaro bog'liqlik izochiziqlari bir-biri bilan taqqoslanib optimal parametrlar tanlandi.

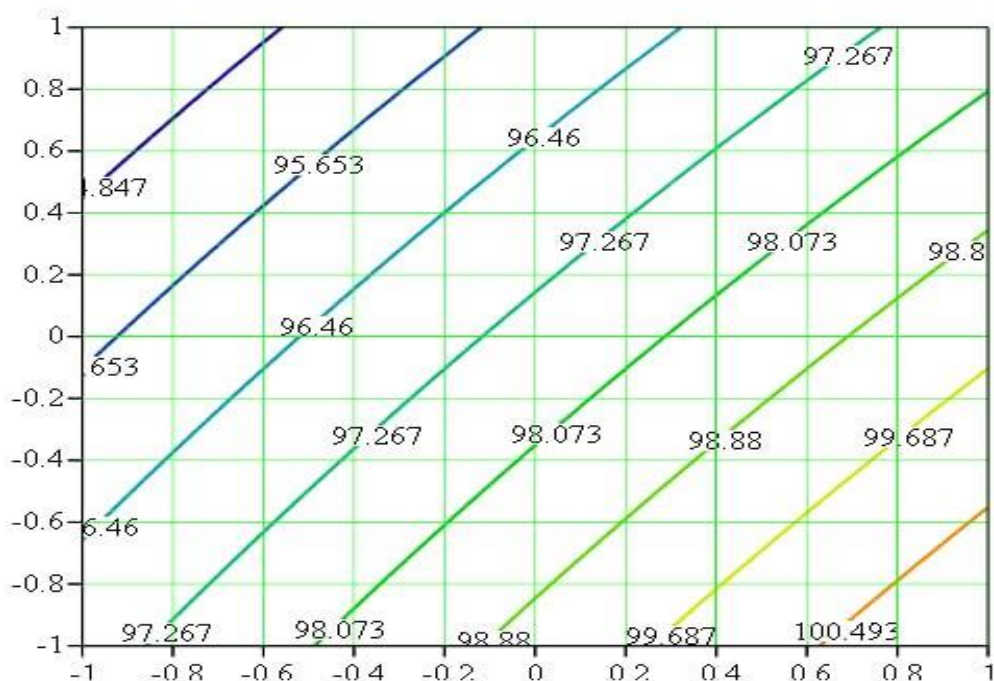
1-rasmdagi izochiziqda pillalarni jonsizlantirish uchun g'umbakka berilayotgan haroratning $0,2 < x_1 < 1$ oraliqda o'zgarishi va g'umbakni quritishga ketgan vaqtga $0,6 < x_2 < 1$ o'zgarishi hisobiga g'umbakni jonsizlantirish izochiziqlarida 97,3 % ga oshganligi keltirilgan.



1-rasm. X_1 va X_2 orasidagi bog'liqlik izochiziq

2-

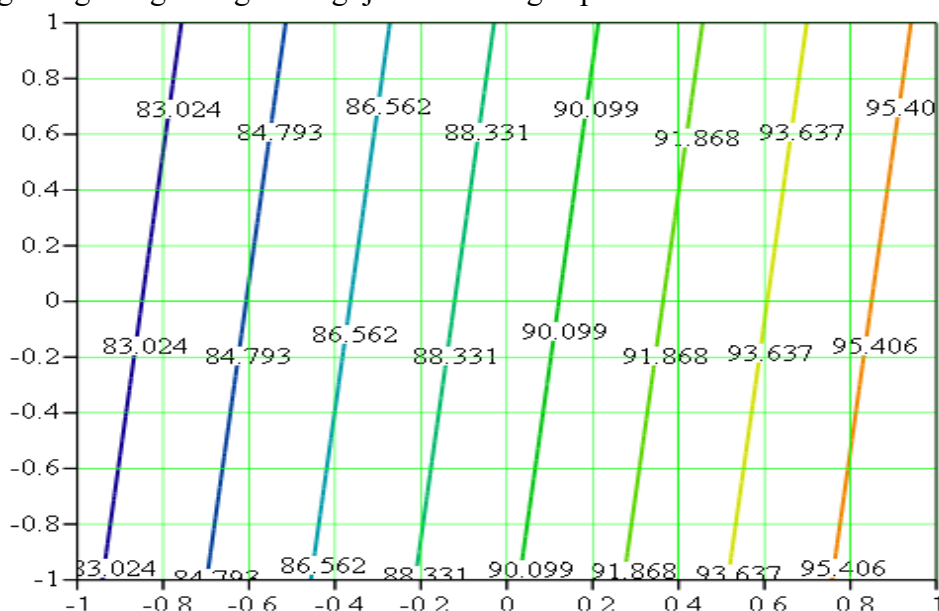
Bunda qatlam qalinligi $x_3 = -1$ qiymatida erishgan. Natural qiymatlarida izohlanadigan bo'lsa harorat $102^\circ\text{C} \div 110^\circ\text{C}$, quritish vaqti (min) $108 \div 120$ daqiqada, qatlam qalinligi 130 mmga teng bo'lganda g'umbagi jonsizlantirilgan pillalar ulushi 97,3 % ni tashkil etadi.



2-rasm. X_1 va X_3 orasidagi bog'liqlik izochiziq

2-rasmdagi izochiziqda pillalarni jonsizlantirish uchun g'umbakka berilayotgan haroratning $0,4 < x_1 < 1$ oralig'ida o'zgarishi va g'umbakni quritishda qatlam qalinligi $-1 < x_3 < -0,4$ o'zgarishi hisobiga g'umbakni jonsizlantirish izochiziqdarida 100 % ga oshganligi keltirilgan.

Bunda quritishga sarflangan vaqt $x_2 = 1$ qiymatida erishgan. Natural qiymatlarida izohlanadigan bo'lsa harorat $104^{\circ}\text{C} \div 110^{\circ}\text{C}$, qatlam qalinligi $130 \div 142$ mm, quritish vaqti 120 min daqiqaga teng bo'lganda g'umbagi jonsizlantirilgan pillalar ulushi 100 % ni tashkil etadi.



3-rasm. X_2 va X_3 orasidagi bog'liqlik izochiziq

3-rasmdagi izochiziqni tahlilida pillalarni jonsizlantirish uchun g'umbakni quritishga ketgan vaqti $0,6 < x_2 < 1$ oralig'ida o'zgarishi va g'umbakni quritishda qatlam qalinligi $-1 < x_3 < 1$ o'zgarishi hisobiga g'umbakni jonsizlantirish izochiziqlarida 95,4 % ga oshganligi keltirilgan. Bunda harorat $x_1=1$ bo'lganda ya'ni harorat 110°C bo'lgan qiymatida erishgan.

Sonli qiymatlarda izohlanadigan bo'lsa quritish vaqti $108 \div 120$ min, qatlam qalinligi $130 \div 180$ mm, harorat 110°C ga teng bo'lganda g'umbagi jonsizlantirilgan pillalar ulushi 95,4 % ni tashkil etadi.

Xulosa. Yuqorida keltirilgan izochiziqlarni tahlilidan xulosa qilindiki, qatlam qalinligi o'rtacha $130 \div 142$ mm oralig'ida bo'lganda issiq havo yaxshi o'tadi, harorat $104 \div 110^{\circ}\text{C}$, quritish vaqti 120 minut bo'lganda eng yuqori jonsizlantirish samaradorligi 100 % ga erishilgan.

Reference

1. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi PF-60-son "2022-2026 yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida"gi Farmoni. – Toshkent, 2022.
2. Alimova X., Avazov K., Zakirova D., Xakimov N. Issledovaniye texnologii pervichnoy obrabot № 1 (397) Teknologiya tekstilnoy promishlennosti 2022 ki kokonov, virashchennix v povtoryayushchisya sezonax // Mejdunarodniy jurnal peredov issledovaniy v oblasti nauki, texniki i texnologiy. (IJAR SET), ISSN: 2350-0328, T. 5, vip. 12, dekabr. 2018.
3. Avazov K.R. Pillalarni quritish texnologiyasi. Darslik. Toshkent-2024.12-bet.
4. Qodirov Z.A., Parpiyev S.F. Pillaga dastlabki ishlov berish texnologiyalarining pilla sifatiga ta'siri. Academic Research in Educational Sciences Volume 3| Issue 2 | 2022.
5. N.B. Esanova, A.E. Gulamov, K.A. Avazov, U.A. Bobatov. M.A.Mamatov "Tut ipak qurti pillasini quritish jarayonining nazariy tahlili". TTYSI "O'zbekiston to'qimachilik jurnali" ilmiy-texnika jurnali. 2025-yil №2. 112-118 betlar.

6. Mamatov A.Z. Modelirovaniye texnologii sushki xlopka-sirsa s selyu povisheniya kachestva volokno: Avtoreferat dis...dok. Texn. Nauk.-Tashkent: TITLP, 1995.-32 s
7. Gulamov A.E., Esanova N.B., Eshmirzayev A.P., Umirov U.B. "Intensiv usulda yetishtirilgan pillalarni quritish jarayoniga harorat va vaqtning bog'liqligi" TTYSining "O'zbekiston to'qimachilik jurnali" ilmiy-texnika jurnali 2024-yil. 3-son. 17-22 betlar.
8. Kukin G.N., Solovyev A.N. Tekstilnoye materialovedeniye (Isxodniye tekstilniye material): Uchebnik dlya VUZov. 2-ye izd., pererab. i dop. -M.: Legprombitizdat, 1985.- 216 s
9. A.Z.Mamatov. "Ko'p faktorli regression modellar qurish bo'yicha uslubiy qo'llanma". T, 1997 y.
10. A.Z.Mamatov. «Modelirovaniye texnologii sushki xlopko-sirsa s se-lyu povisheniya kachestva volokna» Diss. na soiskaniye uchenoy stepeni d.t.n. Tashkent, 1995.
11. A.G.Sevostyanov. "Metodi i sredstva issledovaniya mexaniko - texnologicheskix protsessov tekstilnoy promishlennosti". M., "Legkaya industriya" 1992.
12. A.G.Sevostyanov, A.G.Sevostyanov. "Optimizatsiya mexaniko-texnologicheskix protsessov tekstilnoy promishlennosti". M., "Legprom-bizdat", 1991.
13. Y.U. Soatov. Oliy matematika.5-jild. T.: «O'qituvchi».-1998.
14. D.A Gorskiy, YE.S. Turbina. Vichisleniya v mathcad-12. SPb. 2006-S.544
15. Paxtani dastlabki ishlash muvofiqlashtirilgan texnologiyasi. PDI 01-2007.- T., 2007.

UDK 677.077.4

TUT IPAK QURTI G'UMBAGINI JONSIZLANTIRISH UCHUN TURLI XIL QURITGICHLARNI TAJRIBAVIY TADQIQ ETISH

A.Gulamov¹, K.Avazov¹, J.Xasanov¹, Z.Jovliyeva¹, O.Kulmuminov²

Tashkent Institute of Textile and Light Industry¹

Termez State University of Engineering and Agrotechnologies²

Annotatsiya. Mazkur maqolada pillalarni dastlabki ishlash jarayonida g'umbakni jonsizlantirish usullarining pilla sifati, g'umbak chiqishi va keyingi chuvish jarayoniga ta'siri tahlil qilindi. Hozirgi vaqtda pillachilik korxonalarida g'umbakni jonsizlantirish va pillani quritish asosan issiq havo yordamida amalga oshiriladi. Biroq yuqori haroratning ortiqcha ta'siri pilla qobig'i, ipak tolasi va g'umbak tarkibidagi foydali moddalarga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin. Shu sababli maqolada an'anaviy issiq havo usuli bilan bir qatorda quyosh nurida quritish, mikroto'liqlik pechda ishlov berish hamda sublimatsiya usullarining afzallik va kamchiliklari o'rganildi. Tahlillar shuni ko'rsatdiki, issiq havo yordamida 100–110°C haroratda dastlabki ishlov berish va keyinchalik soyada quritish pilla qobig'i va g'umbak sifatini saqlashda nisbatan samarali hisoblanadi. Mikroto'liqlik ishlov berish qisqa vaqt davomida g'umbakni jonsizlantirish imkonini bersa, sublimatsiya usuli biologik faollikni to'xtatishda ekologik xavfsiz yo'l sifatida ahamiyatli deb topildi. Olingan natijalar pilla xomashyosidan kompleks foydalanish, ipak chiqindilarini qayta ishlash va biotexnologik mahsulotlar ishlab chiqarishda muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega usulni tanlash imkonini berdi. Sublimatsiya usuli orqali jonsizlantirilgan g'umbak boshqa usullarda ishlov berilganga nisbatan barcha oziqaviy va fizik xususiyatlarini deyarli saqlab qolganligini ko'rsatdi.

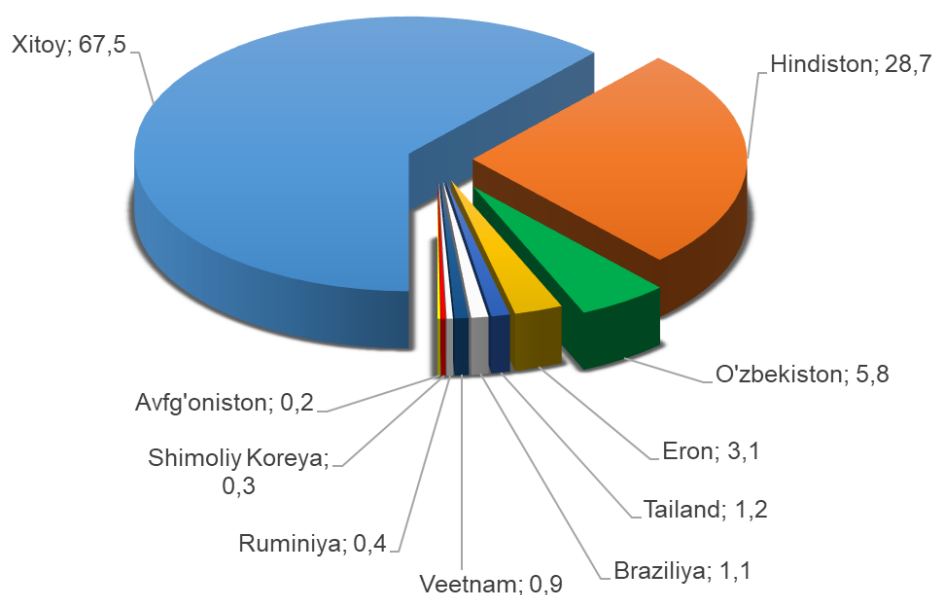
Kalit so‘zlar: tirik pilla, quruq pilla, pilla namligi, tut ipak qurti g‘umbagi, jonsizlantirish, pillalarni quritish usullari, quyosh nuri, issiq havo, mikroto‘lqinli pech, muzlatish, pilla g‘umbagi rangi.

Аннотация. В данной статье проанализировано влияние различных способов умертвления куколки на качество коконов, выход куколок и последующий процесс размотки шелка на этапе первичной переработки коконов. В настоящее время на предприятиях шелководческой отрасли умертвление куколок и сушка коконов преимущественно осуществляются методом обработки горячим воздухом. Однако чрезмерное воздействие высоких температур может отрицательно влиять на оболочку кокона, шелковое волокно и биологически ценные компоненты, содержащиеся в куколке. В связи с этим наряду с традиционным методом обработки горячим воздухом в работе были исследованы преимущества и недостатки таких способов, как сушка под солнечными лучами, обработка в микроволновой печи и сублимационная сушка. Результаты исследований показали, что предварительная обработка коконов горячим воздухом при температуре 100–110 °С с последующей сушкой в тени является относительно эффективным способом сохранения качества оболочки кокона и самой куколки. Обработка в микроволновой печи позволяет обеспечить быстрое умертвление куколки за короткое время, тогда как сублимационный метод признан экологически безопасным способом прекращения её биологической активности. Полученные результаты позволяют обоснованно выбирать наиболее эффективный метод для комплексного использования коконного сырья, переработки шелковых отходов и производства биотехнологической продукции. Установлено, что куколки, подвергнутые сублимационной обработке, по сравнению с другими исследованными способами практически полностью сохраняют свои пищевые, физические и качественные характеристики.

Abstract. This article analyzes the effects of different silkworm pupae inactivation methods on cocoon quality, pupal yield, and the subsequent silk reeling process during the primary processing of cocoons. Currently, the inactivation of silkworm pupae and cocoon drying in sericulture enterprises are mainly carried out using the conventional hot-air method. However, excessive exposure to high temperatures may adversely affect the cocoon shell, silk fiber, and the valuable bioactive compounds contained in the pupae. Therefore, in addition to the traditional hot-air method, this study investigates the advantages and disadvantages of sun drying, microwave treatment, and freeze-drying (lyophilization) as alternative pupae inactivation techniques. The results demonstrated that preliminary treatment with hot air at 100–110°C followed by shade drying is relatively effective in preserving the quality of both the cocoon shell and the pupae. Microwave treatment enables rapid pupae inactivation within a short processing time, whereas freeze-drying was identified as an environmentally friendly method for terminating biological activity while minimizing quality deterioration. The findings provide a scientific basis for selecting the most appropriate method for the integrated utilization of cocoon biomass, the recycling of silk-processing waste, and the production of value-added biotechnological products. Furthermore, the study revealed that pupae treated by the freeze-drying method retained almost all of their nutritional, physical, and quality characteristics compared with those processed using the other investigated methods.

Kirish. O‘zbekiston Respublikasi tashqi bozorda talab katta bo‘lgan mahsulot-pilla yetishtirish, tabiiy ipak mahsulotlarini ishlab chiqaruvchi va yetkazib beruvchi davlatlardan biri hisoblanadi. Dunyoda pilla yetishtirish va ularni qayta ishlash borasida Xitoy, Hindiston, O‘zbekiston, Eron, Tailand, Vyetnam, Shimoliy Koreya, Braziliya, Fransiya kabi davlatlar yetakchi bo‘lib, ipakni qayta ishlash texnika va texnologiyasini ishlab chiqishga yo‘naltirilgan ilmiy-tadqiqot ishlari samarali olib borilmoqda. Hozirgi kunda jahonda yetishtiriladigan pillalar va ulardan olinadigan ipakning asosiy qismi Xitoy va Hindistonda ishlab chiqarilmoqda (1-rasmga qarang) [1]. Rasmdan ko‘rinadiki, hozirgi kunda uchta pilla yetishtiruvchi asosiy

mamlakatlar bu Xitoy, Hindiston va O'zbekiston hisoblanib, dunyoda yetishtirilayotgan (602,2 ming tonna) pillalardagi ularning ulushi 96 %, ni tashkil etadi. Xitoy esa ishlab chiqarilayotgan ipagining 98% dan ortig'ini eksport qiladi. Shu tufayli ushbu mamlakatlar mahalliy ipak bozori muhim rol o'ynaydi. Jahon bozorida ishlab chiqarilgan 2A/3A sinfiga mos keluvchi 1 kg xom ipakning narxi 60 AQSH dollari atrofida. Krep va to'quv iplari uchun esa o'rtacha 70-80 AQSH dollari atrofida tashkil etmoqda.



1-rasm. Dunyo mamlakatlari bo'yicha pilla tayyorlash va ularni qayta ishlash ulushi, % (2023-yil)

Shunga qaramasdan Yevropa, Kavkaz va Markaziy Osiyo (BACSA) davlatlaridagi pilla yetishtirish va xom ipak matolarini ishlab chiqarish holati so'ngi 30 yil ichida sezilarli darajada pasayishi kuzatildi. Biroq, yaqin kelajakda ushbu davlatlarning ipakchilikni rivojlantirish o'sish sur'atlarini oshirish uchun potentsial imkoniyatlarga ega. Yevropada dunyodagi eng yuqori sifatli ipak matolarni tayyorlash va tikuvchilik sanoati bo'yicha yetakchi davlatlar Italiya, Shveysariya va Braziliya hisoblanib, xom ipak Xitoydan keltiriladi. G'arbiy Yevropa Italiya, Ispaniya kabi mamlakatlar ham pilla yetishtirish va uni qayta ishlash sanoatini rivojlantirish borasida ishlarni amalga oshirmoqdalar. Dunyodagi tut ipak qurti savdosidagi ayrim duragaylari mintaqada ishlab chiqarilgan mahsulotlarga nisbatan unumdorligi yuqori hisoblanadi. Jumladan: bitta pilla og'irligi o'rtacha 2,2-2,5 gramm, qobiq nisbati o'rtacha 23-24 % bo'lib, o'rtacha og'irligi esa 0,5000-0,600 grammni, pilla ipining laboratoriya sharoitidagi uzunligi esa 1300-1500 metrni tashkil etadi [2-15].

Ma'lumotlarga ko'ra, hozirda dunyo balansi bo'yicha to'qimachilik xomashyosi tayyorlash miqdori yildan yilga ortib bormoqda. Jumladan 2010-yil ularning hajmi 76,8 t ni tashkil etib, bu ko'rsatkich 2050-yilda 139,0 t ga yetishi, ya'ni 1,8-martaga o'sishi bashorat qilinmoqda [3-8]. Unga ko'ra to'qimachilik tolalarining ichida tabiiy ipakning ulushi kichik bo'lsada, u ko'pgina xususiyatlari bilan jun, paxta va boshqa tolalar singari eng qimmatbaho to'qimachilik xom-ashyosi sanalib, o'zining fizik-mexanik, gigiyenik xususiyatlari bilan boshqalaridan ajralib, yuqori o'rinda turadi. Oxirgi 30 yil mobaynida xom ipak ishlab chiqarish 2,5 barobar ortdi, biroq umum to'qimachilik xomashyosi hajmiga nisbatan ulushi 0,15-0,2 % dan oshmaydi.

To'qimachilik xomashyolarini ishlab chiqarish bo'yicha ipak tolasi ulushi kichik 0,2 % foizdan oshmasada, 60 dan ziyod mamlakatlarga tarqalgan. Asosiy ishlab chiqaruvchilarni esa Osiyo mamlakatlari tashkil etadi. Ma'lumki, ipakchilik sanoati sermehnat sohalardan biri hisoblanadi. Jumladan, Xitoyda 1 million ishchi mazkur soha bilan band bo'lsa, bu ko'rsatkich Hindistonda 7,9 million, Taylandda esa 20 ming ishchini tashkil etadi. Xitoy jahon bozorida ipak

ishlab chiqarish va yetkazib berish bo'yicha dunyodagi birinchi o'rinni egallab turgan yagona davlat bo'lib kelmoqda [9-14]. Pilla va xom ipak faqat mato uchun emas, hozir biomaterial sifatida ham juda qimmatli xomashyo hisoblanadi. Asosiy foydali qismlari: fibroin-ipakning mustahkam tolali oqsili, seritsin-pillani yopishtirib turuvchi oqsil, hamda pilla losi, ipak chiqindilari va g'umbak kabi qo'shimcha mahsulotlardir.

Tibbiyotda pilla va xom ipakdan quyidagi mahsulotlar tayyorlanadi: jarrohlikda- jarrohlik chok iplari, tikuv materiallari; yara davolashda- yara yopqich plyonkalar, gidrogel, nanomembrana, antibakterial bog'lamlar; regenerativ tibbiyotda- teri, suyak, tog'ay, nerv va qon tomir to'qimalari uchun karkas-scaffoldlar; dori yetkazishda- dori tashuvchi nanopartikula, mikrokapsula, gidrogel, implantlar; kosmetik-tibbiy vositalarda- kuyish, chandiqlik va teri tiklanishi uchun biomateriallar sifatida foydalaniladi. Ipak fibroini tibbiyotda qadimdan chok material sifatida ishlatilgan, hozir esa biomasligi, parchalanishi va mexanik mustahkamligi sababli yara bog'lamlari, to'qima muhandisligi va dori yetkazish tizimlarida keng tadqiq qilinmoqda. Masalan, fibroin asosidagi yara yopqichlar namlikni me'yorida ushlab turadi, teri hujayralari o'sishiga yordam beradi va biologik mos material sifatida ishlatiladi.

Biotexnologiyada ipakdan quyidagilar olinadi: Fibroin plyonkalar- hujayra yetishtirish, laboratoriya testlari; Fibroin scaffoldlar- sun'iy to'qima o'stirish; Seritsin qo'shimchalari- hujayra yopishishi, o'sishi va ko'payishini qo'llab-quvvatlash; Nanopartikula va nanogel- dori, oqsil, ferment yoki genetik material tashish; Biosensor materiallari- biologik signallarni aniqlash; Biochip va mikrofluidik materiallar- laboratoriya diagnostikasida keng foydalaniladi. Seritsin tabiiy ravishda hujayralarning yopishishi, ko'payishi va differensiallanishini qo'llab-quvvatlay oladigan oqsil sifatida biotibbiyot va regenerativ tibbiyotda istiqbolli material hisoblanadi. Yaqin yillarda ipak fibroin nanopartikulari dori yetkazish tizimlari uchun alohida o'rganilmoqda, chunki ular dori moddalarini o'ziga yuklay oladi, biologik mos va parchalanadigan material hisoblanadi.

Farmatsevtikada ipak fibroini va seritsindan: dori kapsulalari; uzoq muddat ta'sir qiluvchi dori tashuvchilar; saratonga qarshi dorilarni maqsadli yetkazish tizimlari; vaksina yoki biologik preparatlarni barqaror saqlash materiallari; implantatsion dori chiqaruvchi tizimlar tayyorlash mumkin. Ilmiy adabiyotlarda fibroin va seritsin asosidagi materiallar yara bitishi, dori yetkazish va hatto saraton terapiyasi uchun tashuvchi tizim sifatida ko'rib chiqilmoqda.

Kosmetologiyada seritsin ayniqsa kosmetikada juda foydali. Undan: yuz kremi; shampun; niqoblar; qarishga qarshi vositalar; quyoshdan himoya vositalari; teri tiklovchi gel ishlab chiqariladi. Seritsin biomas, parchalanadigan, antioksidant, antibakterial, yallig'lanishga qarshi, UV-himoya va anti-aging xususiyatlarga ega biomaterial sifatida tasvirlanadi.

Ipak qurti g'umbagi va oqsil fraksiyalaridan: oqsil qo'shimchalari; aminokislota preparatlari; funksional oziq-ovqat qo'shimchalari; hayvonlar va baliqlar uchun yem qo'shimchalari; bioaktiv peptidlar ishlab chiqarishda foydalanish mumkin. Ipak qurti g'umbagi mamlakatimizda pilla tayyorlash va ipak chuvish jarayonida katta miqdorda to'planib qoladigan g'umbak chiqindilari qimmatli ikkilamchi xomashyo hisoblanadi. Ularni to'g'ri yig'ish va qayta ishlash tabiiy resurslardan oqilona foydalanish, chiqindilarni kamaytirish hamda iqtisodiy qiymat yaratish nuqtayi nazaridan muhimdir. Tut ipak qurti g'umbagi ozuqa oqsillariga jumladan A va B₁₂ vitaminlariga juda boy, dorivor ahamiyatga egaligi tufayli undan keng foydalanib kelinmoqda. Uning tarkibi oqsillar, muhim aminokislotalar va elementlar, vitaminlardan tashkil topgan. Bu nafaqat hayvonlar parrandachilik, baliqchilik uchun qolaversa insonlar uchun ham to'yimli ideal ozuqa manbai hisoblanadi. Maxsus texnologiyalar asosida g'umbakdan tayyorlangan sharob suyuqligi jigar va buyraklar faoliyatini yaxshilovchi aniq ta'sirga ega bo'lib zararsiz, insonlarning qarishi va jinsiy kasalliklarining oldini oluvchi hisoblanadi. Shuningdek, parfyumeriya mahsulotlarini ishlab chiqarishda ham xomashyo sifatida keng foydalanilib kelinmoqda. Shuningdek, ipak oqsillarining biotibbiyot muxandisligining asosiy sohalarida qo'llanilishi to'g'risida tavsiyalar berilgan.

Ma'lumki, pilla chuvish korxonalarining yil davomida ishlashi uchun, pilla ichidagi g'umbagini jonsizlantirib, quritish zarur. Shundagina pillani yil davomida saqlash mumkin

bo'ladi. Aks holda tirik g'umbak kapalakka aylanib, qobiqni teshib chiqib, pillani chuvishta yaroqsiz holga keltirishi yoki g'umbagi jonsizlantirilsa-yu, quritilmasa, ho'l pilla tezda mog'orlab, pilla sifatsiz bo'lib qolishi mumkin. Shu bois, quritish jarayoni pilla xomashyosini sifatli saqlash va chiqindilarni kamaytirishga yordam beradi. Bu jarayonni amalga oshirishda esa pilla qobig'ining tabiiy va uning ichidagi g'umbakning oziqaviy xususiyatlarini saqlab qolish dolzarb hisoblanib bu borada chuqur tadqiqotlar o'tkazishni talab etadi.

Yuqoridagi yo'nalishlarda pilla va uning g'umbagidan mahsulot ishlab chiqarish uchun albatta pillalar sifati muhim ro'l o'ynaydi. Ayniqsa g'umbakning tabiiy sifati saqlanib qolishi shart. Sifatli pilla yetishtirish tut ipak qurtining zoti yoki duragayi, uni boqish sharoiti hamda yetishtirilgan pillalarni tayyorlash va dastlabki ishlov berish usullari kabi omillarga bog'liqdir. Yurtimizda yetishtirilayotgan pilla xomashyosini dastlabki ishlash bazalarida (PDIB) quritish agregatlarining holati texnik va ma'naviy jihatdan eskirganligi bois pillaning sifati pasayishi mahsulot tannarxiga salbiy ta'sirini ko'rsatmoqda [13, 14]. Hozirda Respublikamizda pillani quritishga mo'ljallangan SK-150K, KSK-4,5, Yamato-Sanko, bug' morilkasi va simpleks kabi agregatlari mavjud bo'lib, shundan 80% i ishga yaroqli holda bo'lib, pillaga dastlabki ishlov berishda qo'llanilmoqda [15]. Ma'lumotlarga ko'ra, chet el (Yamato-Sanko) pilla quritish agregatlari asosan plastmass va pressli yengil karton materiallaridan tayyorlangan bo'lib, o'zida issiqlikni yaxshi saqlab tashqariga bexuda sarf qilmaydigan, gabarit o'lchamlari juda katta bo'lganligi bois konveyer yuzalarida issiqlikning bir tekisda taqismlanishi ularga sifatli ishlov berish imkonini beradi. Ushbu dastgohlar 1980-yildan boshlab Respublikamiz pillaga dastlabki ishlov berish maskanlariga o'rnatilgan. Ular soni bor yo'g'i 7 dona bo'lib, umumiy agregatlarning salkam 1,4 % ini tashkil etadi xolos. Bu yurtimizda tayyorlanayotgan tirik pillalarga sifatli dastlabki ishlov berish uchun yetarli quvvat emas. Mavjud pilla quritgichlarining 82,1 % ini esa SK-150K konveyerli agregatlari tashkil qiladi.

Ma'lumki, ushbu agregatda bir tonna tirik pillani qayta ishlash uchun 120l dizel yoqilg'isi (agregatning quritish ishchi kamerasini qizdirish uchun), va 70kVt elektr energiyasi (elektr yuritmalari va ventilyatorlarning harakatlanishi uchun) sarflanadi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, agregatning to'liq metallardan iboratligi sababli, uni ishga tayyorlash-quritish kamerasini kerakli (yuqori 110÷120 °C issiq havo) haroratga yetgunicha qizdirish uzoq vaqtni (2-3 soat) talab etadi va tirik pillaga dastlabki ishlov berish jarayoni uchun yuqori miqdorda yoqilg'i va elektro-energiya sarf bo'ladi. Quritish kamerasi devorlarining to'liq metall yuzadan tashkil topganligi bois, pillalarga ta'sir etayotgan issiq havo harorati oshib ketadi va konveyer yuzasi bo'yicha notekis taqsimlanishiga olib keladi. Bu o'z navbatida ishlab chiqarish xarajatlarini oshirib, pilla qobig'i hamda g'umbagining tabiiy sifatiga salbiy ta'sirini ko'rsatadi [16-20].

Sh.Yo'ldoshev, S.Oripovlar pilla tayyorlash va ularga dastlabki ishlov berishda uning sifatini saqlash borasida tadqiqotlar o'tkazishgan. Natijada tirik pillaga issiq havo ta'sirida ishlov berishda nuqsonli pillalar, ezilgan-0,3÷0,6%, dog'li-0,6÷1,0%ga, so'ngra yarim quritilgan pillalarni to'liq quritish uchun soyali quritgichlarga tashish va unda quritish jarayonida esa bu ko'rsatkich 2,0-2,7%, va 2,0-7,9%ga qo'shilishi ma'lum bo'ldi. Bu esa, pilla tayyorlash va unga dastlabki ishlov berish jarayonidagi umumiy nuqsonli pillalar qo'shilishining salkam 50%ini tashkil etadi [73, 74]. Ular tirik pillalarni issiq havo ta'sirida to'liq quritish rejimini qo'llab soyali quritishdan voz kechishni olg'a surishgan. Biroq, 2-8% nuqsonli pilla qo'shilishining oldini olish uchun 92-95% tirik pillalarni yuqori issiq havo ta'sirida uzoq 4-4,5soat mobaynida to'liq quritish rejimini qo'llash pilla qobig'iga salbiy ta'siri oqibatida undan olinadigan xom ipak miqdorini kamaytirib yuboradi. Respublikamiz pillaga dastlabki ishlov berish maskanlarida o'zining quvvatidan kelib chiqqan holda ushbu rejim joriy etilmay kelinmoqda.

Hozirgi kunda pillalarni quritish bo'yicha olib borilgan so'nggi tadqiqot ishlari bilan tanishamiz. Quyoshda quritish usuli. HS Kathyayini va boshqalar (2022) xom g'umbak ma'lum miqdorda plastinaga joylashtirilgan. Dastlabki namlik miqdori 80,1 % (nam asosda)

bo'lgan. G'umbaklar 5 kun davomida quyoshda quritildi, o'rtacha harorat 30,85 °C bo'lgan. Yakuniy namlik miqdori taxminan 23 soat quritishdan keyin 8 % ga tushgan [7].

Dronachari va Shrinivasulu (2017) tadqiqotida quyosh tunnel quritgichi yordamida g'umbak quritish o'rganilgan. Ularning tajribasida g'umbakning boshlang'ich namligi 257,14 % (quruq asosda) bo'lib, 2 kun ichida 21,57 % gacha kamaygan. Keyinchalik u yana 24,38 % dan 15 % gacha pasaygan. Ma'lum miqdordagi xom g'umbak laganlarga yupqa qatlam qilib yoyildi va quyosh tunnel quritgichining quritish kamerasiga joylashtirilib tajribalar quyoshli kunda o'tkazilgan. Boshlang'ich namlik miqdori 80,5 % (nam asosda) bo'lib, yakuniy namlik 8,0 % gacha tushirilgan. Quritish harorati 50–65 °C oralig'ida bo'lib tirik g'umbak namunasi 10 kg miqdorda quyosh tunnel quritgichida quritilgan [7].

O'zIITda pilla g'umbagini jonsizlantirish uchun quyosh issiqlik kollektori yaratilgan. Bunda pilla quritishning ikki xil usulini birgalikda qo'llashni taklif etdilar. Bunda quyoshning pilla qobig'iga salbiy ta'sir qiluvchi ultrabinafsha nurlarini ushlab qolish uchun oddiy oynali, murakkab bo'lmagan ikki qavatli kameradan iborat qurilma bo'lib, u gorizontga nisbatan o'z holatini 360° gacha o'zgartirishi mumkin. Qurilmaning turli nuqtalardagi harorati va quyosh radiatsiyasining vaqt bo'yicha o'zgarish qonuniyatlari, g'umbakning jonsizlanish sabablari va uskunaning ish unumini oshirish imkoniyatlari aniqlagan. Ushbu izlanuvchilar tomonidan quyosh nurining quvvati yordamida g'umbaklarni to'liq jonsizlantirish uchun kollektorga joylashtirilgan pillalar qavatli 8-10 sm dan oshmasligi va quyosh radiatsiyasi yig'indisi 515 Wt/m² hamda ishlov berish vaqti esa 60 daqiqadan kam bo'lmasligi keltirilgan. Shu asosida kollektori ichidagi havo harorati 60 °S da qisqa vaqt davomida jonsizlantirish usuli taklif etildi [9]. Gelioquritgichlarning kamchilligi shuki, u faqat kunduzi, bulutsiz ochiq havoli kunlarda va pillalar bir teks yupqa qatlamda yoyilganligi sababli, uning ish unumdorligi juda kam bo'ladi. Su sabab hozirda keng qo'llanilmay qolmoqda.

Tawon va boshqalar (2010) tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda ham shunga o'xshash natijalar olingan. Ular laganli va uzluksiz quyosh tunnel quritgichidan foydalanib tajriba o'tkazishgan. Ipak qurti g'umbagi puflagich (blower) yordamida bevosita tunnel quritgichga yo'naltirilgan. Natijada g'umbakdagi namlik miqdori 373 daqiqa davomida 4,37 kg suv/quruq modda dan 0,15 kg suv/quruq modda gacha kamaygan (havo sarfi 0,32 kg/s). Natijalarda quritish tezligi dastlab yuqori bo'lib, keyinchalik pasaygani kuzatilgan. Quritish tezligi: 10 kg g'umbak uchun: 0,003 kg/soatni, 15 kg g'umbak uchun: 0,010 kg/soatni, namlik miqdori 8,69 % ga yetgunga qadar quritish jarayoni davom etgan [10].

B.Abdullayev va boshqalar (2005) tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda ham shunga o'xshash natijalar olingan. Mazkur usulda pillalarga ishlov berish jarayonida boshlang'ich 150% namlik 5 daqiqada 80% ga, 10 daqiqada 46% ga, 15 daqiqada 26% ga, 20 daqiqada 12-15% gacha tushganligi keltirilgan. Bunda magnetron quvvati 50 kVt bo'lib to'liq ishlov berish vaqti 26 daqiqani tashkil etgan. Natijada 1-nav pillalarning chiqish miqdori 6,73% dan 1,48% gacha, 2-nav pillalarning chiqish miqdori 81,46% dan 77,3% gacha, navli pillalarning chiqish miqdori esa 88,19% dan 78,78% gacha pasayishi kuzatilgan. Nostandart pillalarning chiqish miqdori esa 15 daqiqa ishlov berilganda 2 martaga, 20 daqiqa ishlov berilganda esa 3 martagacha ortishi kuzatilgan. Shulardan kelib chiqqan holda mualliflar SVCH magnetron quvvatini 40 kVt taklif etib pillalar qavatli qalinligini 40 mm holatda 50 °C haroratda 6-10 daqiqa ishlov berishni taklif qilishgan [11].

Yuqori chastotali tokni qo'llash natijasida sutkasiga 150kg gacha tirik pillani qayta ishlaydigan "Elektronika"-TKSH-50 qurilmasida o'tkazilgan tajribalar natijasi bo'yicha chastota 0,5-10MGs diapazonda 1kg namlikni bug'lash uchun elektr energiya sarfi 2,5kVt-soatni tashkil etadi. Issiq havoli (konvektiv) quritgichlarda esa bu ko'rsatkich 1840 kkal/kg 1,7kg normal bug' yoki 900kkal/kg gacha yetadi [5]. Yuqoridagi quritgichlar ko'p miqdorda elektr energiyasi va elektromagnit moslamani sovitish uchun suv talab etadi. Pillalarga YUCHTda ishlov berish katta xarajat va yuqori chastotali generatorni talab etishi, texnik vositalarining murakkabligi, quritish jarayonining haddan tashqari uzoq davom etishi shuningdek, ularga hizmat ko'rsatishda yuqori malakali mutahassislar zaruriyati kabi kamchiliklari sababli sanoatga joriy etilmay qolmoqda.

Muallif N.Islambekova tomonidan ipak qurti g'umbagidan yog' olishning usullari o'rganilgan va oson usullarni qo'llagan holda yog' ajratib olingan [4, 20]. G'umbak asosida kompozision aralashma olinib, xom ipakni qayta o'rash jarayonida emulsiya sifatida qo'llanilgan. Ipakchilik sanoatida ma'lum miqdorda chiqindilar hosil bo'lib, ularga chuvishga yaroqsiz pillalar, chuvishdan chiqqan tolador chiqindilar hamda g'umbak kiradi. Pilla chuvish korxonalarida quruq pilla vazniga nisbatan 30% gacha g'umbak chiqadi. Ipak qurti g'umbagining tarkibi ular navining xilma-xilligiga ko'ra turlicha bo'ladi. Shuningdek, ularning tarkibi pilla ichida shakllangan kunlarining miqdoriga ham bog'liq bo'ladi. G'umbak 57,6–65,3% gacha xom oqsildan, 27,8–30,2% gacha yog'lardan, 3,1–5,15% gacha kuldan va 8,6–10,4% gacha azotdan iborat bo'lib, uning asosiy tarkibini oqsil hamda yog'lar tashkil qiladi. G'umbak yog'i kosmetik sovun ishlab chiqarishda, baliq yog'i o'rniga terini yumshatishda, metall ishlab chiqarish korxonalarida qo'shimcha moylovchi sifatida ishlatiladi. G'umbakdan yog'ni ajratib olishda asosan nuqsonli pillalarni bir necha daqiqa suvda qaynatilib, ustidagi tolalarni ajratib olinadi. Shu usul bilan olingan g'umbaklar esa xom g'umbaklar deb ataladi. Ularni siqish bilan olingan yog' xom yog' deb yuritiladi.

HS Kathyayini va boshqalar (2022) tajriba o'tkazishdan oldin 1 kg xom ipak qurti g'umbagi chuqur muzlatgichga joylashtirildi. G'umbaklar -40°C haroratga to'liq yetguncha saqlandi. Shundan so'ng namunalar kristallanishni yakunlash uchun -45°C da saqlandi. Keyin g'umbaklar muzlatib quritish qurilmasining quritish kamerasiga joylashtirildi. Vakuum darajasi 0,077 mbar qilib belgilandi. G'umbakdagi namlik miqdorini 8 % gacha tushirish uchun quritish 12 soat davom etdi. Mahsulot harorati -46 dan -47°C gacha bo'ldi. Sublimatsiyalangan namlik quritish kamerasidagi sovutilgan joylarda kondensatsiyalandi. Quritilgan g'umbak laganlardan olinib, alyuminiy paketlarga joylandi [8, 17, 19].

Ergun va boshqalar (2016) muzlatib quritish jarayonida 10°C harorat va 2 soat davomida kristallanish sharoitlarini o'rgangan. Keyin pilot o'lchamdagi muzlatib quritgichda -48°C kondensator haroratida, 13,33 Pa vakuum bosimida quritish o'tkazilgan. Isitish plastinasi harorati

30°C da saqlangan. Yuqoridagilarni amalda sinash maqsadida quyidagi tadqiqotlar o'tkazildi.

Materiallar va usullar. Xom ashyo tayyorlash. Mavsumda yetishtirilgan pillalardan Urgut pillakashlik korxonasidan 10 kg miqdorda olib kelindi. Ular teng to'rt (quyoshda quritish, issiq havoda, mikroto'liqlik pechda, sublimatsiya usullarida ishlov berish uchun) guruhga ajratildi. Har qaysi guruh pillalaridan 200 donadan ikkita tajriba uchun olindi. Birinchi tajriba pillalarga ishlov berilmasdan avval sinaladi. Ikkinchi tajriba pillalari ishlov berilgandan so'ng sinash uchun olindi. Tajriba uchun olingan 200 dona tirik pilla g'umbagi qobig'idan ajratilib, geometrik o'lchamlari va ranglari bo'yicha chiqishi aniqlandi. Qolgan 200 dona pillalar esa turli usullarda g'umbagi jonsizlantirildi.

1. **Quyosh nuri ta'sirida jonsizlantirish.** Pillalar ochiq havoda quyosh nuri ta'sirida quritiladi. Bu usul tabiiy energiyadan foydalanishga asoslangan bo'lib, qo'shimcha energiya talab qilmaydi. Biroq ob-havoga bog'liqligi sababli jarayon uzoq davom etadi.

2. **Issiq havo ta'sirida jonsizlantirish.** Pillalar CK-150-K quritish agregatida $100-110^{\circ}\text{C}$ haroratlarda ishlov beriladi. Bu usul korxonalarda keng qo'llaniladi va g'umbakni tez jonsizlantirish imkonini beradi.

3. **Mikroto'liqlik pechda jonsizlantirish.** Mikroto'liqlik energiya pilla ichki qismiga bevosita ta'sir qilib, g'umbak to'qimalarida issiqlik hosil qiladi. Natijada g'umbak qisqa vaqt ichida jonsizlantiriladi. Bu usul energiya va vaqtni tejashi mumkin.

4. **Sublimatsiya orqali jonsizlantirish.** Pillalar past haroratda saqlanib, g'umbakning biologik faolligi to'xtatiladi. Ushbu usul yuqori harorat ishlatmasligi bilan ajralib turadi va pilla qobig'i hamda g'umbak tarkibidagi moddalarning saqlanishiga yordam beradi.

Pillalar g'umbagining fizik xususiyatlarini aniqlash

O'lcham. G'umbaklarning geometrik o'lchamlarini aniqlash uchun 200 dona tanlab olindi. G'umbakning uzunligi (L), eni (W) aniqlandi. O'lchov uchun aniqligi 0,001 mm bo'lgan shtangensirkul ishlatildi.

Geometrik o'rtacha diametr. G'umbakning geometrik o'rtacha diametri (D_g) quyidagi formulaga asosan hisoblandi:

$$D_g = (L \cdot W \cdot T)^{1/3}$$

Bu yerda: L – uzunlik (mm), W – eni, kengligi (mm), T – qalinlik (mm).

(D_g) shu uch o'lchamning geometrik o'rtachasi bo'lib, g'umbakning umumiy “ekvivalent” (bitta son bilan ifodalangan) o'lchamini beradi.

Sferiklik. G'umbakning sferiklik ko'rsatkichi (Φ) quyidagi formula bilan hisoblandi:

$$\Phi = \frac{D_g}{L}$$

Φ - sferiklik (0–1 oralig'ida; 1 ga yaqinlashsa shakl shar (sfera)ga yaqin bo'ladi).



2-rasm: Tajriba uchun olingan pillalar, g'umbagi va qobig'ining vazni aniqlanish jarayoni

Hajm. G'umbak hajmi (V) quyidagi formula asosida hisoblandi:

$$V = \frac{\pi}{6} LWT$$

Yuzasi. G'umbak yuzasi (S) quyidagi formula orqali topildi:

$$S = \frac{\pi B L^2}{(2L - B)}$$

Bu yerda: L -uzunlik (length), B -“o'rtacha kenglik” (ko'pincha geometrik kenglik) bo'lib, odatda shunday olinadi:

$$B = \sqrt{W \cdot T}$$

200 ta g'umbak vazni. Qo'lda sanab olingan 100 ta g'umbakning massasi elektron tarozi yordamida (aniqligi 0,001 g) o'lchandi.

G'umbak zichligi. G'umbaklar ma'lum o'lchamdagi idishga solindi. Ortiqcha g'umbaklar ustki yuzasi tekis bo'lgunga qadar olib tashlandi. Zichlik (ρ) umumiy og'irlikni hajmga bo'lish orqali aniqlandi.

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Rangni o'lash. G'umbakni ranglarga ajratish organoliptik usulda amalga oshirildi. Pillalarga ishlov berishdan avval va keyin rang farqi o'rganildi.

Namlik miqdorini aniqlash. Namunadagi dastlabki va oxirgi namlik miqdori quritish usuli bilan aniqlandi. Namunalar stakanga solinib, 105 °C haroratdagi issiq pechda 24 soat davomida quritildi. Shundan so'ng yakuniy og'irlik o'lchandi. Namlik miqdori quyidagi formula bilan hisoblandi:

$$\text{Namlik } W (\%) = (W_t - W_f) / W_i \times 100$$

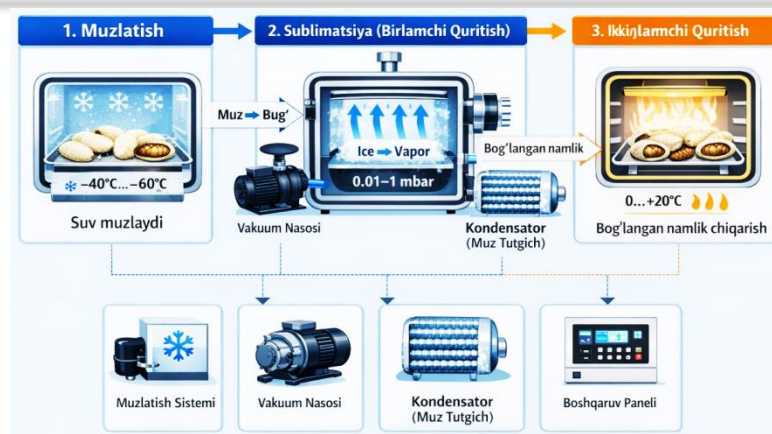
Bu yerda: W – namlik miqdori, W_t – t vaqtdagi namuna og'irligi (g), W_f – qurigan namuna og'irligi (g), W_i – boshlang'ich og'irlik (g).



3-rasm: TF-HFD-1 muzlatib quritish qurilmasi

Tirik pilla g'umbagini jonsizlantirish tajribasi. Dastlabki tadqiqot natijalari va o'tkazilgan adabiyotlar tahlillaridan ko'rinadiki, pillalar tarkibida yuqori namlik bo'lganligi bois, ularni quritish katta xarajat talab etadi. Shu bois, yuqoridagi to'rtta usulda tirik pilla g'umbagini faqat jonsizlantirib soyali quritish tadqiqotlari o'tkazildi.

Sublimatsiya usuli hozirgi kunda yangi usul bo'lib, 1980 yillarda U.T.Urazov va A.S.Abdullayevlar tomonidan pillalarni quritish uchun sinovdan o'tkazilgan. Shularni e'tiborga olgan holda, pillalar va ularning g'umbagidan samarali foydalanish uning tabiiy xususiyatlarini yuqori darajada saqlab qolish maqsadida ushbu usulda faqat pilla g'umbagini jonsizlantirish tadqiqotlari o'tkazildi. Muzlatib quritish (Freeze dryer) sublimatsiya usuli. Tajriba o'tkazishdan oldin 1 kg tirik pillalar muzlatgichga joylashtirildi. G'umbaklar –40 °C haroratga to'liq yetguncha saqlandi. Shundan so'ng namunalar kristallanishni yakunlash uchun –45 °C da saqlandi. Keyin pillalar muzlatigandan so'ng qisman quritish jarayoni amalga oshirildi. Vakuum darajasi 0,077 mbar qilib belgilandi. G'umbak jonsizlanishi uchun 3-5 daqiqa saqlandi (4-jadval). Pillalar harorati –46 dan –47 °C gacha bo'ldi. Sublimatsiyalangan so'ng g'umbagi jonsizlangan pillalar qurilmadan olinib soyali quritgichlarda konditsion namlik qolgunga qadar quritildi. TF-HFD-1 muzlatib quritish qurilmasi 3-rasmda, qurilmada liyofilizatsiya (muzlatib, vakuum sharoitida quritish) jarayonining ishlash prinsipi 4-rasmda ko'rsatilgan.



4-rasm. TF-HFD-1 muzlatib quritish qurilmasida liyofilizatsiya (muzlatib, vakuum sharoitida quritish) jarayonining ishlash prinsipi

Tadqiqotlar davomida turli usullarida jonsizlantirilgan g'umbaklarning yuqoridagi geometrik o'lchamlari aniqlandi. Natijalar jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Turli usulda jonsizlantirilgan g'umbaklarning fizik xususiyatlari

Jonsizlantirish usuli	Uzunligi (mm)	Eni (mm)	Geometrik diametri (mm)	Sferikligi	Yuzasi	Hajm (mm ³)	100 ta g'umbak massasi (gr)	Zichlik (kg/m ³)
Quyoshda quritish	20,45	9,49	8,50	0,42	312,85	835,20	27,80	334,50
Mikroto'qinli pechda	19,80	9,75	8,35	0,44	301,75	855,80	26,90	301,40
Issiq havoda	18,95	9,30	8,15	0,41	295,40	790,35	24,60	281,13
Sublimatsiya usulida	23,60	11,23	10,15	0,48	458,20	1028,60	38,90	326,80
Ishlov berilmasdan avval	24,14	12,07	11,09	0,49	461,13	1034,91	39,28	327,57

Natijalar shuni ko'rsatadiki, ishlov berish usullari g'umbakning geometrik o'lchamlariga ham ta'sir ko'rsatishi ma'lum bo'ldi. Eng katta ta'sir ko'rsatgan usul bu issiq havoda ishlov berish usuli bo'lib, g'umbak dastlabki vaznining 15,1 % ini yo'qotmoqda. G'umbak hajmi esa 23,6 % ga qisqarib, zichligi 14,2 % ga kamayishini ko'rsatdi.

Tadqiqot natijalariga ko'ra, ishlov berilmasdan avvalgi g'umbaklar barcha o'lcham ko'rsatkichlari bo'yicha eng yuqori qiymatlarga ega bo'lib, uzunligi **24,14 mm**, eni **12,07 mm**, geometrik diametri **11,09 mm**, hajmi **1034,91 mm³**, yuzasi **461,13 mm²** va 100 ta g'umbak massasi **39,28 g** ni tashkil etdi. Bu holat g'umbak tarkibidagi namlik saqlanib qolganligi bilan izohlanadi.

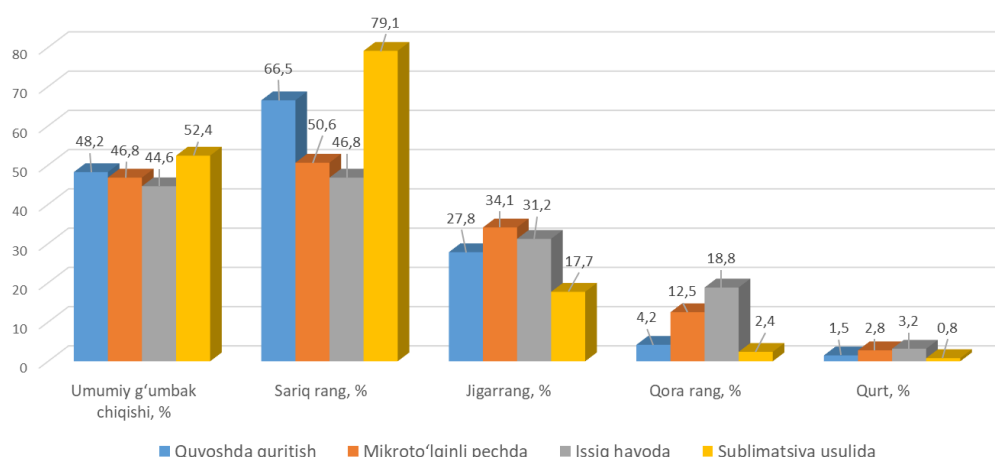
Sublimatsiya usulida jonsizlantirilgan g'umbaklar ishlov berilmagan namunalarga eng yaqin natijalarni ko'rsatdi. Ularning uzunligi **23,60 mm**, geometrik diametri **10,15 mm**, hajmi **1028,60 mm³**, yuzasi **458,20 mm²** va massasi **38,90 g** bo'lib, boshqa quritish usullariga nisbatan

shakli va hajmi deyarli saqlanib qolgan. Shuningdek, sferiklik ko'rsatkichi **0,48** ni tashkil etib, ishlov berilmagan g'umbaklardan (**0,49**) juda kam farq qiladi.

Quyoshda quritish usuli o'rtacha natijalarni berdi. G'umbaklarning uzunligi **20,45 mm**, hajmi **835,20 mm³**, massasi **27,80 g**, zichligi esa **334,50 kg/m³** bo'ldi. Zichlikning nisbatan yuqori bo'lishi hajmning kamayishi hisobiga yuzaga kelgan.

Mikroto'lqinli pechda jonsizlantirish usulida g'umbaklarning hajmi (**855,80 mm³**) quyoshda quritilganga qaraganda biroz yuqori bo'lsa-da, zichligi eng past qiymatlardan biri (**301,40 kg/m³**) qayd etildi. Bu usulda g'umbaklarning sferikligi **0,44** bo'lib, quyoshda va issiq havoda quritilgan namunalarga nisbatan yaxshiroq saqlangan.

Issiq havoda jonsizlantirish esa fizik ko'rsatkichlarning eng katta kamayishiga olib keldi. Uzunlik **18,95 mm**, geometrik diametr **8,15 mm**, hajm **790,35 mm³**, massa **24,60 g** va zichlik **281,13 kg/m³** ni tashkil etdi. Bu natijalar issiq havo ta'sirida namlikning tez chiqishi oqibatida g'umbaklarning kuchli qisqarishini ko'rsatadi



5-rasm. Pillani dastlabki ishlash usulining g'umbak chiqishi va uning rangiga ta'siri

Natijalarga ko'ra (5-rasm), umumiy g'umbak chiqishi bo'yicha eng yuqori natija sublimatsiya usulida kuzatilib, **52,4 %** ni tashkil etdi. Keyingi o'rinlarda quyoshda quritish (**48,2 %**), mikroto'lqinli pechda jonsizlantirish (**46,8 %**) va issiq havoda jonsizlantirish (**44,6 %**) qayd etildi. Bu sublimatsiya usulida mahsulotning sifatli qismi ko'proq saqlanib qolishini ko'rsatadi.

Sariq rangli g'umbaklar ulushi ham sublimatsiya usulida eng yuqori bo'lib, **79,1 %** ni tashkil etdi. Quyoshda quritishda bu ko'rsatkich **66,5 %**, mikroto'lqinli pechda **50,6 %**, issiq havoda esa **46,8 %** bo'ldi. Sariq rangli g'umbaklarning yuqori ulushi mahsulot sifatining yaxshiligini ifodalaydi.

Jigarrang g'umbaklar ulushi aksincha, sublimatsiya usulida eng past (**17,7 %**) bo'lib, quyoshda quritishda **27,8 %**, issiq havoda **31,2 %**, mikroto'lqinli pechda esa **34,1 %** ni tashkil etdi. Jigarrang rangning ortishi mahsulot sifatining pasayishini bildiradi.

Qora rangli g'umbaklar ulushi ham sublimatsiya usulida atigi **2,4 %** ni tashkil etib, boshqa usullarga nisbatan ancha past bo'ldi. Bu ko'rsatkich quyoshda quritishda **4,2 %**, mikroto'lqinli pechda **12,5 %**, issiq havoda esa **18,8 %** ni tashkil etdi. Ayniqsa, issiq havoda jonsizlantirish qora rangli g'umbaklar miqdorining sezilarli ortishiga sabab bo'lgan.

Qurtli g'umbaklar ulushi bo'yicha ham eng yaxshi natija sublimatsiya usulida kuzatildi (**0,8%**). Quyoshda quritishda **1,5 %**, mikroto'lqinli pechda **2,8 %**, issiq havoda esa **3,2 %** qayd etildi. Bu sublimatsiya usulining biologik nuqsonlarni kamaytirishda ham samarali ekanligini ko'rsatadi.

Xulosa. Tut ipak qurti g'umbagi oziqaviy jihatdan boy va arzon xomashyo hisoblanadi. Uning asosiy muammosi-g'umbak tirik va tarkibida yuqori namlik bo'lishi uni saqlash imkoniyatini cheklaydi. Yuqoridagi usullar yordamida titk pilla g'umbagini jonsizlantirish va quritish ularni uzoq muddat saqlash imkonini beradi. Biroq, ushbu usullar esa pilla qobig'i va uning ichidagi g'umbakka turlicha ta'sir qiladi. Quritish usullarining asosiy maqsadi pillalarning boshlang'ich xususiyatlarini imkon qadar tabiiyligicha saqlab qolishdir. Natijada pillalarni chuvish jarayoni yengillashib, tibbiyot maqsadlarida foydalaish uchun sifatli xom ipak olish imkoniyatini beradi. Quritilgan g'umbak tarkibidagi oqsil miqdori tirik g'umbakka nisbatan yuqori bo'lgani sabab, uni ozuqa va kosmetikada foydalanish afzal hisoblanadi. G'umbakdan olingan yog' hayvonlar uchun yuqori kalloriyali ozuqa, kosmetika, sovun ishlab chiqarishda keng qo'llanilib kelinmoqda. Yurtimizda esa asosan g'umbak baliqchilik va parrandachilik sanoatida to'yimli ozuqa sifatida foydalanilib kelinmoqda.

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, jonsizlantirish usuli g'umbaklarning fizik xususiyatlariga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. **Sublimatsiya usuli** g'umbaklarning tabiiy shakli, hajmi va massasini eng yaxshi saqlab qolgan bo'lib, ishlov berilmagan namunalarga eng yaqin natijalarni berdi. **Issiq havoda jonsizlantirish** esa fizik o'lchamlarning eng katta kamayishiga sabab bo'ldi va g'umbaklarda eng kuchli deformatsiya kuzatildi.

Quyoshda quritish hamda **mikroto'lqinli pechda jonsizlantirish** usullari oraliq natijalarni ko'rsatib, issiq havoga nisbatan fizik xususiyatlarni yaxshiroq saqlagan. G'umbaklarning tabiiy geometrik shakli va fizik xususiyatlarini maksimal darajada saqlab qolish zarur bo'lgan hollarda **sublimatsiya usuli eng maqbul texnologiya** hisoblanadi. Agar iqtisodiy samaradorlik va oddiy texnologiya ustuvor bo'lsa, **quyoshda quritish** va **mikroto'lqinli pechda jonsizlantirish** usullari muqobil variant sifatida qo'llanishi mumkin. Shu bilan birga g'umbaklarni jonsizlantirish usuli mahsulotning tashqi ko'rinishi va sifat ko'rsatkichlariga bevosita ta'sir ko'rsatadi. **Sublimatsiya usuli** eng yuqori umumiy chiqish (52,4 %), eng katta sifatli sariq rangli g'umbaklar ulushi (79,1 %) hamda eng kam jigarrang (17,7 %), qora rangli (2,4 %) va qurtli (0,8 %) g'umbaklar miqdorini ta'minladi. **Quyoshda quritish** usuli sifat ko'rsatkichlari bo'yicha ikkinchi o'rinni egalladi. **Mikroto'lqinli pechda** va ayniqsa **issiq havoda jonsizlantirish** usullarida esa sifat ko'rsatkichlari pasayib, nuqsonli g'umbaklar ulushi ortgani kuzatildi. Umuman olganda, **sublimatsiya usuli g'umbaklarning tabiiy rangi, sifati va umumiy chiqishini maksimal darajada saqlab qoluvchi eng samarali jonsizlantirish usuli** ekanligi aniqlandi. Shu sababli yuqori sifatli ipak xomashyosini olishda aynan ushbu texnologiyani qo'llash maqsadga muvofiq hisoblanadi.

Reference

1. <https://csb.gov.in/>
2. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining "Ipakchilik tarmog'ini yanada rivojlantirish bo'yicha chora-tadbirlar to'g'risida" gi 2023-yil 24-fevraldagi PQ-73-son qarori. -B.1-25.
3. X.Alimova, A.Miratayev, X.Babadjanov Ipak qurti g'umbagidan tayyorlangan emulsiyadan PAN tolasini ishlab chiqarishda qo'llash // To'qimachilik muammolari. №2/2011 yil. Toshkent.
4. N.Islambekova Ipak qurti g'umbagi asosida kompozitsion aralashma olish va uni xom ipakni qayta o'rash jarayonida qo'llash // To'qimachilik muammolari. №3/2008 yil. Toshkent.
5. X.Alimova, X.Umrzakova Turli yuza zichlikdagi ipak tibbiyot bintlarini gigroskopik xususiyatlari//Вестник БОБЕК международный научно-практический журнал. №1(1)/2024.
6. M.Agzamov, T.Tojirova, M.Kulmetov, X.Babadjanov Ipak qurti g'umbagidan tayyorlangan emulsiyaning yarim jun gilam arqoq iplari sifatiga ta'siri // To'qimachilik muammolari. №2/2016 yil. Toshkent.

-
7. HS Kathyayini and Dronachari Manvi Experimental investigation of different types of dryers for silkworm pupae drying// The Pharma Innovation Journal 2022; 11(3): 1033-1038.
 8. Avazov K.R. Qobiqning texnologik xususiyatlarini saqlashda pillalarga infraqizil nur bilan dastlabki ishlov berish: tex.fan.dokt.DSc diss.. -Toshkent: -2021. 200 b.
 9. Umarov S.F. Razrabotka i ispolzovaniye solnechnogo teplovogo kollektora dlya zamarivaniya shelkovichnix kokonov. Avtoref. diss... kand. texn. nauk. -Tashkent. -2007. -C. 25.
 10. Fusheng Ch., Shaoping and other. Cocoon treating method for killing cocoons by industrial salt for normal-temperature water silk reeling//[CN105862137B](#). Sericultural Res Inst Anhui Acad of Agricultural Sciences. CN105862137A. ·2016.
 11. B.Abdullayev, A.V.Korabelnikov, A.E.Gulamov Sposob zamarivaniya kokonov v pole sverxvisokoy chastoti // Problemi tekstilY. №4/2005. Tashkent.
 12. Gulamov A.E., Alimova X.A., Jernitsin Y.L. Analiz prichini obrazovaniya porokov shelka-sirsa v kokonomotanii // «Problemi tekstilya» nauchno-texnicheskiy jurnal. -Tashkent.-2008. -№ 4. -S. 61.
 13. Bhat P., Basu A. Advanced testing of silk fibers, yarns, and fabrics//Advances in Silk Science and Technology. A volume in Wood head Publishing Series in Textiles. -2015. -P. 121-140.
 14. O‘zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi huzuridagi Intellektual mulk markazi foydali model uchun FAP 20260080 (13.02.2026) raqamli talabnoma.
 15. Alimova X.A., Avazov K.R., Abrayqulov B.I. Sifatli pilla tayyorlash texnologiyasini tadqiq etish //«O‘zbekiston to‘qimachilik jurnali» Ilmiy-texnik jurnal, №1, 2021 y.
 16. Gulamov A.E., Avazov K.R., Abrayqulov B.I. Quritish texnologiyasining pilla qobog‘i va g‘umbak xususiyatlariga ta’sirini tadqiq qilish //«O‘zbekiston to‘qimachilik jurnali» Ilmiy-texnik jurnal, №4, 2021 y.
 17. Bharat B., Satish. Sericulture technologies developed by csrti mysore. Central Silk Board. – Ministry of Textiles – Govt. of India Manandavadi Road, Srirampura Mysore. - India, 2014. -R. 29-32.
 18. Gulamov A.E., Avazov K.R., Abrayqulov B.I., Otenov I. Pilla tayyorlash texnologiyasining sifatga ta’sirini tadqiq etish //«O‘zbekiston to‘qimachilik jurnali» Ilmiy-texnik jurnal, №2, 2023 y.
 19. Resma Rajan, Alekhya Rani Chunduri, Prasanthi Siripurapu, Annapurna Bhavani Satti, Sai Krishna Kottakota, Bhagyasree Marupilla, Arun Kumar Kallare Anitha Mamillapalli. DFMO feeding lowers polyamine levels and causes developmental defects in the silkworm Bombyx mori // [Journal of Asia-Pacific Entomology](#). [Volume 25, Issue 1](#), March 2022.
 20. N.Islambekova Ipak qurti g‘umbagi asosida kompozitsion aralashma olish va uni xom ipakni qayta o‘rash jarayonida qo‘llash // To‘qimachilik muammolari. №3/2008 yil. Toshkent.

M.J.Kolondorov, M.R.Rajapbayeva, M.R.Raximberdiyev, Sh.R.Fayzullayev
Tashkent Institute of Textile and Light Industry

Annotatsiya. Ushbu maqolada ip yigirish jarayonida ipning tengvaznliligini va buram qoldiq momentini kamaytirish muammolari tahlil qilingan. Ipga beriladigan buram ipda qoldiq moment hosil qilishi natijasida trikotaj matolarida spirallanish va deformatsiya kabi salbiy holatlar yuzaga kelishi mumkin. Mazkur muammoni bartaraf etish uchun iplarni pishitish, nam-issiqlik ishlovi berish yoki tolalarni maxsus guruhlariga ajratish kabi usullar qo'llaniladi. Biroq ushbu usullar qo'shimcha energiya sarfi, vaqt va texnologik jarayonlarning murakkablashuvi bilan bog'liq. Shu sababli halqali yigirish mashinalarida ipga soxta buram berish qurilmasidan foydalanish samarali yechimlardan biri hisoblanadi. Tadqiqotda halqali yigirish mashinasi uchun yangi konstruksiyadagi ipga soxta buram beruvchi qurilma ishlab chiqilgan va uning ishlash prinsipi o'rganilgan. Qurilma cho'zish asbobining chiqaruvchi juftligi va ip o'tkazgich oraliq'ida o'rnatilib, shakllanayotgan ipdagi tolalarning migratsiyasini oshiradi. Natijada ipning strukturaviy tuzilishi yaxshilanadi, tolalar ip markaziga yaqinroq joylashadi hamda ipning pishiqligi ortgan va tengvaznlilik xossalari yaxshilangan. Tajribalar "Zinser 350" halqali yigirish mashinasida o'tkazilgan. Olingan natijalar shuni ko'rsatdiki, taklif etilgan qurilma yordamida yigirilgan iplarning umumiy notekisligi, variatsiya koeffitsiyenti va tukdorligi kamayadi, uzilishdagi uzayish va solishtirma uzilish kuchi esa ortgan. Bu esa qurilmaning ip strukturasi va sifat ko'rsatkichlariga ijobiy ta'sir ko'rsatishini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar. Ip yigirish, soxta buram, halqali yigirish, ip strukturasi, tolalar migratsiyasi, ip pishiqligi, tengvaznli ip, yigirish jarayoni, ip sifati.

Abstract. This article analyzes the problems of reducing yarn equilibrium and residual twist moment in the spinning process. As a result, of the formation of residual twist moment in the yarn, negative phenomena such as spiraling and deformation can occur in knitted fabrics. To eliminate this problem, methods such as yarn twisting, wet-heat treatment, or separation of fibers into special groups are used. However, these methods are associated with additional energy consumption, time, and complexity of technological processes. Therefore, the use of a false twist device for yarn in ring spinning machines is one of the effective solutions. In the study, a new design of a false twist device for a ring-spinning machine was developed and its operating principle was studied. The device is installed between the draw pair of the stretching device and the yarn feeder, increasing the migration of fibers in the forming yarn. As a result, the structural structure of the yarn is improved, the fibers are located closer to the center of the yarn, and the yarn strength and equilibrium properties are improved. The experiments were conducted on a "Zinser 350" ring-spinning machine. The results showed that the overall unevenness, coefficient of variation and hairiness of the yarns spun using the proposed device are reduced, while the elongation at break and specific breaking strength are increased. This indicates that the device has a positive effect on the yarn structure and quality indicators.

Keywords. Yarn spinning, false twist, ring spinning, yarn structure, fiber migration, yarn strength, balanced yarn, spinning process, yarn quality.

Аннотация. В данной статье анализируются проблема снижения равновесности пряжи и остаточного момента кручения в процессе прядения. В результате образования остаточного момента кручения в пряже в трикотажных полотнах могут возникать негативные явления, такие как спиралевидное скручивание и деформация. Для устранения этой проблемы используются такие методы, как кручение пряжи, влажно-термическая обработка или разделение волокон на специальные группы. Однако эти методы связаны с дополнительным энергопотреблением, временем и сложностью технологических процессов. Поэтому одним из эффективных решений является использование устройства ложного кручения пряжи на кольцевых прядильных машинах. В исследовании была

разработана новая конструкция устройства ложного кручения для кольцевой прядильной машины и изучен принцип его работы. Устройство устанавливается между вытяжной парой втяжного прибора устройства и нитепроводником, увеличивая миграцию волокон в формирующейся пряже. В результате улучшается структура пряжи, волокна располагаются ближе к центру пряжи, а также повышаются прочность и равновесные свойства пряжи. Эксперименты проводились на кольцевой прядильной машине «Zinser 350». Результаты показали, что общая неровнота, коэффициент вариации и ворсистость пряжи, полученной с помощью предложенного устройства, снижаются, в то время как удлинение при разрыве и удельная прочность на разрыв увеличиваются. Это свидетельствует о положительном влиянии устройства на структуру пряжи и показатели качества.

Ключевые слова: прядение пряжи, ложное скручивание, кольцевое прядение, структура пряжи, миграция волокон, прочность пряжи, сбалансированная пряжа, процесс прядения, качество пряжи.

Kirish. Ip shakllanishida unga berilayotgan buram qoldiq momentni paydo qiladi. Bu ipning tengvaznsizligiga sabab bo'ladi. Tengvazinsizlik ipdagi buramning yichilishga harakatini xosil qiladi va trikotaj matosining halqalari o'z muvozanatini yo'qotishiga olib beladi. Kichik kuch ta'sirida halqalar tabiiy tuzilishga erishish uchun ipdagi qoldiq momentni yo'qotishga intiladi va halqalar aylanishga moyil bo'ladi. Natijada, halqalarning bir uchi egilib, mato yuzasidan chiqib ketadi, ikkinchi uchi esa mato ichida qoladi. Halqalarning bunday deformatsiyasi gazlamaning spiralligini oshiradi, ya'ni spiral effektiga o'xshash deformatsiyani ip yigirish sanoatida maksimal darajada oldini olish kerak. Shunday qilib, iplar ichidagi momentni muvozanatlash yoki ipning tengvaznlilik xossasini yaxshilash juda muhimdir [1, 2, 3, 4].

Ipdagi qoldiq momentni yo'q qilish yoki kamaytirish uchun ko'plab texnologiyalar ishlab chiqilgan va ishlatilgan. Ulardan biri, ikki va undan ortiq iplarni qo'shib pishitishdir. Pishitilgan iplarda, birlamchi buram yo'nalishiga qarama-qarshi yo'nalishda bo'lgan ikkinchi buram berilib, tengvaznligiga erishiladi. Bir-biriga teskari ikki xil yo'nalishdagi buram berilganda, qarama-qarshi yo'naltirilgan ikkita buramlar o'zaro muvozanatlanadi va tengvaznli ip shakllanadi. Bu usul qo'shimcha ishchi kuchi, mashina va elektr-energiya talab qiladi.

Tengvaznli iplarni olishning yana bir usuli ularni issiq nam havo yordamida yoki kimyoviy usullar orqali ishlov berishdir. Ko'pincha bosim ostida bug'lash yoki boshqa usullar yordamida erishilgan namlik va isitish ta'sirida ipning elastik relaksatsiya siljish deformatsiyasi tezlashadi, molekulalar muvozanat holatga keladi, qoldiq buram momenti keskin kamayadi va ip esa buram yechilish qobiliyatini yo'qotadi. Ushbu usuldan foydalanish ma'lum turdagi tolalar uchun qo'llaniladi va qo'shimcha energiya va xarajat talab qiladi hamda ko'pincha tolaning shikastlanishiga olib keladi [5, 6, 7].

Keyingi usulda qoldiq moment komponentlari bir-birini muvozanatlashtira oladigan tolalar guruhlarini yaratish orqali ipning momentini mexanik ravishda muvozanatlash uchun mo'ljallangan, shu bilan muvozanatli tuzilishga erishiladi.

Yana bir usulda esa tolalararo ishqalanishga bog'liq bo'lib, turli tolalarni aralashtirish orqali oligan iplardan to'qilgan matoning mexanik cho'zish bo'yicha buralishini kamaytirishi mumkin.

Bundan tashqari ipning tengvaznligiga yuqorida tavsiflangan usullarni bir vaqtda foydalanish natijasida ham erishish mumkin [8, 9, 10].

Yuqorida aytilgan usullarda ipning tengvaznllik xossalarini yaxshilash iqtisodiy tamondan ancha qimmat va ko'p vaqtni talab qiladi. Bu holatni bartaraf etish uchun ipga soxta buram berish qurilmasini halqali yigirish mashinasiga o'rnatish maqsadga muvofiqdi.

Nazariy tadqiqotlar. Sohaga oid adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, hozirgi kunda halqali yigirish usulini takomillashtirish, ipning sifat ko'rsatkichlari yanada yaxshilash maqsadida

turli ipga soxta buram beruvchi qurilmalar joriy qilinmoqda [11, 12, 13]. Bularga magnitli va friksion tasmali ipga soxta buram beruvchi qurilmalarini misol qilish mumkin. O'rganishlar natijasida shu ma'lum bo'ldiki, magnitli qurilma katta chiziqliy zichlikdagi kam buramli iplarni ishlab chiqarishda, friksion tasmalar kichik chiziqliy zichlikdagi kam buramli iplarni tayyorlashda qo'llaniladi. Bu qurilmalar bilan halqali yigirish mashinasi juda past unumdorlikda ishlaydi [14, 15]. Shuning uchun, halqali yigirish mashinasida o'rta chiziqliy zichlikdagi iplar ishlab chiqarish uchun yangi konstruksiyadagi ipga soxta buram beruvchi qurilmani ishlab chiqish ixtiyoji sezildi. Shu maqsadda dunyo to'qimachilik amaliyotida keng foydalaniladigan halqali yigirish mashinalari uchun yangi konstruksiyadagi takomillashtirilgan ipga soxta buram beruvchi qurilmalar ishlab chiqildi. Bu qurilmalar o'z navbatida ip shakllanishida bir qancha omillarga ta'sir qiladi. Ipdagi qoldiq momentining kamayishi ipga soxta buram beruvchi qurilmada amalga oshirilib, u pishitish uchburchagiga belgilangan buramlar soni yetib borishini ta'minlash natijasida kam buramli tengvaznli iplarni olish imkonini beradi.

Tajribaviy izlanishlar. Qurilmalar halqali yigirish mashinasi cho'zish asbobining chiqaruvchi juftligi va ip o'tkazgich oraliqida o'rnatiladi (1-rasm).

Qurilmalar yordamida sifatli ip yigirish uchun bir qancha dastlabki tajribaviy tadqiqotlar amalga oshirildi. Tajribalar davomida turli qurilmalar o'rganildi. Tadqiqotlar Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat instituti "Ipak va yigirish texnologiyasi" kafedrası o'quv laboratoriyasida mavjud "Zinser 350" halqali yigirish mashinasida belgilangan talablarga ro'ya qilingan holda amalga oshirildi. Bu qurilmalar yordamida o'rta chiziqliy zichligidagi tengvaznli iplarni ishlab chiqarish inobatga olindi.



1-rasm. Ipga soxta buram berish qurilmasining mashinaga o'rnatilishi

Bu yerda, a-qurilmaning mashinaga o'rnatilish sximasi, b-qurilmaning mashinaga o'rnatilishi, 1-cho'zish asbobing chiqaruvchi juftligi, 2-ipga soxta buram beruvchi qurilma, 3-shakllanayotgan ip, 4-ip o'tkazgich.



2-rasm. Yangi konstruksiyadagi ipga soxta buram beruvchi qurilmalar.

Bu yerda, a-ekssentrikli o'qli qurilma, b-kirish va chiqish qismlari silliq yuzali qurilma, d-kirish va chiqish qismlari refliyali qurilma va e-ichki yuzasi to'liq refliyali qurilma.

Ip yigirishning texnologik parametrlari

№	Ko'rsatkichlar nomi	Tajribalar			
		Ekssentrikli o'qli qurilma	Kirish va chiqish qismlari silliq yuzali qurilma	Kirish va chiqish qismlari refliyali qurilma	Ichki yuzasi to'liq refliyali qurilma
1	Pilikning ingliz nomeri, Ne	0,83	0,83	0,83	0,83
2	Ipning ingliz nomeri, Ne	29,5	29,5	29,5	29,5
3	Urchuqning aylanishlar soni, min ⁻¹	5000	5000	5000	5000
4	Qurilmaning aylanishlar soni, min ⁻¹	8200	8200	8200	8200
5	Pishitilganlik, buram/metr	674	674	674	674

Ip sifat ko'rsatkichlari ichida eng muhimlaridan biri uning solishtirma uzilish kuchi hisoblanadi. Solishtirma uzilish kuchini va ipdagi qoldiq momentni ipga berilayotgan buramlar soni belgilab beradi. Shu nuqtaiy nazardan dastlab yigirilgan iplarning buramlar soni ya'ni iplarning pishitilganligi o'rganildi.

Yigirilgan iplarning pishitilganlik ko'rsatkichlari

№	Ko'rsatkichlar nomi	Tajribalar				
		Nazorat ipi	Ekssentrikli o'qli qurilma	Kirish va chiqish qismlari silliq yuzali qurilma	Kirish va chiqish qismlari refliyali qurilma	Ichki yuzasi to'liq refliyali qurilma
1	Pishitilganlik buram/metr	663	682	642	661	676
2	Buram bo'yicha notekislik, CV	3,55	4,2	6,1	2,1	6,6

Iplarning pishitilganlik ko'rsatkichlari tahlili shuni ko'rsatadiki, qurilma yordamida yigirilgan ip nazorat variantida yigirilgan ipdan katta farq qilmadi, ammo tajribalar davomida ekssentrikli o'qli qurilmada shakllanayotgan ip tez-tez uzilish holatlari kuzatildi. Kirish va chiqish qismlari silliq yuzali qurilmaning tezligi past va ipga soxta buram berilmadi. Ipga soxta buram berishi uchun qurilmaning kirish va chiqish qismlari refliyali qilib ishlandi, qurilmaning ichki detallari bir-biridan ajrab ketitish holatlari kuzatildi. Natijada ichki yuzasi to'liq refliyali bo'lgan yaxlit qurilma ishlab chiqildi. Dastlab qurilmaning pastki qismidan unga harakat berildi. Qurilma ipga soxta buram berishni amalga oshirgan bo'lsada, uning ishlash muddati juda qisqa bo'ldi. Bu qurilma takomillashtirishda davom ettirildi va PLA+ materialidan 3D printerida 3-rasmda ko'rsatilgan qo'rilma ishlab chiqarildi.



3-rasm. Ichki yuzasi giperbola shakldagi spiralsimon refliyalipga soxta buram 4-beruvchi qurilma

Bu yerda, a-qurilmaning tepadan, b-umumiy va d-izometriya ko‘rinishi.

Ipga soxta buram beruvchi qurilma uchun O‘zbekiston Respublikasining ixtroga 1 ta patent va foydali modilga 1 ta xorijiy patent olindi [16].

Qurilmaning ichki yuzasi giperbola shaklda bo‘lib, spiralsimon bo‘rtmalardan iborat. U yordamida pishitish uchburchagidan o‘tayotgan tolalarning migratsiyasi ikki marta sodir bo‘lish natijasida tolalar joylashish zichligi ortishiga erishiladi. Bu esa unga ipning buramlar sonini, tukdorligini kamaytirishga va uning pishiqligini oshishiga hamda tengvaznli ip olishga sabab bo‘ladi.

Taklif etilayotgan qurilma halqali yigirish mashinasi urchuqqa nisbatan parallel va cho‘zish asbobining chiqaruvchi juftligi va ip o‘tgargich oralig‘ida o‘rnatilib ip yigiriladi. Cho‘zish asbobining chiqaruvchi juftligidan tutamcha shaklidagi tolalar guruhi chiqadi va u ipga soxta buram beruvchi qurilma yordamida dastlabki soxta buramni oladi, qurilma tasmali uzatma bilan harakatlantirish orqali 8200 min⁻¹ gacha aylantiriladi. Qurilmaning birinchi yarmida ip “S” buram, ikkinchi yarmida esa “Z” buram oladi.

Natijalar tahlili. Qurilmaning ta’sirida pishitish uchburchadagi tola tarangligi o‘zgarishi ularning migratsiyasini kuchaytiradi. Qurilma yordamida doimiy buramning pishitish uchburchagiga yetib kelishi tolalarni ip markaziga yaqinlashtiradi, ipning strukturasi o‘zgartirib ip pishiqligi va tengvaznlik xossasini yaxshilaydi.

Bu qurilma yordamida yigirilgan iplarning fizik-mexanik ko‘rsatkichlari o‘rganildi.

3-jadval

Yigirilgan iplarning fizik-mexanik ko‘rsatkichlari.

T/r	Ko‘rsatkichlar nomi	O‘lchov birligi	Ko‘rsatkichlar	
			Nazorat varianti	Tajriba varianti
1	Pilikning ingliz nomeri	Ne	29,5	29,5
2	Umumiy notekislik, UM	%	16,25	13,58
3	Variatsiya koeffitsiyenti, CVm	%	20,56	17,32
4	Variatsiya koeffitsiyenti, CVm 1 m	%	4,36	4,35
5	Ingichka joylar, -50%	dona/km	22	20
6	Yo‘g‘on joylar, +50%	dona/km	1310	555
7	Yo‘g‘on joylar, +140%	dona/km	2160	1335
8	Nepslar, km, +200%	dona/km	520	300
9	Tukdorlik, H	-	6,25	6,12
10	Uzilishdagi uzayish, (%)	%	4,66	4,73
11	Solishtirma uzilish kuchi	sN/teks	9,9	11,02

Xulosa. Halqali yigirish mashinasida yigirilgan nazorat variantidagi ipga qaraganda ipga soxta buram beruvchi qurilma orqali yigirilgan tajriba variantidagi ipning sifat ko'rsatkichlari umumiy notekislik 16,4 % ga, variatsiya koeffitsiyenti 15,7 % ga, tukdorlik 2 % ga pasayadi hamda iping uzilishdagi uzayishi 1,5 % va solishtirma uzilish kuchi 11,3 % ga ortadi. Bu ipga soxta buram beruvchi qurilma yigirilayotgan ipning strukturaviy tuzilishiga ijobiy ta'sir qilishini bildiradi. Bu yerda, tolalarning ip markaziga yaqinroq joylashishi ipning pishiqligini oshirishga hamda tengvazlilik xossalarini yaxshilashga xizmat qiladi. Shunday qilib, takomillashtirilgan ipga soxta buram beruvchi qurilma halqali yigirish mashinalarining texnologik imkoniyatlarini kengaytiradi va o'rta chiziqiy zichlikdagi sifatli iplarni ishlab chiqarishda samarali yechim bo'lib xizmat qiladi. Kelgusida ushbu qurilmani sanoat sharoitida qo'llash, uning konstruksiyasini yanada takomillashtirish hamda turli tolalar uchun optimal ishlash parametrlarini aniqlash bo'yicha tadqiqotlarni davom ettirish maqsadga muvofiq hisoblanadi.

References

1. B.G.Xu, X.M.Tao. Techniques for torque modification of singles ring spun yarns // Textile research journal. Vol. 10. 2008-yil. 15-b.
2. M.D.D.Araujo va bosh. "Spirality of knitted fabrics, Part I: The nature of spirality". Textile Research Journal 59, 1989-yil, 247-bet.
3. M.D.D.Araujo va bosh. "Spirality of knitted fabrics, Part II: The effect of yarn spinning technology on spirality" Textile Research Journal 59, 1989-yil, 350-bet.
4. A.P.S.Sawhney va bosh. "Improved Method of Producing a Cotton/polyester Staple-core Yarn on a Ring Spinning Frame". Textile Research Journal 62(1), 1992-yil, 21-bet.
5. Raximberdiyev M.R., Fayzullayev Sh.R. Modifikatsiyalangan ip ishlab chiqarish istiqbollari // O'zbekiston to'qimachilik jurnali, 2022-yil 2-son 77-84 betlar.
6. Raximberdiyev M.R., Fayzullayev Sh.R., Bobojanov H.T., Soloxiddinov, A.A.Yusupov J.Z. Modifikatsiyalangan halqali yigirish usulining kompakt tizimi avfzalligi va kamchiliklari tahlili // Farg'ona politexnika instituti ilmiy-texnika jurnali, 2022-yil 26-tom 6-son 108-113 betlar.
7. Raximberdiyev M.R., Mardonov B.M., Fayzullayev Sh.R., Maxkamova Sh.F. Исследование распространения волн кручения вдоль движущейся нити конечной длины // Universum: технические науки: № 10 (115). Часть 4. 2023 г. 5-10 ст.
8. Raximberdiyev M.R., Fayzullayev Sh.R. Analysis of the Impact of Vyurok's Various Speed Ratios on Thread Quality Indicators Used In Modified Assembly // Texas Journal of Engineering and Technology. Vol. 24 (2023): TJET. 3-7 p. ISSN: 2770-4491
9. A.P.S.Sawhney va bosh. "Tandem Spinning". Textile Research Journal 65(9), 1995-yil, 550-bet.
10. A.P.S.Sawhney va bosh. "Properties of a Fabric Made with Tandem Spun Yarns". Textile Research Journal 66(10), 1996-yil, 607-bet.
11. X.M.Tao va bosh. "Torque-Balanced Singles Knitting Yarns Spun by Unconventional Systems Part I: Cotton Rotor Spun Yarn". Textile Research Journal, 67 (10), 1997-y. 739-bet.
12. A.Primentas va bosh. "A Method for the Reduction of Spirality of Weft Fabrics Knitted from Singles Ring-Spun Yarns", The 78th World Conference of the Textile Institute, May (1). 1997-yil, 313-bet.
13. A.Primentas va bosh. "Spirality of Weft-knitted Fabrics: Part III-An Innovative Method for the Reduction of the Effect". Indian Journal of Fiber and Textile Research, Vol. 28, June. 2003-yil, 202-bet.
14. Raximberdiyev M.R., Ahmedov K.I., Fayzullayev Sh.R. A theoretical study on the effect of a false twister on the spinning triangle in yarn formation on a ring frame // Eurasian Journal of Engineering and Technology. Volume 28. March 2024. 19-29 p. ISSN: 2795-7640

-
15. Raximberdiyev M.R., Fayzullayev Sh.R., Bobojanov X.T., Raxmatullinov F.F., Toshmirzayev Q.O. Modifikatsiyalash qurilmasining pishitish uchburchagi va ip sifatiga ta'siri tahlili // Farg'ona politexnika instituti ilmiy-texnika jurnali, 2024-yil 28-tom maxsus 16-son, 47-54 betlar.
16. Patent. UZ IAP № 7861 "Yigirilgan ipni soxta eshish qurilmasi" // Fayzullayev Sh.R. Djurayev A. Rasmiy axboratnoma-2024. Byu. № 11 (284).

УДК 677.027.66

**АНАЛИЗ ИНТЕГРИРОВАННЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ
ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ОТДЕЛКИ ХЛОПЧАТОБУМАЖНЫХ ТКАНЕЙ В
УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ**

У.Н.Бегешова

South Kazakhstan University named after M. Auezov, Shymkent, Kazakhstan

Аннотация. В статье представлен анализ инновационных подходов к функциональной отделке хлопчатобумажных тканей, применяемых в странах Центральной Азии. Исследование направлено на систематизацию современных подходов к функциональной отделке хлопка, с акцентом на комбинированные технологии, объединяющие химические, физические и наноструктурные методы.

В качестве модификаторов используются биоактивные компоненты (галлотанин, хитозан, растительные экстракты) и наноструктурные агенты (TiO₂, ZnO, AgNPs). Исследования проводились с использованием ИК-спектроскопии (TJ270-30A), микроскопии (JX-BH200M), гравиметрии (AS 220.R2PLUS). Водоотталкивающие испытания (BALLY GW-013), антимикробная активность (инкубатор) и испытания на прочность (HT-L-2000A). Результаты подтвердили наличие функциональных групп, равномерность покрытия, увеличение массы до 4,8%, угол отскакивания до 130°, антимикробную активность до 98% и сохранение эластичности прочности не более 6%. Сравнительный анализ подтвердил высокую эффективность и экологическую безопасность предлагаемой технологии, а также возможность ее масштабирования и интеграции в образовательные программы.

Ключевые слова: функциональная отделка, хлопчатобумажные ткани, биоактивные компоненты, гидрофобность, наночастицы, антимикробная отделка, экологически чистая технология, Центральная Азия, устойчивость к стирке.

Annotatsiya. Maqolada Markaziy Osiyo mamlakatlarida qo'llaniladigan paxta matolarini funksional pardoqlashning innovatsion yondashuvlari tahlil qilingan. Tadqiqot kimyoviy, fizik va nanostruktura usullarini birlashtirgan kombinatsiyalangan texnologiyalarga e'tibor qaratgan holda, paxtani funksional pardoqlashning zamonaviy yondashuvlarini tizimlashtirishga qaratilgan.

Modifikatorlar sifatida bioaktiv komponentlar (gallotanin, xitozan, o'simlik ekstraktlari) va nanostrukturali agentlar (TiO₂, ZnO, AgNPs) qo'llaniladi. Tadqiqotlar IQ-spektroskopiya (TJ270-30A), mikroskopiya (JX-BH200M), gravimetriya (AS 220.R2PLUS) yordamida o'tkazildi. Suvni qaytaruvchi sinovlar (BALLY GW-013), mikroblarga qarshi faollik (inkubator) va mustahkamlik sinovlari (HT-L-2000A). Natijalar funksional guruhlar mavjudligini, qoplamaning bir xilligini, massaning 4,8% gacha ortishini, ochilish burchagining 1300 gacha kamayishini, mikroblarga qarshi faollikning 98% gacha bo'lishini va mustahkamlikning elastikligi 6% dan oshmasligini tasdiqladi. Solishtirma tahlil taklif etilayotgan texnologiyaning yuqori samaradorligi va ekologik xavfsizligini, shuningdek, uni kengaytirish va ta'lim dasturlariga integratsiya qilish imkoniyatini tasdiqladi.

Kalit so‘zlar: funksional pardoqlash, paxta matolari, bioaktiv komponentlar, gidrofoblik, nanozarrachalar, mikroblarga qarshi pardoqlash, ekologik toza texnologiya, Markaziy Osiyo, yuvishga chidamlilik.

Abstract. The article presents an analysis of innovative approaches to the functional finishing of cotton fabrics used in Central Asian countries. The study aims to systematize modern methods of functional finishing, focusing on hybrid technologies that combine chemical, physical, and nanostructural methods. Bioactive components (gallotannin, chitosan, plant extracts) and nanostructured agents (TiO₂, ZnO, AgNPs) were used as modifiers. Studies were conducted using FTIR spectroscopy (TJ270-30A), optical microscopy (JX-BH200M), gravimetry (AS 220.R2PLUS), water repellency tests (BALLY GW-013), antimicrobial assays, and tensile strength testing (HT-L-2000A). The results confirmed the formation of functional groups, coating uniformity, mass increase up to 4.8%, crease recovery angle up to 130°, antimicrobial activity up to 98%, and strength reduction not exceeding 6%. Comparative analysis demonstrates the high efficiency and eco-friendly profile of the proposed technology, as well as its scalability and potential for integration into higher education curricula.

Keywords: functional finishing, cotton fabrics, bioactive components, hydrophobicity, nanoparticles, antimicrobial, environmentally friendly technologies, Central Asia, resistance to washing, textile modification.

Введение. Развитие текстильной промышленности в странах Центральной Азии требует внедрения современных технологий, обеспечивающих не только высокое качество продукции, но и ее экологическую безопасность и функциональность. В условиях глобального спроса на текстильные изделия с антимикробными, водоотталкивающими и УФ-защитными свойствами, разработка инновационных методов отделки хлопчатобумажных тканей – основного сырья для легкой промышленности региона – является особенно актуальной [1].

Текстильная отрасль Центральной Азии в частности, Узбекистан с объемом переработки хлопка и производства тканей свыше 850 тыс. тонн в год. Казахстан с развивающимся текстильным кластером в Туркестанской области, а также сопредельных регионов Турции как крупнейший текстильный хаб с экспортом более 10 млрд долларов США демонстрирует динамичный рост. Однако специфика местной сырьевой базы – преобладание средневолокнистых сортов хлопка I-III типов с определенной степенью зрелости и наличием естественных сопутствующих веществ – требует адаптации процессов химической отделки.

Актуальность темы определяется тем, что, несмотря на многочисленные исследования в области модификации тканей, отсутствует единая стратегия. Обеспечивающая одновременно многофункциональность, эксплуатационную стойкость и экологическую безопасность. Существующие подходы зачастую требуют применения нестабильных или токсичных реагентов с одной функцией, что ограничивает их промышленное применение. Например, Chen et al. (2023) предложили эффективную многофункциональную отделку [2], однако недостаточно рассмотрели влияние структуры ткани на закрепление покрытия [3]. Аналогично, Gulati et al. (2021) указывают на перспективность наночастиц, но отмечают проблему их смываемости и биосовместимости [4].

Новизна исследования заключается в систематизации современных методов отделки с акцентом на гибридные технологии, объединяющие физическую активацию поверхности и применение биоактивных и наноструктурированных компонентов [5]. Такой подход позволяет учитывать морфологию тканей, снижать расход реагентов и повышать стабильность свойств.

Целью работы является аналитический обзор инновационных подходов к функциональной отделке хлопчатобумажных тканей с учетом специфики текстильной промышленности Казахстана и Узбекистана, а также опыта промышленной кооперации с Турцией. С формированием методологической базы для адаптации технологий к целлюлозосодержащему сырью региона.

Теоретические обоснование и методология. Теоретической основой исследования является принцип создания синергетических отделочных композиций, где биополимеры (хитозан, галлотанин) выполняют роль матрицы-фиксатора и пленкообразователя, а наночастицы металлов и оксидов (TiO_2 , ZnO , AgNPs) придают ткани специфические функциональные свойства (антимикробные, фотокаталитические, УФ-защитные). Образование прочных водородных и ковалентных связей между гидроксильными группами целлюлозы хлопка и функциональными группами модификаторов ($-\text{COOH}$, $-\text{NH}_2$, $-\text{OH}$) обеспечивает устойчивость покрытия к внешним воздействиям.

Характеристика объектов исследования и оборудования:

- Материал: отбеленная хлопчатобумажная ткань (бязь, полотняное переплетение) поверхностной плотностью $120 - 140 \text{ г/м}^2$, шириной $245 \pm 2 \text{ см}$.
- Модифицирующие агенты: биоактивные компоненты (галлотанин, хитозан, растительные экстракты) и наноструктурированные агенты (TiO_2 , ZnO , AgNPs) [6].
- Технологический процесс: нанесение методом пропитки с последующей термофиксацией в автоматическом интеллектуальном инкубаторе при температуре $120 - 150 \text{ C}^0$, относительной влажности $40 - 80\%$ течение $3 - 5$ минут.

Экспериментальные исследования проводились в Южно-Казахстанском университете имени М. Ауэзова, в центре «REILEAR» при следующих условиях:

- Температура окружающей среды: $20 \pm 2 \text{ C}^0$
- Относительная влажность воздуха: $65 \pm 5\%$
- Кондиционирование образцов - 24 часа согласно ISO 13934-1 и ISO 4920.

В ходе исследования применяются методы, соответствующие доступному лабораторному оборудованию для оценки эффективности функциональной отделки

Таблица 1. Комплекс методов и оборудования для оценки эффективности отделки

Цель анализа	Метод исследования	Оборудование/Стандарт
Химический анализ модификации	ИК-Фурье спектроскопия	Двухлучевой инфракрасный спектрофотометр TJ270-30A
Морфология поверхности	Оптическая микроскопия	Микроскоп JX-BH200M
Оценка массы покрытия	Гравиметрический анализ	Аналитический весы AS 220.R2PLUS
Гидрофобные свойства	Измерение угла смачивания, водопроницаемость	Прибор Bally GW-013 / ISO 4920
Антимикробная активность	Диффузионный метод на агаре	Интеллектуальный инкубатор
Физико-механические свойства	Испытание на растяжение и разрыв	Разрывная машина HT-L-2000A \ ISO 13934-1

Применение данного комплекса методов позволяет получить воспроизводимые и достоверные данные о влиянии различных модифицирующих агентов на функциональные

свойства хлопчатобумажной ткани. Результатом стал сравнительный анализ и обоснование перспектив комбинированных отделочных технологий [7,8], адаптированных к условиям текстильной промышленности стран Центральной Азии.

Экспериментальные исследования. В ходе экспериментальной работы образцы хлопчатобумажной ткани подвергались обработке разработанными составами с последующей фиксацией.

1. ИК- спектроскопический анализ (TJ270-30A): Спектральный анализ показал появление характерных полос поглощения:

- Валентные колебания carbonyl-групп ($C=O$) в области 1720 см^{-1} .
- Широкая полоса в области $3200-3600\text{ см}^{-1}$, обусловленная межмолекулярными водородными связями гидроксильных групп ($-OH$) целлюлозы и хитозана;
- Деформационные колебания аминогрупп ($-NH_2$) при $3300-3400\text{ см}^{-1}$ [9,10].

2. Микроскопический анализ морфологии (JX-DH200M):

Микрофотографии поверхности волокон подтвердили формирование равномерной тонкой пленки модификатора без выраженных агломератов наночастиц. Предварительная подготовка поверхности способствует более глубокому проникновению состава в межволоконное пространство [11].

3. Гравиметрические измерения (AS 220.R2PLUS):

Прирост массы ткани после отделки и сушки составил от 3,2% до 4,8%. Наибольшее значение зафиксировано при использовании комбинированной системы TiO_2 /хитозан / PDMS.

4. Гидрофобные и антимикробные испытания:

- Краевой угол смачивания достиг 130° (эффект скатывания капли);
- Антимикробная испытания с культурами *Escherichia coli* и *Staphylococcus aureus* показали угнетение роста микроорганизмов на 85-98% через 24 часа экспозиции.

5. Механические испытания (HT-L-2000A):

Потеря прочности ткани на разрыв не превысила 6%, что находится в пределах допустимых норм для хлопчатобумажных тканей бытового и специального назначения. Для валидации результатов проведен сравнительный анализ с литературными данными (таблицы 2–4).

Таблица 2. Сравнительная оценка эффективности отделочных агентов

Исследование	Тип отделочного агента	Краевой угол смачивания ($^\circ$)	Противомикробный активность (%)	Экологический профиль
Предлагаемая технология	Галлотанин, TiO_2 , AgNPs хитозан	130	85-98%	Высокий (без фтора)
Chen et al. (2023) [2]	ODA, TiO_2 фитиновая кислота	152	100	Средний
Qian et al. (2023) [3]	PSPH, PDMS без фтора	140-145	80-90	Высокий
Gulati et al. (2021) [4]	AgNPs, CuNPs	138-144	85-95	Средний

Таблица 2, применение биоактивных и нанокомпонентов обеспечивает сравнительную эффективность с зарубежными аналогами в экологически чистом профиле.

- Снижение прочности ткани до 6%, что связано с термофиксацией и нанесением покрытия.
- При этом эластичность и удлинение остались в пределах нормы.
- Ткань сохраняет пригодность для использования и дальнейшей переработки.

Эти результаты подтверждают, что предложенная методика функциональной отделки обеспечивает комплексное улучшение свойств хлопчатобумажной ткани, демонстрируя ее эффективность и экологичность.

Для оценки эффективности предложенной методики функциональной отделки хлопчатобумажных тканей был проведен сравнительный анализ с результатами исследований Chen et al. (2023), Qian et al. (2023) и Gulati et al. (2021). Все три источника рассматривали различные подходы к модификации текстильных материалов с использованием наночастиц, биоактивных систем и безфтористых полимеров [2].

Таблица 3. Влияние структуры переплетения ткани показатели отделки

Структура переплетения	Однородность покрытия	Краевой угол смачивания ($^{\circ}$)	Изменение прочности (%)
Хлопчатобумажная ткань (полотняное/бязь)	Высокая	130	-6
Chen et al. (саржевое) [2]	Средняя	152	-4
Qian et al. (атласное) [3]	Низкая	140	-2
Gulati et al. (полотняное) [4]	Средняя	144	-5

Таблица 3 способствует равномерному распределению плотного льняного переплетения, но может снижать его прочность. Саржевые и атласные структуры менее эффективны для удержания функционального слоя [12].

Таблица 4. Устойчивость функционального к стиркам

Способ отделки	Устойчивость к стирке (циклы)	Сохранение свойств
Предлагаемая технология	5 циклов	Частичное снижение (до 80% исходного)
Chen et al. (ODA + TiO ₂) [2]	10 циклов	Высокая устойчивость
Qian et al. (PDMS) [3]	6 цикла	Умеренное понижение
Gulati et al. (AgNPs) [4]	3 цикла	Быстрое падение эффекта

В таблице объединенные технологии обеспечивают баланс между эффективностью и устойчивостью. Особенно при использовании биоактивных компонентов с наночастицами.

Анализ результатов.

Таким образом, комбинированные технологии, объединяющие биоактивные вещества и наноразмерные агенты, представляются наиболее перспективными для функциональной отделки хлопковых тканей в условиях Центральной Азии. Они обеспечивают:

- Среднюю стоимость при высокой эффективности
- Устойчивость и безопасность
- Возможность адаптации к местным производственным условиям

Результаты подтверждают эффективность интегрированного подхода к функциональной отделке, который сочетает активацию физической поверхности и применение биоактивных/нано-компонентов [13,14]. По сравнению с ранее опубликованными исследованиями рисунок 1:

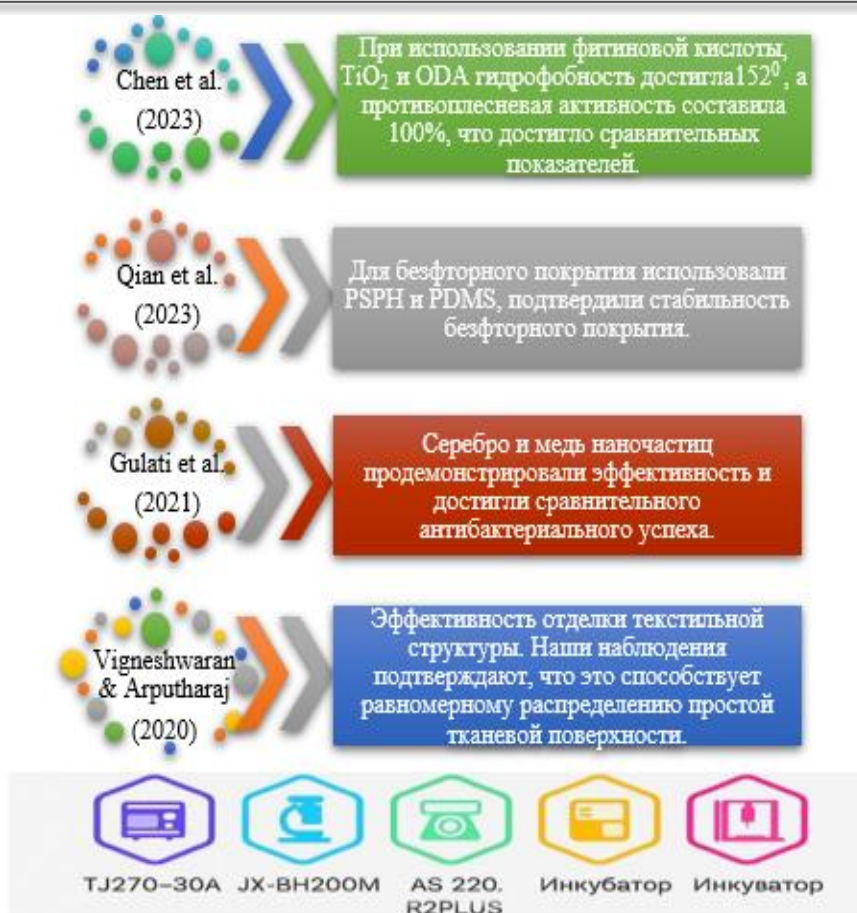


Рисунок 2. Сравнительный обзор международных исследований

Результаты и их обсуждение демонстрируют предложенную методику функциональной отделки:

- высокая эффективность при минимальном экологическом риске;
- может быть адаптирована к состоянию текстильной промышленности Центральной Азии;

- подтверждает возможность интеграции лабораторных решений в образовательный и производственный контекст [15].

Проведенный комплексный анализ подтверждает эффективность применения интегрированных эко-технологий для функционализации хлопчатобумажных тканей. Использование комбинации растительных полифенолов (галлотанина) и хитозана в качестве связующей матрицы позволяет надежно закрепить наночастицы TiO_2 и AgNPs на целлюлозном волокне за счет формирования сети водородных связей и физической адсорбции, что подтверждается данными ИК-Фурье спектроскопии.

Сравнительный анализ показал, что плотная структура полотняного переплетения (бязь) способствует формированию более однородного защитного слоя. По сравнению с саржевыми и атласными переплетениями, хотя и приводит к незначительному снижению прочности (до 6%) из-за жесткости фиксирующей пленки и температурного воздействия при термофиксации ($120\text{--}150^\circ\text{C}$).

В плане экологической безопасности предлагаемый метод превосходит традиционные фторсодержащие составы и технологически адаптирован к производственным мощностям предприятий Центральной Азии. Стойкость покрытия к стирке, сохранение функциональности после 5 циклов является приемлемой для текстильных изделий с ограниченным сроком интенсивной влажной обработки или

спецодежды легкого типа. Однако указывает на необходимость дальнейшего поиска естественных сшивающих агентов для повышения долговечности.

Выводы.

В результате исследования была протестирована экологическая методика функциональной отделки хлопковых тканей, адаптированная к состоянию текстильной промышленности стран Центральной Азии. Основные результаты работы можно сформулировать следующим образом.

1. Разработана и протестирована экологически безопасная комбинированная технология функциональной отделки хлопчатобумажных тканей, исключающая использование токсичных фторсодержащих соединений.
2. Подтверждено формирование устойчивого покрытия: краевой угол смачивания составил до 130° , антимикробная активность против *E. coli* и *S. aureus*-85–98%, прирост массы-3,2 – 4,8 % при сохранении физико-механических характеристик (снижение прочности не более 6%).
3. Разработаны рекомендации для текстильных предприятий региона: применение высокоплотных тканей полотняного переплетения, соблюдение режимов термофиксации ($120\text{--}150^{\circ}\text{C}$) и использование биоразлагаемых модификаторов.
4. Результаты работы имеют высокий потенциал для масштабирования и внедрения в учебный процесс высших учебных заведений (лабораторные практикумы по химии и технологии отделки текстильных материалов).

Таким образом, выполненная работа демонстрирует практическое применение инновационных решений в области функциональной отделки. Открывает возможности для дальнейших исследований, технологического внедрения и трансформации образования.

Reference

1. Begeshova, U., & Yeshzhanov, A. (2024). Characteristics of processing and modification of textile materials for special clothing. In Proceedings of the XI International Conference "Industrial Technologies and Engineering" (ICITE-2024), Volume II, ISSN 2410-4604, 194–197. www.icite.ukgu.kz
2. Chen, Y., Liu, H., & Zhang, X. (2023). Eco-friendly finishing of cotton fabrics using bio-based polyphenols and TiO_2 . *Journal of Cleaner Production*, 412, 137512. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.137512>
3. Qian, L., Wang, J., & Zhao, Y. (2023). Durable water-repellent and antibacterial cotton textiles via fluorine-free polymer coatings. *Carbohydrate Polymers*, 305, 120512. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2023.120512>
4. Gulati, K., Singh, R., & Mehta, P. (2021). Silver nanoparticle-based antimicrobial finishing of cotton: A comparative study of application methods. *Textile Research Journal*, 91(17–18), 2134–2145. <https://doi.org/10.1177/0040517521993123>
5. Gao, D., Wang, F., Lyu, B., Ma, J., & Zhao, Z. (2024). Multifunctional cotton fabric with durable antibacterial, superhydrophobicity, and UV resistance based on Ag@TiO_2 Janus nanoparticles. *Cellulose*, 31(1), 2617–2633. <https://doi.org/10.1007/s10570-023-05727-2>
6. Vigneshwaran, N., & Arputharaj, A. (2020). Functional finishing of cotton textiles using nanomaterials. In *Advances in Functional Finishing of Textiles* (pp. 43–56). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-15-3669-4_2
7. Yadav, A., Prasad, V., Kathe, A. A., Raj, S., Yadav, D., Sundaramoorthy, C., & Vigneshwaran, N. (2006). Functional finishing in cotton fabrics using zinc oxide nanoparticles. *Bulletin of Materials Science*, 29(7), 641–645. <https://doi.org/10.1007/s12034-006-0017-y>

8. Ali, A., Baig, M. M. F. A., & Khan, S. (2022). Functionalization of cotton fabrics using plant-derived tannins: Antibacterial and UV-protective properties. *Industrial Crops and Products*, 185, 115092. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.115092>
9. Zhang, L., & Li, Y. (2020). Surface modification of cotton using plasma and nanocoatings for multifunctional performance. *Surface and Coatings Technology*, 385, 125432. <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2020.125432>
10. Kumar, V., & Sharma, R. (2021). Green finishing of cotton textiles using chitosan and herbal extracts: A sustainable approach. *Journal of Textile Engineering & Fashion Technology*, 7(2), 45–52. <https://doi.org/10.15406/jteft.2021.07.00245>
11. World Bank. (2021). Textile sector development in Central Asia: Opportunities and challenges. <https://www.worldbank.org/en/topic/competitiveness/publication/textile-central-asia>
12. Abou Elmaaty, T., et al. (2022). *Simultaneous dyeing and antibacterial finishing of polypropylene using vinyl sulfone dye under supercritical carbon dioxide*. Scientific Reports, 12:8789. <https://doi.org/10.1038/s4158-12680-w>
13. Islam, M. T., Alam, M. M., Islam, M. A., & Riyadh T. A. (2024). Dyeing of cotton/acrylic blend fabric in a single-bath-single-stage method using indigo dye. *Coloration Technology*. 140(5), 710-718. <https://doi.org/10.1111/cote.12734>
14. Zhang, T., Zhang, S., Qian, W., He, J., & Dong, X. *Reactive of cationized cotton fabric: the effect of cationization level*. ACS Sustainable Chemical & Engineering. 9(36). <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.1c04340>
15. Бегешова У.Н., Ешжанов А.А., & Абзалулы Б. (2025). Маркетинговое исследование по улучшению тканей и функциональных характеристик спецодежды для строителей на примере ТОО «МТС» компании ЛТД. *Механика и технологии*, №1 (87), 332–341. <https://doi.org/10.55956/UWX13703>

УДК 677.022.62/.66

HALQA TUKLI MATOLAR UCHUN PAXTA VA KIMYOVIY IPLARNI QO‘SHIB PISHITISH TEXNOLOGIYASINI TAKOMILLASHTIRISH

U.N.Yusupaliyeva¹, N.N.Yuldashev²

¹Tashkent Institute of Textile and Light Industry,

²National Research University TIAME

Annotatsiya. Mazkur maqolada halqa tukli matolar ishlab chiqarishda ishlatiladigan iplarning sifat ko‘rsatkichlari, ularni qo‘shib pishitish texnologiyasining ahamiyati hamda paxta va suvda eruvchan kimyoviy iplarni birgalikda qo‘llash orqali olinadigan yangi tarkibli iplarning xossalari o‘rganilgan. Tadqiqotda paxta tolali ip bilan suvda eruvchan “Mintval” kimyoviy ipni qo‘shib pishitish texnologiyasi qo‘llanilgan. “Mintval” ipi vaqtinchalik mustahkamlovchi komponent sifatida xizmat qilib, pardozlash jarayonida erib ketishi bilan ajralib turadi.

Tajribalarda turli buram miqdorlarida (400, 450, 500 va 550 bur/m) pishitilgan iplarning xossalari tahlil qilindi. Ip namunalari laboratoriya sharoitida uzish kuchi, uzilishdagi uzayishi va solishtirma uzish kuchi kabi ko‘rsatkichlari bo‘yicha sinovdan o‘tkazildi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, buram miqdorining ortishi ipning mustahkamligiga ijobiy ta‘sir ko‘rsatadi. Xususan, 550 bur/m bilan pishitilgan ip eng yuqori mexanik ko‘rsatkichlarga ega bo‘ldi.

Kimyoviy ipning paxta tolalarini o'rab turishi natijasida ip strukturasining yaxlitligi oshgani kuzatildi. Taklif etilgan texnologiya halqa tukli matolar uchun sifatli ip olish imkonini beradi.

Аннотация. В данной статье рассмотрены показатели качества пряжи, используемой при производстве пелельно-ворсовых тканей, а также значение технологии совместного кручения и свойства новой композиционной пряжи, полученной при совместном использовании хлопчатобумажной и водорастворимой химической нити. В исследовании применена технология скручивания хлопчатобумажной пряжи с водорастворимой химической нитью «Mintval». Нить «Mintval» выполняет функцию временного упрочняющего компонента и растворяется на стадии отделки. В экспериментах были проанализированы свойства пряжи, скрученной с различным числом круток (400, 450, 500 и 550 кр/м). Образцы пряжи были испытаны в лабораторных условиях по таким показателям, как разрывная нагрузка, удлинение при разрыве и удельная прочность. Результаты показали, что увеличение числа круток положительно влияет на прочность пряжи. В частности, наилучшие механические показатели были получены при крутке 550 кр/м. Установлено, что обвивание хлопковых волокон химической нитью повышает целостность структуры пряжи. Предложенная технология позволяет получать высококачественную пряжу для производства пелельно-ворсовых тканей.

Annotation. This article examines the quality characteristics of yarns used in the production of terry fabrics, the importance of ply-twisting technology, and the properties of new composite yarn obtained by combining cotton and water-soluble synthetic yarns. The study applies a technology of twisting cotton yarn together with water-soluble "Mintval" synthetic yarn. The "Mintval" yarn serves as a temporary reinforcing component and dissolves during the finishing process. Experimental analysis was carried out on yarns twisted at different levels (400, 450, 500, and 550 turns per meter). The yarn samples were tested under laboratory conditions for breaking force, elongation at break, and tenacity. The results showed that increasing the twist level has a positive effect on yarn strength. In particular, the highest mechanical performance was observed at 550 turns per meter. It was found that wrapping cotton fibers with synthetic yarn improves the structural integrity of the yarn. The proposed technology enables the production of high-quality yarn suitable for terry fabric manufacturing.

Kirish. Bugungi kunda to'qimachilik sanoatida yangi assortimentdagi mahsulotlarni ishlab chiqarish jarayonida iplarning sifatiga bo'lgan talab keskin oshib bormoqda. Ayniqsa, halqa tukli matolar ishlab chiqarishda iplarning fizik-mexanik xossalari, ularning buram miqdori va strukturaviy tuzilishi muhim ahamiyat kasb etadi. Halqa tukli matolar yuqori gigroskopikligi, yumshoqligi va gigiyenik xususiyatlari bilan ajralib turadi va asosan sochiq, xalat, choyshab kabi mahsulotlarni ishlab chiqarishda keng qo'llaniladi.

O'zbekiston to'qimachilik sanoati so'nggi yillarda jadal rivojlanib, mahalliy xomashyoni chuqur qayta ishlash asosida yuqori qo'shimcha qiymatga ega mahsulotlar ishlab chiqarish yo'lga qo'yildi [1]. Shu bilan birga, halqa tukli matolar ishlab chiqarish hajmi ortib borayotgani ip sifatiga qo'yiladigan talablarni yanada kuchaytirmoqda [2,3].

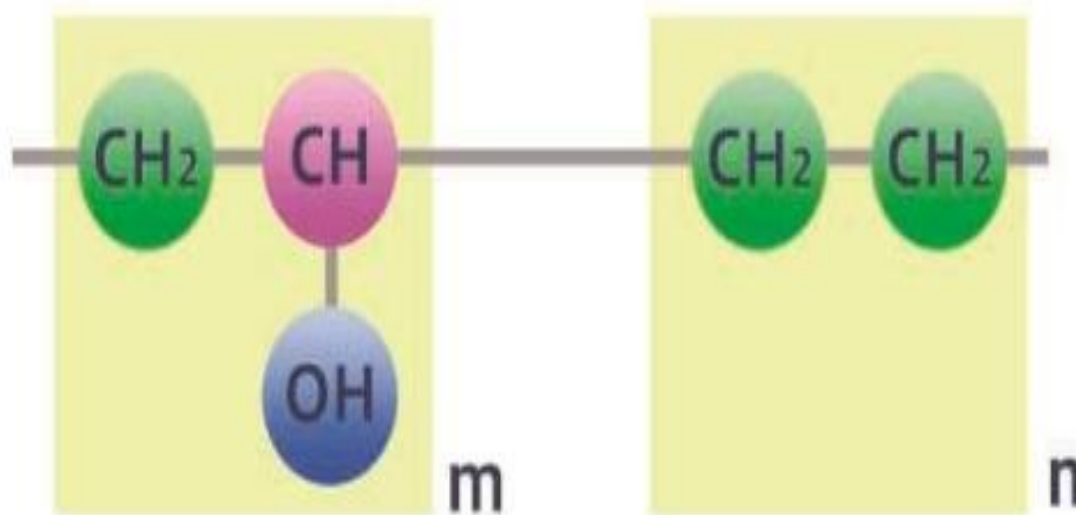
Halqa tukli matolar uchta ip tizimi: tuk tanda, zamin tanda va arqoq iplaridan tashkil topadi. Ushbu iplarning har biri matoning umumiy sifatiga o'ziga xos ta'sir ko'rsatadi. Ayniqsa, tuk iplarining yumshoqligi va suv shimuvchanligi mahsulotning iste'mol xossalari belgilaydi.

Nazariy qism. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, buram sonining kamayishi matoning yumshoqligi va suv shimuvchanligini oshiradi, ammo mustahkamlikni pasaytirishi mumkin. Shu sababli optimal buram miqdorini aniqlash muhim hisoblanadi [4,5].

Ip pishitish-bir nechta yakka iplarni qo'shib, ularga buram berish orqali yangi strukturaga ega ip hosil qilish jarayonidir. Ushbu jarayon natijasida ipning mustahkamligi, elastikligi, ishqalanishga chidamlilik kabi xususiyatlari yaxshilanadi [6,7,8].

Mazkur tadqiqotda paxta tolali ip bilan suvda eruvchan kimyoviy “Mintval” ipni qo‘shib pishitish texnologiyasi qo‘llanildi. Bu usulda kimyoviy ip vaqtinchalik mustahkamlovchi rolini bajaradi va pardoqlash jarayonida erib ketadi.

“Mintval” kimyoviy ipi - tarkibi to‘liq kimyoviy polimer bo‘lib, issiqlikda va issiq suvda eriydigan xususiyatga ega. “Mintval” ipi suvda eruvchan, kimyoviy polimerlardan hosil qilingan bo‘lib, “Kuraray Trading Co. LTD” korhonasi tomonidan ishlab chiqarilgan. “Mintval” kimyoviy ipi ponivinil spiriti bilan etilenni birikmasidan tashkil topgan. (1-rasm) “Mintval” kimyoviy ipni tarkibi bir xil turdagi polimer bo‘lganligi sababli tabiiy tolalar bilan birgalikda oson yigirilishi va qo‘shib o‘rab ishlatish mumkin.

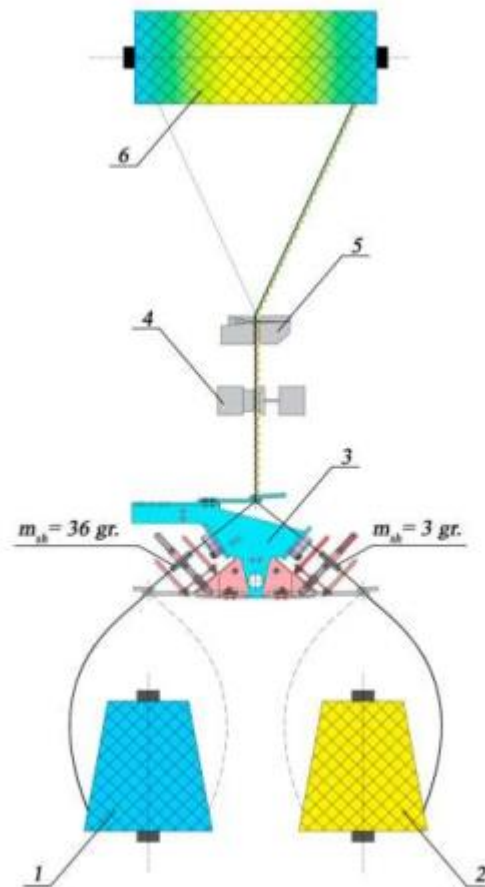


1-rasm. “Mintval” ipining kimyoviy tarkibi

“Mintval” kimyoviy ipning polimer xususiyati boshqa PVA iplarga qaraganda yaxshiroq va tez erivchanlik xusiyatga ega. “Mintval” kimyoviy ipi mavjud PVA ipidan ingichkaroq bo‘lganligi uchun utilizatsiya qilish ancha oson va to‘qimalarni pardoqlash jarayonida erib to‘qimadan to‘liq yuvilib ketadi. “Mintval” kimyoviy ipini boshqa iplar bilan qo‘shib o‘rab, kam buramli iplarni tayyorlab undan tukli to‘qimalar, kostyumbop to‘qimalar (Jun, Kashmir), Ko‘ylakbop va Trikotaj matolari hamda undan sanoatda ishlatiladigan turli gazlamalar tayyorlash mumkin. “Mintval” ipini eritish jarayonidan keyin undan hosil bo‘lgan gazlamalarda yangi ko‘rinish hosil bo‘ladi. “Mintval” kimyoviy ipi unga qo‘shilgan ipni mustahkamligini taminlaydi. To‘qimani bo‘yash va pardoqlash jarayonida to‘qimadagi iplar “Mintval” kimyoviy ipidan bo‘shalishi natijasida yumshoq bo‘ladi [9,10,11].

“Mintval” kimyoviy ipi unga qo‘shilgan ipning tabiiy cho‘zilishini 100% saqlashi mumkin. Paxta ipi bilan “Mintval” kimyoviy ipini qo‘shib o‘ralganda “Mintval” kimyoviy ipi pardoqlash jarayonida erigandan keyin paxta ipining xossasi o‘zgarmaydi [12,13,14].

“Mintval” kimyoviy ipi ingichkalik, ishqalanishga chidamlilik va mustahkamlik kabi xususiyatlarga ega. “Art Soft Tex” to‘quvchilik korxonasida o‘rnatilgan Shveysariyaning “SSM” firmasi tomonidan ishlab chiqarilgan TW2-D qo‘shib o‘rash jihozida “Pop Fen” korxonasida halqali yigirish usulda yigirilgan 37,03 teks (Ne 16/1) 100 % paxta tolali ipi bilan Yaponiyaning “Kuraray Trading Co. LTD” korxonasi tomonidan ishlab chiqarilgan, 4,1 teks (Ne 144,1) “Mintval” suvda eriydigan kimyoviy ipni qo‘shib o‘rab yangi tarkibli ip tayyorlandi. (2-rasm)



2-rasm. Paxta tolali ip bilan “Mintval” suvda eriydigan kimyoviy iplarni qo‘shib o‘rash jarayonining texnologik chizmasi.

37,03 teks (Ne 16/1)-100 % paxta tolali ipi bilan Yaponiyaning “Kuraray Trading Co. LTD” korhonasi tomonidan ishlab chiqarilgan 4,1 teks (Ne 144,1) “Mintval” suvda eruvchi kimyoviy ipini qo‘shib moslamasidagi yuklari og‘irligi 37,03 teks 100 % paxta tolali ip uchun 36 gr. va 4,1 teks “Mintval” suvda eruvchi kimyoviy ip uchun esa 3 gr. og‘irlikda o‘rnatildi. Buning natijasida paxta ipi zichroq, kimyoviy ip esa bo‘shroq o‘raladi. Bu texnologik jarayonda kimyoviy ipning tarangligi paxta tolali ipga nisbatan kam bo‘lganligi uchun kimyoviy ip bo‘sh o‘ralib iplarga buram berish jarayonida paxta ipini o‘rab oladi.

“Art Soft Holding” mas’uliyati cheklangan jamiyatida o‘rnatilgan Shvetsariyaning “SSM” firmasi tomonidan ishlab chiqarilgan TW2-D qo‘shib o‘rash jihozida qo‘shib o‘ralgan iplar Germaniyaning “Saurer Volkmann” firmasi tomonidan ishlab chiqarilgan VTS-09 buram beruvchi mashinasida pishitildi.

Paxta ipini “Mintval” ipga qo‘shish orqali ishlab chiqarildi. O‘ralgan ip paxta ipidagi buram yo‘nalishiga qarama-qarshi yo‘nalishga ega bo‘lib, burash jarayonida ipning buramlari olib tashlandi. Burami olib tashlanganligi sababli, paxta ipidagi tolalar bir-biriga parallel bo‘ladi va ipning asosiy qismi ortadi. Bu tolalar orasidagi yopishqoqlikni yo‘qotishi tufayli ip mustahkamligini kamayishiga olib keladi.

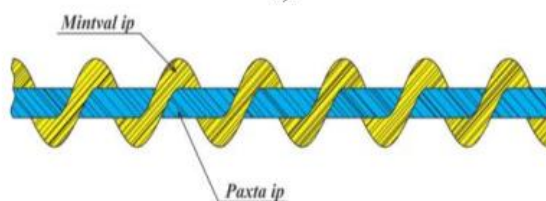
Ipdagi mustahkamlik unga o‘ralgan suvda eriydigan kimyoviy ip orqali olinadi, chunki u buralmagan paxta ipini o‘rab oladi. Ushbu jarayon davomida tolalarning o‘ralishi hisobiga zichligi oshadi va ipning pishiqligi ortadi. (3-a,6,c rasmlar)



a).



b).



c).

3-rasm. Tavsiya etilayotgan 37,03 teks 100 % paxta ipi bilan “Mintval” suvda eruvchi kimyoviy ipini qo‘shib pishitilgan ipning mikraskop ostida ko‘rinishi.

“Art Soft Holding” MChJ korxonasida $T=37,03$ teksli (Z) yo‘nalishida 704 marta buramda eshilgan paxta yakka ipi bilan $T=4,1$ teks “Mintval” suvda eriydigan kimyoviy ipini 4 xil qiymat variantlarida (S) buram yo‘nalishida pishitildi, ya‘ni 400, 450, 500 va 550 buram/metr (S) yo‘nalishida buramlar bilan pishitilgan iplarning pishiqligi “Namangan to‘qimachi Holding” MChJ korxosining laboratoriyasidagi “USTER TENSOJET-4” jihozida ip xossalarini aniqlash uchun har bir namuna iplarning uzish kuchi, uzilishdagi uzayishi hamda solishtirma uzish kuchi aniqlandi va quyidagi natijalar olindi (1-jadval).

1-jadval

№	“Mintval” ipi bilan pishitilgan ipning mexanik xossalari	400 bur/m	450 bur/m	500 bur/m	550 bur/m
1	B-Force/ Uzish kuchi, (sN)	492,4	538,2	353,8	566,8
2	Elong/ Uzilishdagi uzayishi, (%)	7,1	8,27	8,37	8,68
3	Tenesity/ Solishtirma uzish kuch, (sN/teks)	21,26	23,24	23,91	24,47

Xulosa. Tajriba natijalari shuni ko‘rsatdiki, 550 bur/m bilan pishitilgan ipning uzilish kuchi 400, 450 va 500 bur/m bilan pishitilgan iplarga nisbatan o‘rtacha 38,5 sN ga yuqori va to‘qima mahsulotlarini ishlab chiqarish talablariga to‘liq javob beradi. Buning sababi buramlar soni ko‘pligi hamda “Mintval” ipi o‘rab turgan tolalarning o‘zaro zichligi yuqoriligi bilan izohlash mumkin. 550 bur/m bilan pishitilgan ipning uzilishdagi cho‘zilishi 400, 450 va 500 bur/m bilan pishitilgan iplarning uzilishdagi uzayishidan o‘rtacha 0,76% ga yuqori. Ya‘ni 400, 450 va 500 bur/m bilan pishitilgan iplardagi tolalarning zichligini 550 bur/m bilan pishitilgan ipga nisbatan pastligi bilan izohlanadi.

Reference:

1. Yusupaliyeva U.N., Jumaniyazov Q.J. To‘qimachilik korxonalarida xomashyodan unumli foydalanish va mahsulot sifatini ta‘minlash// Fan, ta‘lim va ishlab chiqarish integratsiyalashuvi sharoitida paxta tozalash, to‘qimachilik, yengil sanoat, matbaa ishlab chiqarish innovatsion texnologiyalari dolzarb muammolari va ularning yechimi: Respublika ilmiy-amaliy anjumani maqolalar to‘plami. TTYSI: 16-17 may 2019 y., 20-23 b.
2. Md. Abdullah Al Faruque. Terry towel in Bangladesh // European Scientific Journal. January 2015. Vol.11, No.3. - ISSN 1857- 7431 26
3. K. Jumaniyazov, U. Yusupaliyeva and others. “Analysis of the influence of yarn properties on the properties and characteristics of terry fabrics”. Journal of multidisciplinary sciences and innovations. 2025 year, Volum 04, Issue 08., 342-347pg., <https://ijmri.de/index.php/jmsi>
4. Aliyeva D.G. Study of the influence of types of weaving of waffle and terry fabrics on their physical and mechanical properties // doctoral dissertation. Namangan, 2024, 182 p.
5. K. Jumaniyazov, U. Yusupaliyeva. “Halqa tukli matolar, ularning kamchiliklari va xomashyo tarkibining uning xossalariga ta’siri”// O‘zbekiston yengil sanoati raqobatbardoshligini oshirish dolzarb masalalari: innovatsion yechimlari va raqamli integratsiya” mavzusidagi anjuman. Namangan 2025.
6. Ali, S., et al. (2020). Plastic deformation in synthetic yarns: Causes and consequences. Textile Science and Engineering, 37(4), 312-324.
7. Chidambaram, A., et al. (2022). Elastic deformation of yarns in weaving: A comparative study. Journal of Textile Research, 45(2), 123-135.
8. U. Yusupaliyeva. “Paxta ipi bilan “mintval” suvda eruvchan kimyoviy ipini qo‘shib pishitish texnologiyasini tadqiq etish”// “Barqaror rivojlanish sharoitida sanoat korxonalarining ekologik muhofazasi va mehnat xavfsizligini ta‘minlash: tajriba, muammolar va istiqbollari” respublika miqyosidagi ilmiy – amaliy anjumani to‘plami I-qism, 257-259-b., Toshkent 2026.
9. K. Jumaniyazov, U. Yusupaliyeva. “Halqa tukli matolar va ularda ishlatilayotgan iplar assortimentlari”// “Xalqaro tajriba: ta‘limni modernizatsiyalash sharoitida zamonaviy mashinasozlik va muhandislik yo‘nalishida yuqori malakali kadrlar tayyorlash istiqbollari” Xalqaro miqyosdagi ilmiy-amaliy anjuman to‘plami. 1-qism, 330-334-b., Toshkent 2025.
10. K. Jumaniyazov, U. Yusupaliyeva va boshqalar. Halqa tukli matolar uchun iplar va ularning nazariy tadqiqi. To‘qimachilik va moda sanoatida ilm-fan va innovatsiyalar ilmiy texnika jurnali, №3, 2025, 272-277-b.
11. Miller, R., et al. (2023). Deformation properties of blended yarns in modern looms. Fabric Science Journal, 14(7), 98-115.
12. Habib M, Rokonzaman M (2012) A set of geometric features for neural network-based textile defect classification. Int Schol Res Notices 2012
13. Türker E (2017) A research on estimation of the weave fabric properties with the artificial neural networks. Text Apparel 27(1):10–21
14. Kanat ZE, Özdil N (2018) Application of artificial neural network (ANN) for the prediction of thermal resistance of knitted fabrics at different moisture content. J Text Inst 109(9):1247–1253.

S.Saparova, F.Rustamova, M.Musayeva, M.Mirsadikov, M.Mukimov

Tashkent Institute of Textile and Light Industry

Annotatsiya. Maqolada yassi ignadonli mashinalarida yangi tuzilishli aralash trikotaj to‘qimalarini olish usullari ishlab chiqildi va ularning texnologik jarayonlari tahlil qilindi. Namunalarning sifat ko‘rsatkichlarini aniqlash maqsadida “O‘zbek-Turk Test Markazi” sertifikatlashtirish laboratoriyasida 4 ta variant aralash trikotaj to‘qima namunalari yassi ignadonli “LONG-XING” LXA-252 rusumli mashinasida, PAN 31x2 tex iplaridan ishlab chiqarildi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, igna oralab to‘qish va halqa ko‘chirish jarayonlaridan samarali foydalanish hisobiga xom ashyo sarfini kamaytirish, fizik-mexanik va gigiyenik xususiyatlarni yaxshilash, havo o‘tkazuvchanlik hamda shakl saqlash ko‘rsatkichlarini oshganini ko‘rishimiz mumkin. Taklif etilgan usullar mashina konstruksiyasiga o‘zgartirish kiritmasdan amalga oshiriladi va trikotaj mashinalarining texnologik imkoniyatlarini kengaytiradi. Ishlab chiqilgan aralash trikotaj to‘qima variantlari ustki trikotaj mahsulotlari assortimentini kengaytirish va ularning sifat ko‘rsatkichlarini oshirishda amaliy ahamiyatga ega.

Kalit so‘zlar: tex, trikotaj, yassi ignadonli trikotaj mashinasi, tizim, aralash, to‘qima tuzilishi, grafik yozuv.

Аннотация. В статье разработаны способы получения комбинированных трикотажных переплетений новой структуры на плосковязальных машинах и проведён анализ их технологических процессов. Для определения показателей качества образцов в сертификационной лаборатории «Узбекско-Турецкого испытательного центра» были изготовлены и исследованы четыре варианта образцов комбинированных трикотажных переплетений из нитей ПАН 31×2 текс на плосковязальной машине марки «LONG-XING» модели LXA-252. Результаты исследований показали, что эффективное использование процессов вязания через иглу и переноса петель позволяет снизить расход сырья, улучшить физико-механические и гигиенические свойства, а также повысить показатели воздухопроницаемости и формоустойчивости. Предлагаемые способы реализуются без внесения изменений в конструкцию машины и расширяют технологические возможности трикотажного оборудования. Разработанные варианты комбинированных трикотажных переплетений имеют практическое значение для расширения ассортимента верхних трикотажных изделий и повышения их качественных показателей.

Ключевые слова: текс, трикотаж, плосковязальная машина, система, комбинированное переплетение, структура переплетения, графическая запись.

Abstract. The article presents the development of methods for producing combined knitted structures of a new design on flat knitting machines and analyzes their technological processes. To determine the quality characteristics of the samples, four variants of combined knitted structure samples were produced from PAN 31×2 tex yarns on a “LONG-XING” LXA-252 flat knitting machine and tested in the certification laboratory of the Uzbek-Turk Test Center. The research results showed that the effective use of needle-selection knitting and loop-transfer processes makes it possible to reduce raw material consumption, improve physical-mechanical and hygienic properties, and increase air permeability and shape-retention characteristics. The proposed methods can be implemented without modifying the machine structure and contribute to expanding the technological capabilities of knitting machines.

The developed variants of combined knitted structures are of practical importance for expanding the assortment of outer knitted garments and improving their quality characteristics.

Keywords: *tex, knitting, flat knitting machine, system, combined knitted structure, fabric structure, knitting notation.*

Kirish. Jahon tajribasida xom ashyo sarfini kamaytirish, trikotaj to‘qimalari turlarini kengaytirish, trikotaj ishlab chiqarish texnologiyasini takomillashtirish katta ahamiyat kasb etib bormoqda[1]. Bu borada: trikotaj to‘quv mashinalarining texnologik imkoniyatlarini kengaytirish, texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish, mashinaning ish unumdorligini oshirish, naqsh hosil qilish imkoniyatlarini kengaytirish, trikotaj mashina-mexanizmlari va ishchi a‘zolarining konstruksiyasiga o‘zgartirish kiritish va takomillashtirish, trikotaj tuzilishiga qo‘shimcha elementlar kiritib, xususiyatlari va sifat ko‘rsatkichlarini yaxshilash kabi yo‘nalishlarda maqsadli ilmiy izlanishlarni amalga oshirish mazkur sohani rivojlantirishda muhim ahamiyatga ega.

Trikotaj mahsulotlari sifat ko‘rsatkichlarini oshirish, trikotaj mashinalarining texnologik imkoniyatlarini kengaytirish, mahalliy xomashyodan samarali foydalanish trikotaj sanoatining dolzarb vazifalaridan hisoblanadi.

Shu bilan birga, jahon bozorlarida raqobatning kuchayishi, xorijiy ishlab chiqaruvchilar tomonidan aralash trikotaj mahsulotlarini ishlab chiqarish hisobiga xarajatlarning kamaytirilishi ushbu sohani rivojlantirish bo‘yicha qo‘shimcha chora-tadbirlarni taqozo etmoqda.

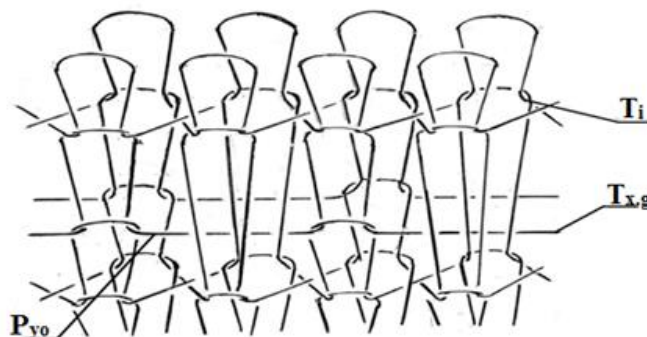
Nazariy tadqiqotlar. Respublikamizda va chet elda xomashyo sarfini tejab yangi to‘qima turlarini yaratish ustida bir qator olimlar ilmiy ishlar olib bormoqdalar[2-3].

Trikotaj to‘qima tuzilishlari va olish usullarini yaratish ustida bir qator olimlar izlanishlar olib borganlar. Bularndan: A.S.Dalidovich, I.I.Shalov, L.A.Kudryavin, M.Mukimov, S.V. Kislyuk, L.M. Kukushkin, yapon olimlari M.Savadzake, Y. Xarima.

Trikotaj to‘qimasining shakl va issiqlik saqlash xususiyatini oshirish maqsadida prof. V.A. Zinovyeva ikki qatlamli aralash trikotaj to‘qimasini taqdim etgan. Taqdim etilgan trikotaj to‘qimasining ikkala tomoni ham orqa halqalardan tarkib topgan. To‘qima tuzilishi bir qator hosilali lastik to‘qimasini, old tomoni bir qator yarim halqalardan va bir qator to‘liq bo‘lmagan glad to‘qimasini o‘z ichiga olgan rapportdan tarkib topgan[4].

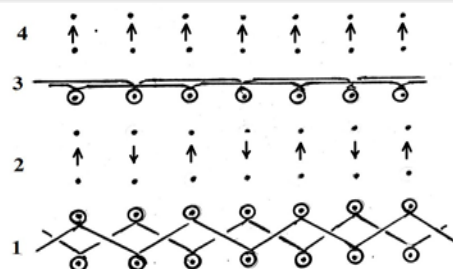
Zamonaviy trikotaj mashinalarini imkoniyatlaridan keng foydalangan xolda ko‘pgina ilmiy ishlar amalga oshirilgan [5-10].

Tajribaviy izlanishlar. Ilmiy ishda yangi tuzilishli aralash teskari to‘qimasining tuzilishi va olish usuli ustida izlanishlar olib borilgan. Yangi tuzilishli aralash teskari trikotaj to‘qimasi yassi ignadonli trikotaj mashinasida to‘qib olingan, 1-rasmda to‘qima tuzilishi, 2-rasmda grafik yozuvi keltirilgan.



1-rasm. Yangi tuzilishli aralash teskari trikotaj to‘qimasi

Yangi tuzilishdagi aralash teskari to‘qimasi teskari interlok T_i va teskari hosilali glad $T_{x.g}$ qatorlaridan tashkil topgan. Aralash teskari to‘qimasi uzaytirilgan platina yoylariridan iborat P_{yo} , bu trikotajni cho‘zilishini kamaytirib, shakl saqlash xususiyatini oshiradi. Bir qavatli trikotaj to‘qimasini ikki qavatli trikotaj to‘qimasi bilan qo‘shib to‘qilishi aralash teskari to‘qimanisini havo o‘tkazish xususiyatini oshirish bilan birga gigiyenik xususiyatini yaxshilaydi 1,2-rasm.



2-rasm. Yangi tuzilishli aralash teskari to‘qimasining grafik yozuvi

Yangi tuzilishli aralash teskari to‘qimasini yassi ignadonli trikotaj mashinasida olish texnologiyasi quyidagicha.

Aralash trikotaj to‘qimasining grafik yozuvidan 2-rasm ko‘rinib turibdiki yassi ignadonli trikotaj mashinasining 1-tizimi xarakatida ikki lastik-interlok halqa qatorlari to‘qib olinadi. Mashinaning 2- tizimi xarakatida interlok halqa qatorlari birma-bir oldi va orqa ignadon ignalariga ko‘chirib o‘tkaziladi. Yassi ignadonli mashinaning 3-tizimida oldi ignadon ignalarida bir qavatli hosilali glad to‘qimasi to‘qib olinadi.

4-tizimda bir qavatli hosilali glad halqa qatorlari oldi ignadondan orqa ignadon ignalariga ko‘chirib o‘tkaziladi. Shu tariqa bir qavatli hosilali glad va ikki qavatli teskari interlok halqa qatorlari rapportidan yangi tuzilishli aralash teskari trikotaj to‘qimasini olish texnologiyasi yaratildi.

Yangi tuzilishli aralash teskari to‘qimasini yassi ignadonli mashinalarda ishlab chiqarish, mashina konstruksiyasiga o‘zgartirish kiritilmay amalga oshiriladi.

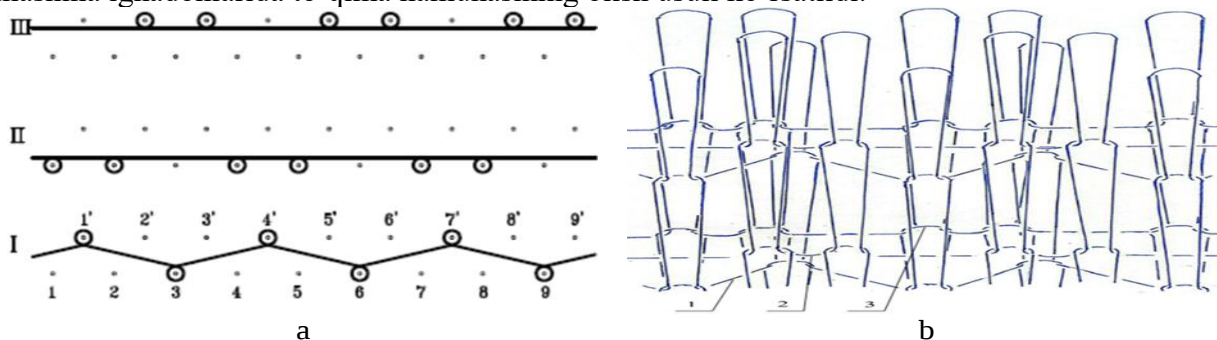
Aralash teskari trikotaj to‘qimasini bu usulda ishlab chiqarish mashinaning ish unumiga tasir etmaydi, trikotaj mashinalarining texnologik imkoniyatlarini kengaytiradi.

Shuni takidlab o‘tish lozimki, yangi tuzilishli aralash teskari trikotaj to‘qimasini zamonaviy aylana ikki ignadonli mashinalarda ham bu usulda ishlab chiqarish mumkin, buning uchun aylana ikki ignadonli mashinalar halqa ko‘chirish transfer tizimiga ega bo‘lishi etarli.

Natijalar tahlili. Taklif etilayotgan bir qavatli hosilali glad va ikki qavatli teskari interlok to‘qimasidan tashkil topgan yangi tuzilishli aralash trikotaj to‘qimasi tashqi ko‘rinishi chiroyli, bejirim. Havo o‘tkazuvchanlik, gigiyenik, shakl saqlash xususiyatlarining yaxshilanishi, bir va ikki qavatli trikotaj qatorlarini aralash qilib to‘qib olininishi hisobiga erishildi.

Bu kabi tadqiqot ishlarini davom etdirish maqsadida Toshkent to‘qimachilik va engil sanoat instituti “To‘qimachilik matolari texnologiyasi” kafedra laboratoriyasida yangi tuzilishli aralash trikotaj to‘qima namunalarining 4 ta variant namunalari yassi ignadonli “LONG-XING” LXA-252 rusumli mashinasida, PAN 31teks x2 iplaridan ishlab chiqarildi.

Birinchi variant grafik yozuvi 3-rasm a da, tuzilishi 3-rasm b da va 4-rasmda trikotaj mashina ignadonlarida to‘qima namunasining olish usuli ko‘rsatildi.



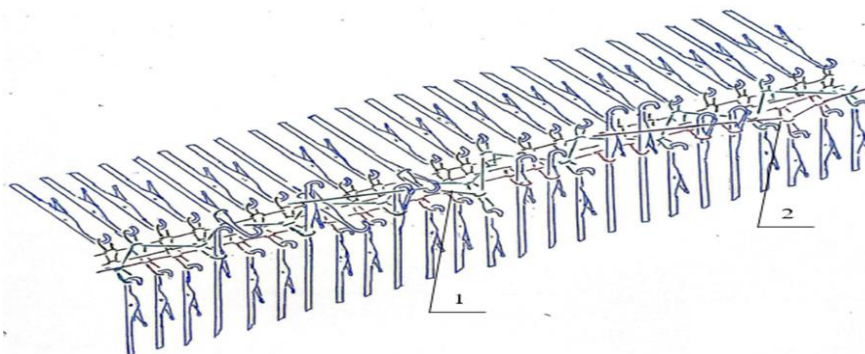
3-rasm. Aralash trikotaj to‘qimasining grafik yozuvi va to‘qima tuzilishi

Rasm 3, a, da keltirilgan 1-variant aralash trikotaj to‘qima namunasining grafik yozuvida I- qatori oldi va orqa ignadonlarda ikki igna oralab lastik, II-qator oldi ignadonda ikki igna oralab to‘liqmas glad va III- qator orqa ignadonda ikki igna oralab to‘liqmas glad qatorlaridan tashkil topganligini ko‘rsatilgan.

Rasm 3, b da, 1-variant trikotaj to‘qima namuna tuzilishining birinchi qatori ikki igna oralab lastik 1, ikkinchi qator ikki igna oralab glad 2 oldi qatori va uchinchi qator ikki igna oralab glad 3 orqa katorilaridan iborat aralash to‘qima namunasi hosil etilgan.

Aralash trikotaj to‘qima 1-variant namunasi yassi ignadonli “ LONG-XING” LXA-252 rusumli mashinasida quyidagicha hosil qilinadi.

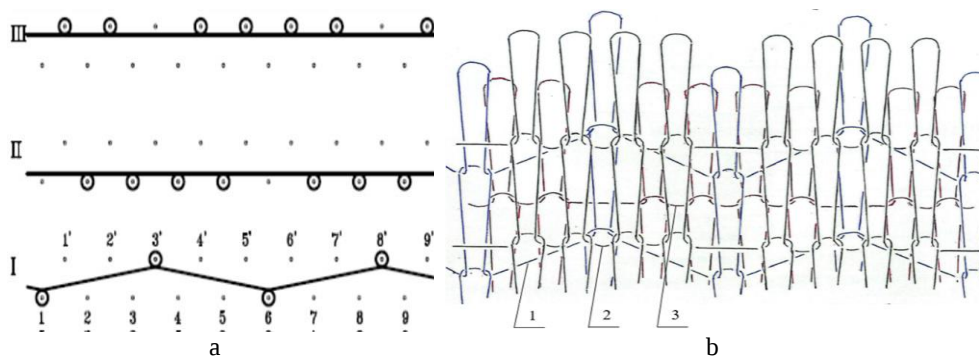
Yassi ignadonli trikotaj mashinasi shunday programmashtirilganki, halqa hosil qilish tizimi chapdan o‘ng tomonga xarakatlanishi natijasida oldi va orqa ignadon ignalari ikki igna oralab to‘liq tugallash jarayoniga ko‘tarilib to‘liqmas lastik 1 qatori to‘qib olinadi. Birinchi tizim oldi va orqa to‘liqmas lastik qatorini tashkil etadi. Mashinaning ikkinchi halqa hosil qilish tizimida oldi ignadonning ikki igna oralab to‘liqmas glad 2 oldi halqa qatori va halqa hosil qilish tizimining o‘ngdan chapga xarakati davomida orqa ignadon ikki igna oralab to‘liqmas glad 3 qatori to‘qib olinadi. Bir qator to‘liqmas lastik, bir qator to‘liqmas oldi glad va bir qator to‘liqmas orqa glad qatorlaridan shu tarzda aralash trikotaj to‘qima namunasi yassi ignadonli trikotaj mashinasida hosil etiladi 4-rasm.



4-rasm. I-variant aralash trikotaj namunasining mashina ignadonlarida halqa qatorlarini hosil qilish jarayoni.

Ilmiy tatqiqod ishida, trikotaj to‘qimalari assortimentini kengaytirish, istemolchi talablarini qondirish maqsadida yangi tuzilishli aralash trikotaj II- variant namunasi taklif etildi.

Ikkinchi variant namunasining grafik yozuvi, to‘qima tuzilishi rasm 5, a,b da va trikotaj mashinasida halqa qatorlarini hosil qilish jarayoni rasm 6 da keltirildi.



Rasm 5. II-variant aralash trikotaj namunasining grafik yozuvi va tuzilishi

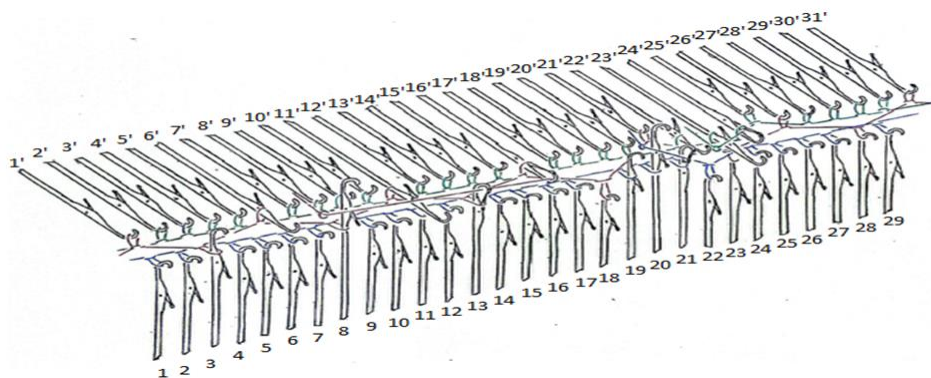
Rasm 5,a da grafik yozuvning birinchi qatori oldi ignadondagi 1, 6chi ignalar to‘liq xalkalardan, orqa ignadon 3¹, 8¹ chi ignalari xalqalardan I iborat bo‘lib bir qator to‘liqmas lastik to‘qimasini, ikkinchi qator oldi ignadon 2, 3, 4, 5 chi ignalarida igna oralab to‘liqmas glad II

to'qimasini va uchinchi qator orqa ignadon $1^1, 2^1, 4^1, 5^1, 6^1, 7^1, 9^1$ chi ignalari to'liqmas glad III to'qimasidan II-variant aralash trikotaj to'qima namunasini shaklantirgan.

Yangi tuzilishli aralash trikotaj to'qimasining tuzilishi rasm 5,b da keltirilgan. To'liqmas lastik I to'qimasi, to'liqmas glad 2 to'qimasi va to'liqmas glad 3 to'qimalaridan tashkil topgan II-variant aralash trikotaj namuna tuzilishi hosil qilindi.

Yassi ignadonli trikotaj mashinasida yangi tuzilishli aralash trikotaj 2-variant namunasini ishlab chiqarish jarayoni ko'rsatilgan 6-rasmda, halqa qatorlarini hosil qilish jarayoni mashinada shunday programmashtirilganki, unda halqa qatorlarini hosil qilishi uchun mashina tizimi chapdan o'ng tomonga xarakatlanishi natijasida oldi ignadon 3,8,13,18chi ignalari to'liq tugallash jarayoniga ko'tarilishi va orqa ignadon $6^1, 11^1, 16^1, 21^1$ ignalari to'liq tugallash jarayoniga ko'tarilib to'liqmas lastik qatorini to'qish imkoniyatiga ega. Mashinaning ikkinchi tizimida oldi ignadonning 19, 20, 21, 22 chi ignalari to'liqmas glad va mashina tizimining o'ngdan chapga xarakatlanishi davomida orqa ignadon ignalari to'liqmas glad katori to'qish imkoniyatini beradi.

Shu tariqa 3 qatorli raportga ega bo'lgan yangi tuzilishli aralash trikotaj to'qimasining II-varianti namunasi to'qib olinadi.

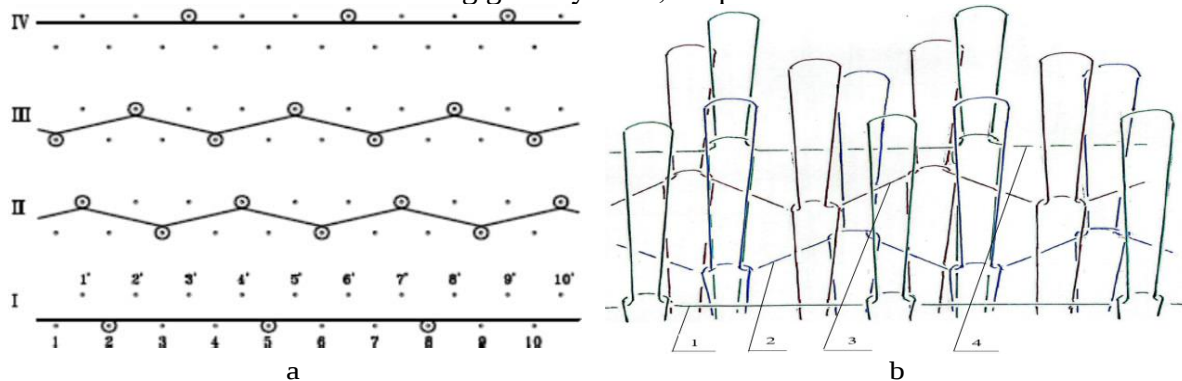


6-rasm. II-variant aralash trikotaj namunasining mashina ignadonlarida halqa qatorlarini hosil qilish jarayoni

Ikkinchi variant namunasini yassi ignadonli trikotaj mashinasining imkoniyatlaridan keng foydalangan holda ishlab chiqarilishi trikotaj to'qimalari assortimentini kengaytirishga va istemolchi talablarini qondirishga xizmat qiladi.

Trikotaj to'qimalarini xomashyo sarfini kamaytirish va fizik - mexanik xususiyatlarini yaxshilash maqsadida yangi tuzilishli aralash trikotaj to'qimalarining III-variant namunasi taklif etildi.

Uchinchi variant namunasining grafik yozuvi, to'qima tuzilishi 7-rasm da keltirildi.



7-rasm. III-variant aralash trikotaj namunasining grafik yozuvi va tuzilishi

7-rasm, a da aralash trikotaj to'qimasining grafik yozuvidan I-qatori 2,5,8chi ignalar to'liqmas glad, II-qator oldi ignadon ignalari 3,6,9chi, orqa ignadon 1¹, 4¹, 7¹, 10¹ ignalarida to'liqmas lastik, III-qator oldi ignadon 1,4,7,10chi, orqa ignadon 2¹, 5¹, 8¹chi ignalarida to'liqmas lastik va IV-qator orqa ignadon 3¹, 6¹, 9¹chi ignalarida to'liqmas glad qatorlaridan tashkil topgani ko'rsatilgan.

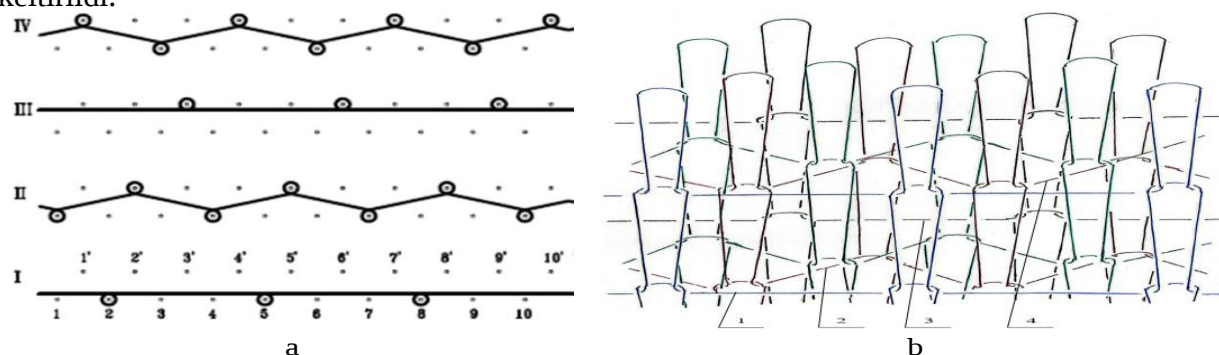
7-rasm, b da yangi tuzilishli aralash trikotaj to'qima namuna tuzilishi to'liqmas glad 1, to'liqmas lastik 2,3 va to'liqmas glad 4 halqa katorlaridan tashkil topganligi aks ettirilgan.

Yassi ignadonli mashinada aralash trikotaj to'qima 3-variant namunasini ishlab chiqarish uchun mashina shunday programmashtirilganki, unda birinchi qatorni to'qish uchun mashinaning halqa hosil qilish birinchi tizimi chapdan o'ng tomonga xarakatlanishi davomida oldi ignadon 2,5,8chi ignalari tugallash jarayoniga ko'tarilib to'liqmas glad 1 halqa qatorlarini, ikkinchi tizimi oldi ignadon ignalari 3,6,9chi, orqa ignadon 1¹, 4¹, 7¹, 10¹ ignalarida to'liqmas lastik 2 halqa qatorlarini to'qib olinadi. Mashina halqa hosil qilish tizimining o'ngdan chapga xarakati davomida oldi ignadon 1,4,7,10chi, orqa ignadon 2¹, 5¹, 8¹chi ignalarida to'liqmas lastik 3 va IV-qator orqa ignadon 3¹, 6¹, 9¹chi ignalarida to'liqmas glad 4 halqa qatorlari to'qib olinadi.

Yassi ignadonli trikotaj mashinasida 3-variant namunasining halqa qatorlari igna oralab ishlab chiqarilishi hisobiga xomashyo sarfini kamaytirishga va fizik - mexanik xususiyatlarini yaxshilashga erishildi

Trikotaj to'qimalarini fizik-mexanik xususiyatlarini yaxshilash maqsadida yangi tuzilishli aralash trikotaj to'qimasining IV-variant namunasi taklif etildi.

To'rtinchi variant namunasining grafik yozuvi, to'qima tuzilishi 8-rasm, a va b da keltirildi.



8-rasm. IV-variant aralash trikotaj to'qima namunasining grafik yozuvi va tuzilishi

8-rasm, a grafik yozuvidan aralash trikotaj to'qimasi to'rtta halqa qatorlaridan tashkil topganligi ko'rinib turibdi. Aralash trikotaj to'qima rapporti I-qatori oldi ignadon ignalarida to'liqmas glad, II-qatori to'liqmas lastik, III-qatori orqa ignadon ignalarida to'liqmas glad va IV-qator to'liqmas lastik halqa qatorlaridan iborat.

Aralash IV-variant trikotaj namunasining tuzilishi 8-rasm, b to'liqmas glad 1 oldi ignadon ignalarida, to'liqmas lastik 2, to'liqmas glad 3 orqa ignadon ignalarida va to'liqmas lastik halqa qatorlaridan iborat.

Yassi ignadanli mashinada aralash trikotaj to'qima IV-variant namunasini ishlab chiqarish uchun mashina shunday programmashtirilganki, unda birinchi qatorni to'qish uchun mashinaning halqa hosil qilish birinchi tizimi chapdan o'ng tomonga xarakati davomida oldi ignadon 1,4,7 chi ignalari tugallash jarayoniga ko'tarilib to'liqmas glad halqa qatorlarini, orqa ignadon ignalari bu tizimda jarayonda ishtirok ettirilmaydi. Ikkinchi qatorda mashinaning ikkinchi tizimida oldi ignadon 3,6, va 10chi ignalari, orqa ignadon 2¹, 5¹, 8¹ ignalari tugallash jarayoniga ko'tarilib to'liqmas lastik halqa qatorlari to'qib olinadi. Halqa xosil qilish tizimining o'ngdan chapga qaytishi davomida orqa ignadon 3¹, 6¹, 9¹ ignalarida to'liqmas glad qatorlari to'qib olinadi. To'qimaning to'rtinchi qatorini to'qish uchun oldi ignadon 3,6,9chi va orqa ignadon 1¹, 4¹, 7¹, 10¹ ignalari to'liqmas lastik qatorini hosil etadi.

IV-variant yangi tuzilishli aralash trikotaj namunasini yassi ignadonli trikotaj mashinasida ishlab chiqarish trikotaj to'qimalarini fizik-mexanik xususiyatlarini yaxshilashga erishilgan holda uning sifat ko'rsatkichlarini oshiradi.

Xulosa. Yassi ignadonli mashinalarda aralash trikotaj to'qima namunalarini ishlab chiqarish trikotaj assortimentlarini kengaytirish, sifat ko'rsatkichlarini oshirish, xomashyo sarfini kamaytirish, fizik – mexanik xususiyatlarini yaxshilash va istemolchi talabini qondirilishiga erishiladi.

Taklif etilgan yangi tuzilishli aralash trikotaj to'qimalarining IV ta variant namunalari ustki trikotaj mahsulotlarini ishlab chikarishga tavsiya etiladi.

Reference:

1. “To'qimachilik va tikuv-trikotaj sanoatini rivojlantirishni yangi bosqichga olib chiqish chora-tadbirlari to'g'risida”gi Prezident Farmoni (PF-71-son, 01.05.2024 y.) <https://kknews.uz>
2. Kudryavin L.A. Комбинированные переплетения, М., МТИ, 1971г.
3. Texnologiya trikotaja.I.I.Shalov, A.S.Dalidovich, Kudryavin.-M: Легпромбиздат, 1986.-376 s.
4. Patent № 2163649 (Rossiya), MPK⁷D 04 B 1/00. Dvuxsloyniy trikotaj. Zinovyeva V.A., Lichak T.V. Zayavl. 04.05.2000. Opubl. 27.02.2001. Patent RU №2228978. MKI D04V 1/00 Trikotaj kombinirovannogo perepleteniya na baze proizvodnogo lastika. Zinovyeva V.A, Popova M.A. Opubl. 20.05.2004, Byul. №3.
5. Mirsadikov M.M, Muqimov M, Xoliqov Q. v.b. Technology of obtaining combined interlock jersey. In Volume 4, Issue 3 of the “European Journal of Research Development and Sustainability (EJRDS)”, March, 2023.
6. Mirsadikov M.M, Gulyayeva G.X., Mukimov M.M. Hosilali lastik asosida olingan aralash to'qimasi. № FAP 01252.03.11.2015.
7. Mirsadiqov M.M., Gulyayeva G.X., Mukimov M.M. Razrabotka sposaba virabotki kombinirovannogo trikotaja na baze interlochnogo trikotaja. «XXI asr –yosh intellektual avlod asri», TITLP. Institut ilmiy-anjumani. 29 mart.2016.
8. Mirsadiqov M.M., Gulyayeva G.X., Mukimov M.M. Texnologiya virabotki novogo kombinirovannogo trikotaja. «Sovremennaya pedagogika i obrazovaniya: Problemi, vozmozhnosti i perspektivi razvitiya»: Sbornik materiala Mejdunarodnogo nauchno-prakticheskogo konferensii. Taraz, 13-14 may, 2016.
9. S.Saparova, M.Musayeva, M. Mukimov. Issledovaniye texnologicheskix parametrov dvuxsloynnogo trikotaja. Universum texnicheskiye nauki. № 8 (137) avgust, chast-3. Moskva 2025 g. 12-16str.
10. S.Saparova, M.Musayeva, M. Mukimov. Physico-mechanical properties of double-layer knitted fabrics. Universum texnicheskiye nauki. № 9 (138.) sentabr, chast-5. Moskva 2025 g. 46-50str.
11. Torkunova Z.A. Ispitaniya trikotaja. M.: Legkaya indostriya, 1975g–s. 111-115.
12. Osnovi tekstilnogo materialovedeniya: tekst. leksiy/ O.I.Odinsova, M.N.Krotova, S.V.Smironova; Ivan. gos.xim.-texnol. Un-t.-Ivanova, 2009.-64 s.
13. Oganezov S.S. Razrabotka texnologii vyazaniya i issledovaniye svoystv trikotaja kombinirovannix perepleteniy dlya izdeliy verxney odejdi. -Diss. ... kand. texn. nauk, - M.: MTI. -1976. -190 s.
14. GOST 8845-87. Polotna i izdeliya trikotajniye. Metodi opredeleniya vlajnosti, massi i poverxnostnoy plotnosti.

ARALASH TRIKOTAJ TO‘QIMALARINI ISHLAB CHIQRISH TEKNOLOGIYASI

S.Saparova, M.Musayeva, M.Mirsadikov, M.Mukimov

Tashkent Institute of Textile and Light Industry

Annotatsiya. Maqolada yangi tuzilishli aralash trikotaj to‘qimalarini yassi ignadonli mashinalarida ishlab chiqarish texnologiyasi tadqiq etilgan. Tadqiqot ishlari, Toshkent to‘qimachilik va engil sanoat instituti “To‘qimachilik matolari texnologiyasi” kafedrası o‘quv laboratoriyasida olib borildi. Yangi tuzilishli aralash trikotaj to‘qima namunalarining IV ta varianti yassi ignadonli “LONG-XING” LXA-252 rusumli mashinada, PAN 31x2tex iplaridan to‘qib ishlab chiqarildi. Tadqiqot jarayonida aralash interlok asosidagi namunalarining hosil bo‘lish ketma-ketligi, grafik yozuvi hamda texnologik parametrlari tahlil qilindi. Yangi tuzilishdagi to‘qimalarni ishlab chiqarish jarayoni mashina konstruksiyasiga o‘zgartirish kiritmasdan, mavjud texnologik imkoniyatlardan samarali foydalanish asosida amalga oshirilishi tahlil qilindi. Natijada xomashyo sarfini kamaytirish, trikotaj to‘qimalarining fizik-mexanik ko‘rsatkichlarini yaxshilash va assortimentni kengaytirish imkoniyati asoslab berildi. Taklif etilgan to‘qima variantlari ustki trikotaj mahsulotlarini ishlab chiqarishda qo‘llash uchun tavsiya etiladi.

Kalit so‘zlar: tex, trikotaj, yassi ignadon, trikotaj, mashina, tizim, aralash, tuzilish, grafik yozuv.

Аннотация. В статье исследована технология получения комбинированных трикотажных переплетений новой структуры на плосковязальных машинах. Исследования проводились в учебной лаборатории кафедры «Технология текстильных полотен» Ташкентского института текстильной и лёгкой промышленности. Четыре варианта образцов комбинированных трикотажных переплетений новой структуры были выработаны из нитей ПАН 31×2 текс на плосковязальной машине марки «LONG-XING» модели LXA-252. В ходе исследования были проанализированы последовательность образования, графическая запись и технологические параметры образцов на основе комбинированного интерлочного переплетения. Рассмотрен процесс выработки трикотажных переплетений новой структуры, основанный на эффективном использовании существующих технологических возможностей без внесения изменений в конструкцию машины. В результате обоснована возможность снижения расхода сырья, улучшения физико-механических показателей трикотажных полотен и расширения ассортимента продукции. Предлагаемые варианты переплетений рекомендованы для производства верхних трикотажных изделий.

Ключевые слова: текс, трикотаж, плосковязальная машина, система, комбинированное трикотажное переплетение, структура переплетения, графическая запись.

Abstract. The article investigates the technology for producing novel combined knitted structures on flat knitting machines. The research was carried out in the educational laboratory of the Department of Textile Fabric Technology at the Tashkent Institute of Textile and Light Industry. Four variants of novel combined knitted structure samples were produced from PAN 31×2 tex yarns on a “LONG-XING” LXA-252 flat knitting machine.

During the study, the formation sequence, knitting notation, and technological parameters of the combined interlock-based samples were analyzed. The production process of the novel knitted structures was examined based on the effective use of existing technological capabilities without making any modifications to the machine design. The results substantiated the possibility of reducing raw material consumption, improving the physical and mechanical

properties of knitted fabrics, and expanding the product assortment. The proposed knitted structure variants are recommended for the production of outer knitted garments.

Keywords: *tex, knitting, flat knitting machine, system, combined knitted structure, knitting structure, knitting notation.*

Kirish. Respublikada keng turdagi sifatli to'qimachilik va tikuv-trikotaj mahsulotlari ishlab chiqarilishini tashkil etish, uning ishlab chiqarilishini mahalliyashtirish, shuningdek, mahalliy ishlab chiqaruvchilarning eksport salohiyatini oshirishga qaratilgan kompleks chora-tadirlar amalga oshirilmoqda[1].

Zamonaviy sharoitda trikotaj mahsulotlarining sifat ko'rsatkichlarini yaxshilash, yangi assortiment turlarini yaratish va raqobatbardosh mahsulotlar ishlab chiqarish dolzarb masalalardan biri hisoblanadi.

To'qimachilik sanoatida trikotaj mahsulotlarining sifat ko'rsatkichlarini oshirish va yaxshilash, assortiment turlarini kengaytirish kabi masalalar dolzarb ahamiyatga ega hisoblanadi. Shu nuqtai nazardan mamlakatimizda trikotaj to'qimalari nazariyasini rivojlantirish, yangi tuzilishga ega bo'lgan trikotaj to'qimalarini yaratish, maqbul ko'rsatgichli xususiyatlarga erishish yuqori sifatli ishlab chiqarish yo'llari orqali o'z yechimini topadi.

Ma'lumki, trikotaj matolari va mahsulotlarining sifatini baholash uning sifat ko'rsatkichlarini aniqlash, o'lchash ishlari bo'yicha olingan natijalar standart va me'yoriy-hujjatlarga solishtirilgandagi bahosiga asoslanadi. Chunki mahsulot xossalarini aniqlash uslublari, asosan, standartlar, me'yoriy hujjatlarda batafsil keltirilgan. To'qimachilik materiallari sifatini baholashning bir qancha uslublari mavjud bo'lib, ularga eksperimental, organoleptik, ekspert, sotsiologik, hisoblangan, differensial, kompleks va aralash kabilar kiradi.

Nazariy tadqiqotlar. Yangi tuzilishga ega aralash trikotaj to'qimalarini yaratish va ularni zamonaviy yassi ignadonli mashinalarda samarali ishlab chiqarish texnologiyasini ishlab chiqish sanoat uchun muhim ahamiyat kasb etadi. Respublikamizda va chet elda xomashyo sarfini tejab yangi to'qima turlarini yaratish ustida bir qator olimlar ilmiy ishlar olib bormoqdalar[2-5].

Professor I.I.Shalov tomonidan aralash to'qimalar nazariyasini yaratish sohasida chuqur nazariy tadqiqotlar olib borilgan. Barcha aralash to'qimalarni I.I.Shalov trikotaj faqat bitta elementdan-halqadan tarkib topgan oddiy, ikkita elementdan-halqa va yarim halqadan tarkib topgan press, uchta elementdan-halqa, yarim halqa, protyajkalardan tarkib topgan aralash to'qimalarga ajratgan[6].

Tajribaviy izlanishlar. Yangi tuzilishli aralash interlok trikotaj to'qimasi, ikki qavatli halqa qatorlaridan tashkil topgan bo'lib, to'qima rapporti interlok va teskari interlok qatorlaridan shakllangan. Aralash interlok to'qimasining interlok va teskari interlok qatorlaridan tuzilishi, trikotaj to'qimasining shakl saqlash, havo o'tkazuvchanlik xususiyatlarini oshiradi.

Aralash interlok trikotaj to'qimasining tuzilishi 1-rasmda, grafik yozuvi 2-rasmda keltirildi.



1-rasm. Yangi tuzilishli aralash interlok to'qimasining tuzilishi

Yangi tuzilishdagi aralash interlok to‘qimasi interlok halqa qatorlari I_k va teskari interlok T_i qatorlaridan tuzilgan. Interlok halqa qatori, teskari interlok qatorlari bilan aralashtirib olinishi, to‘qimaning shakl saqlash hususiyatini oshiradi 1-rasm.

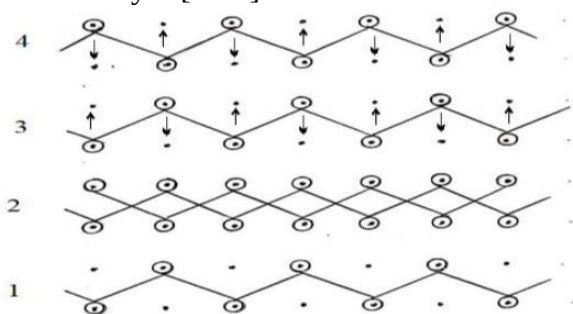
Yangi tuzilishli aralash interlok to‘qimasini zamonaviy yassi ignadonli mashinalarda quyidagi usulda ishlab chiqariladi.

Yassi ignadonli mashinada aralash teskari trikotaj to‘qimasining birinchi lastik 1+1 va ikkinchi lastik 1+1 halqa qatorlaridan to‘qib olinib, interlok to‘qimasi hosil qilinadi. Mashina tizimining uchinchi qatorida oldi ignadonga ko‘chirib o‘tkaziladi.

Bu jarayon to‘rtinchi qatorda ham shu kabi qaytarilib teskari interlok qatori to‘qib olinadi. Interlok qatorlari bilan teskari interlok qatorlar ketma-ketligi yangi tuzilishdagi aralash interlok raportini tashkil etadi 2-rasm.

Yangi tuzilishli aralash interlok trikotaj to‘qimasini bu usulda ishlab chiqarish mashina konstruksiyasiga o‘zgartirish kiritilmay amalga oshiriladi.

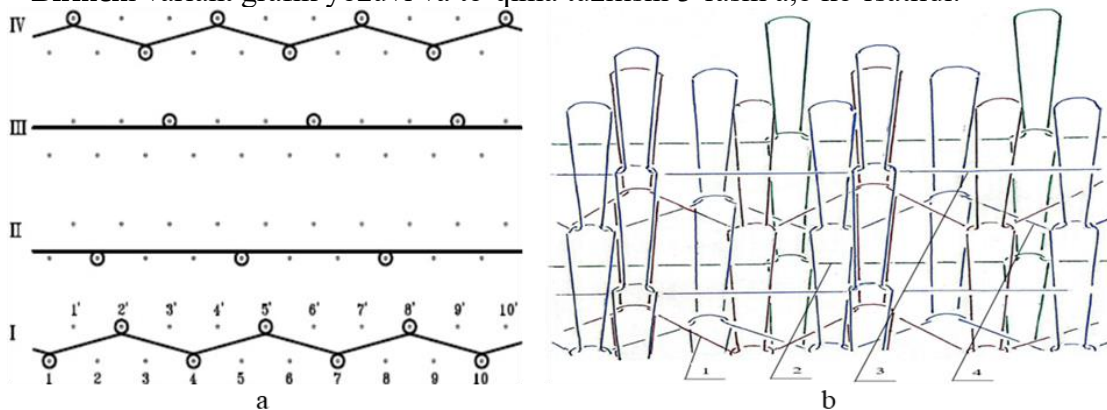
Yangi tuzilishdagi aralash interlok to‘qimasini zamonaviy yassi ignadonli trikotaj mashinalarining texnologik imkoniyatidan to‘liq foydalanish hisobiga ishlab chiqarish mashinaning ish unumiga tasir etmaydi [7-10].



2-rasm. Yangi tuzilishli aralash interlok trikotaj to‘qimasining grafik yozuvi

Tajribaviy izlanishlar. Bu kabi tatqiqod ishlarini davom etdirish maqsadida Toshkent to‘qimachilik va engil sanoat instituti “To‘qimachilik texnologiyasi” kafedra laboratoriyasida yangi tuzilishli aralash trikotaj to‘qima namunalarining IV ta variant namunalari yassi ignadonli “LONG-XING” LXA-252 rusumli mashinasida, pan 31x2teks iplaridan ishlab chiqarildi.

Birinchi variant grafik yozuvi va to‘qima tuzilishi 3-rasm a,b ko‘rsatildi.



3-rasm. Aralash trikotaj to‘qimasining grafik yozuvi va to‘qima tuzilishi

Rasm 3, a, da keltirilgan I-variant aralash trikotaj to‘qima namunasining grafik yozuvida I- qatori oldi va orqa ignadonlarda ikki igna oralab to‘liqmas lastik, II-qator oldi ignadonda ikki igna oralab to‘liqmas glad, III- qator orqa ignadonda ikki igna oralab to‘liqmas glad va IV- qator oldi va orqa ignadonlarda ikki igna oralab to‘liqmas lastik qatorlaridan tashkil topganligini ko‘rsatilgan.

Rasm 3, b da, 1-variant trikotaj to‘qima namuna tuzilishining birinchi qatori ikki igna oralab lastik 1, ikkinchi qator ikki igna oralab to‘liqmas glad 2 oldi qatori, uchinchi qator ikki

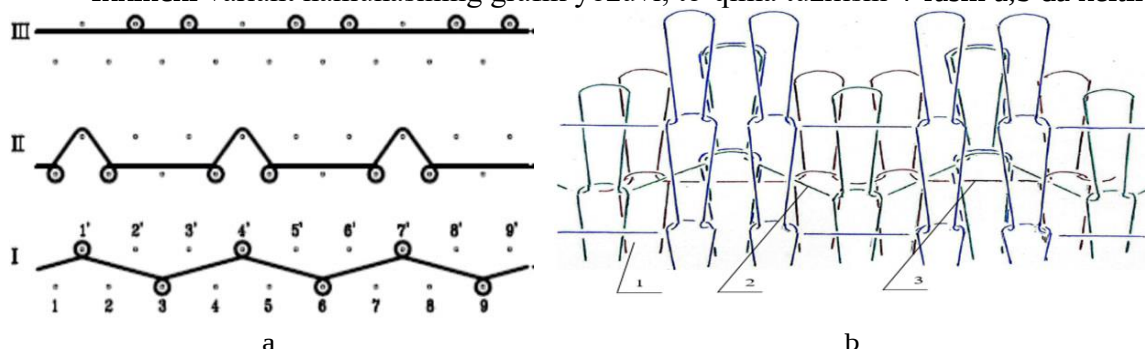
igna oralab to'liqmas glad 3 va to'rtinchi qator oldi va orqa ignadonlarda ikki igna oralab to'liqmas lastik qatorlaridan iborat aralash to'qima namunasi hosil etilgan.

Aralash trikotaj to'qima 1-variant namunasi yassi ignadonli "LONG-XING" LXA-252 rusumli mashinasida quyidagicha hosil qilinadi.

Yassi ignadonli trikotaj mashinasi shunday programmashtirilganki, halqa hosil qilish tizimi chapdan o'ng tomonga xarakatlanishi natijasida oldi va orqa ignadon ignalari ikki igna oralab to'liq tugallash jarayoniga ko'tarilib to'liqmas lastik 1 qatori to'qib olinadi. Birinchi tizim oldi va orqa to'liqmas lastik qatorini tashkil etadi. Mashinaning ikkinchi halqa hosil qilish tizimida oldi ignadonning ikki igna oralab to'liqmas glad 2 oldi halqa qatori, halqa hosil qilish tizimining o'ngdan chapga xarakati davomida orqa ignadon ikki igna oralab to'liqmas glad 3 va keyingi tizimda oldi va orqa ignadon ignalarida to'liqmas lastik qatorlarini to'qib olinadi. Bir qator to'liqmas lastik, ikki qator to'liqmas oldi, orqa glad va yana bir qator to'liqmas lastik qatorlaridan tashkil topgan aralash trikotaj to'qima namunasi yassi ignadonli trikotaj mashinasida shu usulda hosil etiladi 3-rasm a, b.

Ilmiy tatqiqod ishida, trikotaj to'qimalari assotimentini kengaytirish, istemolchi talablarini qondirish maqsadida yangi tuzilishli aralash trikotaj II-variant namunasi taklif etildi.

Ikkinchi variant namunasining grafik yozuvi, to'qima tuzilishi 4-rasm a, b da keltirildi.



Rasm 4. II-variant aralash trikotaj namunasining grafik yozuvi va tuzilishi.

Rasm 4a da grafik yozuvining birinchi qatori oldi ignadondagi 3,6,9chi ignalarida, orqa ignadonning 1¹,4¹,7¹chi ignalarida to'liqmas lastik I, ikkinchi qator oldi ignadon 1,2,4,5,7,8chi ignalarida to'liq, orqa ignadon 1¹,4¹,7¹chi ignalarida yarim halqa qatorlari II, uchinchi qator orqa ignadon ignalari 2¹, 3¹,5¹,6¹, 8¹ 9¹chi ignalarda to'liqmas glad III to'qimasi aks ettirilgan II-variant aralash trikotaj to'qima namunasini shakllantirilgan.

Yangi tuzilishli aralash trikotaj to'qimasining tuzilishi 4-rasm, b da keltirilgan. To'liqmas lastik 1 to'qimasi, to'liqmas press 2 to'kimasi va to'liqmas glad 3 to'qimalaridan tashkil topgan II-variant aralash trikotaj namuna tuzilishi hosil qilindi.

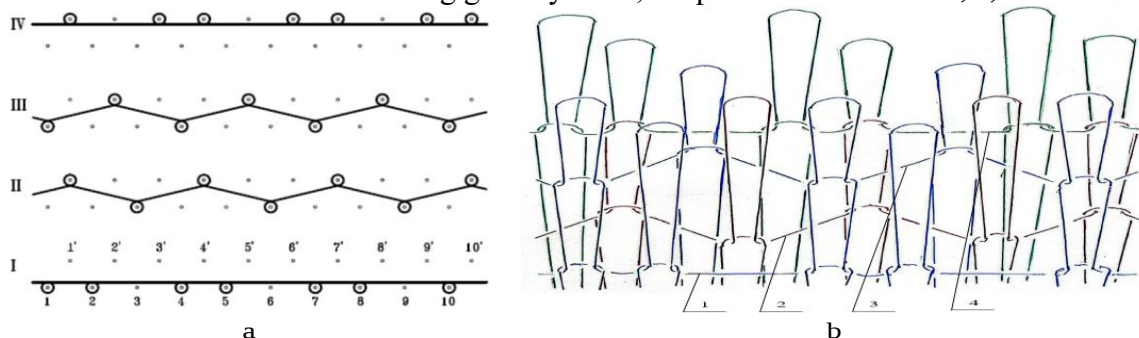
Yassi ignadonli trikotaj mashinasida yangi tuzilishli aralash trikotaj II-variant namunasini halqa qatorlarini hosil qilish uchun mashinada shunday programmashtirilganki, unda halqa qatorlarini hosil qilishi uchun mashina tizimi chapdan o'ng tomonga xarakatlanishi natijasida oldi ignadon 3,6,9chi ignalarida, orqa ignadonning 1¹,4¹,7¹chi ignalarida to'liqmas lastik I halqa qatorini, mashinaning ikkinchi tizimida oldi ignadon 1,2,4,5,7,8chi ignalarida to'liq, orqa ignadon 1¹,4¹,7¹chi ignalarida yarim halqa qatorlari II va mashina tizimining o'ngdan chapga xarakatlanishi davomida orqa ignadon ignalari 2¹, 3¹,5¹,6¹, 8¹ 9¹chi ignalarda to'liqmas glad III qatorlarini to'qish imkoniyatini beradi 4-rasm.

Shu tariqa 3 qatorli raportga ega bo'lgan yangi tuzilishli aralash trikotaj to'qimasining II-varianti namunasi to'qib olinadi.

Ikkinchi variant namunasini yassi ignadonli trikotaj mashinasining imkoniyatlaridan keng foydalangan holda ishlab chiqarilishi trikotaj to'qimalari assotimentini kengaytirishga va istemolchi talablarini qondirishga xizmat qiladi.

Trikotaj to'qimalarini xomashyo sarfini kamaytirish va fizik - mexanik xususiyatlarini yaxshilash maqsadida yangi tuzilishli aralash trikotaj to'qimalarining III-variant namunasi taklif etildi.

Uchunchi variant namunasining grafik yozuvi, to'qima tuzilishi 5-rasm, a,b da keltirildi.



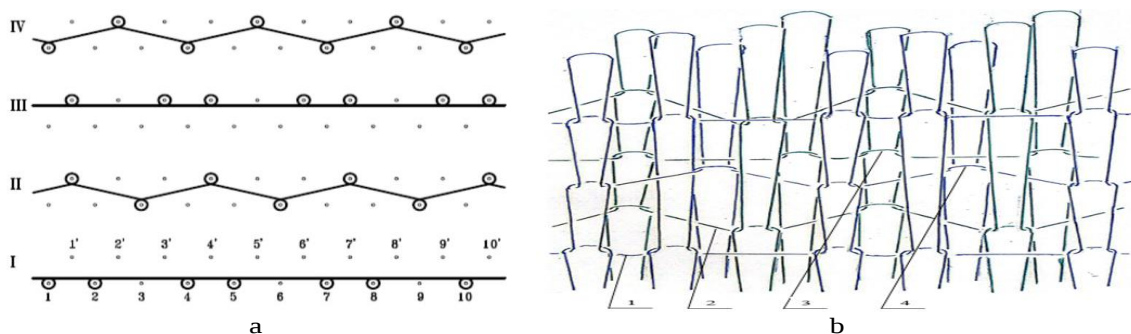
5-rasm. III-variant aralash trikotaj namunasining grafik yozuvi va tuzilishi

5a - rasmda aralash trikotaj to'qimasining grafik yozuvidan I-qatori 1,2,4,5,7,8,10chi ignalar to'liqmas glad, II-qator oldi ignadon ignalari 3,6,9chi, orqa ignadon 1¹, 4¹, 7¹, 10¹ ignalarida to'liqmas lastik, III-qator oldi ignadon 1,4,7,10chi, orqa ignadon 2¹, 5¹, 8¹chi ignalarida to'liqmas lastik va IV-qator orqa ignadon 1¹, 3¹, 4¹, 6¹, 7¹, 9¹, 10¹ chi ignalarida to'liqmas glad qatorlaridan tashkil topgani ko'rsatilgan.

5b - rasmda yangi tuzilishli aralash trikotaj to'qima namuna tuzilishi to'liqmas glad1, to'liqmas lastik 2,3 va to'liqmas glad 4 halqa katorlaridan tashkil topganligi aks ettirilgan.

Yassi ignadonli mashinada aralash trikotaj to'qima III-variant namunasini ishlab chiqarish uchun mashina shunday programmashtirilganki, unda birinchi qatorni to'qish uchun mashinaning halqa hosil qilish birinchi tizimi chapdan o'ng tomonga xarakatlanishi davomida oldi ignadon 1,2,4,5,7,8,10chi ignalari to'liqmas glad 1 halqa qatorlarini, ikkinchi tizimi oldi ignadon ignalari 3,6,9chi, orqa ignadon 1¹, 4¹, 7¹, 10¹ ignalarida to'liqmas lastik 2 halqa qatorlarini to'qib olinadi. Mashina halqa hosil qilish tizimining o'ngdan chapga xarakati davomida oldi ignadon 1,4,7,10chi, orqa ignadon 2¹, 5¹, 8¹chi ignalarida to'liqmas lastik 3 va IV-qator orqa ignadon 1¹, 3¹, 4¹, 6¹, 7¹, 9¹, 10¹ chi ignalarida to'liqmas glad 4 halqa qatorlari to'qib olinadi. Yassi ignadonli trikotaj mashinasida III-variant namunasining halqa qatorlari igna oralay ishlab chiqarilishi hisobiga xomashyo sarfini kamaytirishga va fizik - mexanik xususiyatlarini yaxshilashga erishildi. Trikotaj to'qimalarini fizik-mexanik xususiyatlarini yaxshilash maqsadida yangi tuzilishli aralash trikotaj to'qimasining IV-variant namunasi taklif etildi. To'rtinchi variant namunasining grafik yozuvi, to'qima tuzilishi 6-rasm,a,b da keltirildi.

6-rasm, a grafik yozuvidan aralash trikotaj to'qimasi to'rtta halqa qatorlaridan tashkil topganligi ko'rinib turibdi. Aralash trikotaj to'qima rapporti I-qatori oldi ignadon ignalarida to'liqmas glad, II-qatori to'liqmas lastik, III-qatori orqa ignadon ignalarida to'liqmas glad va IV-qator to'liqmas lastik halqa qatorlaridan iborat.



6-rasm. IV-variant aralash trikotaj to'qima namunasining grafik yozuvi va tuzilishi

Aralash trikotaj namunasining IV-variant tuzilishi to'liqmas glad 1 oldi ignadon ignalarida, to'liqmas lastik 2, to'liqmas glad 3 orqa ignadon ignalarida va to'liqmas lastik halqa

qatorlaridan iborat 6-rasm, b. Yassi ignadonli mashinada aralash trikotaj to'qima IV-variant namunasini ishlab chiqarish uchun mashina shunday programmashtirilganki, unda birinchi qatorni to'qish uchun mashinaning halqa hosil qilish birinchi tizimi chapdan o'ng tomonga xarakati davomida oldi ignadon 1,2,4,5,7,8,10 chi ignalari tugallash jarayoniga ko'tarilib to'liqmas glad halqa qatorlarini, orqa ignadon ignalari bu tizimda jarayonda ishtirok ettirilmaydi. Ikkinchi qatorda mashinaning ikkinchi tizimida oldi ignadon 3,6, va 9 chi ignalari, orqa ignadon 1¹, 4¹, 7¹, 10¹ ignalari tugallash jarayoniga ko'tarilib to'liqmas lastik halqa qatorlari to'qib olinadi. Halqa xosil qilish tizimining o'ngdan chapga qaytishi davomida orqa ignadon 1¹, 3¹, 4¹, 6¹ 7¹, 9¹, 10¹ chi ignalarida to'liqmas glad qatorlari to'qib olinadi. To'qimaning to'rtinchi qatorini to'qish uchun oldi ignadon 1,4,7,10chi va orqa ignadon 2¹, 5¹, 8¹chi ignalari to'liqmas lastik qatorini hosil etadi.

IV-variant yangi tuzilishli aralash trikotaj namunasini yassi ignadonli trikotaj mashinasida ishlab chiqarish trikotaj to'qimalarini fizik-mexanik xususiyatlarini yaxshilashga erishilgan holda uning sifat ko'rsatkichlarini oshiradi.

Xulosa. Yassi ignadonli mashinalarda aralash trikotaj to'qima namunalari ishlab chiqarish trikotaj assortimentlarini kengaytirish, sifat ko'rsatkichlarini oshirish, xomashyo sarfini kamaytirish, fizik-mexanik xususiyatlarini yaxshilash va istemolchi talabini qondirilishiga erishiladi. Taklif etilgan yangi tuzilishli aralash trikotaj to'qimalarining IV ta variant namunalari ustki trikotaj mahsulotlarini ishlab chikarishga tavsiya etiladi.

Reference

1. "To'qimachilik va tikuv-trikotaj sanoatini rivojlantirishni yangi bosqichga olib chiqish chora-tadbirlari to'g'risida"gi Prezident Farmoni (PF-71-son, 01.05.2024 y.) <https://kknews.uz>
2. Kudryavin L.A. Kombinirovanniye perepleteniya, M., MTI, 1971g.
3. Pospelov YE.P. Metodi polucheniya novix struktur trikotajnix poloten. - M., Legkaya industriya, 1979 g. -s. 23-31.
3. Patent RU №2228978. MKI D04V 1/00 Trikotaj kombinirovannogo perepleteniya na baze proizvodnogo lastika. Zinoveva V.A, Popova M.A. Opubl. 20.05.2004, Byul. №3.
4. S.Saparova, M.Musayeva, M. Mukimov. Issledovaniye texnologicheskix parametrov dvuxsloynogo trikotaja. Universum texnicheskiye nauki. № 8 (137) avgust, chast-3. Moskva 2025 g. 12-16 str.
5. S.Saparova, M.Musayeva, M. Mukimov. Physico-mechanical properties of double-layer knitted fabrics. Universum texnicheskiye nauki. № 9 (138.) sentabr, chast-5. Moskva 2025 g. 46-50 str.
6. Shalov I.I. Novoye v teorii vyazaniya trikotaja, M., MTI, 1969g. -s. 4-10.
7. Mirsadikov M.M, Gulyayeva G.X., Mukimov M.M. Hosilali lastik asosida olingan aralash to'qimasi. № FAP 01252.03.11.2015.
8. Sagdiev, M. M. U., Mukimov, M. M., Musaev, N. M., Gulyaeva, G. X., & Musaeva, M. M. (2024). Issledovaniya texnologicheskikh parametrov proizvodnykh interlochnykh perepleteniy. Universum: texnicheskiye nauki, 5(12 (129)), 23-28.
9. Musayev, N. M., Musaeva, M. M., Mukimov, M. M. Razrabotka texnologii polucheniya prodol'nogo risunchatogo trikotaja. Universum: texnicheskiye nauki, 2024, T. 3, № 3 (120), 68-70.
10. Musaeva, M. M., Mukimov, M. M. Povysheniye effektivnosti vyrabotki dvukhsloynogo trikotazha. Problemy tekstilnoy otrasli i puti ikh resheniya, 2021, 161-164.
11. GOST 31410-2009. Mejgosudarstvenniy standart. Izdeliya trikotajniye verxniye dlya mujchin i malchikov. Obshkiye texnicheskiye usloviy. M.: Standartinform, 2011.
12. GOST 31409-2009. Mejgosudarstvenniy standart. Izdeliya trikotajniye verxniye dlya jenshin i devochek. Obshkiye texnicheskiye usloviy. M.: Standartinform, 2011.
13. GOST R ISO 6330-2009. Materiali tekstilniye. Metodi bitovoy striki i sushki, primenyayemiye dlya ispitaniya tkaney, trikotajnix poloten i gotovix izdeliy.

14. GOST 30157.0-95. Polotna tekstilniye. Metodi opredeleniya izmeneniya razmerov posle mokriy obrabotok ili ximicheskoy chistki. Obshchiye polozeniya. 15. Shin E.I., Kasimova A.B., Nigmatova F.U. Otsenka formoustoychivosti po deformatsionnim svoystvam xlopko-nitronovogo trikotajnogo polotna pri proyektirovani izdeliy sportivnogo naznacheniya. // «Problemi tekstilya». -2017. -№3. -S. 100-110.

UDK 677.077.4

CHUVISH JARAYONIDA PILLALAR YAKKA UCHINI TOPISH TEXNOLOGIYASINI TADQIQ ETISH

A.Gulamov¹, K.Avazov¹, Z.Jovliyeva¹, J.Xasanov¹, O.Kulmuminov²

Tashkent Institute of Textile and Light Industry¹

Termez State University of Engineering and Agrotechnologies²

Annotatsiya. Mazkur maqolada pillalarni chuvishda yakka uchini topish texnologiyasini takomillashtirish orqali xom ipak ishlab chiqarishning unumdorligini va sifatini oshirish, ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytirish va samaradorligini yaxshilash masalalari tahlil qilingan. Hozirda pillakashlik korxonalarida pillalarning yakka uchini topish mexanik dastgohlarda qo'lda yoki pilla chuvish avtomatlarida esa bu jarayon RK mexanik yordamchi uskunalarda shyotkalar orqali bajariladi. Pillalar yakka uchini toppish dastgohi shyotkalari tabiiy supurgi o'simligidan tayyorlanib, korxonalarda ish jarayonida tez-tez almashtirishga to'g'ri keladi. Shyotkaning qisqa muddatda yeyilib ketishi uchli pillalarning chiqish samaradorligiga ta'sir ko'rsatadi. Bu esa, ish unumdorligining kamayishiga va pillalarning suvda ortiqcha bo'kib ketishi evaziga olinayotgan xom ipakning sifati pasayadi. Shuning uchun ushbu bosqichni takomillashtirish, uchli pillalar hajmining ortishiga ta'sir etuvchi omillarni, jarayonlarni tahlil qilish va samarali texnologik rejimlarini ishlab chiqish dolzarb masalalari va mavjud muammoni bartaraf etish yo'llari keltirilgan.

Kalit so'zlar: pillani chuvish, xom ipak, uchli pillalar, pillalarni pishirish, quruq pilla, pilla ipi uchini topshi shyotkasi, pilla losi, RK dastgohi.

Аннотация. В данной статье проанализированы вопросы повышения производительности и качества производства шелка-сырца, снижения производственных затрат и повышения эффективности за счет совершенствования технологии нахождения одиночного конца коконов в процессе их разматывания. В настоящее время на шелкомотальных предприятиях нахождение одиночного конца коконов на механических станках выполняется вручную, а на автоматах для разматывания коконов данный процесс осуществляется с помощью щеток на механическом вспомогательном оборудовании типа РК. Щетки станка для нахождения одиночного конца коконов изготавливаются из натурального веничного растения, поэтому в процессе эксплуатации на предприятиях их приходится часто заменять. Быстрый износ щетки оказывает влияние на эффективность выхода коконов с найденным концом. Это, в свою очередь, приводит к снижению производительности труда, а также к ухудшению качества получаемого шелка-сырца вследствие чрезмерного набухания коконов в воде. В связи с этим совершенствование данного этапа, анализ факторов и процессов, влияющих на увеличение количества коконов с найденным концом, а также разработка эффективных технологических режимов являются актуальными задачами. В статье также приведены пути устранения существующей проблемы.

Ключевые слова: разматывание коконов, шелк-сырец, коконы с найденным концом, варка коконов, сухой кокон, щетка для нахождения конца коконной нити, коконный сдир, станок РК.

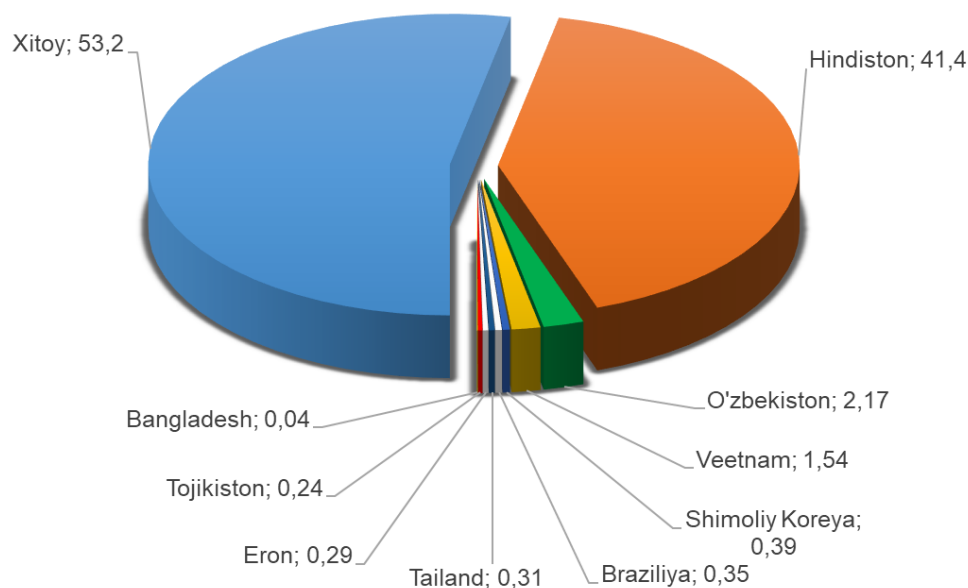
Abstract. This article analyzes issues related to increasing the productivity and quality of raw silk production, reducing production costs, and improving efficiency by enhancing the

technology for finding the single filament end of cocoons during the reeling process. At present, in silk-reeling enterprises, the single end of cocoons is found manually on mechanical machines, while in automatic cocoon-reeling machines this process is carried out by means of brushes installed on RK-type mechanical auxiliary equipment. The brushes of the machine used for finding the single filament end of cocoons are made from a natural broom plant; therefore, they have to be replaced frequently during operation at enterprises. The rapid wear of the brush affects the efficiency of obtaining cocoons with a found filament end. This, in turn, leads to a decrease in labor productivity and reduces the quality of the raw silk obtained due to excessive swelling of the cocoons in water. Therefore, improving this stage, analyzing the factors and processes that influence the increase in the number of cocoons with a found filament end, and developing effective technological regimes are urgent tasks. The article also presents ways to eliminate the existing problem.

Keywords: cocoon reeling, raw silk, cocoons with a found filament end, cocoon cooking, dry cocoon, brush for finding the cocoon filament end, cocoon floss, RK machine.

O‘zbekiston Respublikasi tashqi bozorda talab katta bo‘lgan mahsulot-pilla yetishtirish, tabiiy ipak mahsulotlarini ishlab chiqaruvchi va yetkazib beruvchi davlatlardan biri hisoblanadi. Dunyoda pilla yetishtirish va ularni qayta ishlash borasida Xitoy, Hindiston, O‘zbekiston, Eron, Tailand, Vyetnam, Shimoliy Koreya, Braziliya, Fransiya kabi davlatlar yetakchi bo‘lib, ipakni qayta ishlash texnika va texnologiyasini ishlab chiqishga yo‘naltirilgan ilmiy-tadqiqot ishlari samarali olib borilmoqda. Hozirgi kunda jahonda yetishtiriladigan pillalar va ulardan olinadigan ipakning asosiy qismi Xitoy va Hindistonda ishlab chiqarilmoqda (1-, 2-rasmlarga qarang) [1-5].

Rasmdan ko‘rinadiki, hozirgi kunda uchta pilla yetishtiruvchi asosiy mamlakatlar bu Xitoy, Hindiston va O‘zbekiston hisoblanib, dunyoda yetishtirilayotgan (602,2 ming tonna) pillalardagi ularning ulushi 96 %, ni tashkil etadi. Xitoy esa ishlab chiqarilayotgan ipagining 98% dan ortig‘ini eksport qiladi. Shu tufayli ushbu mamlakatlar mahalliy ipak bozori muhim rol o‘ynaydi. Jahon bozorida ishlab chiqarilgan 2A/3A sinfiga mos keluvchi 1 kg xom ipakning narxi 60 AQSH dollari atrofida. Krep va to‘quv iplari uchun esa o‘rtacha 70-80 AQSH dollari atrofida tashkil etmoqda.



1-rasm. Dunyo mamlakatlari bo‘yicha pilladan xom ipak ishlab chiqarish ulushi, % (2023-yil).

Eng yuqori 4 davlat (2023, MT) Xitoy-50 000, Hindiston-38 913, O‘zbekiston-2 037 va Vietnam-1 448 ni tashkil etgan (3-rasm). Dunyo bo‘yicha ishlab chiqarilgan jami xom ipakning taxminan ~98% qismi aynan ushbu 4 davlat hissasiga to‘g‘ri keladi (demak global trendni asosan shu 4 ta davlat “harakatlantiradi”). Xom ipak ishlab chiqarishda Global “Total” trenddagi asosiy burilishlarni yillar kesimida tahlil qiladigan bo‘lsak quyidagicha:

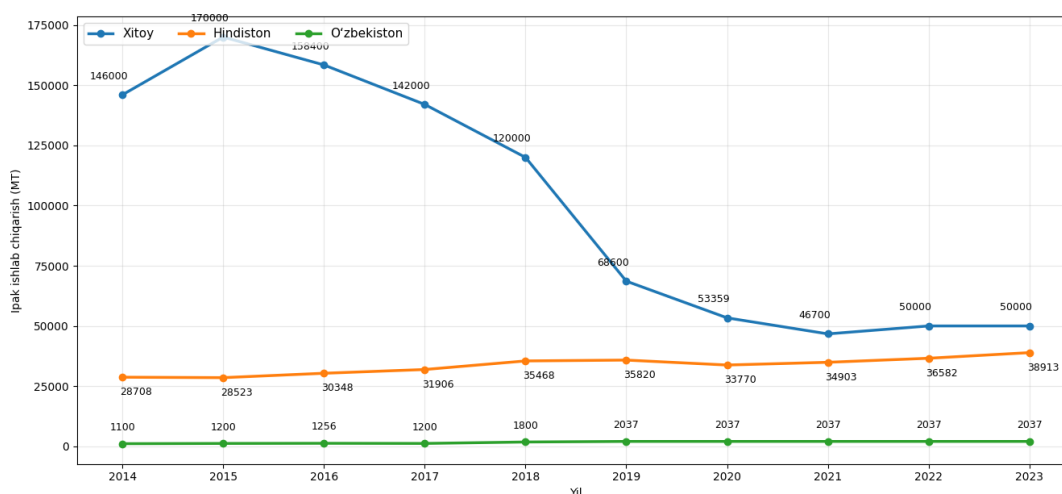
2014 → 2015: jami xom ipak ishlab chiqarish 178 058 → 202 073 (+13.5%)-o‘shish asosan Xitoy hisobidan (China +16.4%).

2016–2018: jami xom ipak ishlab chiqarish bosqichma-bosqich pasaygan (192 512 → 159 855). Xitoy har yili kamayib borgan, Hindiston esa o‘shishda davom etgan.

2019: eng katta “qulash”-jami xom ipak ishlab chiqarish 159 855 → 109 111 (–31.7%). Bunga Xitoy 120 000 → 68 600 (–42.8%) keskin tushgani sabab bo‘lgan.

2020–2021: jami xom ipak ishlab chiqarish pasayish davom etgan (91 765 → 86 311). Xitoy yana kamaytirgan, Hindiston esa asta-sekin yuqorilagan.

2022–2023: jami xom ipak ishlab chiqarish o‘sgan 91 319 → 93 986 (2022 +5.8%, 2023 +2.9%). Xitoy 50 000 atrofida barqarorlashgan. Hindiston va Vietnam o‘shishda davom etadi.



2-rasm. Dunyo mamlakatlari bo‘yicha eng yuqori 3 davlatning pilladan xom ipak ishlab chiqarishi yillar kesimidagi ulushi, m.t.

Shunga qaramasdan Yevropa, Kavkaz va Markaziy Osiyo (BACSA) davlatlaridagi pilla yetishtirish va xom ipak matolarini ishlab chiqarish holati so‘ngi 30 yil ichida sezilarli darajada pasayishi kuzatildi. Biroq, yaqin kelajakda ushbu davlatlarning ipakchilikni rivojlantirish o‘shish suratlarini oshirish uchun potensial imkoniyatlarga ega. Yevropada dunyodagi eng yuqori sifatli ipak matolarni tayyorlash va tikuvchilik sanoati bo‘yicha yetakchi davlatlar Italiya, Shveysariya va Braziliya hisoblanib, xom ipak Xitoydan keltiriladi. G‘arbiy Yevropa Italiya, Ispaniya kabi mamlakatlar ham pilla yetishtirish va uni qayta ishlash sanoatini rivojlantirish borasida ishlarni amalga oshirmoqdalar. Dunyodagi tut ipak qurti savdosidagi ayrim duragaylari mintaqada ishlab chiqarilgan mahsulotlarga nisbatan unumdorligi yuqori hisoblanadi. Jumladan: bitta pilla og‘irligi o‘rtacha 2,2-2,5 gramm, qobiq nisbati o‘rtacha 23-24 % bo‘lib, o‘rtacha og‘irligi esa 0,5000-0,600 grammni, pilla ipining laboratoriya sharoitidagi uzunligi esa 1300-1500 metrni tashkil etadi [6-14].

Pillalarni chuvishga tayyorlash jarayonida bug‘langan pillalarni losdan tozalab, yakka uchini topish va uchi topilgan pillalarni ajratish tushiniladi. Bu jarayonda pilladagi seritsin yumshatilib, ichiga suv to‘ldirilib, qobiqdagi pilla losi ajratilib, uzluksiz uzunlikdagi yakka ip topiladi. Pilla chuvish- pilla o‘rash jarayonini teskarisi bo‘lib, bunda tashqi qavatdan ichiga kirib boradi. O‘rashdan farqli chuvish jarayoni qobiqdagi ipning yopishqoqligi yo‘q qilinadi [9-16].

Quruq pilladan ipni chiqish kuchi o‘rta hisobda 0,73 dan 2,9 sN gacha bo‘lishi mumkin. Ishlab chiqarish sharoitida pilla chuvish 120 m/min va undan katta tezlikda chuviladi. Buning

uchun esa seritsinning yopishqoqlik kuchini pasaytirish yo‘li bilan erishiladi. Buning uchun pilla bug‘lanib, seritsin yumshatilib, yopishqoqlik xususiyati kamaytiriladi. Lekin bu kamlik qiladi. Chuvish jarayonida pillalar suvda bo‘lishi uchun ipning tortilish tezligiga qarishilik ko‘rsatadigan kuch kerak bo‘ladi. Shuning uchun pillani ichiga suv to‘ldirilib u og‘irlashtiriladi. Ipak chuvishga pillani tayyorlashda individual va markazlashtirilgan yo‘l bilan pilla pishirish usullari mavjud.

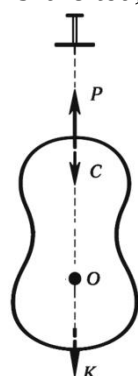
Pilladan ipak chuvish uch usulda olib boriladi:

- *pilla chuvish davrida suvda suzib yuradi;*
- *pilla suvga yarim cho‘kib turgan holda chuviladi;*
- *pilla suv tagiga cho‘kib turgan holda chuviladi.*

Suzib yurgan holdagi pillalar mexanik pilla chuvish dastgohlarida chuvilib, 75% gacha ichiga suv kirgan bo‘ladi. Shu sababli pillaning ozgina qismigina suvga botib turadi.

Yarim cho‘kkan holdagi pillalar UzNIIShP sistemasidagi va ayrim Yapon sistemalaridagi pilla chuvish avtomatlarida chuvilib, 75 dan 92% gacha suv kirgan bo‘ladi.

Cho‘kkan holdagi pillalar Yapon va Xitoy sistemasidagi avtomatlarda chuvilib, 97% dan oshiq suv kirgan bo‘lishi kerak. 90-95⁰S temperaturali suvda pillaga ishlov berilganda, seritsin bo‘kib yumshaydi. Chuvish jarayonida pillalarga turli kuchlar ta’sir qiladi. Quyidagi tengsizlik qoniqtirilgan sharoitda, pilla chuvilishi sodir bo‘ladi [15-20].



$$K > P > C$$

bu yerda:

K- pillaning og‘irlik kuchi

P- chiqayotgan ipning taranglik kuchi,

C-pilladan ipning ajralish kuchi,(adgeziya kuchi)

3-rasm. Chuvish jarayonida pillalarga ta’sir kuchlari sxemasi.

Hozirgi kunda pillalarni bug‘lash jarayoni markazlashgan holda pishirish dastgohlarida yoki mexanik chuvish dastgohlarining bug‘lash qozonida bajariladi. Pillalarni bug‘lash uchun konveyerli «Chibo» yoki «KZ» (Chibo-D3, KZ-2, KZ-4KM, KZ-150ShL, Masuzava) tipidagi dastgohlardan keng ko‘lamda foydalaniladi. Bu dastgohlardagi ish jarayonlari bir xil, konstruktiv jihatdan farq qilishi mumkin. KZ –150 ShL dastgohi (2-rasm) ikki yarusli ko‘p sektsiyali barkadan iborat, barka ichida zanjirli konveyer bo‘lib, 75 ta kasseta joylashgan, kassetalarga esa 300-400g pilla joylashadi.



4-rasm. KZ-150-ShL pillani markazlashgan holda bug‘lash konveyeri

Kassetaga joylashgan pillalar bug‘ kameralardan o‘tib, bug‘ bilan 2,5-5 min davomida ishlov berilib, namlanadi va qizdiriladi. 90-100⁰S li temperaturali bug‘da seritsin yumshaydi, pilla ichidagi havo qiziydi, kengayib qisman tashqariga chiqib boshlaydi. Shimdirish sektsiyasida 70-60⁰S li temperaturali suvda 0,9-1,8 min davomida sovutilib, ichiga suv shimdiriladi. Ikkinchi bug‘lash va suv to‘ldirish sektsiyalarida 90-99⁰S haroratda 1,1-2,2 min davomida bug‘lab, so‘ng sovutiladi, yana 86-100⁰S haroratda 1,6-3,3 min davomida ishlov berilib etarli darajada suv to‘ldirilib olinadi, yana 0,9-1,8 min 50-75⁰S ishlov beriladi. Sovutish sektsiyasida pillalar 55-65⁰S li temperaturali dushda sovutiladi. Bug‘langan pillalar bachoklarga 50-55⁰S li suv bilan birga tushiriladi.

Dastgohning ish unumdorligi:

$$\Pi_{\text{н}} = \frac{n \cdot m \cdot 60}{t \cdot 10^3};$$

bu yerda: *n*-kassetalar soni, *m*-kassetaga joylashgan pillalar vazni, *g*, *t* –zanjirni aylanish davomiyligi, min.

Uzluksiz ishlaganda (*m*=350 g va *t*=15 min) KZ soatiga 100 kg pillani bug‘laydi. Bitta silkitib yakka uchini toppish dastgohi 400 ta ilgichli chuvish avtomatiga uchli pillalarni yetkazib beradi.

Bug‘langan pillalarni losdan tozalash va yakka uchini topish. Bug‘langan pillalarni losdan tozalash va yakka uchini topishdan maqsad – chuvish dastgohlarida chuvishni ta‘minlash uchun chalkash iplarni tozalab, pillaning yakka uchini topishdan iborat. Bu jarayon dastgoh turiga qarab turlicha bajariladi. Mexanik pilla chuvish dastgohlarida bu jarayon bug‘lash qozoniga o‘rnatilgan shetka orqali tozalanib, qo‘l yordamida silkitib yakka uchi topiladi.



5-rasm. Indigenous automatic reeling machine (IARM) rusumli silkitib yakka uchini topish dastgohi.

Avtomat pilla chuvish dastgohlariga RK (RK-750 ShL, RK-2, RK-3 va yapon sistemasi silkitish dastgohlari) tipidagi mahsus markazlashgan holda ishlaydigan silkitib yakka uchini topish dastgohlarida, yakka uchli pillalar tayyorlab beriladi. Indigenous automatic reeling machine (IARM) rusumli silkitib yakka uchini topish dastgohi (5-rasm) tozdan, losdan ajratish shetkasidan, silkitish mexanizmidan, yig'ish moslamasidan, ip tutgichdan, bug'langan pillalar solingan bachoklarni qo'yish uchun stoldan va suvni tsirkulyatsiya qilish uskunasi iborat [9-15]. Bug'langan pillalar tozning qabul qilish zonasiga tushiriladi. Suvning oqimi natijasida aylana kanalga pillalar o'tib, shetka mexanizmi yordamida losdan ajratiladi. Losdan ajratilgan pillalar uchli pillalar zonasiga o'tkaziladi. U yerda los silkitish mexanizmidan o'tkazilib, charxga o'rab qo'yiladi, Ushbu zonada pastki qismidan teshiklardan pompa yordamida suv bosimi pillalarni zona markazidan chetga yo'nalishini ta'minlaydi.

Dastgohning ish unumdorligi:

$$\Pi_n = \frac{g \cdot T \cdot t \cdot C \cdot Y_p}{10^6}$$

bu yerda: g - chuvish tezligi, m/min; T – xom-ipakning chiziqli zichligi, teks
 t – vaqt, min; C – ilgichlar soni; Y_r – pillani solishtirma sarfi.



6-rasm. Silkitib yakka uchini topish dastgohida qo'llanilayotgan qo'shimcha supurgi shotkalari

6-rasmda tabiiy o'simlik tolalaridan bog'langan kichik cho'tka tasvirlangan. Ko'rinishidan u quritilgan poya yoki tolali o'simlik qismlaridan tayyorlangan bo'lib, uchlari mayda ajralgan holatda. Bunday cho'tkalar odatda nozik tolalarni ajratish, yuzani ehtiyotkor tozalash, mayin materiallarga ishlov berish kabi ishlarda qo'llanadi.

O'zbekiston ipakchilik sanoati respublika yengil sanoatining muhim tarmoqlaridan biri bo'lib, xalq xo'jaligida yuqori qo'shimcha qiymatga ega mahsulot ishlab chiqarishda katta ahamiyat kasb etadi. Pilla yetishtirishdan tortib to ipak ipi ishlab chiqarishgacha bo'lgan texnologik zanjirda eng asosiy texnologik bosqichlardan biri - pillalarni chuvish (pillalarni bug'lash va ipini ajratish) jarayoni hisoblanadi.

Chuvishda pillalarning yakka uchini topish (ya'ni ipning boshlang'ich uchini topish) jarayoni to'g'ri va belgilangan vaqtda bajarilishi butun chuvish jarayonining samaradorligiga jumladan, pilla ipining uzilmasdan oxiriga qadar chiqishi, chuvib olingan xom ipakning sifati va ishlab chiqarish unumdorligiga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Amaldagi usullarda pillaning yakka uchini topish mexanik dastgohlarda qo'lda yoki pilla chuvish avtomatlarida esa bu jarayon RK

mexanik yordamchi uskunalarda shyotkalar orqali bajariladi. Pillakashlik korxonalarida pilla ipi uchini topish jarayoni ko‘pincha tabiiy supurgidan tayyorlangan shyotka yordamida amalga oshiriladi. Ushbu usul oddiy va arzon bo‘lishiga qaramay, qator kamchiliklarga ega: supurgining tez eskirishi, namlik ta’sirida shaklining o‘zgarishi, gigiyenik bo‘lmagan holatlar va eng muhimi - pillaning nozik tolalariga mexanik zarar yetkazish xavfi ortadi. Shu bois, tabiiy supurgi o‘simligidan tayyorlangan dastgoh shyotkalarini korxonalarda ish jarayonida kamida 5-6 kunda almashtirishga to‘g‘ri keladi. Pillalar suvda chuvish jarayonidan o‘tishi sababli, ishlatiladigan materiallarning suvga chidamliligi, gigienik xususiyati va tez quritilishdagi holati muhim ahamiyatga ega. Shyotkadagi supurgining tezda yeyilib ketishi uchli pillalarning chiqish samaradorligiga ta’sir ko‘rsatadi. Bu esa, ish unumdorligining kamayishiga va pillalarning suvda ortiqcha bo‘kib ketishi evaziga olinayotgan xom ipakning sifati pasayadi. Shuning uchun ushbu bosqichni takomillashtirish, uchli pillalar hajmining ortishiga ta’sir etuvchi omillarni, jarayonlarni tahlil qilish va samarali texnologik rejimlarini ishlab chiqish zarurati mavjud. Yuqoridagilardan kelib chiqqan holda, pilla ipi uchini topish jarayonida tabiiy supurgi o‘rnini bosuvchi, namlikka chidamli, uzoq muddatli va pillaga zarar yetkazmaydigan materiallarni aniqlash, ularni joriy etish va texnologik rejimlarini aniqlash talab etiladi [20-24].



7-rasm. Indigenous automatic reeling machine (IARM) rusumli chuvish dastgohi

Yuqoridagilardan kelib chiqqan holda pillalarni silkitish jarayonida yakka ip uchini barqaror va samarali topishni ta’minlash, bunda pilla shikastlanishining oldini olish hamda dastgohning ish unumdorligini oshirish maqsadida yangi yangi texnologiya taklif etildi. Pillakashlik korxonalarida chuvish jarayonida ip uchini topish bosqichida tabiiy supurgi o‘rniga sintetik yoki elastik materiallardan tayyorlangan yangi turdagi shyotkalarni ishlab chiqish va ularning samaradorligini ilmiy asosda tahlil qilish maqsadida tahliliy tadqiqotlar o‘tkazildi.

Tajriba va metodologiya.

1. Materiallar tanlovi: yuqoridagi materiallar (naylon, PP, silikon, aralashlar) namunalarini ishlab chiqarish yoki sotib olish.
2. Laboratoriya sinovlari: har bir material namunasi suv bilan ta’sirlash (ma’lum vaqt davomida botirish), quritish, elastiklik va qirqilish (abrasion) sinovlaridan o‘tkaziladi.

3. Texnik sinovlar: har bir shytka turida pillaning uchini aniqlash samaradorligi (aniqlik, vaqt), pillaga mexanik zarar ehtimoli va almashtirish chastotasi tahlil qilinadi.

4. Ishlab chiqarish sharoitida sinov: tanlangan eng yaxshi 1–2 material korxona sharoitida pilot sinovdan o'tkaziladi; ishlab chiqarish unumdorligi, ish vaqti va material iqtisodiy samaradorligi baholanadi.

5. Natijalarni tahlil qilish: uchli pillalarning chiqishi, pilla losi chiqishi miqdori, dastgohning ish unumdorligi, xom ipakning fizik-mexanik ko'rsatkichlar (uzilish kuchi va boshqa), va iqtisodiy hisob-kitoblar asosida takliflar ishlab chiqiladi.

1-jadval

Muqobil materiallar tahlili

№	Material turi	Tavsifi	Afzalliklari	Kamchiliklari	Qo'llash darajasi
1	Naylon (PA6, PA66)	Sun'iy poliamid tolasi	Namlikka chidamli, mustahkam, elastik; chirish xavfi yo'q	Statik elektr hosil bo'lishi mumkin (antistatik ishlov talab qilinadi)	Yuqori
2	Polipropilen (PP)	Yengil sintetik tola	Suvni singdirmaydi, arzon, kimyoviy barqaror	Egiluvchanligi va yumshoqligi naylondan pastroq	O'rta
3	Silikon yoki elastomer (rezina) shytka	Yumshoq spiral yoki lentalar shaklida	Suvga chidamli, egiluvchan, tozalanishi oson, pillaga zarar yetkazmaydi	Ishlab chiqarish narxi biroz yuqoriroq	Yuqori
4	Aralash materiallar (sintetik + tabiiy tolalar)	Kompozit qoplamali cho'tka	Muvozanatli yumshoqlik va mustahkamlik, namlikka chidamlilik	Ishlab chiqarish texnologiyasi o'rnatishni talab qiladi	O'rta

Natijalar va tavsiyalar. Naylon (PA6) tolasidan tayyorlangan shyotkalar suv bilan ishlashga mos, uzoq xizmat qiladi va pillaga minimal zarar yetkazadi. Antistatik qoplama orqali statik muammo hal etilishi mumkin. Silikon/elastomer cho'tkalar suvga to'liq chidamli, yumshoq va pillani ezmaydigan xususiyatga ega-suvli chuvish uchun ideal. Ularning ishlab chiqarish xarajatlari biroz yuqoriroq bo'lsa-da, uzoq muddatli iqtisodiy foyda beradi. Polipropilen (PP) arzon va namlikka chidamli bo'lsa-da, yumshoqlik jihatidan naylon va silikon kabi ideal bo'lmasligi mumkin; ammo arzon va tez almashtiriladigan variant sifatida ishlatilishi mumkin. Aralash (kompozit) materiallar esa nafaqat moslashuvchanlik va bardoshlikni, balki namlik sharoitida ham stabil ishlashni ta'minlaydi.

Tavsiya: Silikon/elastomer asosli cho'tka yoki naylon tolali yumshoq shyotkani sinovdan o'tkazib, korxona sharoitida amalga oshirish maqsadga muvofiq deb topildi.

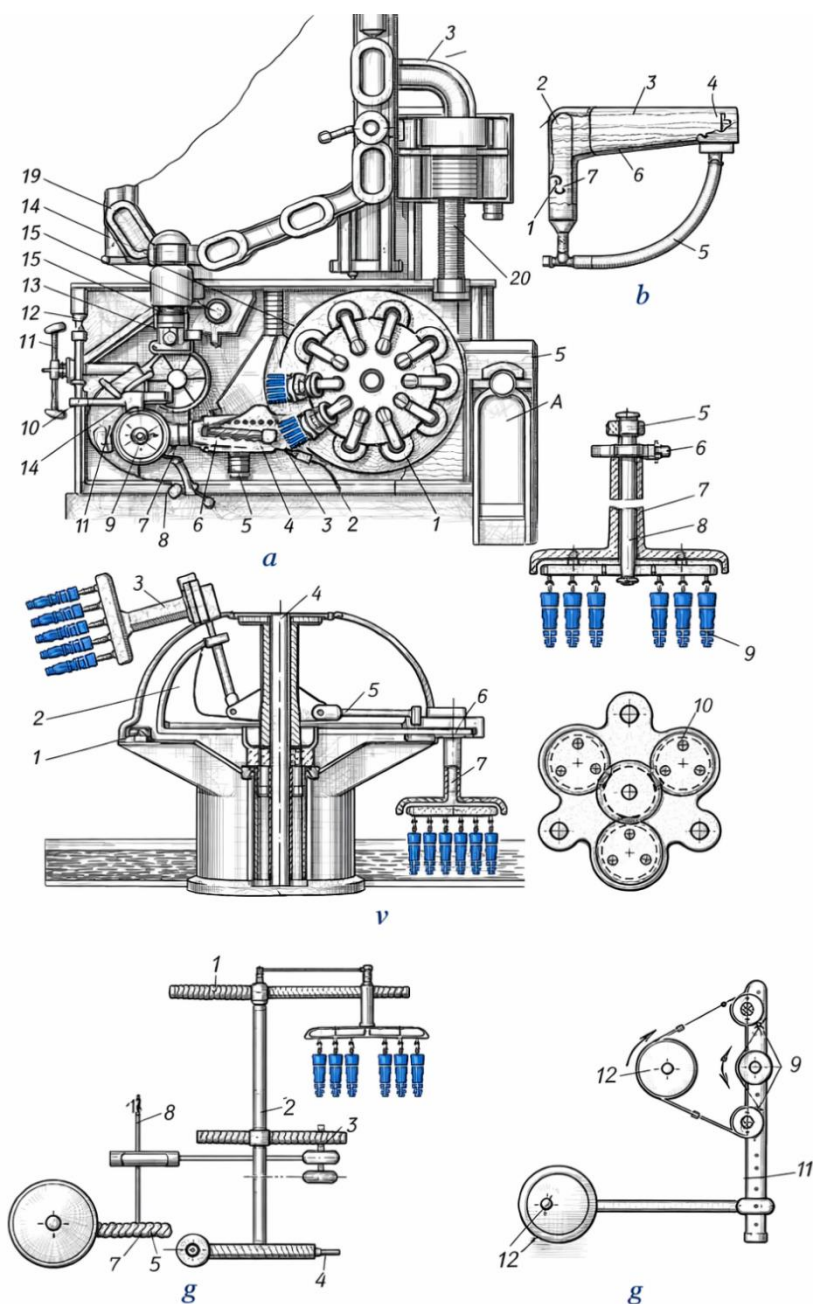
Kutilayotgan ilmiy va amaliy natijalar:

- ✓ Pillalarni chuvishda ip uchini topish samaradorligi va miqdori oshadi;
- ✓ Ishlab chiqarish jarayonidagi to'xtashlar va shyotkalarni almashtirish soni kamayadi;
- ✓ Pilla qobig'iga yetkaziladigan mexanik zarari va pilla losi chiqish miqdori kamayib xom ipak chiqish miqdori ortadi;
- ✓ Korxona uchun iqtisodiy samaradorlik oshadi (to'xtashlar vaqtini tejash, xom-ashyo materiallari xarajatining kamayishi).

Amaliy kutilmalar: yangi shytka texnologiyasini joriy etish orqali ishlab chiqarish samaradorligi ya'ni uchli pillalar hajmi 10–20% ga ortib, xom ipak sifati ko'rsatkichlari esa 5–12% ga yaxshilanishi mumkin.

Tadqiqotlar va tahlillar natijasida pillalarni silkitib yakka uchini topish dastgohida tabiiy supurgi o'simligi poyasidan tayyorlangan cho'tkalar o'rniga yuqori haroratga chidamli sintetik polimer materialdan tayyorlangan cho'tkalar o'rnatish orqali amalga oshiriladi (O'zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi huzuridagi Intellektual mulk markazining foydali model uchun FAP 20260080, 13.02.2026 raqamli patentga talabnomasi).

Takomillashtirilgan dastgoh pillani qabul qilish bunkerini, cho'tkalar joylashgan aylanma harakatlanuvchi bosh valini, silkitish zonasi, losni yig'ib oluvchi charx va uchli pillalarni yig'ish zonasidan tashkil topgan bo'lib, cho'tkalar markaziy vertikal valga sharnirli tarzda o'rnatilgan va murakkab tebranma-aylanma harakatni amalga oshiradi. Sintetik polimerdan tayyorlangan cho'tkalar 90–100°C haroratli suv muhitida deformatsiyalanmaydi, tez yeyilmaydi va uzoq muddat xizmat qiladi. Natijada pilla shikastlanmasdan yakka ip uchlari samarali ajratiladi, uchli pillalar chiqish miqdori ortadi hamda dastgohning ish unumdorligi va iqtisodiy samaradorligi oshadi.



8-rasm. Pillalarni silkitib yakka uchini topishning takomillashtirilgan dastgohi

Pillalarni silkitib yakka uchini toppish dastgohi o'zaro ajratilgan quyidagi qismlardan iborat: a-asosiy tepadan ko'rinishi (8-rasm, a), b-to'g'ri to'rtburchakli rezervuar (8-rasm, b) bo'lib pillalarni to'plagich, v-cho'tkali bosh val qismi, g-cho'tkali mexanizm yuritmasining knematik sxemasi keltirilgan. Ta'minlagich 1-sonli qaytma klapan bilan ta'minlangan bo'lib, u pillalarni tushirish yo'nalishida oqim hosil qiladi. Ta'minlagich 7-korpus ichiga tushirilganda, 1-klapan yopiladi va suv oqimi 5-shlang hamda qurilmadagi 6-dush orqali yo'naltiriladi. Ta'minlagich keyingi ko'tarilishida 1-klapan erkin ochiladi, suvni o'tkazadi, natijada qiya tekislikka suzib chiqqan pillalar pastga sirpanib, cho'tkali bosh qismiga tushadi.

Cho'tkali bosh qismi o'n dona dumaloq cho'tkadan (8-rasm, v) iborat bo'lib, ular markaziy vertikal val 4 ga sharnirli tarzda o'rnatilgan va 5-kronshteyn bilan mahkamlangan. Har bir cho'tka o'n ikkita shoxchadan iborat bo'lib, ulardan to'qqiztasi harakatchan va uch guruhga bo'lingan, uchta shoxcha esa harakatsiz joylashtirilgan.

Harakatchan guruhlar 7-korpusga mahkamlangan. 7-korpus esa 8-asosga kronshteyn 5 yordamida o'rnatilgan. Korpusning yuqori qismida 7 markaziy tishli g'ildirak 6 joylashgan bo'lib, u yetaklovchi markaziy tishli g'ildirak 1 bilan ilashadi. Shu bilan birga, shoxchalar guruhi sputnik tishli g'ildiraklar 10 ga o'rnatilgan bo'lib, ular markaziy tishli g'ildirak 6 atrofida tebranma harakat qiladi; 6-g'ildirak esa o'z o'qiga nisbatan qotirilgan. Shunday qilib, bir nechta ko'rinishdagi harakatlar natijasida cho'tkalar markaziy o'q atrofida murakkab tebranma (ilgarilanma-qaytma) harakatni amalga oshiradi, bu esa pillalarni shikastlamasdan yakka ip uchlarini topishga xizmat qiladi.

Markaziy tishli g'ildirak 1 bilan harakatga keltiriladi va 2-kronshteyn yordamida 4-richagga o'rnatiladi; 2-richag 6-dush orqali suv bilan ta'minlanadi hamda yuklash qurilmasiga 11-dush orqali suvni chiqaradi. Cho'tkalar suv yuzasidan ko'tarilganda, ip uchlari ilashgan pillalar 4-prizma (8-rasm v.) bo'ylab oqadi. Pillalar 4-prizma bo'ylab sirpanib, cho'tka 3 dan tushadi. Cho'tka ustida qolgan ip uchlari esa lentasimon harakatlanuvchi 2-baraban bilan ushlab olinadi va 5-ta'minlagichga yo'naltiriladi; baraban tezligi prizma qovurg'alarining harakat tezligidan yuqori bo'ladi. Shu tariqa, cho'tkali bosh va vanna harakatlari natijasida pillalarning uchlari ajratiladi va ular 3-prizma qovurg'alari bo'ylab yuqoriga ko'tarilib, alohida ajratish zonasiga o'tadi. Ajratish zonasida ip uchlari bilan ilingan pillalar 7 suv oqimi ostida ushlab turiladi va ajratish jarayoni amalga oshiriladi. Asosiy ajratish usuli PK-3 tipidagi ip ajratish mashinasida qo'llaniladi. Bu yerda 8-korpus ichida, 9-parrak (aylanma kurak) hosil qilgan suv oqimi yordamida ip uchlari ajratiladi.

Yakka uchi topilgan pillalar suv yuzasida suzib yuradi va tozalash jarayoniga qarab 10-disk markazi atrofida harakat qiladi. Disk yuzasida 14 orqali suv oqimi o'tadi. Ip uchlari disk kuraklari tomonidan ushlab olinib, 13 orqali 11-kruchokka yo'naltiriladi, so'ngra 15-valikdan o'tib, 12-novga tushiriladi. Ajratilgan pillalar o'zaro aylanish va ishqalanish natijasida chigallashadi, shundan so'ng 18-kassetaga yoki konveyer orqali chetga chiqariladi. Ip uchlari ajralmagan pillalar esa ajratish zonasida cho'kadi, 17-lotok bo'ylab sirpanadi va 3-ta'minlagich orqali yana takroriy ishlov berish uchun yuboriladi. Ip uchlari ajratilgan va qoldiq (ip qoldiqlari) bilan birga pillalarni chuvish avtomatidan chiqarilgan pillalar 19-gidrolotok orqali saralash bo'limiga yuboriladi. So'ngra chiqaruvchi qurilma 20 ga uzatiladi, bu yerda ip uchlari ajratilgandan so'ng to'liq chuvilmagan pillalar qiya konveyer 21 orqali cho'tkali bosh zonasiga yuklanadi. Cho'tkali bosh vali dastgohning umumiy yuritmasidan harakatni oladi.

Kinematik sxemaga ko'ra, oraliq valdan 12 eksentrik orqali harakat uch yulduzcha 9 va ularning o'qlarini tebratadigan ikki yelkali richag 10 ga uzatiladi. Richag 10 tebranganda, yulduzchalar 9 ni qamrab olgan yopiq zanjir harakatga keladi va aylanma-qaytma harakatni yulduzcha 13 ga uzatadi. U esa 2 va 3 tishli g'ildiraklar jufti yordamida tebranma harakatni markaziy mexanizmga uzatadi. Markaziy tishli g'ildirak 1 ga uzatiladigan harakat cho'tkali boshning aylanishidan hamda richag 10 ning tebranma harakatidan hosil bo'lgan burilish amplitudalarining yig'indisidan tashkil topadi. Cho'tkalarning tebranish amplitudasi richag 10 yelkasini o'zgartirish orqali sozlanadi. Buning uchun tortqi (tyaga) richagdagi boshqa

teshikka ko'chiriladi, natijada uning tebranish burchagi, cho'tkalarning ham tebranish burchagi o'zgaradi.

Xulosa. Pillalarni chuvish jarayonida tabiiy supurgi o'rnini zamonaviy, suvga chidamli va pillaga yumshoq ta'sir qiluvchi materiallar bilan almashtirish - ishlab chiqarish jarayoni samaradorligini oshirib, ekalogik toza ishchi muhit yaratadi. Eng istiqbolli variantlar-silikon/elastomer cho'tka va naylon tolali yumshoq shyotka. Ularni korxona sharoitida sinab ko'rish va ishlab chiqarishga joriy etish bo'yicha pilot loyihalar tashkil etish tavsiya etiladi. Taklif etilayotgan texnologiya ipakchilik sanoatida chuvish jarayonini yaxshilash, ishlab chiqarish unumdorligini oshirish va sifatli xom ipak ishlab chiqarishga xizmat qiladi. Yangi texnologiya ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytirish, xom ipak sifatini yaxshilash va eksportga mo'ljallangan tayyor mahsulotlar hajmini ko'paytirishga zamin yaratadi.

Reference:

1. https://www.trademap.org/Country_SelProduct.aspx?nvpm
2. <http://inserco.org/en/?q=statistics>.
3. <https://stat.uz/ru/ofitsialnaya-statistika/agriculture>.
4. <https://www.trademap.org/>,
5. <https://stat.uz/images/uploads/docs/pressreliztashqisavdo202212ru>
6. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining "Pillachilik sohasida kasanachilikni qo'llab-quvvatlash hamda pilla yetishtirish uchun ozuqa bazasini yanada kengaytirishning qo'shimcha chora-tadbirlari to'g'risida"gi 2023-yil 1-iyundagi PF-85-son farmoni. -B.1-24.
7. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining "Ipakchilik tarmog'ini yanada rivojlantirish bo'yicha chora-tadbirlar to'g'risida" gi 2023-yil 24-fevraldagi PQ-73-son qarori. -B.1-25.
8. Alimova X.A., Avazov K.R., Abrayqulov B.I. Sifatli pilla tayyorlash texnologiyasini tadqiq etish //«O'zbekiston to'qimachilik jurnali» Ilmiy-texnik jurnal, №1, 2021 y.
9. Рубинов Э.Б. Технология шелка. М. Легкая и пищевая промышленность. -1981. 390с.
10. Gulamov A.E., Avazov K.R., Abrayqulov B.I. Quritish texnologiyasining pilla qobog'i va g'umbak xususiyatlariga ta'sirini tadqiq qilish //«O'zbekiston to'qimachilik jurnali» Ilmiy-texnik jurnal, №4, 2021 y.
11. Bharat B., Satish. Sericulture technologies developed by csrti mysore. Central Silk Board. – Ministry of Textiles – Govt. of India Manandavadi Road, Srirampura Mysore. -India, 2014. -R. 29-32.
12. Gulamov A.E., Avazov K.R., Abrayqulov B.I., Otenov I. Pilla tayyorlash texnologiyasining sifatga ta'sirini tadqiq etish //«O'zbekiston to'qimachilik jurnali» Ilmiy-texnik jurnal, №2, 2023 y.
13. Resma Rajan, Alekhya Rani Chunduri, Prasanthi Siripurapu, Annapurna Bhavani Satti, Sai Krishna Kottakota, Bhagyasree Marupilla, Arun Kumar Kallare Anitha Mamillapalli. DFMO feeding lowers polyamine levels and causes developmental defects in the silkworm Bombyx mori // Journal of Asia-Pacific Entomology. Volume 25, Issue 1, March 2022.
14. Alimova X., Avazov K., Narmatov E., Abrayqulov B., Otenov I. Pillalarni individual chuvish qurilmasining konstruktiv va texnologik parametrlarining tadqiqoti //«O'zbekiston to'qimachilik jurnali» Ilmiy-texnik jurnal, №3, 2023 y.
15. Raximov A.Y. Sifatli xom ipak ishlab chiqarishning takomillashtirilgan texnologiyasi asoslari. Diss... tex.fan.dok.(DSc). -Namangan. -2022. -B. 213.
16. Patent UZ № FAP 02096. Pillalarni chuvish uchun dastgoh Alimova Avazov X., Gulamov K.R., Abraykulov A.E., Usmanova B.I., Bobotov Sh.A. Rasmiy U.A., axborotnomasi 30.09.2022 yilda chop etilgan. Byul № 4.
17. Axunbabayev U.O., Zamonaviy pilla chuvish uskunalarida yuqori sifatli xom ipak olish texnologiyasini takomillashtirish mavzusidagi dissertatsiyasi avtoreferati. -2021 y. -20 b.

18. Patent UZ № IAP 07079. Iplarni olish usuli Alimova X., Avazov K.R., Gulamov A.E., Axmedov J.A., Usmanova Sh.A., Sharipov J.Sh., Abraykulov B.I., Kulmuminov O.X., Rasmiy axborotnomasi 31.08.2022 yilda chop etilgan. Byul № 3.
19. Umurzakova X.X., Axmedov J.A., Abduraxmonova M.R. Pilla chuvishda sifatli xom ipak ishlab chiqarishning asoslangan texnologik parametrlari // To'qimachilik muammolari. - Toshkent. -2018. -№4. -B. 88-94.
20. Kar N., Nayak Y., Kar P.K. Improvement of Tasar farmers' economic status in Mayurbhanj district of Odisha through cluster approach. Journal of Entomological Research volume 43, Issue 4, 1 December 2019, Pages 541-545.
21. Shivashankar N.B, Munshibasaiah J.M., Himanthara M.T., Sivaprasad V.D. Impact of cpp on sericulture development in a major bivoltine cluster area in the karnataka state. Indian Journal of Sericulture Volume 56, Issue 1-2, January-December 2017, Pages 42-47.
22. Patent UZ № FAP 02193. Nuqsonli pillalarni chuvish dostgohi/Alimova X.A., Avazov K.R., Gulamov A.E., Boboxonov F.O., Usmanova Sh.A., Sharipov J.Sh., Abraykulov B.I., Kulmuminov O.X., Rasmiy axborotnomasi 11.01.2023 yilda chop etilgan. Byul № 1.
23. Gulamov A., Avazov K., Abraykulov B. Studying the effect of drying technology on silk cocoon shell and chrysalis features //E3S Web of Conferences 304, 03039 (2021), ICECAE 2021.
24. Gulamov A., Avazov K., Abraykulov B. Research of quality silk cocoon making technology //IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 939 (2021) 012076 IOP Publishing doi:10.1088/1755-1315/939/1/012076 ICECAE 2021.

UDK 677.077.4

PILLALARNI CHUVISH JARAYONIDA XOM IPAK TARANGLIGINI BARQARORLASHTIRUVCHI MEXATRON MODULNING MATEMATIK MODELI

K.Avazov¹, P.Butovskiy¹, O.Kulmuminov², J.Xasanov¹, Z.Jovliyeva¹

*Tashkent Institute of Textile and Light Industry¹,
Termez State University of Engineering and Agrotechnologies²*

Annotatsiya. Maqolada tut ipak qurti pillasini individual chuvish jarayonida xom ipak tarangligini barqarorlashtirishga mo'ljallangan mexatron modulning matematik modeli bayon qilinadi. Tahlil qilinayotgan modul aylanuvchi qozon yuritmasi, xom ipak tarangligini faol boshqaruvchi servomexanizm va xom ipakni o'rash charxi yuritmasidan iborat. Aylanuvchi qozon uchun gidravlik qarshilik momentining burchak tezlikka kvadratik bog'liqligi hisobga olinib, nohiziqli dinamik model tuzildi va nominal ish nuqtasi atrofida chiziqlashtirildi. Chiziqlashtirilgan modelning xatoligi nominal tezlikdan $\pm 22,4\%$ og'ishlarda 5% dan oshmasligi analitik asoslandi. Xom ipak tarangligi mexanizmi uchun to'liq mezon asosida jamlangan parametrli model qo'llanishi mumkinligi ko'rsatildi; hisoblashlar xom ipakning xususiy chastotasi rostlagich ishchi polosasidan ancha yuqori ekanini ko'rsatdi. O'rash charxi yuritmasida xom ipak yig'ilishi natijasida mexanik vaqt doimiysi ish smenasi davomida taxminan 12% ga ortishi aniqlanib, adaptiv qayta sozlash zarurligi asoslandi. Uchta quyi tizimning o'zaro bog'lanishi holatlar fazosidagi uchinchi tartibli model ko'rinishida ifodalandi va tanlangan datchiklar tarkibida to'liq boshqariluvchanlik hamda kuzatiluvchanlik tasdiqlandi.

Kalit so'zlar: pillani chuvish, xom ipak, mexatron modul, taranglikni boshqarish, aylanuvchi qozon, o'rash charxi, matematik model, holatlar fazosi, adaptiv rostdash.

Аннотация. В статье представлена математическая модель мехатронного модуля, предназначенного для стабилизации натяжения шелка-сырца в процессе индивидуального разматывания коконов тутового шелкопряда. Рассматриваемый модуль состоит из привода вращающегося котла, сервомеханизма активного управления

натяжением шелка-сырца и привода намоточного барабана. Для вращающегося котла была построена нелинейная динамическая модель с учетом квадратичной зависимости момента гидравлического сопротивления от угловой скорости, после чего модель была линеаризована в окрестности номинальной рабочей точки. Аналитически обосновано, что погрешность линеаризованной модели при отклонениях от номинальной скорости в пределах $\pm 22,4\%$ не превышает 5%. Показано, что для механизма натяжения шелка-сырца может быть применена модель с сосредоточенными параметрами, основанная на волновом критерии; расчеты показали, что собственная частота шелка-сырца значительно выше рабочей полосы регулятора. Установлено, что в приводе намоточного барабана вследствие накопления шелка-сырца механическая постоянная времени в течение рабочей смены увеличивается приблизительно на 12%, что обосновывает необходимость адаптивной перенастройки. Взаимосвязь трех подсистем представлена в виде модели третьего порядка в пространстве состояний, а при выбранном составе датчиков подтверждены полная управляемость и наблюдаемость системы.

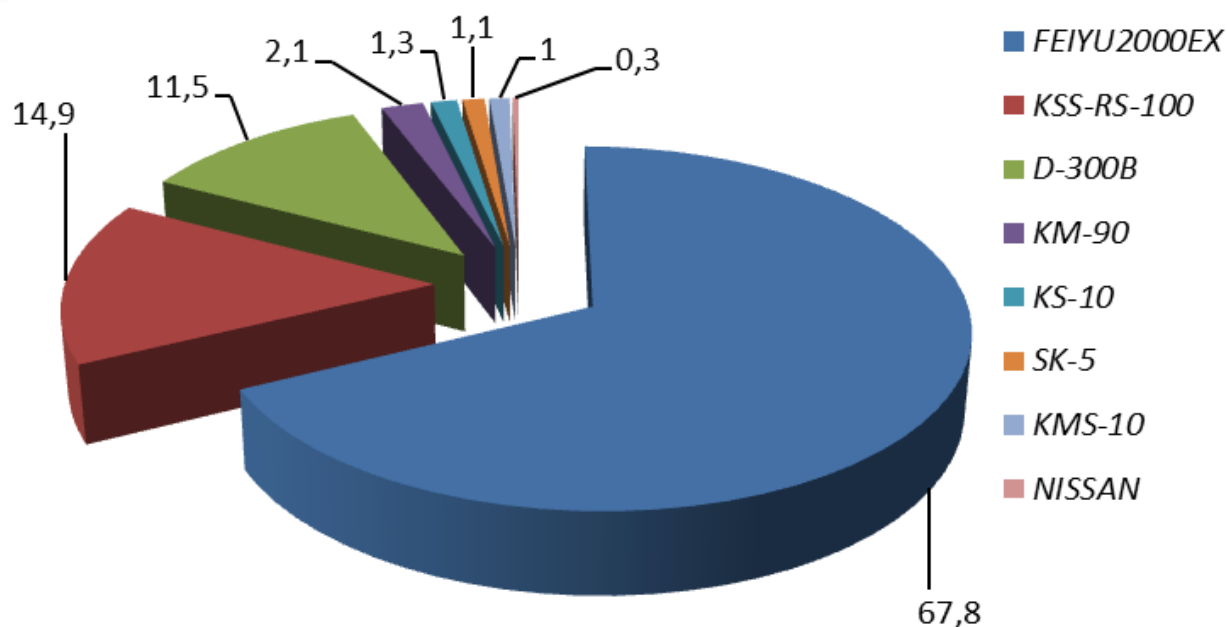
Ключевые слова: разматывание коконов, шелк-сырец, мехатронный модуль, управление натяжением, вращающийся котел, намоточный барабан, математическая модель, пространство состояний, адаптивное регулирование.

Abstract. This article presents a mathematical model of a mechatronic module designed to stabilize raw silk tension during the individual reeling of silkworm cocoons. The analyzed module consists of a rotary basin drive, a servomechanism for active control of raw silk tension, and a raw silk winding reel drive. For the rotary basin, a nonlinear dynamic model was developed by taking into account the quadratic dependence of the hydraulic resistance torque on angular velocity, and the model was linearized around the nominal operating point. It was analytically substantiated that the error of the linearized model does not exceed 5% when the deviation from the nominal speed is within $\pm 22.4\%$. It was shown that a lumped-parameter model based on the wave criterion can be applied to the raw silk tension mechanism; the calculations demonstrated that the natural frequency of the raw silk is considerably higher than the operating bandwidth of the controller. In the winding reel drive, it was determined that the mechanical time constant increases by approximately 12% during a work shift due to the accumulation of raw silk, which justifies the need for adaptive retuning. The interconnection of the three subsystems was represented as a third-order state-space model, and full controllability and observability were confirmed for the selected set of sensors.

Keywords: cocoon reeling, raw silk, mechatronic module, tension control, rotary basin, winding reel, mathematical model, state space, adaptive control.

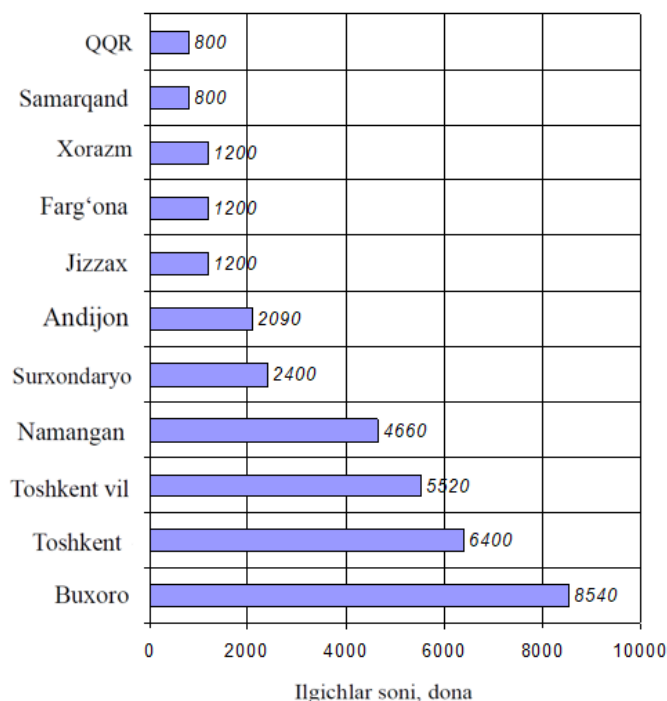
Kirish. Tabiiy ipak dunyo to'qimachilik tolalari bozorida ulushi kichik bo'lsa-da, yuqori mexanik, gigiyenik va estetik xossalari sababli doimiy talabga ega material hisoblanadi. O'zbekiston tut ipak qurti pillasini yetishtirish bo'yicha yetakchi davlatlar qatoriga kiradi, biroq mahalliy xom ipakning raqobatbardoshligini oshirish uchun pilla chuvish jarayonida texnologik parametrlarni aniq boshqarish zarur [1-3].

Pillani chuvish bosqichi tayyor xom ipak sifatini belgilovchi asosiy jarayondir. Amaldagi KMS-10 tipidagi mexanik pilla chuvish dastgohlarida xom ipakni shakllantirishda chirmoviq taranglik fazifasini bajaradi [4-5]. Yangi yaratilgan individual pilla chuvish dastgohida (FAP 02096, 2022 y.) esa chirmoviq vazifasini aylanma xarakat qiluvchi qozon bajaradi. Lekin ushbu dastgohda qozon tezligi va xom ipak tarangligi asosan qo'l yoki passiv mexanik vositalar yordamida boshqariladi [6]. Bu esa pilla diametri chuvish davomida kamayib borishi sharoitida taranglikning beqarorlashishiga, ip uzilishlarining ko'payishiga hamda xom ipak sifatining pasayishiga olib keladi.



1-rasm. Pillakashlik korxonalarida qo'llanilayotgan pilla chuvish dastgohlari ulushi, %

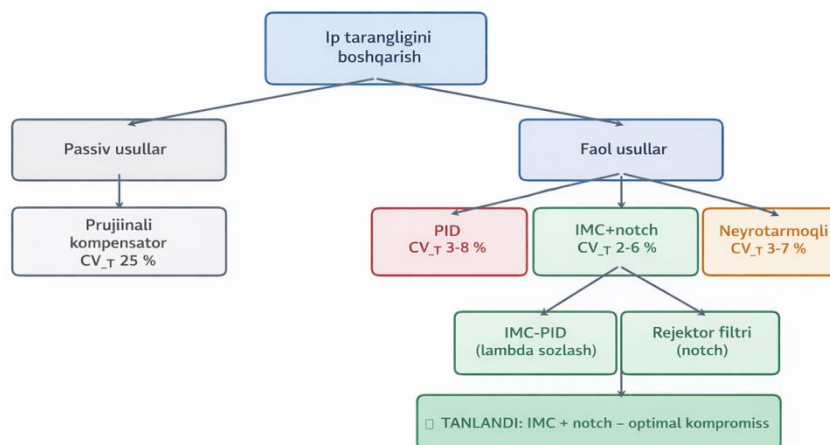
Fayldagi diagrammalardan ko'rinadiki, respublika pillakashlik korxonalarida avtomatik xorijiy chuvish liniyalari ulushi yuqori bo'lib, ularning narxi kichik klasterlar va individual xo'jaliklar uchun nisbatan qimmat hisoblanadi. Shu sababli arzon, konstruktiv jihatdan sodda va avtomatik boshqariladigan mexatron modulni ishlab chiqish dolzarb masala hisoblanadi [7-14].



2-rasm. Pilla chuvish dastgohlari ilgichlarining hududlar kesimidagi taqsimoti

Mavjud texnologiyalarda xom ipak tarangligini passiv kompensatsiyalash keng tarqalgan. Passiv usullarning afzalligi oddiylik va arzonlik bo'lsa-da, ular pilla diametri, xom ipak chiziqli zichligi va ishqalanish sharoitlari o'zgarishiga moslasha olmaydi [15-19]. Shuning uchun yuqori sifatli xom ipak olishda IMC-PID, rejektor filtr va teskari aloqa asosidagi faol boshqaruv usullaridan foydalanish zarur.

To'qimachilik jarayonlarida ip tarangligini boshqarish usullari tasnifi

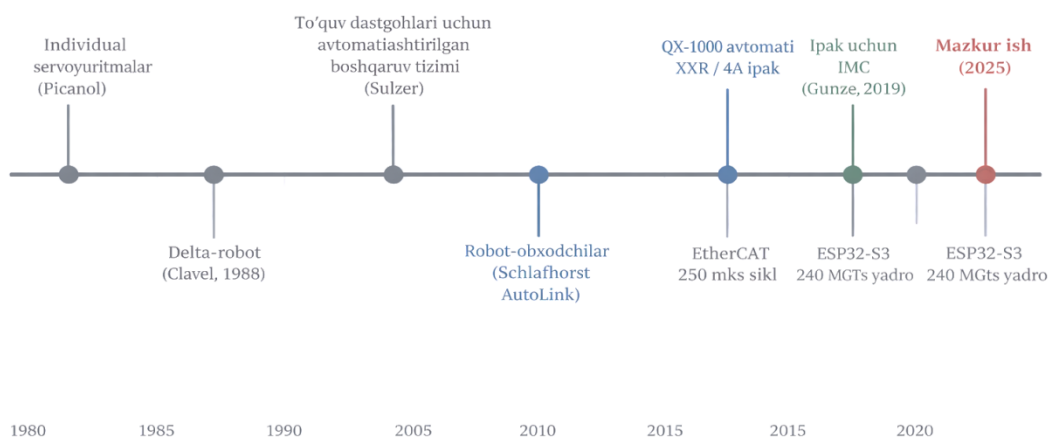


3-rasm. To'qimachilik jarayonlarida ip tarangligini boshqarish usullarining tasnifi

Material va metodlar. Tadqiqot obyekti sifatida individual pilla chuvish uchun mo'ljallangan mexatron modul qabul qilindi. Modul uchta asosiy ijro quyi tizimidan tashkil topadi: aylanuvchi qozon yuritmasi, xom ipak tarangligini faol boshqaruvchi servomexanizm va xom ipakni o'rash charxi yuritmasi. Ushbu quyi tizimlar real jarayonda xom ipak tarangligi orqali o'zaro bog'langan. Shular asosida pillalarni individual chuvish dastgohini takomillashtirish parametrlarini aniqlash dasturi ishlab chiqildi [20].

Matematik modellashlashda nazariy mexanika, elektr yuritmalar nazariyasi, elastiklik nazariyasi, Laplas almashtirishi, chiziqlashtirish, parametrik sezgirlik tahlili va holatlar fazosi usullaridan foydalanildi. Modellar sifat mezoni sifatida xom ipak jipsligi va taranglikning barqarorligi ko'rsatkichlari bilan bog'landi.

To'qimachilik va ipakchilik sanoatida mexatron texnologiyalarning evolyutsiyasi (1980–2025)



□ = mazkur ishda qo'llangan texnologiyalar

4-rasm. To'qimachilik va ipakchilik sanoatida mexatron texnologiyalar evolyutsiyasi

Aylanuvchi qozon yuritmasini modellashlash. Aylanuvchi qozon pilla chuvish mashinasining asosiy ishchi organi bo'lib, uning optimal burchak tezligi $\omega_0 = 7,33 \text{ rad/s}$, radiusi esa $r_k = 0,07 \text{ m}$ deb qabul qilindi. Qozon yuritmasi "mustaqil qo'zg'atishli o'zgarmas tok dvigateli – reduktor – pillali qozon" kinematik zanjiri ko'rinishida modellashirildi.

$$J\S = Jd + ir^2 \cdot (Jr + mk \cdot rk^2)$$

Suvli vannada pilla harakati natijasida hosil bo'ladigan gidravlik qarshilik momenti doimiy emas, balki burchak tezlikning kvadratiga proporsional deb qabul qilindi:

$$Mc(\omega) = kx \cdot \omega^2$$

$$J\Sigma \cdot d\omega/dt = km \cdot i(t) - b\Sigma \cdot \omega(t) - kx \cdot \omega^2(t)$$

Ushbu tenglama nochiqli bo'lib, rostlagich sintezi uchun nominal ish nuqtasi atrofida chiziqlashtirildi. Chiziqlashtirish natijasida gidravlik tarkibiy qismni hisobga oluvchi samarali dempferlanish koeffitsiyenti olindi:

$$beff = b\Sigma + 2 \cdot kx \cdot \omega_0$$

$$\Omega(s) / U(s) = kd^* / (Tm^* \cdot s + 1)$$

Chiziqli yaqinlashish xatoligi $\varepsilon = (\Delta\omega/\omega_0)^2$ ifoda bilan baholandi. $\varepsilon < 5\%$ shartidan ruxsat etilgan ish zonasi $|\Delta\omega/\omega_0| < 0,224$, ya'ni $\pm 22,4\%$ ekanini kelib chiqadi.

Xom ipak tarangligi mexanizmini modellash. Xom ipakning bo'ylama dinamikasi dastlab yopishqoq-elastik sterjenning to'liq tenglamasi bilan tavsiflandi. Biroq ishchi uchastka uzunligi minimal elastik to'liq uzunligining o'ndan bir qismidan kichik bo'lgani sababli jamlangan parametrlar model qo'llash mumkinligi asoslandi.

$$\rho n \cdot \partial^2 u / \partial t^2 = E n \cdot A n \cdot \partial^2 u / \partial x^2 + \xi \cdot A n \cdot \partial^3 u / (\partial x^2 \partial t)$$

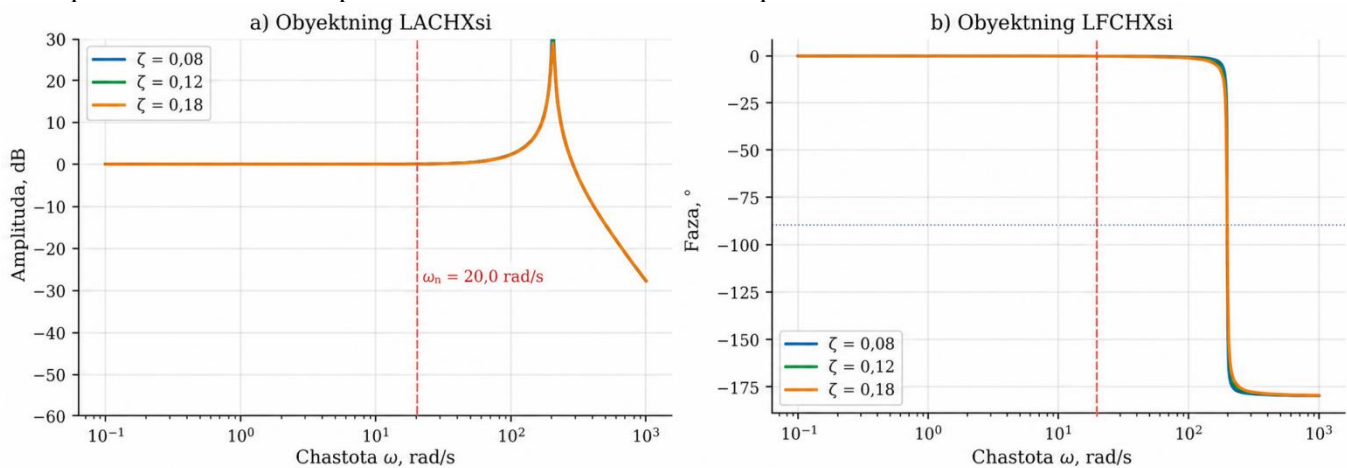
$$cel = \sqrt{(E n / \rho s)}, \quad \lambda_{min} = cel / f_{max}, \quad l < \lambda_{min} / 10$$

Jamlangan modelda xom ipak uchastkasi ikkinchi tartibli tebranish zvenosi sifatida yozildi:

$$m_n \cdot \ddot{x}_n + c_n \cdot \dot{x}_n + k_n \cdot x_n = F_c(t)$$

$$W_n(s) = \Delta T(s) / F_c(s) = \omega_n^2 / (s^2 + 2\zeta\omega_n \cdot s + \omega_n^2)$$

Hisoblashlarda xom ipakning xususiy chastotasi $\omega_n \approx 11\,800$ rad/s bo'lib, bu rostlagichning ishchi chastota polosasidan ancha yuqori ekanligi aniqlandi. Shu sababli boshqaruv sintezida xom ipakni kvazistatik zveno sifatida qarash mumkin.



2.2-rasm - Ip tarangligi mexanizmining logarifmik amplituda va faza-chastota xarakteristikallari

5-rasm. Xom ipak tarangligi mexanizmining logarifmik amplituda-faza chastota xarakteristikallari

O'rash charxi yuritmasi va parametrik siljish. O'rash charxi xom ipakni belgilangan tezlikda g'altakka yig'adi. Amaliy jarayonda charxda xom ipak miqdori ortgani sari uning inertsiya momenti ham ortadi. Shuning uchun charx inertsiya momentini doimiy deb qabul qilish rostlagich sozlamasida xatolikka olib keladi.

$$ib(t) = [ub(t) - keb \cdot \omega_b(t)] / R_b$$

$$J_b(t) \cdot d\omega_b/dt = k_{mb} \cdot ib(t) - b_b \cdot \omega_b(t) - M_n(t)$$

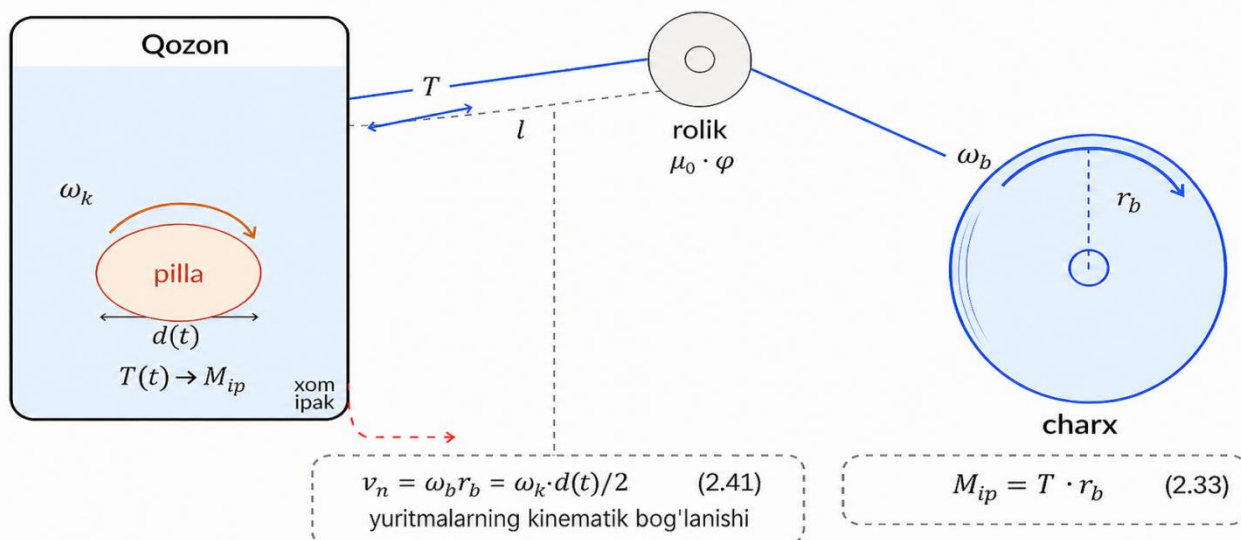
$$M_n(t) = T(t) \cdot r_b$$

Xom ipak qatlami yupqa deb qabul qilinganda o'ralgan xom ipak massasi va charx inertiya momenti quyidagicha baholandi:

$$M_s(t) = \rho_n \cdot v_n \cdot t, \quad J_b(t) = J_{b0} + \rho_n \cdot v_n \cdot t \cdot r_b^2 / 2$$

$$\Delta T_{mb}(t) / T_{mb0} = \rho_n \cdot v_n \cdot t \cdot r_b^2 / (2 \cdot J_{b0})$$

Qabul qilingan parametrlar bo'yicha bir ish smenasida mexanik vaqt doimiysi taxminan 12% ga ortadi. Bu sobit PID-rostlagich uchun odatiy ruxsat etilgan $\pm 5\%$ sozlama buzilishidan yuqori bo'lib, charx yuritmasi rostlagichini adaptiv qayta sozlash zarurligini ko'rsatadi.



6-rasm. Qozon, xom ipak va o'rash charxi o'zaro ta'sirining kinematik sxemasi

Qo'shma holatlar fazosi modeli. Alohida modellar real mexatron kompleksni to'liq tavsiflash uchun yetarli emas, chunki qozon va charx xom ipak tarangligi orqali o'zaro bog'langan. Shu sababli uchta quyi tizim bitta holatlar fazosi modeliga birlashtirildi.

$$\mathbf{x} = [\omega_k, x_n, \omega_b]^T, \quad \mathbf{u} = [u_k, F_c, u_b]^T, \quad \mathbf{y} = [\omega_k, T, \omega_b]^T$$

$$\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{A} \cdot \mathbf{x} + \mathbf{B} \cdot \mathbf{u}, \quad \mathbf{y} = \mathbf{C} \cdot \mathbf{x}$$

A matritsaning diagonal elementlari quyi tizimlarning o'z dinamikasini, diagonal dan tashqari elementlari esa qozon tezligi, xom ipak tarangligi va charx tezligi orasidagi fizik bog'lanishlarni ifodalaydi. Tanlangan datchiklar tarkibi-qozon va charx tezlik datchiklari hamda tenzodatchik-modelning to'liq kuzatilishini ta'minlaydi.

$$\text{rank}(K_c) = \text{rank}(K_o) = 3$$

Bu natija modelning to'liq boshqariluvchanligi va kuzatiluvchanligini tasdiqlaydi. Ochiq tizimda xom ipak tarangligi holatining integrallovchi xarakteri mavjud bo'lib, faol taranglik rostlash konturini qo'llash zarurligini qat'iy asoslaydi.

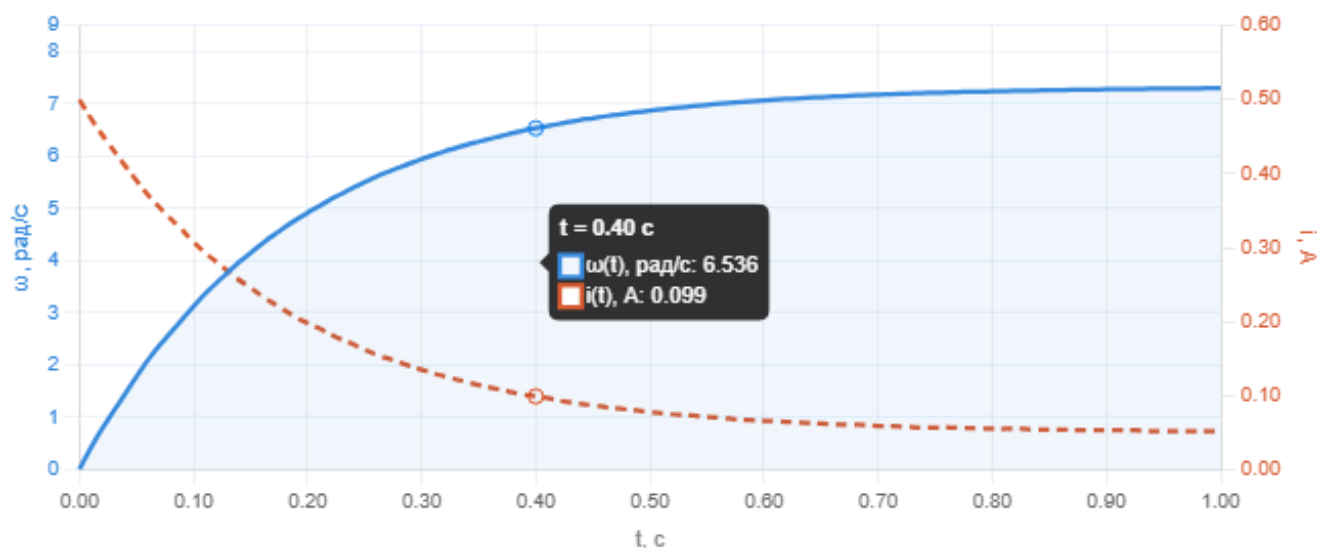
Natijalar. Model va hisoblash natijalari mexatron modulning asosiy dinamik xususiyatlarini miqdoriy baholash imkonini berdi. Qozon yuritmasida gidravlik qarshilik momentining kvadratik xarakteri hisobga olinganda samarali dempferlanish aniqlashtirildi, bu esa mexanik vaqt doimiysini real holatga yaqinroq baholash imkonini berdi.

1-jadvaldan ko'rinadiki, pillalar soni 6 tadan 10 tagacha o'zgarganda mexanik vaqt doimiysi nominal qiymatga nisbatan $\pm 4\%$ atrofida o'zgaradi. Shu bilan birga samarali dempferlanish koeffitsiyenti sezilarli darajada o'zgaradi, bu esa robust rostlagichdan foydalanishni talab qiladi.

1-jadval

Qozon yuritmasi modelining parametrik sezgirligi

Parametr	nk = 6 (min)	nk = 8 (nom)	nk = 10 (max)
mk, kg	0,0012	0,0016	0,0020
kx, $10^{-4} \text{ N} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^2 / \text{rad}^2$	1,49	1,99	2,49
$2kx\omega_0$, $10^{-3} \text{ N} \cdot \text{m} \cdot \text{s} / \text{rad}$	2,18	2,92	3,65
$Mc(\omega_0)$, N·m	0,0080	0,0107	0,0133
Tm^*/Tm (norm.)	0,96	1,00	1,04



7-rasm. Mexatron modul qozon yuritmasining o'tish xarakteristiklari

2-jadval

Xom ipak tarangligi mexanizmining asosiy hisobiy parametrlari

Parametr	Belgisi	Qiymati	Birligi
Elastik to'liqin tezligi	cel	2720	m/s
Xom ipak kesim yuzasi	An	$1,73 \cdot 10^{-9}$	m^2
Optimal taranglik	Topt	0,31	N
Servoprivodning statik kuchi	Fc,st	0,27	N
Xom ipak bikrligi	kn	43,3	N/m
Xom ipakning keltirilgan massasi	mn	$3,1 \cdot 10^{-7}$	kg
Xususi chastota	ω_n	11 800	rad/s
Rostlagich polosasi chegarasi	$\omega_{reg,max}$	1180	rad/s

2-jadvaldagi natijalar xom ipakning o'z dinamikasi juda tez ekanini ko'rsatadi. Demak, yopiq boshqaruv tizimining asosiy cheklovchi zvenosi xom ipak emas, balki servoprivod va uning boshqaruv konturidir.

Holatlar fazosidagi model bo'yicha bajarilgan hisoblashlarda qozon yuritmasi va charx yuritmasining ochiq konturdagi xususi qiymatlari manfiy bo'lib, ular mos ravishda $-5,56 \text{ s}^{-1}$ va

–3,85 s⁻¹ qiymatlarga ega. Xom ipak tarangligi bo'yicha xususiy qiymatning nolga yaqinligi esa tizimning integrallovchi xarakterini ko'rsatadi.

3-jadval

Mexatron kompleks modelining asosiy parametrlari

Belgisi	Parametr nomi	Qiymati	Birligi
Ra	Qozon yakori qarshiligi	6,8	Ohm
ke = km	Qozon dvigateli doimiylari	0,032	V·s/rad
JΣ	Qozon inertsia momenti	4,2·10 ⁻⁵	kg·m ²
Tm*	Qozonning mexanik doimiysi	0,18	s
kn	Xom ipak bikrligi	12,4	N/m
Rb	Charx yakori qarshiligi	8,2	Ohm
keb	Charx doimiysi	0,028	V·s/rad
Tmb	Charxning mexanik doimiysi	0,26	s
rb	O'rash charxi radiusi	0,025	m

Muhokama. Olingan natijalar pillani chuvish jarayonidagi sifat muammolarining asosiy sababi faqat alohida yuritmalarning noaniqligi emas, balki qozon, xom ipak va o'rash charxi orasidagi dinamik moslashuvning yetarli emasligi ekanini ko'rsatadi. Qozon tezligi pilla diametri kamayishi bilan mos ravishda tuzatilmasa, o'rash charxi esa taranglik holatiga muvofiq boshqarilmasa, xom ipak tarangligi og'adi va sifatining pasayishiga olib keladi.

Aylanuvchi qozon modelida gidravlik qarshilik momentini doimiy deb olish chuvish jarayonining real fizik mohiyatini soddalashtirib yuboradi. Kvadratik qarshilikni hisobga olish natijasida qo'shimcha dempferlanish paydo bo'lishi ko'rsatildi. Bu rostlagichni loyihalashda turg'unlik zaxirasini to'g'ri baholash imkonini beradi. Xom ipak tarangligi mexanizmi uchun to'liqin mezonni asosida jamlangan modeldan foydalanish mumkinligi modellashtirishni sezilarli darajada soddalashtiradi. Bunda yuqori chastotali rezonanslarni qo'zg'atmaslik sharti saqlanishi kerak. Shu nuqtayi nazardan IMC-PID hamda rejektor filtrlri boshqaruv yondashuvi aniqlik, hisoblash soddaligi va barqarorlik orasida maqbul muvozanat beradi. Xom ipakni o'rash charxi yuritmasida mexanik vaqt doimiysining smena davomida 12% ga ortishi amaliy jihatdan muhim natijadir. Bu holat sozlangan PID-rostlagichning vaqt o'tishi bilan optimal rejimda ishlashini ta'minlaydi. Demak, mexatron modulda nafaqat boshlang'ich sozlash, balki ish jarayonidagi parametrik siljishlarni hisobga oluvchi adaptiv qayta sozlash algoritmi ham zarur.

Xulosa

- Pillalarni chuvish mexatron moduli uchta asosiy quyi tizim-aylanuvchi qozon yuritmasi, xom ipak tarangligini faol boshqarish mexanizmi va o'rash charxi yuritmasidan iborat ko'p bog'lanishli dinamik obyekt sifatida asoslandi.
- Aylanuvchi qozon yuritmasi uchun gidravlik qarshilik momenti $M_c = kx\omega^2$ ko'rinishida qabul qilinib, noxiziqli model ishlab chiqildi; chiziqlashtirish natijasida $b_{eff} = b\Sigma + 2kx\omega_0$ samarali dempferlanish koeffitsiyentiga ega birinchi tartibli uzatish funksiyasi olindi.
- Chiziqli yaqinlashish xatoligi $\epsilon = (\Delta\omega/\omega_0)^2$ bilan baholandi va nominal tezlikdan $\pm 22,4\%$ gacha og'ishda xatolik 5% dan oshmasligi ko'rsatildi.
- Xom ipak tarangligi mexanizmi uchun jamlangan parametrlri ikkinchi tartibli model qo'llanishi mumkinligi to'liqin mezonni bilan asoslandi; optimal taranglik 0,31 N va servoprivodning statik kuchi 0,27 N deb baholandi.
- O'rash charxida xom ipak yig'ilishi natijasida mexanik vaqt doimiysi bir ish smenasida taxminan 12% ga ortishi aniqlanib, adaptiv qayta sozlash zarurligi ilmiy asoslandi.
- Mexatron kompleksning uchinchi tartibli holatlar fazosi modeli qurildi; modelning to'liq boshqariluvchanligi va kuzatiluvchanligi tasdiqlandi. Bu natijalar xom ipak tarangligini avtomatik barqarorlashtiruvchi boshqaruv tizimini sintez qilish uchun nazariy asos yaratadi.

Reference:

1. https://www.trademap.org/Country_SelProduct.aspx?nvpm
2. <http://inserco.org/en/?q=statistics>.
3. <https://stat.uz/ru/ofitsialnaya-statistika/agriculture>.
4. Abraykulov B.I. Klaster tizimida sifatli xom ipak ishlab chiqarish texnologiyasini takomillashtirish: diss. ... PhD. – Toshkent: TTYeSI, 2025. – 120 b.
5. Patent UZ № FAP 02193. 2023 y. Nuqsonli pillalarni chuvish uchun dostgoh. Alimova X.A., Avazov K.R., Gulamov A.E., Boboxobov F.O., Usmanova Sh.A., Sharipov J.Sh., Abraykulov B.I., Kulmuminov O.X. 11.01.2023.
6. Patent UZ № FAP 02096. 2022 y. Pillalarni chuvish uchun dostgoh. Alimova X.A., Avazov K.R., Gulamov A.E., Abraykulov B.I., Usmanova SH.A., Bobatov U. 30.09.2022.
7. Chilikin M.G., Sandler A.S. Obshchiy kurs elektroprivoda. – 6-e izd. – M.: Energoatomizdat, 1981. – 576 s.
8. Polyakov V.A. Raschyot i konstruirovaniye mekhanicheskikh peredach. – M.: Mashinostroyeniye, 1999. – 560 s.
9. Klyuev A.S. va boshq. Avtomatizatsiya proizvodstvennykh protsessov v mashinostroyenii. – M.: Vysshaya shkola, 2007. – 431 s.
10. Landau L.D., Lifshitz E.M. Fluid Mechanics. – 2nd ed. – Oxford: Pergamon Press, 1987. – 539 p.
11. Usenko V.A. Tekhnologiya pervichnoy obrabotki shelka. – Moskva: Legpromizdat, 1984. – 248 s.
12. Muskhelishvili N.I. Nekotorye osnovnye zadachi matematicheskoy teorii uprugosti. – 5-e izd. – M.: Nauka, 1966. – 707 s.
13. Goswami D.K., Majumdar S.K., Choudhury P.K. Science and Technology of Natural Silk. – Bengaluru: CSRTI, 2012. – 312 p.
14. Pisarenko G.S., Yakovlev A.P., Matveev V.V. Spravochnik po soprotivleniyu materialov. – 2-e izd. – Kiev: Naukova dumka, 1988. – 736 s.
15. Fröberg C.E. Textbook on Ordinary Differential Equations. – Lund: Studentlitteratur, 1994. – 346 p.
16. Krauter A.I. Robotic Arm Design for Precision Textile Handling // Journal of Textile Engineering. – 2019. – Vol. 65, № 3. – P. 112–121.
17. Spong M., Hutchinson S., Vidyasagar M. Matematicheskoe vvedenie v robototekhniku. – M.: BINOM, 2011. – 480 s.
18. Oganessian R.V., Pulatov Yu.Yu. Osnovy teorii upravleniya. – Tashkent: Fan, 2018. – 356 s.
19. Kim J.H. Modern Control Systems. – 13th ed. – Pearson Education, 2021. – 912 p.
20. Guvohnoma DT 202603141 Pillalarni individual chuvish dastgohini takomillashtirish parametrlarini aniqlash dasturi. K.Avazov, O.Kulmuminov. 17.03.2026.

KAM CHO‘ZILUVCHAN IKKI QAVATLI TRIKOTAJ TO‘QIMALARINI ISHLAB
CHIQRISH USULLARIS.Primov¹, B.Mirusmanov²¹Qarshi davlat texnika universiteti,²Toshkent to‘qimachilik va yengil sanoat instituti

Annotatsiya. Jahon bozorlarida sifatli va hamyonbop trikotaj mahsulotlarini ishlab chiqarish hajmi 25% ga ortib borishi kutilmoqda. Bu esa raqobatning kuchayishiga olib kelmoqda, korxonalarda ishlab chiqarilayotgan trikotaj to‘qimalari ishlab chiqarish hajmi va ko‘lami bo‘yicha AQSH, Xitoy, Hindiston, Yaponiya, Turkiya va Indoneziya kabi davlatlar yetakchilik qilmoqda. Dunyo miqyosida to‘qimachilik bozori hajmi 2024-yilda 1,840 trillion dollarni tashkil etdi. 2025-yilda bu ko‘rsatkich 1,976 trillion dollarga, shu jumladan, to‘qimachilik sanoatida tayyor mahsulotlar ishlab chiqarish hajmini oshirish, trikotaj mahsulotlarining yangi assortiment turlarini, xususan trikotaj mahsulotlarini olishning yangi texnologik usullarini ishlab chiqish va uni amaliyotga tatbiq etish, hamda tabiiy va sun‘iy xomashyodan samarali foydalanish muhim ahamiyatga ega. Olib borilayotgan ilmiy tadqiqot ishida, paxta ipidan foydalangan holda kam cho‘ziluvchan ikki qavatli trikotaj to‘qimalarining ishlab chiqarish usullari ishlab chiqilgan. Ishlab chiqarish usullari shuni ko‘rsatdiki, mavjud ishlab chiqarishning texnologik usuliga nisbatan tafsila qilinayotgan usulda mahsulotning nuqsonlar sonini kamaytirish, ish unumdorligi, hamda mashinaning texnologik imkoniyatini yanada oshirish ko‘zda tutilgan. Shu sababdan Xitoyning “SINOTRICOT HF-352” rusumli yassi ignadonli mashinalarida tadqiqot ishlari amalga oshirilgan.

Kalit so‘zlar: Yassi, ignadon, trikotaj mashinasi, trikotaj, arqoq, igna, halqa, to‘qima.

Annotation. It is expected that the volume of production of high-quality and affordable knitted products in world markets will increase by 25%. This leads to increased competition, and such countries as the USA, China, India, Japan, Turkey, and Indonesia are leading in terms of the volume and scale of production of knitted fabrics produced at enterprises. The global textile market reached \$1.840 trillion in 2024. In 2025, this indicator will reach 1.976 trillion dollars, including an increase in the volume of finished product production in the textile industry, the development and implementation of a new range of knitted products, in particular, new technological methods for obtaining knitted products, as well as the efficient use of natural and synthetic raw materials. In the ongoing research work, methods for producing low-stretch two-layer knitted fabrics using cotton yarn have been developed. Production methods showed that the proposed method, compared to the existing technological method of production, provides for a reduction in the number of defects in the product, further increase in labor productivity, and technological capabilities of the machine. For this reason, research work was carried out on flat-bed machines of the Chinese brand "SINOTRICOT HF-352."

Keywords: Flat, bed, knitting machine, knitting, in lay, needle, loop, fabric.

Аннотация. Ожидается, что объем производства качественной и доступной трикотажной продукции на мировых рынках увеличится на 25%. Это приводит к усилению конкуренции, по объему и масштабам производства трикотажных полотен, производимых на предприятиях, лидируют такие страны, как США, Китай, Индия, Япония, Турция и Индонезия. Объем мирового текстильного рынка в 2024 году составил 1,840 триллиона долларов. В 2025 году этот показатель достигнет 1,976 трлн долларов, в том числе важно увеличить объем производства готовой продукции в текстильной промышленности, разработать и внедрить в практику новый ассортимент трикотажных изделий, в частности, новые технологические методы получения трикотажных изделий, а также эффективно использовать натуральное и искусственное сырье.

В проводимой научно-исследовательской работе разработаны способы производства малорастяжимых двухслойных трикотажных полотен с использованием

хлопчатобумажной пряжи. Методы производства показали, что по сравнению с существующим технологическим способом производства предлагаемый способ предусматривает снижение количества дефектов продукции, повышение производительности труда, а также дальнейшее повышение технологических возможностей машины. По этой причине были проведены исследовательские работы на китайских плоскофанговых машинах "SINOTRICOT HF-352."

Ключевые слова: плоский, игольница, трикотажная машина, трикотаж, интерлок, уток, игла, петля, полотно.

Kirish. Respublikamizda to'qimachilik va tikuv-trikotaj sanoatini rivojlantirish, soha korxonalarining investitsiya va eksport faoliyatini qo'llab-quvvatlash bo'yicha kompleks chora-tadbirlar amalga oshirilmoqda va muayyan natijalarga erishilmoqda. 2023-2030 yillarda O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha "O'zbekiston-2030" strategiyasida, jumladan, "Mahalliy xomashyo bazasidan samarali foydalanish va ilg'or texnologiyalarga asoslangan sanoatni rivojlantirish" kabi muhim vazifalar belgilab berilgan. Ushbu vazifalarni amalga oshirishda, jumladan, to'qimachilik sektorida mahalliy xomashyo asosida aholining turli iste'molchi qatlamlariga yuqori samara beruvchi kam cho'ziluvchan ikki qavatli trikotaj to'qimalarini ishlab chiqarish texnologiyasini takomillashtirish va ishlab chiqarishni mahalliyashtirish muhim ahamiyat kasb etmoqda [1-3].

Trikotaj to'qimalarini mahalliy xomashyolar asosida kam cho'ziluvchan ikki qavatli trikotaj to'qimalarini ishlab chiqarishda to'qimalar tarkibiga qo'shimcha halqa qatorlarini qo'shish orqali ya'ni, press, arqoq hamda hosilali glad qatorlarini qo'shish orqali cho'ziluvchanligini kamaytirishga erishish ko'zda tutilgan

Nazariy tadqiqotlar. Bugungi kunda trikotaj mahsulotlari ishlab chiqarish texnologiyasini takomillashtirish, ikki qavatli trikotaj to'qimalarini tuzilishi, texnologik va fizik-mexanik xususiyatlarini tadqiq qilish bo'yicha xorijiy olimlardan A.S. Dalidovich, I.I. Shalov, L.A. Kudryavin, V.M. Lazarenko, V.A. Zinoveva, Ye.P. Pospelov, G.Sh. Ruxadze, L.V. Shengelya, Yu.A. Maksimova, N.A. Grechuxina, A.Y. Statsenko, Liu S., Zhou J., Peng Jiajia, Jiang Gaoming, Xia Fenglin va boshqalarning ilmiy izlanish ishlari tahlil qilingan.

Trikotaj to'qimalari va mahsulot assortiment turlarini kengaytirish, xomashyo sarfini kamaytirish hamda trikotaj to'qimalarining texnologik parametrlarini va fizik-mexanik xususiyatlarini tadqiq qilish bo'yicha, respublikamiz olimlaridan X.A. Alimova, M.M. Muqimov, N.R. Xanxadjayeva, B. Mirusmanov, Q.M. Xoliqov, X.A. Xazratqulov, M.M. Musayeva, G.X. Gulyayeva, T.K. Allamuratova, N.M. Musayevlar tomonidan ilmiy izlanishlar olib borilgan.

Ilmiy tadqiqotlar natijasida trikotaj to'qimalarining mahalliy xomashyolardan olish, yangi turdagi to'qima va mashinalardan samarali foydalangan holda ishlab chiqarish va amaliyotda qo'llash masalalarni bo'yicha samarali natijalarga erishilgan. Biroq yangi tuzilishli interlok trikotaj to'qimalarini olish hisobiga cho'ziluvchanlik xususiyatlarni kamaytirish va assortiment turlarini kengaytirish bugungi kundagi dolzarb muammolardan bo'lib kelmoqda [4-7].

Tajribaviy izlanishlar. Kam cho'ziluvchan ikki qavatli trikotaj to'qimalarining ishlab chiqarish usullarini ishlab chiqish hamda ushbu usuldan mashinaning texnologik imkoniyatidan foydalanishni amalga oshirish uchun Yassi fang mashinalari zamokli karetkani boshqarish mexanizmlari bilan jihozlangan. Ushbu ilmiy tadqiqot ishini bajarish jarayonida "Mergancha textile-servic" MChJ korxonasida tajribalar SINOTRICOT HF-352 rusumli ikki ignadonli to'quv mashinasida eksperimentlar olib borilgan.

Ikki ignadonli "SINOTRICOT HF-352" trikotaj to'quv mashinasining texnologik imkoniyatlariga keladigan bo'lsak, yuqori sifatli ustki kiyim qismlari ya'ni old va orqa qismlar, yoqalar, manjetlar, cho'ntaklar, belbog'lar, krasofka sirt qoplamalari va boshqa elementlarni to'qish uchun mo'ljallangan.

Mashina 14 klass va 132 sm uzun ignadonga ega bo'lib, yuqori samaradorlik va texnologik imkoniyatlariga ega ekanligi sababli ushbu dissertasiya ishida nomi yuqorida keltirilgan zamonaviy kompyutrlashtirilgan ikki ignadonli yassi fang trikotaj mashinasi tanlab olingan hamda 1-jadvalda ikki ignadonli yassi fang mashinasini texnik tasnifi keltirilgan [8-10].

Yassi fang mashina karetkasining yuqori tezlikda bir minutda 40 marta, past tezlikda esa 20 marta ilgariylanma-qaytma harakatlanadi. Karetka ignadon uzunligi 120 sm bo'lgan yo'naltiruvchi relslar ustida zoldirli podshipnikda o'rnatilgan. SINOTRICOT HF-352 trikotaj to'quv mashinasi o'ng va chap tomonlarida 8 tadan jami 16 ta ip beruvchi moslama bilan jihozlangan bo'lib, bu turli rangdagi gorizontall yo'l-yo'l va murakkab naqshli, rang-barang to'qimalarni ishlab chiqarishga imkon beradi.

1-jadval

SINOTRICOT HF-352 yassi fang mashinasini texnik tasnifi keltirilgan

Mashina modeli	Gabarit o'lchamlari (bo'yi/eni/balandligi)	og'irligi
HF-352	2140/620/1840 sm	650 kg
klass	14	
Ignadon eni	52 dyum (1320 sm)	
Sistema/karetka	1 karetka/2 sistema	
Igna pozitsiyasi	3 trayektoriyali igna, 8 bosqichli igna tanlash	
Quvvat	2,0 kW, 220 V, 50/60 HZ	
Mashina ishlata oladigan ipning chiziqli zichligi	20-60 teks	

Mashinaning texnologik imkoniyatlarini kengaytirish maqsadida yangi tuzilishga ega trikotaj to'qimalari bo'yicha ilmiy tadqiqotlar, patent hujjatlari hamda ilmiy jurnallarda chop etilgan maqolalar tizimli tarzda o'rganilib, ularning texnologik va konstruktorlik yechimlari ilmiy asosda tahlil qilindi.

SINOTRICOT HF-352 yassi fang mashinasining to'quv tizimi va asosiy igna turlarining ko'pligi uning afzalliklaridan biridir. To'liq tugallash klini ignani maksimal balandlikka ko'tarib, to'liq halqa hosil bo'lishini ta'minlaydi. Bu jarayonda oddiy halqalar hosil bo'lib, sidirg'a turidagi trikotaj to'qimalarini to'qish imkoniyati yaratiladi.

Mashinaning ip beruvchi mexanizmlari bir vaqtning o'zida bir nechta turdagi iplarni uzluksiz ta'minlashga mo'ljallangan. Har bir ip beruvchi moslama to'qimada ishlatiladigan ranglar soniga muvofiq ishlaydi. Karetka yordamida ikki ip beruvchi moslama navbatma-navbat harakatlanib, to'qimaning rang-barangligini ta'minlaydi va mashinaning ishlab chiqarish tezligini oshiradi. Ip beruvchi moslamalarning arqoqli to'qimalarni olishda asosiy vazifani bajaruvchi mexanizm hisoblanadi. Chunki, arqoq iplarini harakati ip beruvchi moslamalarning harakatiga bog'liq hisoblanadi. Mavjud texnologiyada ip beruvchi moslama barcha to'qimalar uchun bir xil balandlikka o'rnatilgan bo'lib, ular asosan arqoqli to'qimalarni olish uchun igna tovonchalari yordamida ignalarni eng yuqori balandlikka ko'tarilishga majbur edi. Chunki, ignalar yuqoriga ko'tarilmasa arqoq ipi ignaning ilgak qismiga kirib qoladi. Natijada, arqoq ipi ham asos ipi bilan birgalikda ignada halqa hosil qilish jarayoniga ishtirok etib ketadi. Bu esa arqoqli trikotaj to'qimalarini olishda nuqsonli to'qima hosil bo'lishi va ignalarni eng yuqoriga ko'tarilishiga sabab bo'ladi. Ignalarning me'yordan ortiq yuqoriga ko'tarilishi ish unumdorligini pasayishiga olib keladi. Interlok asosida arqoqli trikotaj to'qimalarini olishning takomillashgan usuli yordamida arqoqli trikotaj to'qimalari olindi. Natijada ish samaradorligi hamda ignalarning harakati bir xilligi ta'minlandi. Ip beruvchi moslamalardan foydalanishda quyidagilarga amal qilish kerak [11-13]:

1. Arqoq ipini beruvchi moslamaga to'g'ri va aniq tanlab qo'yilishi;
2. Arqoq ipining tarangligini sozlash;
3. Arqoq ipini imkon qadar asos to'qimaga yaqinroq joylashishini ta'minlash;

4. Ip beruvchi moslamalarni ip berish burchagini sozlash;

5. Asos to'qima bilan arqoq ipini qo'yish burchaklari to'g'ri tanlanishi zarur. Arqoq ipini qo'yilish burchagini o'zgartirish orqali boshqa ip beruvchi moslamalarga qaraganda pastroqqa tushirish orqali amalga oshiriladi. Bu esa ignalar halqa hosil qilish vaqtida yuqoriga ko'tariladigan vaqtda qavatlar orasidan yuqoriga ko'tarilib ketmasligini ta'minlaydi. Arqoq ipi yuqoriga ko'tarilib ketishi arqoqli trikotajni ishlab chiqarilmasligi hamda nuqsonli to'qima to'qilishiga olib keladi.

Bu texnologiya trikotaj mahsulotlarining sifati va dizayn imkoniyatlarini kengaytirishga xizmat qiladi. Mashinada arqoqli trikotaj to'qimalarini olish jarayoni dastlab to'qimani loyihash bilan boshlanadi. Arqoqli trikotaj to'qimalarini Raynen Shoe KnitCAD tizimi orqali dasturlanadi. Dasturlash tizimida quyidagilar mavjud:

6. To'qima strukturasining grafik modeli;
7. Iplarning joylashuvi va uning mahkamligini belgilovchi tizim;
8. Ignalar va ip beruvchi mexanizmlarning harakat tartibga solish tizimi;
9. Halqalar hosil qilish tartibi va ketma-ketligi belgilovchi tizim;
10. To'qimaning tuzilishiga qarab kiritilishi zarur bo'lgan parametrlar tizimi;
11. Mashinani harakatga keltirish va ip almashinuvi ta'minlovchi tizim.

Ushbu to'qimalar yuqori sifatli, mustahkam va elastik bo'lib, ustki kiyim uchun qulaylik va chidamlilikni ta'minlaydi. KnitCAD dasturi orqali loyihalash jarayoni to'qima tuzilishini aniq modellashtirish va parametrlarni optimallashtirish imkonini beradi.

SINOTRICOT HF-352 rusumli yassi ignadonli trikotaj mashinasida quyidagi funksiyalarni bajaruvchi dasturlash displeyi mavjud bo'lib, u:

- To'quv jarayonini boshqarish va monitoring qilish;
- Trikotaj naqshlari va dizaynlarini tanlash hamda yuklash;
- Ishlash rejimlarini sozlash (tezlik, ip yetkazib berish, igna harakati va h.k.);
- Xatoliklar va ogohlantirishlarni ko'rsatish;
- Ishlab chiqarish parametrlarini saqlash va qayta chaqirish imkonini beradi.

Bu displey mashinaning samarali va aniq ishlashini ta'minlashga xizmat qiladi.

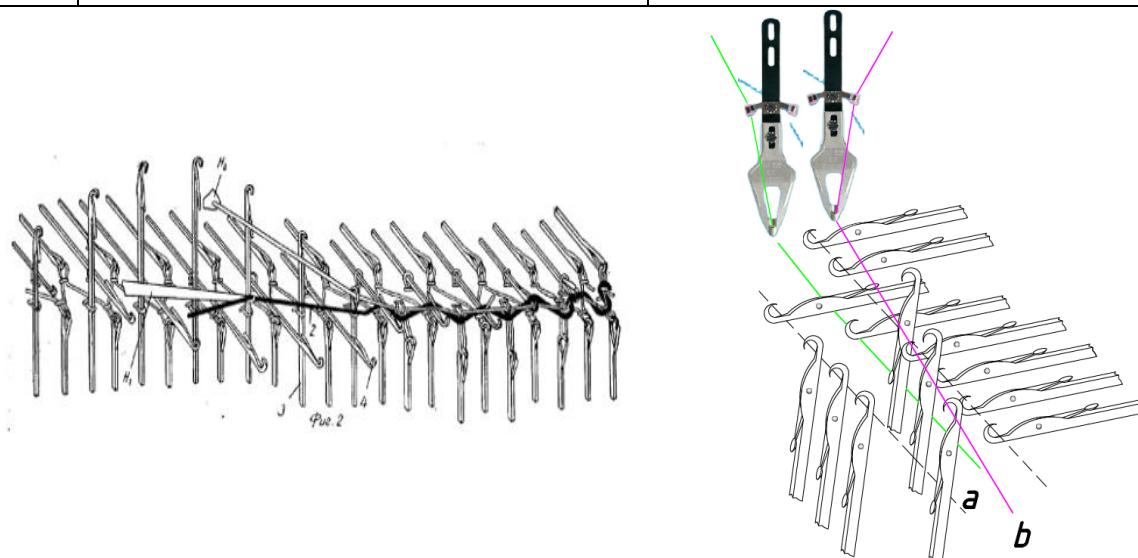
Natijalar tahlili. Yassi ignadonli mashinalarda ip ignaga uzluksiz va vaqti-vaqti bilan qo'yilishi mumkin. Ipni ignaga qo'yishning ikki usulida ham ip yurgizgich qo'zg'aluvchan bo'ladi. Yassi ignadonli ko'ndalangiga to'qiydigan mashinalarida ipni ignaga vaqti-vaqti bilan qo'yish usuli ishlatiladi. Bu mashinalarda qo'llaniladigan ip yurgizgichlar qo'zg'aluvchandir.

Xalqa hosil qilish jarayonida berilayotgan ip tarangligiga katta ahamiyat berish zarur, chunki ipning taranglik miqdoridan olinayotgan xalqalarning katta-kichikligi, uning bir xil taranglikda berilishidan esa to'qima xalqalarining bir tekisdaligi bog'liqdir. Agar berilayotgan ipning tarangligi kam bo'lsa, xalqa hosil qilish jarayonida iplar chalkashib ketishi yoki ignadan sirg'anib tushib ketishi mumkin, taranglikning katta bo'lishi esa ipning uzilib ketishiga sabab bo'ladi.

Ipning ignaga to'g'ri yoki noto'g'ri qo'yilishi ipni ignaga qo'yish o'lchamlariga bog'liqdir. Ignaga berilayotgan ipning vertikal tekislikdagi proeksiyasi bilan eski xalqalar chizig'i orasidagi burchak, ipni xalqalar chizig'iga nisbatan qo'yish burchagi deyiladi. Bugungi kunda kam cho'ziluvchan arqoqli trikotaj to'qimalarni olishda texnologik ishlab chiqarish usullari mavjud bo'lib, ular halqa hosil qilish jarayonlarining ketma-ketligi davomida arqoq ipini qo'yadi [14-15]. Bular:

№	Mavjud usulda arqoq ipini qo'yish	Takomillashgan usul arqoq ipini qo'yish
1	Tugallash	Tugallash
2	Ip qo'yish	Ip qo'yish
3	Kiritish	Kiritish
4	Siqish	Siqish

5	Surish	Surish
6	Birlashtirish	Birlashtirish
7	Egish	Egish
8	Tashlash	Tashlash
9	Shakillantirish	Shakillantirish
10	Tortish	Tortish



1-rasm. Ip berish jarayoni

Arqoq ipini mavjud texnologiyada qo'yish usulida, ignalar tugallash jarayoniga chiqqandan so'ng ip beruvchi moslama arqoq ipini ignalarning tilchasi ostiga qo'yadi. Natijada asos ipi uzatuvchi moslama yordamida ignalarga ip uzatiladi. Asos ipi orqali ignalar halqa hosil qiladi va arqoq iplari halqalarning protyajkalari orasiga joylashib qoladi. Bu usulda olinadigan arqoqli trikotaj to'qimalari uchun igna va ip uzatuvchi moslamalar aniq ishlashi kerak. Aks holda, arqoq iplari ignaning ilgak qismiga ilinib qoladi va asos ipi bilan birgalikda halqa hosil bo'ladi. Bu esa to'qima yuzasiga va nuqsonli trikotaj to'qimalar ishlab chiqarilishiga sabab bo'ladi. Takomillashtirilayotgan usulda esa arqoq ipini beruvchi moslama ignalarning tortish jarayonida arqoq ipini halqalarning protyajkalari ustiga qo'yadi.

Asos ipini uzatuvchi esa ignalar tugallash jarayoniga chiqqanda ip qo'yadi. Bu jarayonda arqoq ipi ignalarning orqa tomoniga qoladi va asos ipi orqali hosil bo'lgan halqalar orasiga mustahkam, nuqsonsiz joylashadi. Ushbu usul orqali ishlab chiqarish samaradorli va to'qimalarning sifatli ishlab chiqarishdagi ulushini oshiradi. Yassi ikki ignadonli trikotaj to'quv mashinalarida arqoqli trikotaj to'qimalarini olishning texnologik usuli ishlab chiqilgan bo'lib, mashinaning barcha ish jarayonlari bosh va xosilali trikotaj to'qimalarini ishlab chiqarish jarayoni bilan bir xil bo'ladi. Lekin, arqoqli trikotaj to'qimalarni olishda mashinaning ip beruvchi moslamasi va ignalarga berilayotgan ipning qo'yilish burchagi o'zgaradi. Natijada asos to'qimaga berilayotgan ip orqali halqa hosil qilinsa, arqoq ipinining berilish burchagi kamaytirilgan holatda beriladigan bo'lsa, asos to'qima bilan birgalikda to'qilib ketmasligi oldi olinadi va ignalar orqa tomoniga to'qilmaydigan arqoq ipi bir tekisda joylashib qoladi 1-rasm.

Ipni ignaga to'g'ri va aniq ta'minlanishi to'qimaning halqalari bir tekisda to'qilishiga sabab bo'ladi. Demak, arqoqli trikotaj to'qimalarini olish uchun ham arqoq ipini to'g'ri va aniq qo'yilishi asos to'qima bilan birga qo'shib to'qilib ketmasligini oldini oladi. Arqoqli trikotaj to'qimalarini olishda quyidagi ketma ketlikka amal qilish zarur;

- 1) Mashinada 2 ta ip beruvchi bo'lishi shart 1- ip beruvchi moslama asos ipi uchun 2-ip beruvchi moslama arqoq ipi uchun;
- 2) Mashinaning ish unumdorligini oshirish uchun karetkada 2 ta sistema mavjud bo'lishi;

3) Arqoq ipini ignalarga berish burchagi asos ipini ignalarga berish burchagiga nisbatan kichik bo'lishi zarur;

4) Arqoq ipini tarangligi asos ipini tarangligiga nisbatan ko'p bo'lishi kerak;

Arqoqli trikotaj to'qimalarini ishlab chiqarish, to'qimalarni cho'ziluvchanligi hamda to'qimalarning pishiqligini oshirishga erishilgan va arqoqli trikotaj to'qimalarni olish usullari takomillashtirilgan.

Xulosa. Ilmiy tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, "HF-352" rusumli ikki ignadonli trikotaj to'quv mashinasini texnologik imkoniyatlarini tahlili, mashinada ignalar tovonchalari va ignadon zulfidagi ponalar hamda turlicha taxtlanishlar holatini o'zgartirish hisobiga, turli tuzilishli kam cho'ziluvchan ikki qavatli trikotaj to'qimalarini olish mumkinligi ma'lum bo'ldi. Ushbu to'qima turlaridan olinadigan mahsulotlar bolalar, ayollar va erkaklarning yengil ustki trikotaj assortimentlari ishlab chiqarish uchun tavsiya etildi.

Reference:

1. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2024 yil 1 maydagi PF-71-sonli "To'qimachilik va tikuv-trikotaj sanoatini rivojlantirishni yangi bosqichga olib chiqish chora-tadbirlari to'g'risida" gi Farmoni. <https://lex.uz/uz/docs/-6351331>
2. Mirusmanov Baxtiyar. Razrabotka texnologii polucheniya xlopko-shelkovogo belyevogo trikotaja, Diss...kand...tex...nauk str.93-95. Tashkent 2004g.
3. S. Primov, B. Mirusmanov, R. Qurbonov. Ikki qavatli 2+2 interlokli trikotaj to'qimalarini olish usuli. // To'qimachilik va moda sanoatida ilm-fan va innovatsiyalar scientific-technical journal www.nts.uz scientific-technical journal 1-tom. № 2.2023.39-43 b.
4. B. Mirusmanov, S. Primov, R. Qurbonov. Ikki qavatli 3+3 interlokli trikotaj to'qimalarini olish usuli. // To'qimachilik va moda sanoatida ilm-fan va innovatsiyalar scientific-technical journal www.nts.uz. scientific-technical journal 1-tom. № 2.2023.33-36b.
5. B. Mirusmanov.«Paxta - ipakli bir qavatli bosh trikotaj matolarini sifat ko'rsatkichlarini kompleks baholash». Tezis: «Best publication» *ilm-ma'rifat markazi* "zamonaviy ta'lim tizimini rivojlantirish va unga qaratilgan kreativ g'oyalar, takliflar va yechimlar" mavzusidagi 58-sonli respublika ilmiy-amaliy on-line konferensiyasi materiallari to'plami 1-noyabr , 2023-yil.
6. Mirusmanov B., Jumaniyozov K.J., Qurbonov R.T., Primov S. Osobennosti vira-botki polosotogo xlopko-shelkogo trikotaja.//Nauchno-metodicheskiy jurnal 2021g.
7. Mirusmanov B., Primov S.A., Raxmatullayev E., Bir ignadonli mashinalarda yangi turdagi trikotaj to'qimalarini yaratish. "Paxta to'qimachilik va yengil sanoat mahsulotlari sifatini ta'minlashning zamonaviy konsepsiyalari" mavzusida o'tkazigan halqaro ilmiy-amaliy konferensiya 22-23 aprel 2021 y. 223-225 bet.
8. B.Y. Qoraboyev, B. Mirusmanov, S.A. Primov. «Yangi tuzilishli ikki qavatli trikotaj to'qimalarini olish usuli». "Paxta to'qimachilik va yengil sanoat mahsulotlari sifatini ta'minlashning zamonaviy konsepsiyalari" mavzusida o'tkazigan halqaro ilmiy-amaliy konferensiya 22-23 aprel 2021 y. 249-251 bet.
9. Senthil Kumar B., Ramachandran T. Influence of knitting process parameters on the thermal comfort properties of eri silk knitted fabrics. *Fibers and Textiles in Eastern Europe* Volume 26, Issue 5, 47-53 p. (2018).
10. J.Z.Borotov, Q.M.Xoliqov, N.M.Musayev, G.X.Gulyayeva, M.M.Muqimov, N.N.Yoqubjanov Complex Evaluation Of Quality Indicators Of Two-Layer Knitted Fabrics In New Structure *Texas Journal of Engineering and Technology* ISSN NO: 2770-4491 <https://zienjournals.com> Date of Publication:11- 02-2023 21-25 pages.
11. Musayev N.M., Mukimov M.M. Paxta-ipakli trikotaj to'qima sifat ko'rsatkichlarini kompleks baxolash. // Respublika 15-ko'p tarmoqli ilmiy masofaviy onlayn konferensiyasi. "O'zbekistonda ilmiy-amaliy tadqiqotlar". Toshkent, 2020 yil. 30-aprel. – 199-200 b.

12. Musayev N.M., Gulyayeva G.X., Mirusmanov B.F. Yigirilgan paxta va ipak iplaridan olingan naqshli trikotaj to'qima ko'rsatkichlarini kompleks baholash. // Farg'ona politexnika instituti ilmiy-texnika jurnali. – Farg'ona. Tom-24, №2, 2020. – 30-34 b.
13. Musayev N.M., Gulyayeva G.X., Mukimov M.M. Kompleksnaya osenka risunchatogo trikotajного polotna, virabotannogo iz xlopchatobumajnoy i shelkovoy pryaji. // Dizayn. Materiali. Teknologiy. Moskva. №1, (57). 2020 g. – 83-87 c.
14. Solovyev A.N., Kiryuxin S.M. Osenka i prognazirovaniye kachestva tekstilnix materialov. – Moskva: Legkaya i pishevaya promishlennost, 1984. – 215-218 s.
15. Musayev N.M., Gulyayeva G.X., Xoliqov Q.M., Mukimov M.M. Paxta-ipakli naqshli trikotaj to'qimalarining fizik-mexanik ko'rsatkichlarini tahlili. // Farg'ona politexnika instituti ilmiy-texnika jurnali. –Farg'ona. Tom-24, №2, 2020. – 131-135 b.

UDK 677. 024.31

ZAMONAVIY GILAM TO'QISH DASTGOHLARIDA GILAMNI SHAKLLANISHIGA TA'SIR ETUVCHI ASOSIY OMILLAR

N.B. Yusupova, A.A.Abduraxmonov, P.S.Siddiqov

Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat instituti

Annotatsiya. Maqolada zamonaviy gilam mahsulotlarini ishlab chiqarishda uning sifat ko'rsatkichlariga ta'sir etuvchi omillar, gilam ishlab chiqarish uchun dastgoh turini, hamda qo'llaniladigan jihozlarni tanlash, iplarni chiziqliy zichliklarini tanlash, gilam mahsulotini to'qish jarayonida tarangligini, homuzani hosil qilish, arqoq ipini tashlash, uni jipslashtirish, tuklarni tekislab kesish kabi jarayonlar tahlili qilingan.

Gilam mahsulotlarini sifati uning shakllanishida qatnashadigan har bir tugunlarning o'zaro tortish kuchlariga bog'liq bo'lib, iplarning uzilishi kuchini, ya'ni mexanik ta'sirlarga chidamliligi yuqori bo'lishi shart. Gilamning yuzasida doimiy bosim kuchi bo'lganligi sababli uning ishqalanishga chidamliligi yuqori, ipning ishqalanishda sarflanish koeffitsiyenti past bo'lishi kerak.

Murakkab tuzilishli gilam ishlab chiqarishda mahsulot tuzilishi, shakllanishiga ta'sir etuvchi omillardan batan mexanizmining zarb kuchi, tanda va arqoq iplarining tarangligining batanning siljish harakatiga ta'siri natijasida zamin tanda, tuk tanda, to'shama tanda va arqoq iplarining chiziqliy zichligiga to'g'ri proporsional ekanligi ilmiy asoslangan. Gilam sistema iplarining yo'g'onligini oshishi, zarb kuchini va to'qimaning qirg'og'ini zarbdan siljish masofasini hamda tanda iplarining tarangligini oshishiga olib kelishi bitta zamin, hamda guruh tanda iplari uchun hisoblari keltirilgan.

Kalit so'zlar: gilam, taranglik, sifat ko'rsatkich, iplar sistemasi .

Аннотация. В статье анализируются факторы, влияющие на качественные показатели современных ковровых изделий, выбор типа коврового оборудования и техники, подбор линейной плотности нитей, натяжение в процессе ткачества коврового изделия, формирование кромки, укладка основной нити, её уплотнение и гладкая резка ворса.

Качество ковровых изделий зависит от взаимных сил натяжения каждого узла, участвующего в его образовании, а также от прочности нитей на разрыв, то есть их сопротивления механическим нагрузкам, которые должны быть высокими. Поскольку на поверхность ковра действует постоянная сила давления, его сопротивление трению должно быть высоким, а коэффициент износа пряжи при трении-низким.

Из факторов, влияющих на структуру и формирование изделия при производстве ковров сложной структуры, научно доказано, что ударная сила механизма рейки, натяжение основных и уточных нитей при скользящем движении рейки прямо пропорционально линейной плотности коренных, уточных, основных и уточных нитей. Представлены расчеты для одиночной основы и группы основных нитей, которые

увеличивают толщину нитей ковровой системы, увеличивают ударную силу и расстояние края ткани от удара, а также увеличивают натяжение основных нитей.

Ключевые слова: ковер, натяжение, качество изделий, система нитей.

Abstract. This article analyzes factors influencing the quality of modern carpets, including the choice of carpet equipment and technology, the selection of thread count, tension during carpet weaving, selvedge formation, warp thread placement, warp compaction, and smooth pile cutting.

The quality of carpets depends on the mutual tension of each knot involved in their formation, as well as on the tensile strength of the yarns, that is, their resistance to mechanical stress, which must be high. Since the carpet surface is subject to constant pressure, its frictional resistance must be high, and the coefficient of yarn wear due to friction must be low.

Among the factors influencing the structure and formation of complex carpets, it has been scientifically proven that the striking force of the batten mechanism and the tension of the warp and weft threads during the sliding motion of the batten are directly proportional to the thread count of the warp, weft, and warp and weft threads. Calculations are presented for a single warp and a group of warp threads, which increase the thickness of the carpet system threads, increase the impact force and the distance of the fabric edge from the impact, and also increase the tension of the warp threads.

Key words: carpet, tension, product quality, thread system.

Kirish. Hozirgi kunda respublikamizda zamonaviy uy-joy kurilishlari jadal rivojlanib bormoqda. Bunday uy-joylarni jozibali turli naqshdagi gilam mahsulotlari bilan ta'minlash doim dolzarb bo'lib hisoblanadi. Halqimizni sifatli gilam mahsulotlari bilan ta'minlash mamlakatimizdagi mavjud xomashyolardan to'liq foydalanish borasida Prezidentimizning qator qarorlari mavjud. Respublikamizning Samarqand, Jizzax, Xorazm viloyatlarida qator zamonaviy gilam to'qish korxonalari ishga tushmoqda. Bunday zamonaviy texnologiyaga asoslangan korxonalar to'liq quvvati bilan ishga tushirilganda gilam mahsulotini eksport qilish geografiyasi kengayadi. Ushbu tadqiqot ishidan maqsad, murakkab o'rilishli gilam mahsulotlarini sifat ko'rsatkichlarini yaxshilash uchun uning texnologik parametrlarini nazariy jihatdan tahlil qilish va aniqlash.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining "Charm-poyabzal, ipakchilik va gilamchilik tarmoqlarini rivojlantirishni yangi bosqichga olib chiqish chora-tadbirlari to'g'risida" 2024 yil 20 maydagi PQ-181-son qarori ijrosini ta'minlashda yangi O'zbekistonda yangilanish tendensiyalari munosabati bilan noyob o'tmish merosiga bo'lgan qiziqish yanayam ortdi.

Dunyo miqyosida so'nggi yillarda ilm-fan, texnika va san'at sohalarida qo'lga kiritilayotgan yutuqlari bilan o'zbek xalqining ma'naviy qadriyat lari, o'z madaniyatini anglash jarayonlari, uni jahonga tanitish vazifalari dolzarblashdi. O'zbekistonda zamonaviy gilamchilik sanoati so'nggi yillarda an'anaviy hunarmandchilik va industrial ishlab chiqarishni uyg'unlashtirgan holda jadal rivojlanmoqda. Bugungi globallashuv sharoitida nazariy bilimlarning amaliyotga integratsiya qilinishi kreativ tadbirkorlikni rivojlantirishni yuzaga kelishiga sabab bo'lmoqda.

Davlat siyosatida milliy madaniy merosni saqlash va rivojlantirishga katta e'tibor qaratilishi natijasida gilamchilik sohasida ham institusional va iqtisodiy islohotlar amalga oshirildi.

Xususan, Hunarmand uyushmasi tashkil etilishi an'anaviy hunarmandchilikni qo'llab-quvvatlashda muhim qadam bo'ldi. Tadqiqotchilar ta'kidlashicha, "zamonaviy sharoitda hunarmandchilikning rivoji davlat qo'llab-quvvatlovi va bozor mexanizmlari uyg'unligiga bog'liq".

Nazariy tadqiqotlar. Gilamdo'zlik san'ati 2500 yil avval paydo bo'lgan. Ermitaj kolleksiyalaridan birini bezab turgan yuqori zichlikdagi tukli gilam XIX asrda topilgan.

Hozirgi kunda dunyoda mamlakatimizning tarixiy obidalariga, hunarmandchilik san'atiga shu jumladan, halqimizning amaliy san'ati turlaridan biri bo'lgan qo'l "Gilamchilik" (gilamdo'zlik) san'atiga qiziqish kundan-kunga tobora ortib bormoqda.

Gilam ishlab chiqaruvchilar dunyo bozoriga juda keng assortimentdagi gilam turlarni taklif etmoqda. Gilamlarni har biri xaridor sotib olayotganda albatta uning sifatiga katta e'tiborni qaratadi. Gilamlarni bozor talablariga uyg'unlashtirish, band bo'lmagan aholini, ayniqsa yoshlar, ayollar va kam ta'minlangan oilalarni mazkur sohaga keng jalb etish orqali ularning ish bilan bandligini ta'minlash vazifalari har bir to'qimachilik sohasi vakilining oldiga qo'ygan dolzarb vazifasi hisoblanadi[2].

A.A.Semyonov va S.M.Dudin bu gilamlar to'g'risida eslab o'tgan, lekin ularning na nomini na ishlanishini va texnik sifati xaqida aytilmagan. Dudin qimmatli bir eslatma yozgan, bunda juljerslarning 1910 –1914 yillarda Buxoro va Samarqand bozorlarida sotilgani aytilgan. M.F.Gavrilov esa o'zining "Milyabod o'zbek ayollarining to'quvchilik san'ati" ishida juljerslar xaqida to'liqroq ma'lumot berilgan.

O'zbekistonda bir qancha mahalliy olimlar va mutaxassislar qator izlanishlar olib borgan bo'lib, ular ayniqsa mustaqillik yillarida gilamchilikning assortimentlik darajasi, hunarmandlar tomonidan ishlab chiqarilgan gilamlarning naqsh ornamentlari, yanada kengaytirganliklarini payqashimiz mumkin.

O'zbekistonlik hunarmandlar N.Sharipova va S.Sultonovalar, Nukus gilamchilik sexida to'qilgan "boskur" va "esikko'z" namunalari, stul ko'rpalari, sumka va mayda gilamlar, G'allaorol tumanidan sotib olingan gilamlar, Nurota, Jizzax, Zomin, Qamashidagi ko'p qirrali "Julhirs" gilamlari. fabrikasi, Qarshi shahridagi "Uchqun" gilam fabrikasida to'qiladigan "arabi" gilamlari, Kosonda tayyorlangan xurjunlar, Andijondagi "Mehnat guli" san'at buyumlari fabrikasida qirg'iz gilamlari eskizlari bo'yicha tayyorlangan "Xidirsha" gilamlari Sankt-Peterburgdagi gilam muzeyida saqlanib kelinmoqda.

O'zbek gilamlarining boy kolleksiyasini Buxoroda, Mikelanjelo jamg'armasi tomonidan yaratilgan nufuzli Homo Faber qo'llanmasida o'rin olgan taniqli o'zbek hunarmand Sabina Burxonovaning ustaxonasida ham topish mumkin.

An'anaviy o'zbek gilamlari asosan mamlakatimizning chekka hududlarida uchraydi. Surxondaryolik taniqli gilamdo'zlardan biri Xadicha Rahmonqulova o'z ishini ko'rgazma va yarmarkalarda namoyish etib, Bokuda bo'lib o'tgan Xalqaro gilam festivalida (2025) qatnashdi.

O'zbekistonning yirik shaharlarida milliy va sharq naqshlari uyg'unlashgan gilamlar yaratilmoqda. Jumladan, Samarqand shahridagi "Xujum" korxonasida 400 nafardan ortiq hunarmand ayollar o'zining sifati va go'zalligi bilan ajralib turadigan gilam mahsulotlari bilan mashhur bo'lgan.

Bundan tashqari, YUNESKO boshchiligida Xivada o'zbek gilam fabrikasi ochildi. Loyiha Shvetsiyaning "Operation Mercy" xayriya tashkiloti va YunESKO tashabbusi bilan yaratilgan. Bu 55 nafar mahalliy aholini ish bilan ta'minladi. Ustaxona direktori hunarmand Madrim Matkarimov ipak gilamlari to'qishga ishtiyoqi bilan Kunya-ark va Olloqulixon saroyini ta'mirlashda Xorazm gilamchiligini targ'ibot qilishda ishlagan. Safargul Qudratova gilamchilik san'at bilan besh yoshidan shug'ullib, hozirda o'z mahoratini yosh avlodga yetkazmoqda.

Zamonaviy gilam dastgohlarining asosiy mexanizmlari va dastgohda sifatli gilam mahsulotlari olish texnologiyasi ustida X.Berdiyev, F.Tolipov, G.Yuldasheva, O'.Oripov, T.Salimov, A.P.Shevyakov, A.Tog'ayevlar ilmiy tadqiqot ishlari olib borishgan. Tadqiqotlardan ko'zlangan asosiy maqsad gilam dastgohlarida shakllanayotgan mahsulotni chiqindilarini kamaytirish, nuqsonlarni bartaraf etish ustida ishlar olib borishgan.

Tajribaviy izlanishlar. Tukli gilamlarni ishlab chiqarish boshqa oddiy o'rinishli gilamlarni yoki murakkab o'rinishli gilamlarni gilam to'quv dastgohining to'quv zonasida shakllanishi bilan birmuncha farqlanadi. Masalan murakkab o'rinishli ikki polotnoli jakkard o'rinishli zamonaviy ALFA 300(Germaniya) jakkard xomuza hosil qilish mexan mexanizimli dastgohida bosh valning aylanish soni $50-100 \text{ min}^{-1}$ ni tashkil etsa boshqa oddiy o'rinishli to'qimalarni ishlab chiqaradigan dastgohlarda bosh valni aylanish soni o'rtacha $500-700 \text{ min}^{-1}$

tashkil etadi. Bunday bo'lishining asosiy sabablar: bu gilamni ishlab chiqarishda yuqori chiziqliy zichlikdagi iplar qo'llanilishi, jakkard mashinasining qo'llanilishi (xomuza hosil qilishda iplarni ko'tarilib tushishi tezligining kamligi, ko'p sistema tanda iplarining qo'llanilishi va ikkita polotnodaga arqoq iplarini jipslash uchun katta kuch miqdorini talab etishi deyish mumkin.

Gilam mahsulotini tuzilishi, shakllanishiga quyidagii omillar ta'sir etadi

$$f_t = f(T_t, T_a, R_a, R_t, R_u, R_o, F_{to'q}, F_t, F_a, Q_{z.k}, V_{o'm}, k.tch.) \quad (1)$$

bunda T_t, T_a – tanda va arqoq iplarining chiziqliy zichligi; R_o, R_u - tanda va arqoq iplarining zichligi; R_o, R_u - tanda va arqoq iplarining rapporti; $F_{to'q}$ - to'qimaning tuzilish fazasi; F_o, F_u - tanda va arqoq iplarining tarangligi; $Q_{z.k}$ - batan mexanizmning zarb kuchi; $V_{o'm}$ -, o'rta hol miqdor, k.tch. – dastgohni konstruktiv taxtlash chizig'i.

Batan mexanizmi to'quv dastgohining ishchi organi bo'lib, u arqoq ipini to'qima qirg'og'iga jipslashtirish vazifasini bajaradi. **Zarb kuchi** batanning oldinga harakatlanib, arqoq ipini matoga joylashtirish paytida yuzaga keluvchi dinamik kontakt kuchi hisoblanadi.

Batanning siljish harakati quyidagicha ifodalanadi:

$$x = r(1 - \cos \omega t)$$

bu yerda: r — krivoship radiusi, ω — burchak tezligi, t — vaqt

Batanning zarb kuchi Nyutonning ikkinchi qonuniga asoslanadi:

$$F = m \cdot a$$

Shunga ko'ra maksimal zarb kuchi:

$$F_{max} = m \cdot r \cdot \omega^2$$

bu yerda: m — batan massasi, r — krivoship radiusi, ω — burchak tezligi

Arqoq zichligi (pick density) quyidagi shart bilan ta'minlanadi:

$$F_{batan \text{ zarb kuchi}} \geq F_{gilam \text{ qarsh.kuchi}}$$

bu yerda: $F_{batan \text{ zarb kuchi}}$ — batan zarb kuchi

$F_{gilam \text{ qarsh.kuchi}}$ — gilamning qarshilik kuchi

Qarshilik kuchi esa quyidagilarga bog'liq:

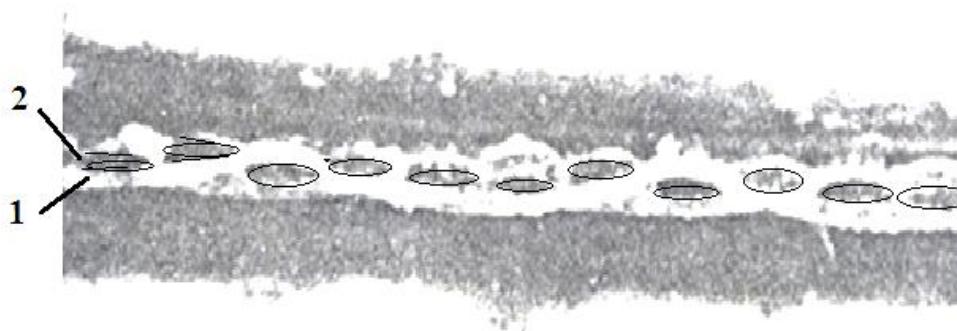
tanda iplari zichligi, ip diametric, ishqalanish koeffitsiyenti, ipning elastikligi

Batan zarbida kinetik energiya ishlatiladi:

$$E = \frac{1}{2}mv^2$$

Bu energiya: arqoqni jipslashtirishga, iplarni deformatsiya qilishga ishqalanishni yengishga sarflanadi

Ma'lumki, [2] tanda va arqoq iplari to'quv dastgohida yuqorida keltirilgan parametrlarni o'zaro tasirida o'z tuzilishi, shaklini o'zgartiradi (1-rasm). To'qimada iplarda qo'llanilgan xom ashyo turiga bog'liq holda ularning shakli oval, ellips shaklda shakllanadi. Quyidagi 1– rasmda Bir qatlamli satin o'rilishidagi to'qimani tanda iplari yo'nalishi bo'yicha kesimi keltirilgan. Unda 1 tanda va 2 arqoq ipining ko'ndalang kesimi keltirilgan.

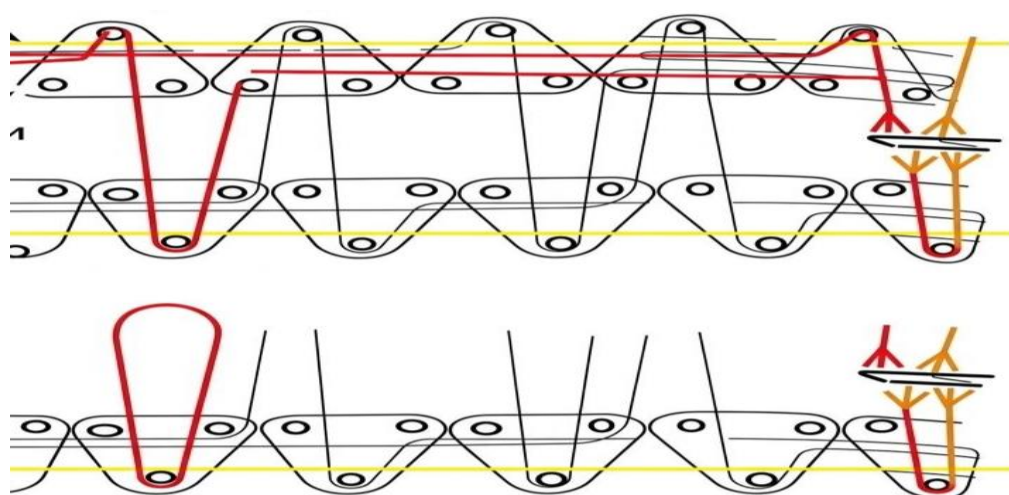


Rasmdan ko'rinib turibdiki, arqoq iplari gilamda ellipssimon shaklni egallagan.

Ikki qatlamli ikki homuzali gilam mahsulotlarini ishlab chiqarishda, ikkita gilam birdaniga gilam to'quv dastgohida shakllanadi va bu gilamlarga umumiy bo'lgan bitta batan mexanizmi xizmat qiladi. Ikki polotnning shakllanishiga tuk tanda va to'shama tanda iplarining ta'siri mavjud. Bundan tashqari ikkita to'qima o'zaro ma'lum masofada joylashi alohida shakllanadi. Yaqin chet 1 va chetlarda ikki qatlamli gilam mahsulotini gilam to'quv dastgohida shakllanishi va uning tuzilishi borasida nazariy tadqiqotla juda kam va yetarli darajada olib borilgan emas. Manashu keltirilgan sabablar tufayli ikki qatlamli gilam mahsulotini shakllanishi va uning tuzilishi to'risida nazariy va eksperimental tadqiqot olib borish zarur. Gilam ishlab chiqarishda to'shama tanda iplari iplarni sifatiga o'z ta'sirini o'tkazibgina qolmay, ikki plotnoni bir biriga tortilib turishiga ham xizmat qiladi.

Gilam to'qimalari ko'p yillar muddat insonlar foydalaniladi. Uni turli xil kuchlar ta'sirida o'zining sifatli jozibador ko'rinishini saqlab turilishi ko'p jihatdan uning texnologik parametrlari me'yorida ishlab chiqilganiga bog'liq bo'ladi. Shakllangan gilam ishlatish jarayonida o'z holatini doimo bir xilda saqlab turishi uchun undagi zamin tanda, to'shama tanda, tuk tanda va arqoq iplari orasidagi o'zaro shunday muvozanatda bo'lishi kerakki, ularga ta'sir etuvchi tashqi kuchlar, ularni joylashgan holatini o'zgartira olmasin. Buning uchun ikkita polotnoda ham tanda iplari bilan arqoq iplari yetarli o'zaro ta'sir etuvchi kuchlar evaziga ishqalanish kuchi hosil qilinadi. Iplar orasida o'zaro ishqalanish kuchi tanda va arqoq iplarining zichligi va o'rilish turi hamda batan mexanizmning zarb kuchiga bog'liq bo'ladi. Gilam mahsulotlarini ayniqsa, ikki polotnoli gilam mahsulotini shakllantirishda arqoq ipiga beriladigan zarb kuchi muhim ahamiyatga ega.

Gilam to'qimasini ishlab chiqarishda uning dastgohda shakllanishi polotnolarni tanda tuklarini pichoq yordamida kesish jarayonidan so'ng ma'lum masofagacha davvom etadi, chunki tuk tanda iplari ikki plotnoni bir - biriga tortib turish kuchlari, tuklar kesilgandan so'ng jarayonda qatnashayotgan iplar kuchlari bilan muvozanatlashadi. Quyidagi 2-rasmda ikki polotnoli gilam to'qimasini tanda iplari yo'nalishi bo'yicha kesimi keltirilgan. Rasmda 1 zamin tanda iplari(2/2 reps o'rilishli), 2-to'shama tanda iplari, 3-tuk tanda iplari. Bu o'rilishda ikkala polotno o'rilishida ham uchtdan sistema iplari ishtirok etadi.



2-rasm. Ikki polotnoli gilam to'qimasini tanda iplari yo'nalishi bo'yicha kesimi

Murakkab naqshli og'ir to'qimalarni to'qishda boshqa to'qimalarni to'qishga nisbatan miqdor jihatidan katta zarb kuchi talab etiladi. Masalan: professor V.N Vasilchenko (122-129 bet. tablitsa-48) polotno o'rilishli oddiy Perkal art. 317, eni 118 sm. bo'lgan to'qimani ishlab chiqarish uchun batan mexanizmini 195 kg kuch kerak bo'lishi aniqlangan.

Zarb kuchi zamin tanda, tuk tanda, to'shshama tanda va arqoq iplarining chiziqliy zichligiga to'g'ri proporsional bo'lib, ularning yo'g'onligini oshishi, zarb kuchini va to'qimaning qirg'og'ini zarbdan siljish masofasini hamda tanda iplarining tarangligini oshishiga olib keladi.

Bir polotnoli taqir gilamlarda arqoq ipini to'qima qirg'og'iga joylashtirganda batan mexanizmini zarb kuchini aniqlashda oddiy an'anaviy usullarda aniqlash mumkin. Bunda (1) da keltirilganidek, zarb kuchi tanda ipi 1 sistema tanda ipini tarangligidan 1 polotnodagi to'qimani tarangligini ayirmasiga tengdir.

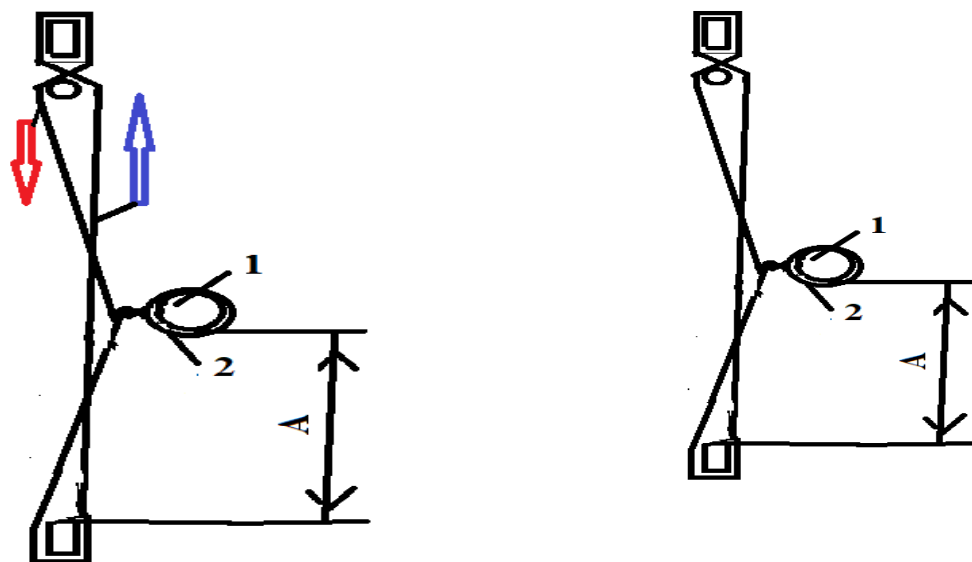
Zarb kuchi R - ni aniqlash formulasi bir polotnoli to'qimalarni bitta ipi uchun

$$R = F_t \cdot K_{to'q} \cdot sN(g), \text{ (Vasilchenko 123 b).}$$

bunda F_t – to'qima qirg'og'iga arqoq ipiga zarb berish paytida, bitta tanda ipining tarangligi- sN , $K_{to'q}$ – to'qima tarangligini va zarb berish burchagini hisobga oluvchi koeffitsiyent (Chiziqliy zichligi yuqori bo'lgan to'qimalar uchun 0,95 ga teng V.P.Poletayev Lab. Praktikum 211Tabl. 30).

Zamin tanda iplarini dastgohga taxtlashda zamin tanda iplari dastgohni yuqorigi gorizontal romiga bog'lanadi. So'ngra, zamin tanda iplarini toq va juftga ajratish maqsadida, yuqori romdan $A=30$ sm masofa tashlab vertikal joylashgan dastgoh romiga ajratuvchi nax (3-rasm) tarang qilib bog'lanadi. Bunda yuqori qatlam tanda iplari naxning ostida, pastki qatlam tanda iplari naxning ustki qismida joylashadi. So'ngra zamin tanda iplarini o'rtacha meyoriy taranglikda pastki va yuqorigi romga naxni ostki va ustki qismidan navbat bilan tortib tekstolit g'altagidagi iplardan bo'shatilib, taxtlanadi. Taxtlanadigan iplar soni texnik chizmada 413 ta ip (dastgohni bir tomonidagi iplar soni) taxtlanishi keltiriladi. Shuningdek, texnik chizmada gilamchani to'liq bitishi uchun 599 qator arqoq bilan gilamni bitishi ham keltiriladi.

Natijalar tahlili. Gorizontal valik yoki trubaga nax o'rnatish tartibiga ko'ra dastgohni pastki romidan $A=35$ sm masofa qoldirilib, metal trubaga skoch o'ralib, so'ngra silliq holda o'rnatiladi(3-rasm). Trubani old qismiga ajratuvchi nax tortib bog'lanadi.



3-rasm. Dastgohga metal trubani o'rnatilishi va naxdan o'tkazilgan zamin tanda iplarini trubaga toqavay holatda bog'lash chizmasi (dastgohni old tomonidagi holatda trubaga iplarni homuza hosil qilish uchun toqavay qilib bog'lanishish). a)- iplarning joylashish holati, b)- taxtlangani.

Ipak gilamini to'qish jarayoni quyidagi tartibda amalga oshiriladi:

1) texnik chizmadagi gorizontal yo'nalishdagi bir qatorga 3 ta ip tashlanadi. Bulardan 1 qator tuk arqoq, 1 qator yo'g'on zamin arqoq, 1 qator ingichka arqoq homuzaga tashlanadi.

2) So'ngra 7 qator paxta iplari polotno o'rilishida homuzaga tashlanadi. Bu iplar yuqori taranglikda pastdagi gorizontol romdagi boltga tortib bog'lab qo'yiladi.

3) Keyin bir qator ingichka arqoq xomuzaga tashlanadi va uni kichik halqachalar hosil qilib zichlanadi.

4) So'ngra bir qator yo'g'on ip tashlab zichlanadi.

5) Keyingi qatordan yana yo'g'on ip bilan o'rilish hosil qilinishi davom ettiriladi.

6) Shu tarzda 15 qator ingichka va yo'g'on iplar ketma ket tashlanadi. Bunda ingichka va yo'g'on bir qator hisoblanadi. 15 qatorni o'tqazishni boshlanishida milk iplari ham o'rilishi shakllantiriladi.

6) So'ngra texnik chizma asosida 10 qator bir xil rangdagi iplar tashlanadi (Bunda bir qator tuk, bir qator yo'g'on ip, bir qator ingichka ip bir qator hisoblanadi), texnik-chizma kartadagi keltirilgan naqsh dasturi asosida ma'lum naqshdagi ranglar asosida to'qish yana davom ettiriladi.

Umumiy tanda iplari uchun zarb kuchi

$$R_{um.} = R \cdot n_{um.} / 1000 \text{ kG.} \quad (2)$$

Gilam dastgohlari uchun qabul qilingan qiymatlar:

- Batan massasi:

$$m = 330 \text{ kg}$$

- Krivoship radiusi:

$$r = 0.05 \text{ m (50 mm)}$$

- Aylanish tezligi:

$$n = 180 \text{ rpm}$$

2. Burchak tezligini aniqlash

$$\omega = \frac{2\pi n}{60}$$
$$\omega = \frac{2\pi \cdot 180}{60} = 18.85 \text{ rad/s}$$

Maksimal tezlanish

$$a_{max} = r \cdot \omega^2$$
$$a_{max} = 0.05 \cdot (18.85)^2$$
$$a_{max} = 0.05 \cdot 355.3 = 17.76 \text{ m/s}^2$$

4. Zarb kuchi (asosiy natija)

$$F_{max} = m \cdot a_{max}$$
$$F_{max} = 330 \cdot 17.76 = 5860 \text{ N}$$

Kinetik energiya

Avval tezlik:

$$v_{max} = r \cdot \omega$$
$$v_{max} = 0.05 \cdot 18.85 = 0.94 \text{ m/s}$$

Energiya:

$$E = \frac{1}{2} m v^2$$
$$E = 0.5 \cdot 330 \cdot (0.94)^2$$
$$E = 165 \cdot 0.8836 = 145.8 \text{ J}$$

Batan zarb kuchi:

$$F = m \cdot r \cdot \omega^2$$

berilgan parametrlarda: Zarb kuchi $\approx 5.9 \text{ kN}$, Energiya $\approx 146 \text{ J}$

Bu kuchning fizik ma'nosi $5.9 \text{ kN} \approx 600 \text{ kg}$ yukka teng bosim, qalin gilam uchun yetarli yuqori zichlik hosil qiladi, arqoqni sifatli jipslashtiradi.

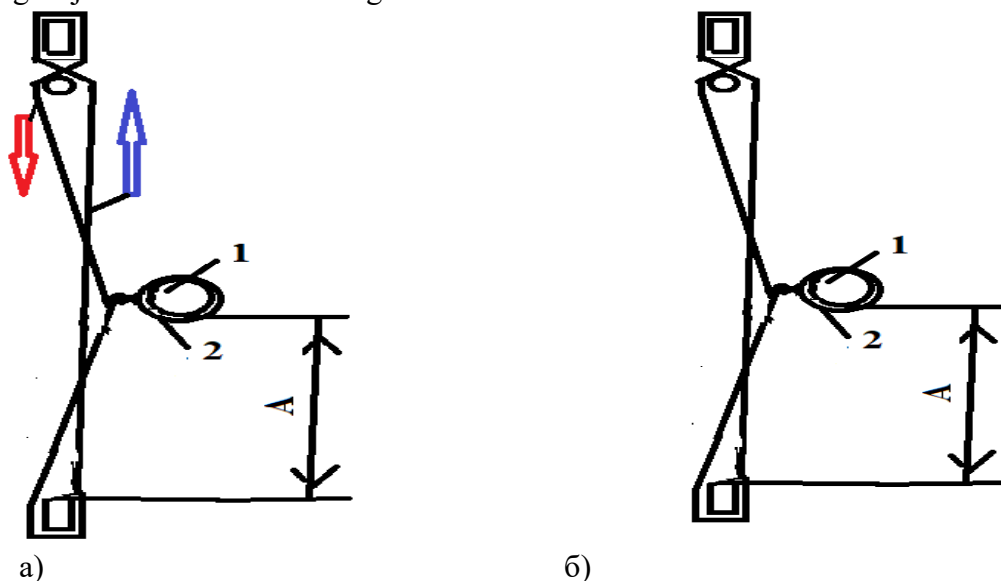
Arqoq zichligi batan zarb kuchi bilan quyidagicha bog'langan:

$$P = \frac{F}{b \cdot \mu \cdot T}$$

bu yerda: P — arqoq zichligi (picks/m), F — zarb kuchi (N), b — mato kengligi (m), μ — ishqalanish koeffitsiyenti, T — tanda ip tarangligi (N)

Zamin tanda iplarini dastgohga taxtlash. Zamin tanda iplari dastgohni yuqorigi gorizontal romiga bog'lanadi. So'ngra, zamin tanda iplarini toq va juftga ajratish maqsadida, yuqori romdan $A=30$ sm masofa tashlab vertikal joylashgan dastgoh romiga ajratuvchi nax (1-rasm) tarang qilib bog'lanadi. Bunda yuqori qatlam tanda iplari naxning ostida, pastki qatlam tanda iplari naxning ustki qismida joylashadi. So'ngra zamin tanda iplarini o'rtacha meyoriy taranglikda pastki va yuqorigi romga naxni ostki va ustki qismidan navbat bilan tortib **tekstolit** g'altagidagi iplardan bo'shatilib, taxtlanadi. Taxtlanadigan iplar soni texnik chizmada 413 ta ip(dastgohni bir tomonidagi iplar soni) taxtlanishi keltiriladi. Shuningdek, texnik chizmada gilamchani to'liq bitishi uchun 599 qator arqoq bilan gilamni bitishi ham keltiriladi.

Gorizontal valik yoki trubaga nax o'rnatish tartibi. Dastgohni pastki romidan $A=35$ sm masofa qoldirilib, metal trubaga skoch o'ralib, so'ngra silliq holda o'rnatiladi(2-rasm). Trubani old qismiga ajratuvchi nax tortib bog'lanadi.



2-rasm. Dastgohga metal trubani o'rnatilishi va naxdan o'tkazilgan zamin tanda iplarini trubaga toqavay holatda bog'lash chizmasi (dastgohni old tomonidagi holatda trubaga iplarni homuza hosil qilish uchun toqavay qilib bog'lanishish). a)- iplarning joylashish holati, b)- taxtlangani.

Ipak gilamini to'qish jarayoni quyidagi tartibda amalga oshiriladi:

1) texnik chizmadagi gorizontal yo'nalishdagi bir qatorga 3 ta ip tashlanadi. Bulardan 1 qator tuk arqoq, 1 qator yo'g'on zamin arqoq, 1 qator ingichka arqoq homuzaga tashlanadi.

2) So'ngra 7 qator paxta iplari polotno o'rilishida homuzaga tashlanadi. Bu iplar yuqori taranglikda pastdagi gorizontal romdagi boltga tortib bog'lab qo'yiladi.

3) Keyin bir qator ingichka arqoq xomuzaga tashlanadi va uni kichik halqachalar hosil qilib zichlanadi.

4) So'ngra bir qator yo'g'on ip tashlab zichlanadi.

5) Keyingi qatordan yana yo'g'on ip bilan o'rilish hosil qilinishi davom ettiriladi.

6) Shu tarzda 15 qator ingichka va yo'g'on iplar ketma ket tashlanadi. Bunda ingichka va yo'g'on bir qator hisoblanadi. 15 qatorni o'tqazishni boshlanishida milk iplari ham o'rilishi shakllantiriladi.

7) Soʻngra texnik chizma asosida 10 qator bir xil rangdagi iplar tashlanadi (Bunda bir qator tuk, bir qator yoʻgʻon ip, bir qator ingichka ip bir qator hisoblanadi), texnik-chizma kartadagi keltirilgan naqsh dasturi asosida maʼlum naqshdagi ranglar asosida toʻqish yana davom ettiriladi.

Gilam uchun qiymatlar:

$F = 5900 \text{ N}$ $b = 4 \text{ m}$ $\mu = 0.35(\text{jun/sintetik})$ $T = 250 \text{ N}(\text{umumiy tinda zonasi bo'yicha})$	1.5 sm da:– 2 ta arqoq ip 10 sm da: 15 sm da: – 20 ta ip	1 metrda: 150 – 200 tugun
Mashina parametrlari batan massasi: 330 kg zarb kuchi: $\approx 5.5 - 6 \text{ kN}$	Ip parametrlari tanda tarangligi: 200 – 300 N arqoq ip: 800–1500 tex material: PP / wool / blend	Toʻqima parametrlari picks/cm: 1.5 – 2.0 pile height: 8 – 12 mm reed count: 25 – 35 dents/10 sm

Gilam yuza massasi:

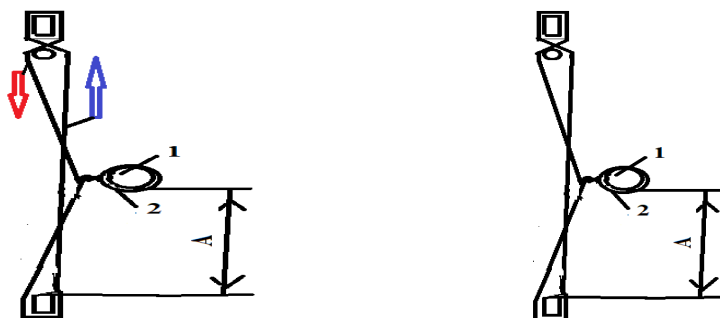
$$G = G_{warp} + G_{weft} + G_{pile}$$

bu yerda: G — umumiy massa (g/m^2), warp-tanda ip, weft-arqoq ip , pile-tuk qismi (eng asosiy)

Tanda (warp) zichlik: 30 ends/cm ip: 1000 den $\approx 111 \text{ tex}$	Arqoq (weft) zichlik: 1.8 picks/cm ip: 1200 tex	Tuk (pile) balandlik: 10 mm material: PP / wool sarf: 900 g/m^2 (tipik)
---	---	--

Zamin tanda iplarini dastgohga taxtlash. Zamin tanda iplari dastgohni yuqorigi gorizontol romiga bogʻlanadi. Soʻngra, zamin tanda iplarini toq va juftga ajratish maqsadida, yuqori romdan $A=30 \text{ sm}$ masofa tashlab vertikal joylashgan dastgoh romiga ajratuvchi nax (1-rasm) tarang qilib bogʻlanadi. Bunda yuqori qatlam tanda iplari naxning ostida, pastki qatlam tanda iplari naxning ustki qismida joylashadi. Soʻngra zamin tanda iplarini oʻrtacha meyoriy taranglikda pastki va yuqorigi romga naxni ostki va ustki qismidan navbat bilan tortib **tekstolit** gʻaltagidagi iplardan boʻshatilib, taxtlanadi. Taxtlanadigan iplar soni texnik chizmada 413 ta ip(dastgohni bir tomonidagi iplar soni) taxtlanishi keltiriladi. Shuningdek, texnik chizmada gilamchani toʻliq bitishi uchun 599 qator arqoq bilan gilamni bitishi ham keltiriladi.

Gorizontol valik yoki trubaga nax oʻrnatish tartibi. Dastgohni pastki romidan $A=35 \text{ sm}$ masofa qoldirilib, metal trubaga skoch oʻralib, soʻngra silliq holda oʻrnatiladi(2-rasm). Trubani old qismiga ajratuvchi nax tortib bogʻlanadi.



3-rasm. Dastgohga metal trubani oʻrnatilishi va naxdan oʻtkazilgan zamin tanda iplarini trubaga toqavay holatda bogʻlash chizmasi (dastgohni old tomonidagi holatda trubaga iplarni

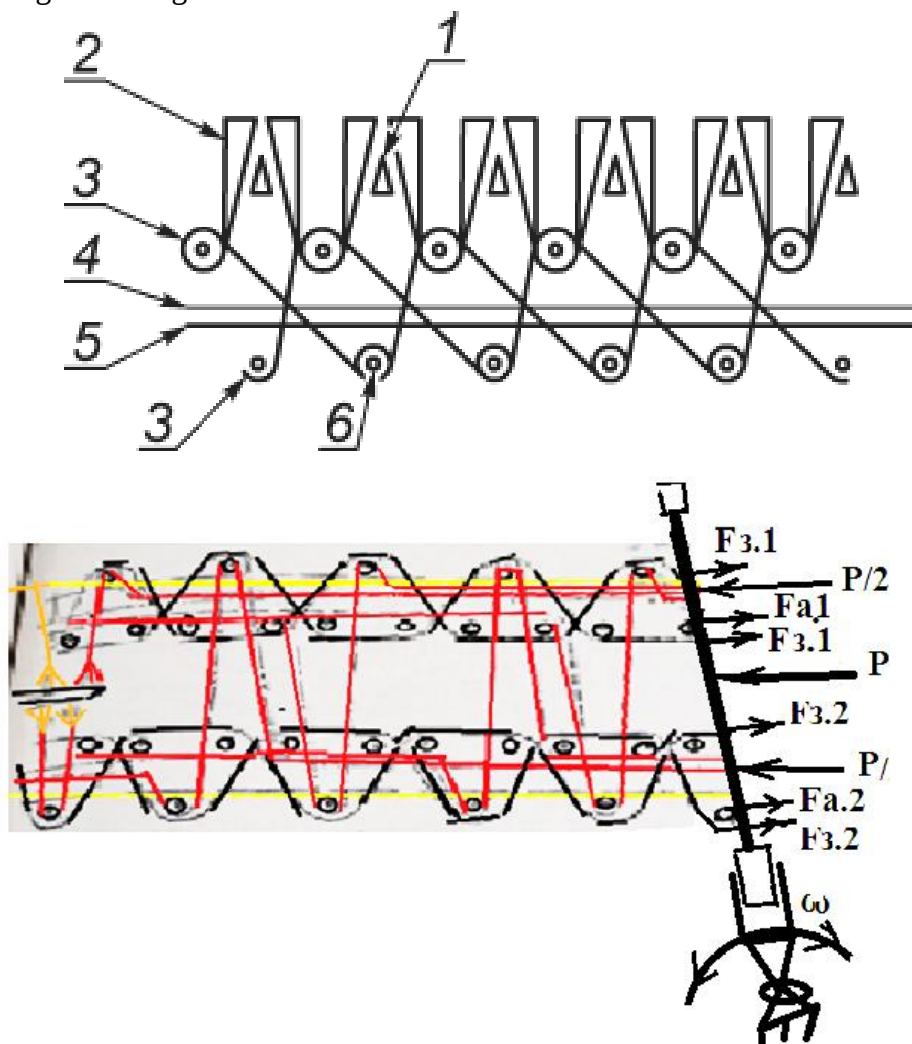
homuza hosil qilish uchun toqavay qilib bog‘lanishish). a)- iplarning joylashish holati, b)- taxtlangani.

Quyidagi 4-rasmda ikki polotnoli murakkab o‘rilishli gilam to‘qimasi qirg‘og‘iga batan mexanizmini tig‘ini arqoq ipini jipslashda o‘zaro ta’sir etuvchi kuchlar keltirilgan. Bunda tig‘ning zarb berish kuchi R birdaniga ma’lum burchak ostida gilamning ikki polotnosiga zarb beradi. Zarb kuchi ikkiga taqsimlanadi yani:

$$R = R/2 + R/2 \text{ kg.}$$

Bunda $R/2$ bitta polotnoga sarf bo‘ladigan zarb kuchi.

Yuqorigi polotnoga beriladigan zarb kuchini R_1 , pastkisini R_2 deb belgilasak unda yuqorigi polotnoga beriladigan zarb kuchi



4-rasm. Ikki polotnoli murakkab o‘rilishli gilam to‘qimasi qirg‘og‘iga batan mexanizmini tig‘ini arqoq ipini jipslashda o‘zaro ta’sir etuvchi kuchlar

Batan mexanizmi tig‘i orqoq ipini jipslash paytidagi zarb kuchini aniqlash gilam to‘qish texnologiyasida muhim ahamiyatga ega bo‘lib, bir qator ilmiy va amaliy afzalliklarni ta’minlaydi.

Birinchidan, zarb kuchini ilmiy asosda aniq belgilash orqali to‘qimaning zichligi va tukning bir xilligi samarali nazorat qilinadi. Masalan, 330 kg massali batan va 180 rpm aylanish tezligida olingan 5,9 kN zarb kuchi orqoq ipining har bir tukini maqsadga muvofiq jipslashtirish uchun yetarli bo‘lib, natijada picks/cm miqdori optimal - 1,5–2 picks/cm- va gilam yuza massasi $\approx 1450 \text{ g/m}^2$ ga yetib, tuk bir xil quyilishi ta’minlanadi. Bu ko‘rsatkichlar gilamning standartlarga muvofiq sifatini va barqaror to‘qilishini kafolatlaydi.

Ikkinchidan, zarb kuchini aniqlash orqali mashina komponentlari va mexanik qismlarga tushadigan yuklar tahlil qilinishi mumkin. Bu esa uzoq muddatli ishonchlilikni va profilaktik texnik xizmat ko'rsatishni optimallashtirish imkonini beradi. Masalan, batan zarbi 5,9 kN bo'lgan holda mexanizm ramalari va krivoshiplar uchun maksimal inersiya kuchlari hisoblab chiqilishi mumkin, bu esa qismlar uzluksiz va samarali ishlashini ta'minlaydi.

Uchinchidan, zarb kuchini aniqlash energiya samaradorligi va texnologik optimizatsiyani ta'minlaydi. Ortiqcha yoki yetarli kuchsiz zarb tukning noto'g'ri jipslashishiga, gilamda bo'shliqlar paydo bo'lishiga yoki ip uzilishiga olib kelishi mumkin. Misol uchun, aylanish tezligi 20%ga oshganda zarb kuchi kvadratik ravishda ortishi va yuqori zichlikli gilamlarda tukning maqsadga muvofiq jipslashtirilishini ta'minlashi kuzatiladi, ammo yengil gilamlar uchun zarb kuchining ortishi tuk uzilishi xavfini ham oshiradi.

Xulosa. Zarb kuchini ilmiy asosda aniqlash orqali picks/cm va gilam yuza massasi kabi asosiy texnologik parametrlar ham avtomatik ravishda optimallashtiriladi. Bu sanoat gilamlarining sifat standartlari - yuqori zichlik, bir xil tuk va tegishli yuza massani ta'minlaydi.

Xulosa qilib aytganda, batan mexanizmi zarb kuchini aniqlash:

1. To'qimaning zichligi va tuk bir xilligini ta'minlaydi, picks/cm va yuza massasi nazoratini osonlashtiradi.
2. Mexanizm va qismlarga tushadigan yuklarni ilmiy baholash imkonini beradi, bu uzoq muddatli ishonchlilikni kafolatlaydi.
3. Energiya samaradorligini va texnologik rejimni optimizatsiya qiladi, ortiqcha yoki yetarli kuchni oldindan aniqlaydi.
4. Sanoat standartlariga muvofiq gilam sifatini ta'minlaydi, bu yuqori zichlik, muvofiq picks/cm va yuza massasi orqali amalga oshiriladi.

Shu tariqa, batan zarb kuchini ilmiy va aniq belgilash sanoat gilam ishlab chiqarish jarayonida texnologik nazorat, sifat kafolati va uzoq muddatli ishonchlilikni ta'minlaydi hamda injenerlik asosda samarali gilam ishlab chiqarishning fundamental sharti hisoblanadi.

Reference:

1. Pulatov X. O'zbekiston xalq san'ati (Narodnoye isskustvo Uzbekistana). Toshkent. G'ofur G'ulom nomidagi. –T.: “Adabiyot va san'at”, 1987. “Tumor” naqshli Xon-atlas. 87 bet.
2. N.B.Yusupova «Gilam ishlab chiqarish texnologiyasi va badiiy bezash» Darslik-T.: «Fan ziyosi», 2023 yil, 530 bet.
3. P.S. Siddiqov, N.B.Yusupova, D.G.Aliyeva, N.R.Sodiqova, V.J.Murodov, D.T.Nazarova «To'qimachilik mahsulotlari texnologiyasi va jihozlari». T.: «FAN ZIYOSI», 2022. 295 b.
4. Yusupova N.B., Xamraeva S.A. [The Importance of the extension tool in reducing the inequality of yarn](#) //The American of Journal Engineering and Technology, 2020, 5.32, 39-44.
5. Siddikov P.S. Osnovi sozdaniy texnologii i optimizatsiya protsessov pri izgotovlenii natsionalnix avrovix tkaney–T.:”Fan va texnologiyalar”, 2017, -S. 157-170.
6. Torebayev B.P., Siddiqov P.S., Xonazarova K.O., Saidmuratova S.S., Turibekov O.S., Saksen. Klassicheskiy tekstilniy risunok – poloska i eye aktualnost v sovremennoy mode. Ivanova. Izv VUZov. Teknologiya tekstilnoy promishlennosti. №5, 2020. – S. 142-148.
7. E. Olimboev, Sh.R. Davirov «O'zbekiston to'qimachilik sanoati mahsulotlari va ularni ishlab chiqarish texnologiyasi», Toshkent, 2002.
8. Siddiqov P. O'zbek matosining jilosi. “SANO STANLART MChJ”. №10, 2012. -B.-18-19.
9. Siddiqov P.S., Artikova D.I. Milliy matolar va ularni turlarini kengaytirish. To'qimachilik muammolari. “№3, 2017.- B. – 54 - 59.
10. B.Buzov «Laboratorniy praktikum po matoovedeniye shveytnogo proizvodstva».M 1991 g.
11. B.A.Buzov i dr. « Matoovedeniye shveytnogo proizvodstva. M.1996
12. Nodir B. O'zbekiston zamonaviy modasi // O'zbekiston san'ati: uslub, an'ana va davomiylik. Ilmiy –talabalar anjumani matolari. – Toshkent: “SAN`AT”, 2014.

13. Umarova M. O; Siddikov P. S., Yusupova N.B., Komilov A. K.uli. Structure of national avry hair tissue and specificity of its production // Academicia a n international multidisciplinary researchjournal (double blind refereed & peer reviewed journal). Issn: 2249-7137 vol. 11, issue 2, february 2021 impact factor: sjif 2021 = 7.492. R.
14. Siddiqov P.S., N.B.Yusupova. National avrova fabrics and peculiar production technologies // Proceedings of the uzbek-japan symposium on ecotechnologies Innovation for sustainability-harmonizing science, technology and economic development with human and natural environment 2016, t.126
15. K.Y. Razumeyev, N.B.Yusupova, D.T.Nazarova, S.SH.Tashpulatov, J.YE.Danadilov, Z.B. Ongarbayeva. Uluchsheniya kachestva kostyumnix xlopchatobumajnix tkaney v zavisimosti ot eyo opornoy poverxnosti // Izvestiya vuzov. Texnologiya tekstilnoy promishlennosti. Ivanovo, 2019, № 5 (383). –S.85-88.

UDK 677.024.017.2/.4.001.36

**KO'P QATLAMLI JAKKARD TO'QIMA MAHSULOTLARI UCHUN NAQSHLARINI
YARATISH TIZIMINING DASTURIY TA'MINOTI**

N.T.Xo'ayeva, U.R.Uzoqova, N.B.Yusupova
Tashkent Textile and Light Industry Institute

Annotatsiya. Ushbu maqolada to'qima sanoatida o'rilish tuzilmalarini kodlashtirish masalasi nazariy va amaliy jihatdan tahlil qilingan. To'qima o'rilishlarini kodlashtirish, avvalo, tuzilmaning geometrik va texnologik parametrlarini formallashtirish, kompyuterlashtirilgan dizayn samaradorligini oshirish hamda avtomatlashtirilgan to'quv jarayonlarini takomillashtirishni maqsad qiladi. Maqolada klassik kodlashtirish tizimlari, matritsali kodlash usullari, simvologik modellash va algoritmik yondashuvlarning afzalliklari o'zaro taqqoslangan. Maqolada ko'p qatlamli to'qima mahsulotlarini zamonaviy Jakkard rusumli dastgohlarda ishlab chiqarish uchun geometrik va texnologik parametrlarni avtomatik loyihalashga mo'ljallangan algoritm ishlab chiqildi. Naqshni modellash to'qimachilikning yo'naltirilgan avtomatik loyihalash usullari asosida amalga oshirilib, mato zichligi va zichlik koefitsientlari aniqlanadi. Ushbu parametrlar tanda va arqoq iplar zichligi hamda tanlangan xomashyo turi uchun optimal to'quv naqshini belgilashda qo'llanadi. Ishlab chiqarilgan matomiz Yakob Myuller dastgohida MuCad algoritm programmasi yordamida loyihalandi. Jacquard, Dobby, Multi-layer loom dastgohlari uchun texnologik kartalar tayyorlaydi; ArahWeave, TexGen, EAT Design, NedGraphics kabi yirik CAD tizimlari bilan to'liq uyg'unlikda ishlaydi.

Kalit so'zlar: ko'p qatlam, Jakkard dastgoh, avtomatik loyihalash, algoritm, programma.

Аннотация. В данной статье рассмотрены теоретические и практические аспекты кодирования структур переплетений в текстильной промышленности. Кодирование ткацких переплетений направлено прежде всего на формализацию геометрических и технологических параметров структуры, повышение эффективности компьютеризированного проектирования, а также совершенствование автоматизированных процессов ткачества. В статье проведено сравнительное исследование классических систем кодирования, матричных методов кодирования, символического моделирования и алгоритмических подходов с оценкой их преимуществ и особенностей применения. В работе разработан алгоритм, предназначенный для автоматизированного проектирования геометрических и технологических параметров многослойных текстильных изделий, производимых на современных жаккардовых станках. Моделирование рисунка осуществляется на основе методов направленного

автоматизированного проектирования текстильных структур, при этом определяются значения плотности ткани и коэффициентов плотности. Указанные параметры используются для выбора оптимального переплетения с учетом плотности основных и уточных нитей, а также типа используемого сырья. Разработанный образец ткани был спроектирован на станке Якоб Муллер с использованием алгоритмической программы MuCad. Система позволяет формировать технологические карты для станков Jacquard, Dobby и Multi-layer loom и полностью интегрируется с крупными CAD-системами, такими как ArahWeave, TexGen, EAT Design и NedGraphics.

Ключевые слова: многослойный, жаккардовый ткацкий станок, автоматическое проектирование, алгоритм, программа.

Annotation. This article examines the theoretical and practical aspects of coding weave structures in the textile industry. The coding of woven structures is primarily aimed at formalizing the geometric and technological parameters of the structure, improving the efficiency of computer-aided design, and enhancing automated weaving processes. The study presents a comparative analysis of classical coding systems, matrix-based coding methods, symbolic modeling, and algorithmic approaches, evaluating their advantages and application features.

An algorithm intended for the automated design of geometric and technological parameters of multilayer textile products manufactured on modern Jacquard looms was developed in this work. Pattern modeling is carried out using methods of directed computer-aided design of textile structures, where fabric density values and density coefficients are determined. These parameters are applied to select the optimal weave structure considering warp and weft yarn densities as well as the type of raw materials used. The developed fabric sample was designed on a Yakob Myuller loom using the MuCad algorithmic software. The system enables the preparation of technological cards for Jacquard, Dobby, and multi-layer loom equipment and is fully integrated with major CAD systems such as ArahWeave, TexGen, EAT Design, and NedGraphics.

Keywords: Multilayer, jacquard weaving machine, automatic design, algorithm, program.

Kirish. Respublikamizda mavjud imkoniyatlardan foydalanib, sifatli to'qima ishlab chiqarish hajmini kengaytirish, jahonda O'zbekiston yorlig'i ostida raqobatbardosh mahsulotlar bilan savdo qilishga erishish echimini kutayotgan asosiy muammolardan. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 01.05.2024 yil PF-71-sonli "To'qimachilik va tikuv-trikotaj sanoatini rivojlantirishni yangi bosqichga olib chiqish chora-tadbirlari to'g'risida"gi Farmonida, 2022-2026 yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasida belgilanganidek, "... to'qimachilik mahsulotlarini ishlab chiqarish hajmini 2 baravarga ko'paytirish..." bo'yicha muhim vazifalar belgilangan. To'qima, trikotaj ishlab chiqarish hajmini oshirish 2027 yil yakunigacha bosqichma-bosqich 100 % ga olib chiqilishi ko'zda tutilgan. To'qima mahsulotlarini ishlab chiqarish hajmini oshirish, ishlab chiqarish turlarini kengaytirish, ilg'or texnologiyalarni joriy etish, yangi turdagi to'qimachlik mahsulotlarini ishlab chiqarish dolzarb hisoblanadi. To'qimachilik o'rilishlarini kodlashtirish sistemasining asosiy prinsiplari va ularni tuzishning klassifikatsiyasi to'qimachilik sanoatida to'quv o'rilishlari kodlashtirishda katta ahamiyatga egadir.

Dizayn obyektni kompyuterda loyihalash obyektning geometrik modelini, vizual grafik tasvir -ikki yoki uch o'lchamli tasvir shaklida modellashtirishga asoslangan. Kompyuter grafikasi yordamida loyihalash (ALT) tizimlari har qanday zamonaviy dizayner kasbiy faoliyati uchun eng muhim va zarur tarkibiy komponent hisoblanadi. Kompyuterda modellashtirish dasturlari dizayner tasavvurini yangi g'oyalarni faol ravishda modellashtirishga, dizaynning osongina tahrirlash imkoniyatlari mavjud.

Dizaynerlar maxsus dasturiy ta'minotdan foydalanib, loyihani tez va aniq tayyorlashlari, yuqori aniqlikda o'rilish natijalarini olish, ma'lumotlarni qayta ishlash, erishilgan natijalar asosida yangi assortimentlarni yaratish, eskilarini isloh qilishga erishishlari mumkin.

Albatta, ushbu ishlar zahirida yurtimiz iqtisodiyotini ichki va tashqi bozorda mahalliy xomashyolardan foydalanib, dunyo bozoriga “o‘zbek brendi” ostida chiqish muhim ahamiyat kasb etadi[1-2].

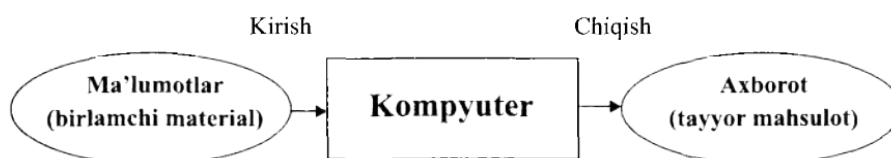
Nazariy tadqiqotlar. Loyihalashni avtomatlashtirish loyihani ishlab chiqish jarayonini bajarishning va loyihalovchining EHM bilan chambarchas muloqotida amalga oshadi. Loyihalash jarayonlarini avtomatlashtirish funksiyalarni samarali taqsimlash metodlarini asosli tanlashi lozim.

Yangi to‘qimalarni yaratish murakkab va ko‘p mehnat talab qiladigan jarayon bo‘lib, xomashyoni tanlash va to‘qima dizaynini ishlab chiqishdan tortib, ko‘plab bosqichlardan iborat. Barchasi konstruktorlar va muhandis-texnologlardan to‘quv naqshlarining tuzilishi va turlari bo‘yicha matolarning tuzilishi bo‘yicha professional bilimlarni, turli xil xomashyolardan foydalanishda ularning ifodasini va assortimentni rivojlantirishning zamonaviy yo‘nalishlarini talab qiladi [3].

Mahalliy va xorijiy olimlar tomonidan ishlab chiqilgan to‘qimalarni fizik-mexanik, texnologik va gigiyenik xususiyatlarining berilgan parametrlari (yuza zichligi, uzilish kuchi qiymati, to‘qima qalinligi, havo o‘tkazuvchanligi, yirtilish kuchiga chidamliligi, g‘ovakligi, hajmiy to‘ldirilishi va boshqalar) bo‘yicha nazariy loyihalash usullari asosida to‘qima tuzilishining va xususiyatlarining o‘zaro bog‘liqligi parametrlarini tanlashni hisobga oladi, ya‘ni ularning tuzilish xususiyatlaridan aniqlaydigan matematik bog‘liqliklar.

Matolarni loyihalashning muhim bosqichi matolarning geometrik modellarini ishlab chiqishdir. Loyihalashtirilayotgan mato parametrlarini va natijada tayyor mahsulotning yakuniy xususiyatlarini aniqroq aniqlash lozim.

Avtomatlashtirish mehnat unumdorligini oshirish, mahsulot sifatini yaxshilash, boshqaruv jarayonlarini optimallashtirish imkonini beradi va tizimli yondashuvni talab qiladi. tizimli yondashuvda asosan quyidagi sxema orqali amalga oshiriladi:



1-rasm. Kompyuter ma'lumotlarini axborotga o'zgartirish

To‘quv naqshlarini yaratish usullarining tasnifi desinatorlik tizimining tuzilishi, ishlash printsiplarini belgilaydi va yaratish usullari uch guruhga bo‘lingan. 1) bitta ip yoki iplar guruhidan tashkil topgan boshlang‘ich elementlardan qurish. 2) naqshning takroriy qismlarining boshlang‘ich elementlaridan qurish. 3) naqsh bo‘yicha joylashgan takroriy qismlarni yaratish maxsus usullar kiradi. Tajribaviy izlanishlar yuqoridagi avtomatlashtirish tizimlari orqali olib boriladi

Tajribaviy izlanishlar. Dasturlarning turli xillari mavjud bo‘lib, ularning har biri ma‘lum bir ishni bajarishga mo‘ljallangan, hamda dasturiy ta‘minotga muhtoj bo‘ladi. [4-5]. Mato mahsulotlarini kompyuter yordamida loyihalashga mo‘ljallangan MUCAD (Multi-layer Computer-Aided Design) dasturining texnologik va hisoblash jihatdan kompyuter texnologiyalari dizayner ijodida muhim o‘rin egallab, dizayn loyihaning muvaffaqiyatiga hissa qo‘shadi.

To‘quv o‘rilishlarining nazariy asoslariga matoning fizik va strukturaviy xususiyatlarini belgilab beruvchi asosiy omillardan –uning o‘rilishidir, iplarning ma‘lum geometrik tartibda o‘zaro kesishish qonuniyatlari asosida shakllanidir.

O‘rilishning nazariy modelini tuzishda quyidagi tamoyillar qo‘llaniladi:

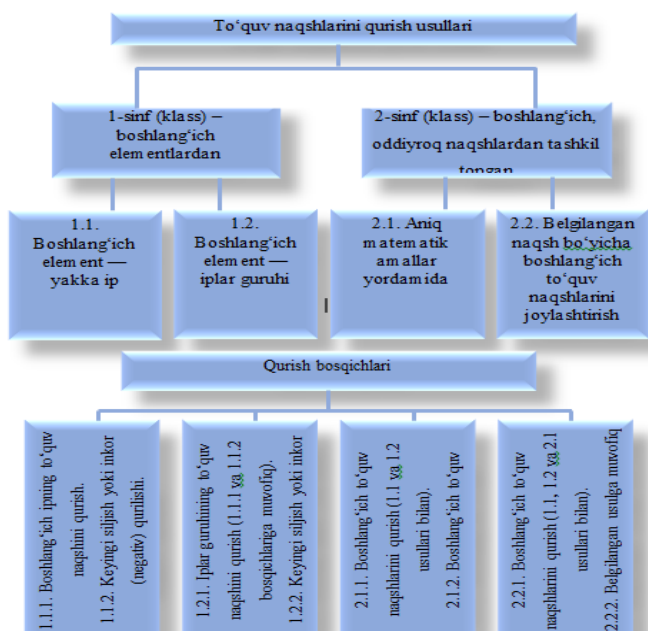
1. **Tanda (warp) iplari** – matoning uzunlasi bo‘ylab joylashgan iplar tizimi.
2. **Arqoq (weft) iplari** – matoning eni bo‘yicha o‘tadigan iplar tizimi.
3. **Interlasatsiya nuqtasi** – tanda ipi arqoq ipining ustida yoki ostida joylashgan holat.
4. **Kontakt geometriyasi** – mexanik kuchlarni taqsimlovchi asosiy element.
5. **O‘rilish rapporti** – to‘qimaning minimal takrorlanuvchi struktura birligi.

Maqolada MUCAD dasturida 2 qatlamli to‘qimalarni to‘liq avtomatik tuzish imkonini beradigan algoritmnining matematik asoslari bayon etiladi. Yaratilgan algoritm MUCAD dasturiga xomashyo turlari va o‘rilishlar kiritildi. Bu dasturdagi eng asosiy xususiyat matoning yuzasi va inson tanasiga tegib turadigan tomoni tabiiy ipakdan bo‘lishi, o‘rtasiga bog‘lovchi sistema polyester ipi bo‘lishidir. To‘qish jarayoni diskret 0–1 matritsa orqali modellanadi. Matritsada 1–arqoq ipning tanda ipdan ustun ketishini, 0–esa past ketishini ifodalaydi.

Kodli tavsiflarni desinator interpretatori yordamida naqsh chizmasiga o‘tkazish mumkin. Bu dasturiy paket hisoblanib, naqsh yaratish algoritmlarini amalga oshiradi [6]. Kirish ma’lumotlari fayllari odatda magnit yoki perforatsiyalangan lenta yordamida saqlanib, kompyuter operatori tomonidan diskka yoziladi. Kichik hajmdagi kodli tavsif fayllarini texnolog-dessinatori klaviatura yordamida osongina yaratishi mumkin. Bu uchun operator ko‘rsatmasi bo‘yicha bir nechta kodli tavsiflarni ketma-ket faylga birlashtirish va matn yaratish, tahrirlash ishlari amalga oshiriladi. Yaratilgan matnli kodga tavsif fayliga ixtiyoriy nom berilib, diskka yoziladi. To‘quv naqshlarini yaratish to‘qimachilik texnologiyasining xususiyatlari bilan bog‘liq bo‘lib, yangi usullar yaratish emas, balki ularning o‘zaro aloqalarini o‘zgartirish orqali ishlab chiqiladi. SAPR yordamida loyihalash imkon qadar qisqa vaqt ichida, kam xomashyo va mehnat sarfi bilan amalga oshirilib, natijada yuqori sifatli, iloji boricha arzon mahsulot olinadi [7-8].

Dessinator loyihalashni amalga oshirayotganida quyidagi vazifalarni bajaradi:

- turli xomashyolar orasidan mato fakturasini va tashqi ko‘rinishini belgilovchi tanda va arqoq iplarning chiziqli zichligi va xomashyo turini;
- loyihalananayotgan matodan talab qilinadigan matoning ma’lum ekspluatatsion xususiyatlar majmuasiga ega bo‘lishi lozimligi va bu xususiyatlarning ahamiyati desinator tomonidan belgilanadi;
- matoning texnologik ko‘rsatkichlari, ekspluatatsion xususiyatlari va tashqi ko‘rinishiga ta’sir qiluvchi to‘quv naqshini tanlaydi



2-rasm. Matoni loyihalashda SAPR tizimining strukturaviy-funksional sxemasi

Avtomatlashtirilgan loyihalash to'quv naqshining kodli tavsifini yaratishni nazarda tutadi, undan SAPR tizimi yordamida takroriy qism (rapport) quriladi, naqshning raqamli xususiyatlari hisoblanadi va texnologik hujjatlar tayyorlanadi.

2-rasmda mato SAPR tizimining strukturaviy-funksional sxemasi keltirilgan. Tizim naqshlar, axborot va hisoblash subsistemalaridan iborat bo'lib, ular loyihalashning dialog rejimiga mo'ljallangan. Subsistemalar o'rtasida ma'lumot almashinuvi umumiy loyihalash ma'lumotlar maydoni orqali amalga oshiriladi.

Hisoblash subsistemi deссinator tomonidan belgilangan koordinatalar bo'yicha mato tuzilish parametrlariga mos keluvchi loyihalash mumkin bo'lgan sohani hisoblashga mo'ljallangan. Loyihalash sohasi deссinator tomonidan topshiriqda ko'rsatilgan xususiyatlar majmuasiga asosanib quriladi, bu yerda deссinator optimal tuzilish parametrlarini beruvchi ma'lum bir nuqtani tanlaydi. Keyin matoning tuzilishi va xususiyatlari, mato kesimi parametrlarini hisoblash va loyihalash natijalarini chop etish amalga oshiriladi [9].

SAPR tizimining strukturaviy-funksional sxemasi kiritilgandan so'ng deссinator quyidagilarni bajaradi:

- to'quv naqshini loyihalaydi, ya'ni naqshning kodli tavsifi tuziladi va naqsh yaratish subsistemi yordamida quriladi;
- raqamli xususiyatlarni hisoblaydi (tanda va arqoq iplarning o'rtacha qisqarishi, mato zichligi);
- ko'rilayotgan naqsh parametrlari qoniqarli bo'lmasa yangi naqsh yaratadi;
- qoniqarli naqshni olish uchun hisoblash subsistemi o'tadi;
- har bir xususiyatning qiymatini tekshirish uchun diskret nuqtalarda hisoblash orqali ruxsat etilgan sohani quradi;
- ruxsat etilgan sohada tanda va arqoq zichligi aniq bo'lgan nuqtada matoni hisoblaydi, bu esa matoning texnologikligi, iqtisodiy samaradorligi, dastgoh sozlamalarining unifikatsiyasi va xomashyo sarfining minimallashtirilishini ta'minlaydi.

To'qimachilik loyihalashtirishni avtomatlashtirish jarayonida deссinatorning tajribasi asqotadi, ammo zamonaviy hisoblash texnikasi vositalari yordamida loyiha natijalarini ko'rish va baholash imkoniyatlari yaratiladi.

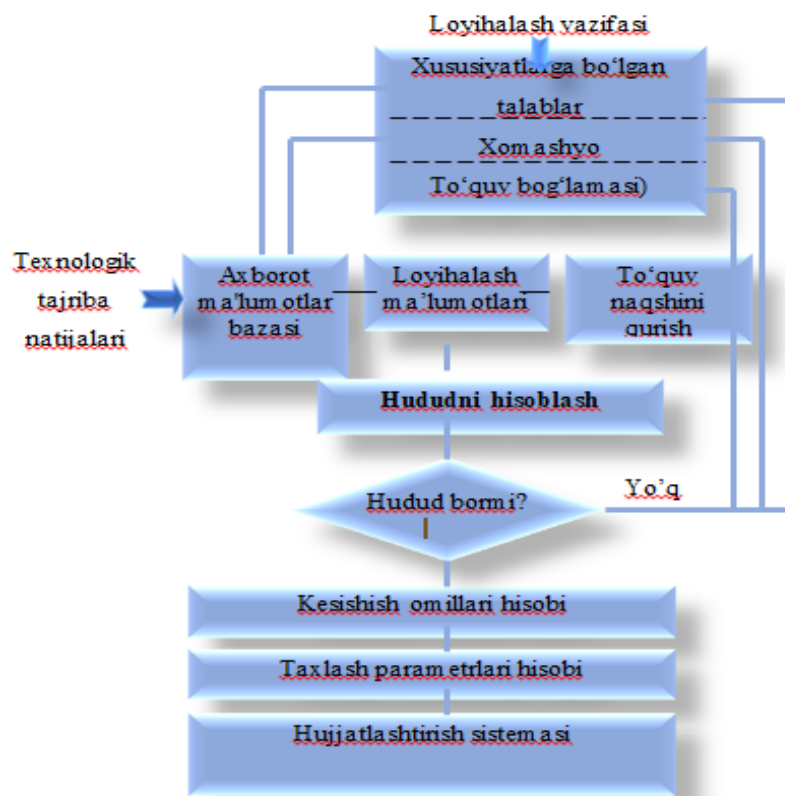
Loyiha inson-mashina protseduralari yordamida amalga oshiriladi: kompyuter murakkab konstruktsiyalar va hisob-kitoblarni bajaradi, texnolog variantlarni baholaydi va eng yaxshi qarorlarni qabul qiladi. Shuning uchun, mato loyihalashtirish maqsadi uning tuzilishining asosiy parametrlari aniqlanib, tanlangan xomashyo minimal sarfi bilan matoning barcha talab qilinadigan xususiyatlarini maksimal darajada qondirishdir.

Kuchli kompyuter bir soniyada bir necha milliard (10⁹), hatto trillion (10¹²) oddiy arifmetik operatsiyalarni amalga oshirish imkoniga ega. Kompyuter har qanday hisob-kitob amaliy birdek aniqlik bilan amalga oshiradi [10].

To'qimachilik o'rinishlarini loyihalashda loyihalash vazifasi kiritiladi va texnolog tarbiya natijalari bilan axborot ma'lumotlari uzatiladi. Ish kuchi sarfini kamaytirishdan tashqari, EHMda o'rinishlarning xossalari ham tekshiriladi. Natijalar raqam yozuvchi moslamaga kiritiladi va ularni deссinator nazorat qiladi.

To'qima mahsulotlarini kompyuter yordamida loyihalashga mo'ljallangan MUCAD dasturining texnologik va hisoblash jihatdan afzalliklari tahlil qilinadigan bo'lsa, dasturning matritsali hisoblash tizimi, real vaqtli to'qish simulyatsiyasi, avtomatlashtirilgan texnologik fayl generatsiyasi, CAD/CAM integratsiyasi va ko'p qatlamli to'qimalarni boshqarish imkoniyatlari ilmiy nuqtai nazardan katta afzalliklarga ega. MUCAD(Multi-layer Computer-Aided Design) — aynan shu maqsadlarga mo'ljallangan maxsus dastur bo'lib, u to'qima matritsalarini matematik modellashtirish, uning qatlamlari va bog'lovchi iplarini avtomat boshqarish hamda real vaqtda simulyatsiya qilish imkoniyatlariga ega: Jacquard, Dobby, Multi-layer loom dastgohlari uchun

texnologik kartalar tayyorlaydi; ArahWeave, TexGen, EAT Design, NedGraphics kabi yirik CAD tizimlari bilan to'liq uyg'unlikda ishlaydi. MUCAD to'qish jarayonini fizik modellashtirishdan oldin kompyuterda sinovdan o'tkazish imkonini berib, ishlab chiqarishdagi xatolarni minimallashtiradi va konstruktsiya optimalligiga erishish imkonini ochadi.



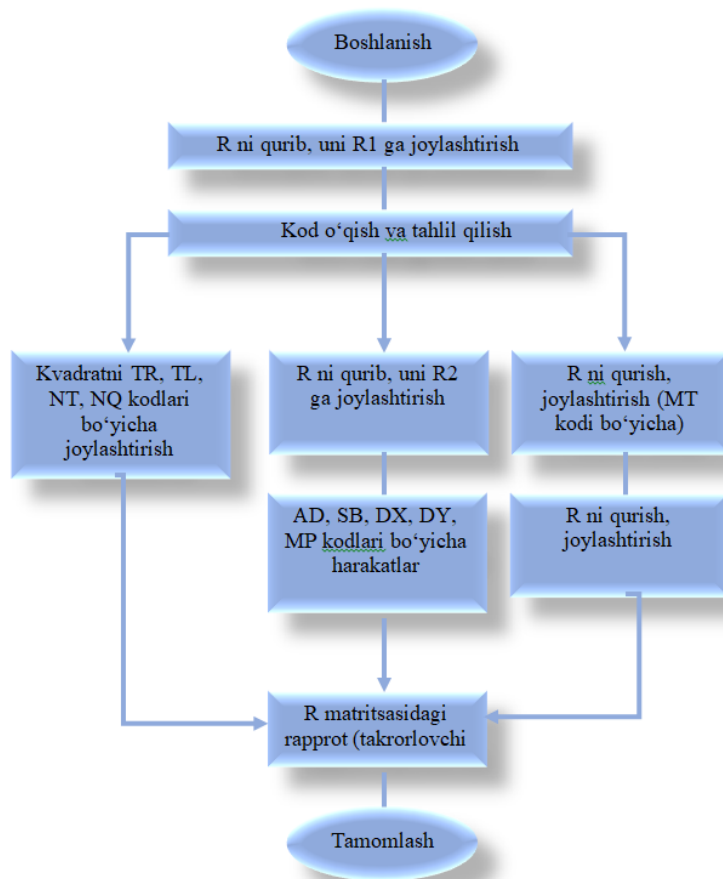
3-rasm. Matolar uchun avtomatlashtirilgan loyihalash tizimining loyiha vazifasini kiritish sxemasi

Natijalar tahlili. MUCAD to'qima strukturalarini, xususan ko'p qatlamli va texnik matolarni loyihalashda yuqori darajada samarali tizimdir [11]. Uning interlasatsiya matritsalariga asoslangan aniq modellashtirish, real vaqtda simulyatsiya qilish, avtomatlashtirilgan texnologik fayl generatsiyasi va CAD/CAM integratsiyasi kabi imkoniyatlari uni tekstil muhandisligida yetakchi vositaga aylantiradi.

Naqshni modellashtirish to'qimachilikning to'liq bo'lmagan yoki yo'naltirilgan avtomatik loyihalash usuli yordamida amalga oshiriladi, mato ishlab chiqarish zichligi yoki zichlik koeffitsienti qiymatlari aniqlanadi, ular tanda va arqoq iplarning zichligi hamda tanlangan xomashyo turi uchun kerakli to'quv naqshini belgilashda qo'llanadi. [12].

Yo'naltirilgan loyihalash-bu tajribaviy mato namunalarini ishlab chiqarishni nazarda tutadi. Arqoq zichligi-mato ishlab chiqarish zichligi koordinatlarida loyihalash sohasini qurish, to'qimachilik dastgohini sozlamasdan yangi mato namunalarini tezda olish imkonini beradi, bunda naqsh va arqoq zichligi mos ravishda tanlanadi.

4-rasmda oddiyrq naqshlardan murakkabroq naqshlarni qurish algoritmi ko'rsatilgan. Naqshlarni motiv asosida yaratish uchun matritsa-motiv va ikkita boshlang'ich naqshlar kerak bo'ladi. Motivdan farqli ravishda, naqsh maxsus matritsa bilan ifodalanadi, u deссinator tomonidan kodlanadi. Ushbu matritsaning elementlari foydalanuvchiga tanish har qanday belgilar bo'lishi mumkin [13].

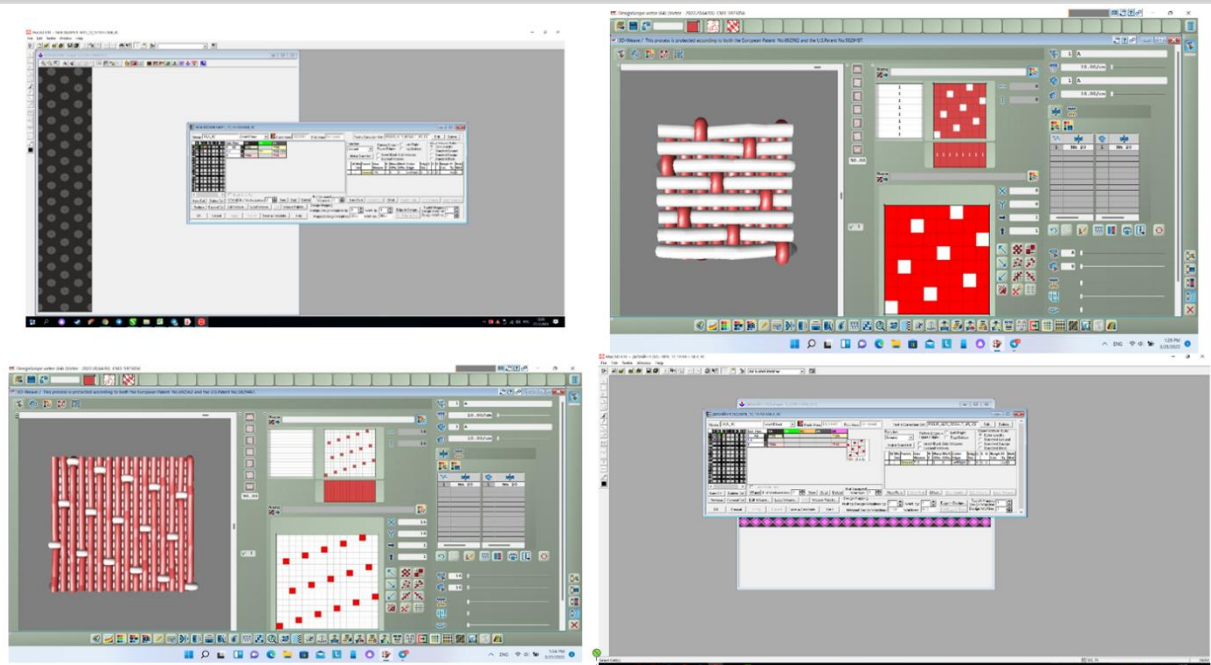


4-rasm. Soddaroq naqshlardan to'quv naqshlarini qurish sxemasi

Jakkard matolar uchun algoritm quyidagicha bosqichlarga bo'linadi:

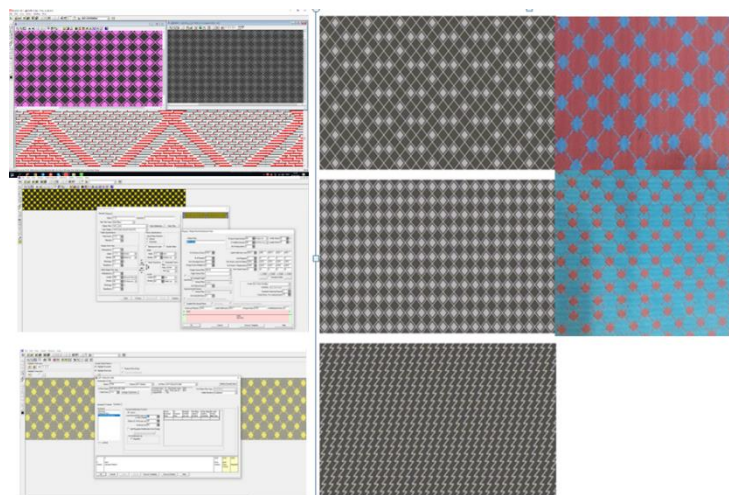
1. **Dizaynni piksellash** (Murakkab dizayn piksellarga aylantiriladi. Har bir piksel tanda yoki arqoq ipini belgilaydi)
2. **Interlasatsiya matritsasi** (0/1 matritsa shaklida interlasatsiya)
3. Tanda va arqoq **holatlarini hisoblash** (To'quv o'rinishi qoidalari asosida tanda va arqoq iplari holati aniqlanadi. Jacquard harness mapping funksiyasi ishga tushadi)
4. **Rapport aniqlash**
 - Minimal takrorlanuvchi struktura avtomat aniqlanadi
 - Matritsadan rapport uzunligi olinadi
5. **2D va 3D simulyatsiya**
 - Modelning vizual va mexanik xususiyatlari tahlil qilinadi

3D vizualizatsiyada ip traektoriyasi va kontakt nuqtalari ko'rsatiladi Transformatsiyalarga ega barcha joylashtirishlarda ularni bajarish uchun faqat bitta boshlang'ich, kvadrat shaklidagi naqsh talab qilinadi. Alohida ta'kidlash lozim bo'lgan ikkita murakkab naqsh qurish usuli naqsh bo'yicha joylashtirishdan iborat. Naqsh bo'yicha joylashtirish kodlash uchun matritsa-naqsh xarakterlidir va buning uchun ikki, uch yoki undan ko'p boshlang'ich matritsalar talab qilinadi. Yangi tuzilishli to'qimaning dasturiy loyihasi Germaniyaning Karl Mayer korxonasi tomonidan ishlab chiqarilgan MuCAD dasturida ishlab chiqarildi.



5- rasm. MuCAD dasturida ishlab chiqarilgan dasturlash bayoni

Tadqiqot natijalari MUCADning to‘qima strukturalarini aniq, tez va ishonchli modellashda muhim o‘rin egallashini ko‘rsatdi. Tadqiqotlar shuni tasdiqlaydiki, MUCAD to‘qima strukturalarini, xususan ko‘p qatlamli va texnik matolarni loyihalashda yuqori darajada samarali tizimdir. Uning interlasatsiya matritsalariga asoslangan aniq modellashtirish, real vaqtda simulyatsiya qilish, avtomatlashtirilgan texnologik fayl generatsiyasi va CAD/CAM integratsiyasi kabi imkoniyatlari uni tekstil muhandisligida etakchi vositaga aylantiradi. Agar ruxsat etilgan soha mavjud bo‘lmasa, xususiyatlarga qo‘yilgan talablarni qayta ko‘rib chiqadi yoki qo‘shimcha texnologik tadqiqotlarni amalga oshiradi.



6-rasm. Yaratilgan ikki qatlamli ipak va poliester aralash tarkibli to‘qima yuzasining naqsh va rang bezagi

Naqsh bo‘yicha joylashtirishni bajarish uchun naqsh kiritilishi lozim, undan naqshni to‘ldirish uchun zarur bo‘lgan boshlang‘ich matritsalar soni aniqlanadi, keyin har bir matritsa motivga joylashtirishda bo‘lgani kabi joylashtiriladi.

Xulosa MUCAD orqali matoning sifatini oshirish va mato tuzilish parametrlaridan xususiyatlarning yangi funksional bog‘liqliklarini olindi. Tadqiqotda ishida MUCAD tizimi

ilmiy asosda quyidagi to'rt yo'nalishda tahlil qilindi: Matematik va konstruktiv modellash tirish aniqligi; vizuallashtirish imkoniyatlari; avtomatlashtirish va CAD/CAM integratsiyasi darajasi; ko'p qatlamli matolarga tatbiqiy qo'llanilishi. Yaratilgan algoritm dizaynning tasavvurini yangi g'oyalarni faol ravishda ishlab chiqarishga, murakkab jarayonlar va vaziyatlarni modellash tirishga imkon beradi. Tadqiqotda dasturning texnik hujjatlari, algoritmlar rivojlanish tahlili, amaliyotdagi ishlash samaradorligi va bozordagi o'xshash CAD tizimlari bilan taqqoslash usulidan foydalanildi.

Reference:

1. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi "2022-2026 yillarga mo'ljallangan yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida"gi PF-60 son Farmoni, Toshkent sh. 2022 yil 28 yanvar.
2. Э.Ш.Алимбаев. Тўқима тузилиши назарияси. Тошкент. Алоқачи 2005
3. Нешумова Б.В., Шедрина У.Д. Художественное проектирование. - М.: «Просвещение», 1979.
4. Siddiqov P.S., N.B.Yusupova. National avrova fabrics and peculiar production technologies // Proceedings of the uzbek-japan symposium on ecotechnologies Innovation for sustainability-harmonizing science, technology and economic development with human and natural environment 2016, t.126
5. К.Е.Разумейев, Н.Б.Юсупова, Д.Т.Назарова, С.Ш.Ташпулатов, Ж.ЙЕ.Данадилов, З.Б. Онгарбайева. Улучшения качества костюмных хлопчатобумажных тканей в зависимости от её опорной поверхности // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. Иваново, 2019, № 5 (383). -С.85-88.
6. N.B.Yusupova., Nazarova D.T., Khamrayeva S.A., Valiyeva Z.F. Evaluation of the Structure the Costume Fabric over its Surface // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. ISSN: 2350-0328 Indiya, 2018, t. 6738-6742
7. Umarova M. O; Siddikov P. S., Yusupova N.B., Komilov A. K.uli. Structure of national avry hair tissue and specificity of its production // Academia a international multidisciplinary research journal (double blind refereed & peer reviewed journal). Issn: 2249-7137 vol. 11, issue 2, february 2021 impact factor: sjif 2021 = 7.492. R.
8. Ergashev M. Kompyuterlashtirilgan to'qima dizayni. Toshkent, 2022.
9. N.B.Yusupova, N.T.Xo'jaeva, U.R.Uzakova, R.Q.Xo'jaev . № DGU 57040 "Ko'p qatlamli Jakkard to'qima mahsulotlari uchun o'rinish algoritmi".
10. Hearle, J.W.S. To'qima strukturalari mexanikasi. Textile Research Journal, 2020.
11. Park, S., Kim, J. "Ko'p qatlamli matolarni CAD asosida modellash." Journal of Textile Science, 2023.
12. MUCAD System Documentation, Version 4.3, 2024.
13. Kumar, R. "Kompyuterlashtirilgan to'qima dizaynidagi ilg'or texnologiyalar," Advanced Engineering Textiles, 2022.
14. N.T.Xo'jaeva, N.B.Yusupova. Автоматизированное построение заправочных рисунков для выработки одежных тканей // Universum технические науки научн. журн. 2025 № 11(140). -B.60-64
15. N.T.Xo'jaeva, N.B.Yusupova. Построение заправочных рисунков для выработки многослойных одежных тканей из смешанных нитей // Universum технические науки научн. журн. 2025 № 11(140). -B.56-60
16. N.T.Xo'jaeva, N.B.Yusupova, A.D.Daminov. Ko'p qatlamli to'qima tuzilishini belgilovchi omillar tahlili // O'zbekiston fanlararo innovatsiyalar va ilmiy tadqiqotlar jurnali. 2022 №35. - B.125-132

TAKOMILLASHTIRILGAN TRANSPORTIROVKALASH KANALIDA TOLALAR OQIMI HARAKATI VA IP SIFAT KO'RSATKICHLARIGA TA'SIRI TADQIQOTI**Q.Jumaniyazov, K.Axmedov, K.Avazov, E.Narmatov**

Tashkent textile and light industry instituti

Annotatsiya. Maqolada pnevmomexanik yigirish mashinasining transportirovkalash kanali takomillashtirilgan yangi konstruksiyasi taklif etilgan va uning samaradorligi eksperimental yo'l bilan isbotlangan. Zamonaviy to'qimachilik sanoatida ip sifatiga qo'yiladigan talablar tobora ortib borayotgan bir sharoitda yigirish jarayonini takomillashtirish dolzarb masala hisoblanadi. Aynan shu muammoni hal etishga qaratilgan mazkur tadqiqot amaliy va nazariy jihatdan katta ahamiyat kasb etadi. Taklif etilgan konstruktiv yechim yigirish jarayonida tolalar oqimining harakatini barqarorlashtirishga xizmat qiladi. Tolalarning transportirovkalash kanalida tekis va uzluksiz harakat qilishi tayyor ipning sifat ko'rsatkichlariga bevosita ta'sir etadi. Yangilangan kanal konstruksiyasi tufayli tolalar o'zaro bir xil tarzda joylashib, ip hosil qilish jarayoni ancha barqaror kechadi. Tadqiqot natijalariga ko'ra, takomillashtirilgan transportirovkalash kanalidan foydalanilganda yigirilayotgan ipning pishiqligi sezilarli darajada oshganligi qayd etilgan. Shuningdek, ipdagi notekslik ko'rsatkichlari kamaygan, ya'ni ip bo'ylab qalinlik farqlari minimallashtirilgan. Bu esa tayyor matoning tashqi ko'rinishi va mustahkamligiga ijobiy ta'sir ko'rsatadi. Bundan tashqari, yigirish jarayonida ip uzilishlari sonining keskin kamayishi aniqlangan, bu esa mashinaning uzluksiz ishlash qobiliyatini oshiradi. Yuqoridagi natijalar kompleks tarzda mashina ish unumdorligini oshirish va tayyor mahsulot sifatini yaxshilash imkonini beradi. Taklif etilgan texnologik yechim to'qimachilik sanoati korxonalarida joriy etilganda ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytirish va mahsulot raqobatbardoshligini oshirishga xizmat qiladi. Xulosa qilib aytganda, ushbu ilmiy izlanish to'qimachilik sanoatida yuqori sifatli ip ishlab chiqarishni ta'minlashda muhim hissa qo'shadi.

Tayanch so'zlar: pnevmomexanik, yigirish mashinasi, silindr, naycha transportirovka, tola, ip, diskretlovchi baraban, yigirish kamerasi.

Аннотация. В статье представлена усовершенствованная конструкция транспортировочного канала пневмомеханической прядельной машины, эффективность которой подтверждена экспериментальным путём. В условиях постоянно возрастающих требований к качеству пряжи в современной текстильной промышленности совершенствование процесса прядения является актуальной задачей. Именно на решение этой проблемы направлено данное исследование, имеющее большое практическое и теоретическое значение. Предложенное конструктивное решение служит для стабилизации движения потока волокон в процессе прядения. Равномерное и непрерывное движение волокон в транспортировочном канале непосредственно влияет на показатели качества готовой пряжи. Благодаря обновлённой конструкции канала волокна равномерно распределяются, и процесс формирования пряжи протекает значительно стабильнее. По результатам исследования установлено, что при использовании усовершенствованного транспортировочного канала прочность вырабатываемой пряжи заметно возрастает. Кроме того, снизились показатели неровности пряжи, то есть минимизированы различия в толщине по длине нити. Это положительно сказывается на внешнем виде и прочности готового полотна. Помимо этого, выявлено значительное сокращение числа обрывов пряжи в процессе прядения, что повышает способность машины работать без перебоев. Совокупность указанных результатов позволяет повысить производительность машины и улучшить качество готовой продукции. Внедрение предложенного технологического решения на предприятиях текстильной промышленности будет способствовать снижению производственных затрат и повышению конкурентоспособности продукции.

В заключение следует отметить, что данное научное исследование вносит значительный вклад в обеспечение производства высококачественной пряжи в текстильной промышленности.

Ключевые слова: пневмомеханическая прядильная машина, цилиндр, трубка, транспортировка, волокно, пряжа, дискретизирующий барабан, прядильная камера.

Abstract. This scientific article proposes an improved design of the transport channel of a pneumomechanical spinning machine, the effectiveness of which has been confirmed experimentally. In the context of ever-increasing quality requirements for yarn in the modern textile industry, improving the spinning process is a pressing issue. This research, which holds great practical and theoretical significance, is aimed precisely at solving this problem. The proposed structural solution serves to stabilize the movement of the fiber flow during the spinning process. The uniform and continuous movement of fibers through the transport channel directly affects the quality indicators of the finished yarn. Thanks to the updated channel design, fibers are distributed evenly, and the yarn formation process proceeds in a considerably more stable manner. According to the research findings, the use of the improved transport channel leads to a noticeable increase in the tensile strength of the spun yarn. In addition, the yarn unevenness indicators decreased, meaning that thickness variations along the length of the thread were minimized. This has a positive effect on the appearance and durability of the finished fabric. Furthermore, a significant reduction in the number of yarn breaks during the spinning process was identified, which enhances the machine's ability to operate without interruptions. The combination of these results makes it possible to increase machine productivity and improve the quality of the finished product. The implementation of the proposed technological solution at textile industry enterprises will contribute to reducing production costs and increasing product competitiveness. In conclusion, this scientific research makes a significant contribution to ensuring the production of high-quality yarn in the textile industry.

Keywords: pneumomechanical spinning machine, cylinder, tube, transportation, fiber, yarn, opening roller, spinning chamber.

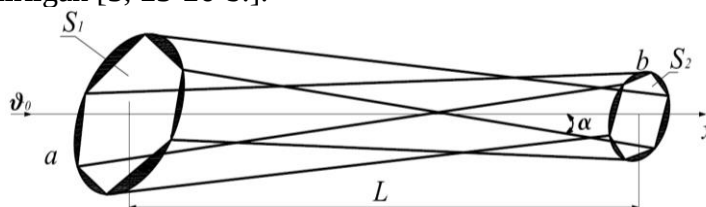
Kirish. Hozirgi kunda pnevmomexanik yigirish mashinasida olinayotgan iplarning fizik-mexanik xossalariga ta'siri bo'yicha ko'plab ilmiy tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Iplarning xossa ko'rsatkichlariga ta'sir etuvchi omillar sifatida kirayotgan mahsulotning chiziqliy zichligi, ta'minlash va diskretlash jarayoni, tolalarni kameraga transportirovkalash, kameraning aylanish tezligi, ipga berilayotgan buram, tortuvchi vallar tezligi va o'rash zichligi kabi omillar ta'sir etadi.

Diskret tolalarni transportirovkalash kanallari konstruksiyasiga yuqori talablar qo'yiladi. Yo'naltiruvchi kanallarning ichidagi oqim shunday bo'lishi kerakki, tolalarni transportirovkalash vaqtida uchlari egilgan, bukilgan chigallangan tolalar bir-biriga nisbatan paralellashishi va to'g'rilanishi kerak. Bundan tashqari, ipdagi tugunaklar va yo'g'on ingichka joylari oshib ketmasligi uchun kanallarning ichki yuzasi doimo silliq bo'lishi lozim, shunda pnevmotransportirovkalash jarayonida tolalar devorlarga yopishib qolmaydi. Imkoni boricha tola yo'naltiruvchi kanallar kirish qismida zararli havo uyurmalarini hosil bo'lishini oldini olish kerak [1].

Mavjud tolalarni transportirovkalash kanallarining kamchiligi shundaki, kanalning egri chiziqli yuzasiga tolalarning yuqori darajada yopishishi yuzaga keladi, bu esa o'zaro ta'sir maydonining kattalashishi va shu orqali ular orasidagi ishqalanishni oshib ketishiga olib keladi. Bundan tashqari, ushbu kanallarda tolalarni transportirovkalash jarayonida ularning o'zaro chigalashib qolish holatlari ham uchraydi. Ushbu kamchiliklarni bartaraf etish maqsadida olti qirrali, qiyalik burchagi 20° bo'lgan takomillashtirilgan transportirovkalash kanali taklif etildi [2].

Tolalar oqimining transportirovka kanalidan o'tib yigirish kamerasiga uzatish jarayonidagi harakatini nazariy tahlilida tolalar paralelligini ta'minlashni amalga oshirishda

transportirovkalash kanalining ratsional parametrlarini to'g'ri tanlash orqali quyidagi hisoblash ishlarida amalga oshirilgan [3; 23-26-b.].



1-rasm. Transportirovkalash kanalidagi tolalar oqimining harakat sxemasi

Transportirovkalash kanalining kirish va chiqish qismidagi yuzalarining qiymatlari tanlab olindi. Bunda, $S_1 = 10 \text{ sm}^2 \div 20 \text{ sm}^2$; $S_2 = 5 \text{ sm}^2 \div 9 \text{ sm}^2$.

Tolalarni transportirovkalash kanalidagi xarakat differensial tenglamasi quyidagicha:

$$m \cdot \ddot{x} = 0.5 \cdot C \cdot A \cdot \rho \cdot v^2 \cdot \cos^2 \alpha \quad (2.10)$$

Bu yerda: $A = \frac{3\sqrt{3}}{2} (a^2 + b^2) + 6 \cdot \frac{a+b}{2} \cdot L$ -kesik peramidaning to'la yuzasi; $S_1 = \frac{3\sqrt{3} a^2}{2}$ -transportirovkalash kanalining kirish qismi yuzasi; $S_2 = \frac{3\sqrt{3} b^2}{2}$ -transportirovkalash kanalining chiqish qismi yuzasi; ρ -tolalar jichligi; C -havoning qarshilik koeffisiyenti; a, b - kanalaning kirish va chiqish qismi yuzalarininng tomonlari; L - transportirovkalash kanalining uzunligi; ϑ - havo tezligi.

Eyler qonuniyatidan foydalanib tolalar oqimining kanal bo'ylab harakati statsionar deb baholanadi va yuqoridagi transportirovkalash kanalining parametrlarini (2.10) differensial tenglamaga qo'yilib tolalar oqimini harakati ifodalandi.

$$m \ddot{x} = 0.5 C \left(\frac{3\sqrt{3}}{2} (a^2 + b^2) + 3(a + b) \cdot L \right) \vartheta^2 \cos^2 \alpha \quad (2.11)$$

$$m \ddot{x} = 0.5 \frac{C}{m} \left(\frac{3\sqrt{3}}{2} (a^2 + b^2) + 3(a + b) \cdot L \right) x^2 \cos^2 \alpha \quad (2.12)$$

(2.12) differensial tenglamalardan transportirovkalash kanalidagi tolalar harakatini ifodalash tenglamasi integrallab aniqlanadi.

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{C}{m} \cos^2 \alpha \left(\frac{3\sqrt{3}}{2} (a^2 + b^2) + 3(a + b) \cdot L \right) = K \quad (2.13)$$

Belgilash kiritiladi.

$$\ddot{x} = k \cdot \dot{x}^2 = 0 \quad (2.14)$$

(2.14) bir jinsli differensial tenglama integrallanadi. Bu ifodani yechimini quyidagi ko'rinishda izlaymiz $\dot{x} = \rho$ $\ddot{x} = \dot{\rho} \cdot \rho$ bu qiymatlarni (2.14) ifodaga qo'yib hisoblandi.

$$\begin{aligned} \dot{\rho} \cdot \rho - k \cdot \rho^2 &= 0 \\ \rho(\dot{\rho} - k\rho) &= 0 \\ \rho &= e^{kt} \cdot C_1 \end{aligned} \quad (2.15)$$

(2.14) ifodadagi ρ ning o'rniga $\dot{x} = \rho$ ni qo'yib transportirovkalash kanalidagi tolalar harakati hisoblanadi.

$$\frac{dx}{dt} = e^{kt} \cdot C_1 \quad (2.16)$$

Boshlang'ich shartlar C_1 o'zgaruvchi hisoblanadi

$$\begin{aligned} \left(\frac{dx}{dt} \right)_{t=0} &= \vartheta_0 \\ dx &= e^{kt} \cdot \vartheta_0 \cdot dt \\ x &= \frac{1}{k} \cdot \vartheta_0 \cdot e^{kt} + C_2 \end{aligned} \quad (2.17)$$

(2.17) ifodadan C_2 o'zgarmas qiymat topiladi.

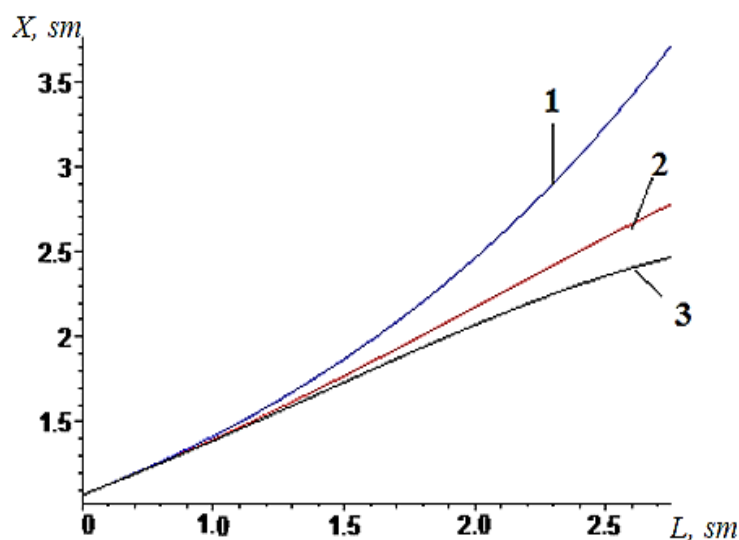
$$x_{t=0} = 0$$

$$x = \frac{1}{k} \cdot \vartheta_0 \cdot e^{kt} \cdot t \quad (2.18)$$

(2.13) ifodani (2.18) tenglamaga qo'yildi.

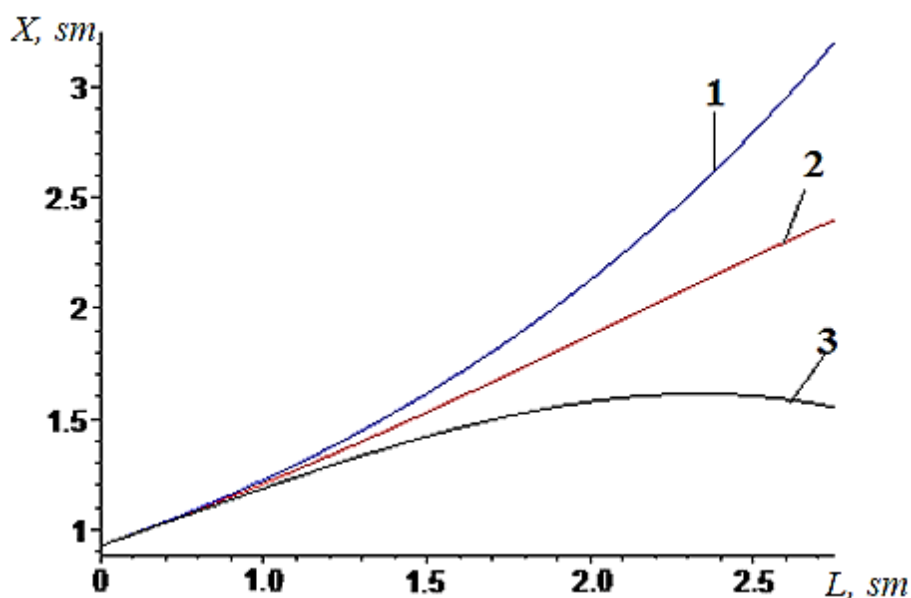
$$x = \frac{2 \cdot m \cdot \vartheta_0}{C \cdot \cos^2 \alpha} \left(\frac{2}{\frac{3\sqrt{3}}{2}(a^2 + b^2) + 6(a + b) \cdot L} \right) \quad (2.19)$$

(2.19) ifodadan tolalarni kanaldagi harakatini havo tezligiga, kanalning kirishdagi va chiqishdagi yuzalariga hamda uzunligining kanal qirralarini qiyalik burchagiga bog'liqligi Maple dasturidan foydalanib grafiklar va tahlilari keltirilgan.



2-rasm. Havo tezligining turli xil 1) $\vartheta_1 = 40$ m/s, 2) $\vartheta_2 = 45$ m/s, 3) $\vartheta_3 = 50$ m/s qiymatlarida tolalar oqim harakatining transportirovkalash kanalining uzunligiga bog'liqlik grafigi

Transportirovkalash kanalidagi tolalar oqimini paralelligini hamda bir tekis uzluksizligini ta'minlashda havo oqimining tezligini va transportirovkalash kanal qirralari qiyalik burchagining tolalar oqimiga ta'siri o'rganildi.

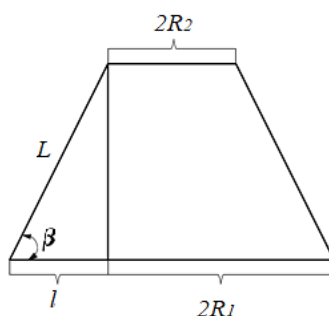


3-rasm. Transportirovkalash kanali qirralarining qiyalik burchagini turli xil
1) $\alpha_1 = 15^\circ$, 2) $\alpha_2 = 20^\circ$, 3) $\alpha_3 = 25^\circ$ qiymatlarida tolalar oqim harakatining
transportirovkalash kanalining uzunligiga va vaqtga bog'liqlik grafigi.

Natijada havo oqimining tezligini $v_2 = 45 \text{ m/s}$ qiymatida va kanal qirralarining qiyalik burchagining $\alpha_2 = 20^\circ$ qiymatlarida turli xil holatda kelayotgan tolalar oqimini to'g'ri chiziq bo'ylab harakatlanishiga erishildi (2-3 rasmlar). Yigirilayotgan ip sifatiga tolalarni to'g'rilanishi va paralellashi asosiy ko'rsatkichlaridan biri bo'lganligi uchun transportirovkalash kanalida turli xil oqimda kelayotgan tolalarni o'zgarishi, to'g'rilanishi va paralellashishining tadqiqoti o'tkazildi.

Transportirovkalash kanalining yon sirtining kesim yuzasidagi parametrlarning hisoblari keltirildi.

$$R_1 = \frac{b}{2\sin\frac{180}{6}} = \frac{b}{2\sin 30} = b \quad R_2 = a \quad (2.20)$$



4-rasm. Transportirovkalash kanali yon sirtining kesim yuzasi sxemasi

Yuqoridagi tengliklarda transportirovkalash kanaliga kirishdagi va chiqishdagi yuzalarining radiuslarini tomonlariga bog'liqlik ifodalari aniqlandi.

$$b = \frac{2R_1 - 2R_2}{2} - R_1 - R_2 \quad (2.21)$$

Tomonlarini kirish va chiqishdagi radiuslariga bogliqlik ifodasi keltirildi.

$$\cos\beta = \frac{l}{4} = \frac{R_1 - R_2}{4} = \frac{b - a}{4} \quad (2.22)$$

$$\cos\beta = \frac{\sqrt{\frac{2S_1}{3\sqrt{3}}} - \sqrt{\frac{2S_2}{3\sqrt{3}}}}{4}; \quad \sin\alpha = \frac{\sqrt{\frac{2S_1}{3\sqrt{3}}} - \sqrt{\frac{2S_2}{3\sqrt{3}}}}{4} \quad (2.23)$$

Kanaldagi tolalar oqimiga qarshilik kuchi tenglamasidan foydalanib, turli xil oqimda kelayotgan tolalar uchlarini to'g'rilash va paralellashtirish shu orqali notekslilikni kamaytirib ip sifatiga ta'sirini tahlili ko'rib chiqildi.

$$F = k \cdot v_H^2 \quad (2.24)$$

Tolalarni kanaldagi v tezligini takomillashtirilgan transportirovkalash kanali yuzasiga bog'liqlik ifodasi hosil qilindi.

Transportirovkalashning kirishdagi va chiqishdagi yuzalarining o'zgarishi natijasidagi tolalar oqimining havo oqim tezligiga bog'liqlik ifodalarini hosil qilindi (2.25).

$$S_1 = \frac{3\sqrt{3}b^2}{2} \quad S_2 = \frac{3\sqrt{3}a^2}{2} \quad (2.25)$$

(2.25) ifoda kanalning kirishdagi va chiqishdagi yuzalarini aniqlash formulalari Kanal kesik konus shaklda bo'lganligi sababli kanalning qiyalik burchagining tomonlariga bog'liqlik ifodasi quyidagicha aniqlandi.

$$\cos\alpha = \frac{b-a}{2l} \quad (2.26)$$

(2.25) tenglikni (2.26) tenglikka qo'yib transportirovka kanali qiyalik burchagining kanalining kirishdagi va chiqishdagi yuzalariga bog'liqlik tenglamasi aniqlandi

$$\cos\alpha = \frac{\sqrt{2S_1} - \sqrt{2S_2}}{2l\sqrt{3\sqrt{3}}} \quad (2.27)$$

Tolalarni kanaldagi ϑ_H tezligini takomillashtirilgan transportirovkalash kanali yuzasiga va tolalar oqimini kirishdagi tezligiga bog'liqlik ifodasi hosil qilindi.

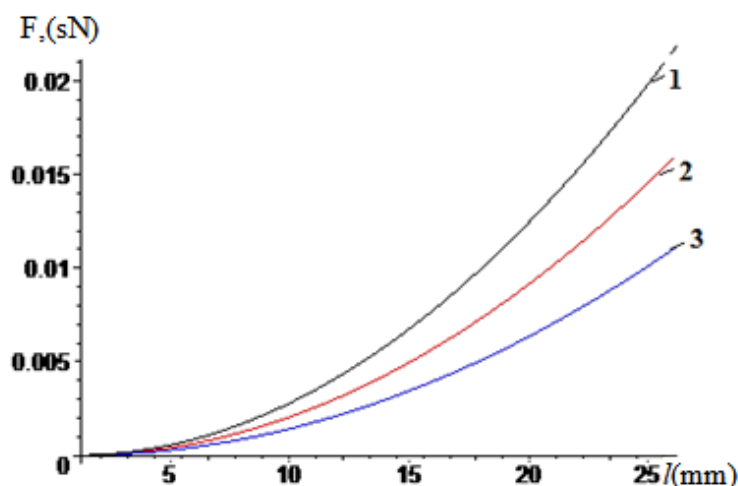
$$\vartheta_H = \vartheta \left(\frac{\sqrt{2S_1} - \sqrt{2S_2}}{12\sqrt{3} \cdot l} \right) \quad (2.28)$$

(2.28) transportirovkalash kanalidagi tolalar oqim tezligini ifodasini (2.24) tenglikka qo'yib diskret tolalar oqimiga qarshilik kuchi aniqlandi.

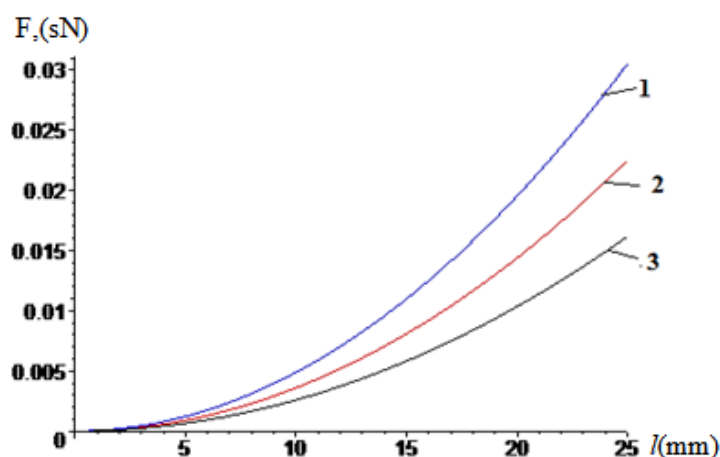
$$F = k \cdot v^2 \cdot \left(\frac{\sqrt{2S_1} - \sqrt{2S_2}}{12\sqrt{3} \cdot l^2} \right) \quad (2.29)$$

(2.29) tenglikni Maple dasturidan foydalanib tolalar xarakatini transportirovkalash kanalidan yigirish jarayoniga o'tishdagi traektoriyalari aniqlandi.

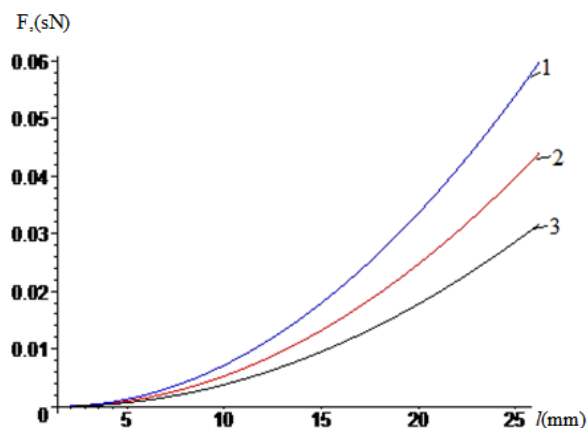
Shuningdek tolalarni transportirovkalash jarayonida havo oqimining turli hil tezliklarida kanal ichida tolalar chigallashishi va tugunaklarning hosil bo'lishi ma'lum. Tolalar oqimining transportirovkalash kanali kirish va chiqish qismidagi yuzasi, havo oqimining tezligi turli xil qiymatlarda o'rganilib, Maple dasturi yordamida grafiklar olindi.



5-rasm Transportirovkalash kanalidagi tolalar oqimiga qarshilik kuchini havo oqimining turli xil
1) $\vartheta_1 = 40 \text{ m/s}$, 2) $\vartheta_2 = 45 \text{ m/s}$, 3) $\vartheta_3 = 50 \text{ m/s}$ tezliklarida kanal uzunligiga bog'liqlik
grafigi.

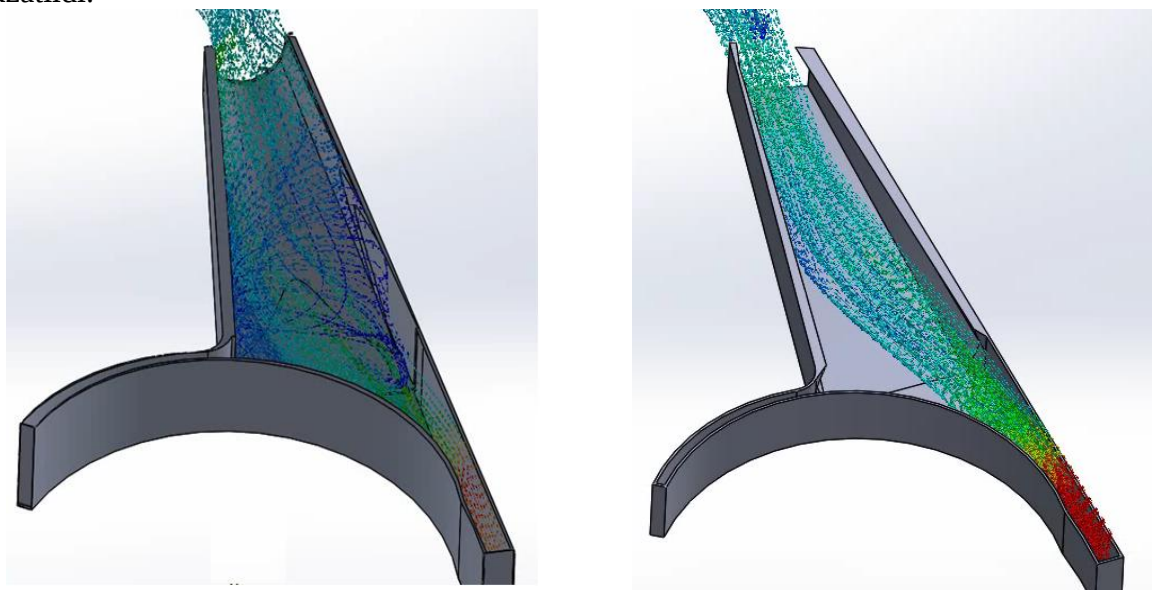


6-rasm Transportirovkalash kanalidagi tolalar oqimiga qarshilik kuchini kanalning kirishdagi yuzasining turli xil $S_1 = 10 \text{ sm}^2$, $S_2 = 15 \text{ sm}^2$, $S_3 = 20 \text{ sm}^2$ qiymatlarida kanal uzunligiga bog‘liqlik grafigi
 $F, (\text{sN})$ $l(\text{mm})$



7-rasm Transportirovkalash kanalidagi tolalar oqimiga qarshilik kuchini kanalning chiqishdagi yuzasining turli xil $S_1 = 3 \text{ sm}^2$, $S_2 = 5 \text{ sm}^2$, $S_3 = 7 \text{ sm}^2$ qiymatlarida kanal uzunligiga bog‘liqlik grafigi.

Yuqoridagi 5-6-rasmlarda tolalar oqimining transportirovkalash kanal ichidagi harakatiga qarshilik qiluvchi kuchning o‘zgarishi tahlili keltirilgan. Bunda havo oqimi tezligining $\vartheta = 40 \text{ m/s}$, qiymatida hamda transportirovkalash kanalining kiruvchi yuzasi $S_2 = 15 \text{ sm}^2$, chiquvchi yuzasi $S_1 = 7 \text{ sm}^2$ qiymatlarida kanal ichidagi tolalar oqimining uzluksizligi hamda parallelligi ta’minlanishi o‘z aksini topgan. Nazariy tajribalar asosida “Solidwork” dasturi yordamida mavjud va takomillashtirilgan transportirovkalash kanallarining 3d modellari yaratildi (8-rasm). Pnevмомеханик yigirish mashinasining parametrlari: havo bosimi, kamera tezligi, temperatura kabi ko‘rsatkichlar dasturga mavjud va takomillashtirilgan transportirovkalash kanallari uchun ham bir hilda kiritildi hamda kanal ichida tolalar harakati kuzatildi.



8-rasm. Transportirovkalash kanali ichidagi tolalar harakati

a) Mavjud transportirovkalash kanali

b) Takomillashtirilgan transportirovkalash kanali

8-a rasmdan kanal ichida diskret tolalar oqimini yigirish kamerasiga transportirovkalash jarayonida uyurmalarining hosil bo'lishi yaqqol ko'rinadi. Ushbu uyurmalar hosil bo'lishi natijasida chigalliklar, tugunaklar paydo bo'lib uzilishlar sonining ortishiga olib keladi. Bu esa ipning asosiy ko'rsatkichlaridan biri uzish kuchi va ipning noteksligiga katta ta'sir qiladi. Ushbu uyurmalar bartaraf etish maqsadida tayyorlangan olti qirrali, qiyalik burchagi 20° bo'lgan takomillashtirilgan transportirovkalash kanali. 8-b rasmda keltirilgan bo'lib, kanal ichida tolalar bir tekis va parallel holda yigirish kamerasiga uzatilayotganini ko'rish mumkin. Bu shuni anglatadiki, o'tkazilgan nazariy tadqiqotlar natijasida ipning sifat ko'rsatkichlari yaxshilanishiga erishish mumkin.

Xulosa. O'tkazilgan tadqiqotlar natijasida takomillashtirilgan transportirovkalash kanali orqali havo tezligi $v_2 = 45 \text{ m/s}$, va kanal qirralarining qiyalik burchagi $\alpha_2 = 20^\circ$, qiymatlarida tolalarni yigirish kamerasiga bir tekis va uzluksiz ta'minlashga erishildi. Shu bilan birga hosil bo'ladigan chigallik va tugunaklar miqdorini nisbatan kamayishiga erishildi.

Reference:

1. A.Pirmatov "Yigirish texnologiyasi" Toshkent-2021 yil. "Bilim va intellektual salohiyat" nashriyoti, 2021.
2. Kamoliddinzoda N, Djurayev A, Matismailov S, Qorabayev Sh, Axmedov K. Pnevмомеханик yigirish mashinasining tolalarni uzatuvchi transportirovka kanali. IAP 7863. 10.09.2024 y.
3. N.J.Kamoliddinzoda, S.L.Matismailov, Teoreticheskoe issledovanie vozdušnogo potoka v kanale transportirovki diskretnyx volokon Universum: texnicheskie nauki : elektron. nauchn. jurn. 2025. 4(133). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/19724>. 23-26 st
4. Burnashev R.Z., Matismailov S.L. i dr. Ratsionalizatsiya geometrii garnitury raschesyvaющего barabanchika pnevomexanicheskoy pryadильной машины PPM-240Sh // «Ipak» ilmiy texnik jurnali – 2000, № 1. –B 31-33.
5. Matismailov S.L, Karimova M.A. i dr. Vliyanie parametrov zapravki diskretiziruyushchego valika na shtapel'nyuyu massodlinu volokna // «Ipak» ilmiy texnik jurnali – 2002, №1. – 27-29 b.
6. G'ofurov J.K., Jumaniyazov J.K. va boshqalar. Yigirish kamerasi tezligining ip xossasiga ta'siri // To'qimachilik muammolari. – 2007. № 2(12). –B. 45-47.
7. G'ofurov J.K., Jumaniyazov J.K. G'ofurov K.G'. Pnevмомеханик ip strukturasining shakllanishi // To'qimachilik muammolari. – 2007. №1(12). –B. 87-89.
8. Axmedov K.I., Qulmetov M., Umirzaqov S.U. Tolalarga ta'sir qiluvchi tashqi kuchlar ta'sirida xarakatini o'rganish va undagi burchak tezligi va og'ish burchaklari xisoblash // O'zbekiston to'qimachilik muammolari. – 2020. –№3(12). –B. 91-99.
9. O.A.Mirzaev., K.I.Axmedov., O.M.Almardanov. Dinamicheskij analiz dvijeniya diskretiziruyushchego barabanchika // Kompozitsion material "Fan va taraqqiyot" ilmiy texnikaviy amaliy jurnal. – 2019. – № 1(12). – B. 68-71.
10. S.Y.Wang, K.W.Yeung, M.T.Lo and X.F.Yang The Behavior of the Rotor Spun Yarn (OE yarn) with Involving Twist. Journal of Donghua University (English Edition), Chine 2000; Issue 1, pp. 36-39.

Дусмухамедова М.Х.¹, Максудова У.М.¹, Абдурахимов З.Н.²¹Tashkent Institute of Textile and Light Industry²University of Military Security and Defense of the Republic of Uzbekistan

Аннотация. В статье рассмотрены современные инновационные подходы к проектированию защитных головных уборов, предназначенных для эксплуатации в различных климатических условиях и при воздействии механических нагрузок. Проведен анализ конструктивных особенностей специальных головных уборов, обеспечивающих защиту человека от высоких и низких температур, ударных воздействий, а также неблагоприятных факторов окружающей среды. Изучены основные требования, предъявляемые к комплектующим материалам, используемым при изготовлении защитных шлемов, касок и других видов средств индивидуальной защиты головы. Особое внимание уделено выбору материалов с высокими теплоизоляционными, прочностными, эргономическими и эксплуатационными характеристиками, способствующими повышению уровня безопасности и комфорта пользователя. На основе анализа научно-технической литературы и существующих конструктивных решений определены основные направления совершенствования защитных головных уборов. Разработаны требования к комплектующим материалам, обеспечивающим надежную защиту, долговечность изделий и сохранение их функциональных свойств в условиях воздействия экстремальных температур и механических нагрузок.

Ключевые слова: головной убор, безопасность, средства индивидуальной защиты, конструктивные особенности, комплектующие материалы, климатические условия, шлемы, каски, высокие и низкие температуры, инновационные технологии, защитные свойства.

Annotatsiya. Maqolada turli iqlim sharoitlarida hamda mexanik yuklamalar ta'siri ostida foydalanishga mo'ljallangan himoya bosh kiyimlarini loyihalashning zamonaviy innovatsion yondashuvlari ko'rib chiqilgan. Insonni yuqori va past haroratlardan, zarbli ta'sirlardan hamda tashqi muhitning noqulay omillaridan himoya qilishni ta'minlovchi maxsus bosh kiyimlarning konstruktiv xususiyatlari tahlil qilingan. Himoya shlemlari, kaskalar va boshni muhofaza qilishga mo'ljallangan boshqa shaxsiy himoya vositalarini ishlab chiqarishda qo'llaniladigan butlovchi materiallarga qo'yiladigan asosiy talablar o'rganilgan. Foydalanuvchining xavfsizligi va qulayligini oshirishga xizmat qiluvchi yuqori issiqlik izolyatsiyasi, mustahkamlik, ergonomiklik va ekspluatatsion xususiyatlarga ega materiallarni tanlash masalalariga alohida e'tibor qaratilgan. Adabiyotlar hamda mavjud konstruktiv yechimlar tahlili asosida himoya bosh kiyimlarini takomillashtirishning asosiy yo'nalishlari aniqlangan. Ekstremal haroratlardan va mexanik yuklamalar ta'siri sharoitida mahsulotning himoya xususiyatlari, ishonchliligi va uzoq muddat xizmat qilishini ta'minlovchi butlovchi materiallarga qo'yiladigan talablar ishlab chiqilgan.

Kalit so'zlar: bosh kiyim, xavfsizlik, shaxsiy himoya vositalari, konstruktiv xususiyatlar, butlovchi materiallar, iqlim sharoitlari, shlemlar, kaskalar, yuqori va past haroratlardan, innovatsion

Abstract. This article examines modern innovative approaches to the design of protective headwear intended for use under various climatic conditions and mechanical loads. An analysis of the structural features of specialized headgear designed to protect individuals from high and low temperatures, impact forces, and adverse environmental factors is presented. The study investigates the main requirements for component materials used in the production of protective helmets, hard hats, and other types of personal head protection equipment. Particular attention is paid to the selection of materials with high thermal insulation, strength, ergonomic, and operational properties that contribute to improved user safety and comfort. Based on the

analysis of scientific and technical literature as well as existing design solutions, the main directions for the development and improvement of protective headwear have been identified. Requirements for component materials have been formulated to ensure reliable protection, durability, and the preservation of functional properties under conditions of extreme temperatures and mechanical stresses. The results of the study can be used in the development of advanced protective headwear with enhanced protective and performance characteristics.

Keywords: *protective headwear, safety, personal protective equipment, structural features, component materials, climatic conditions, helmets, hard hats, high and low temperatures, innovative technologies, protective properties.*

Головной убор является одним из важнейших средств защиты головы человека от воздействия различных внешних факторов. Он обеспечивает защиту от механических повреждений, климатических, биологических и химических воздействий, тем самым играя значительную роль в сохранении здоровья и безопасности человека.

Специальные головные уборы, покрывая голову человека, выполняют не только функцию фиксации волос (повязки, косынки, шлемы и др.), но и обеспечивают защиту от вредных производственных факторов, а также неблагоприятных климатических и атмосферных воздействий, таких как высокие и низкие температуры, осадки, ветер и др. Необходимость защиты головы в различных условиях трудовой деятельности обусловлена практическими требованиями обеспечения безопасности, при этом основной функцией специальных головных уборов является защитная. В связи с этим конструктивные решения специальных головных уборов, а также материалы, применяемые при их изготовлении, существенно различаются в зависимости от назначения изделия и условий его эксплуатации [1].

Требования к защитным свойствам головных уборов формируются в зависимости от их назначения (производственные, медицинские, сезонные, специальные и т.д.).

В статье представлены анализ конструктивных особенностей и разработка требований к комплектующим материалам, применяемым при производстве специальных головных уборов и предназначенных для защиты от высоких и низких температур, а также механических воздействий.

Конструктивные особенности, материалы и области применения защитных шлемов для использования в условиях низких температур. Защитные головные уборы (шлемы), предназначенные для эксплуатации при низких температурах, относятся к категории средств индивидуальной защиты, и их конструкция формируется с учетом комплексного воздействия неблагоприятных климатических факторов (низкая температура, ветер, высокая влажность) [2]. Характеристика головного убора: специальный анатомический крой защищает лицо, уши, шею и верхнюю часть грудной клетки (рис.1). В конструкции предусмотрены подбородочные ремни и затылочные регуляторы, обеспечивающие надежную фиксацию при эксплуатации. Плоские швы и анатомические эластичные элементы обеспечивают комфорт при ношении.



Рисунок 1. Общий вид защитных шлемов (каска) для защиты от низких температур.

Следует отметить, что конструктивное решение защитных головных уборов должно обеспечивать рациональное сочетание теплоизоляционных, эргономических и защитных свойств без снижения уровня безопасности. Выбор материалов для изготовления защитных шлемов обусловлен необходимостью обеспечения их прочности, морозостойкости, низкой теплопроводностью и эксплуатационной надежности [3]. Для внешнего корпуса применяются следующие материалы: термопластичные полимеры (полиэтилен высокой плотности, ABS-пластик), композиционные материалы на основе стекловолокна, высокопрочные арамидные волокна. Эти материалы характеризуются высокой ударной прочностью, устойчивостью к разрушению при низких температурах и долговечностью.

Для формирования теплоизоляционного слоя используются следующие материалы: вспененные материалы (пенополиуретан, пенополистирол), волокнистые теплоизоляционные материалы (полиэстер, шерсть). Данные материалы обладают низкой теплопроводностью, малой плотностью и способностью сохранять изоляционные свойства даже при отрицательных температурах [4].

В качестве материалов для внутренней подкладки применяются трикотажные и ворсовые ткани (флис, шерсть), а также мембранные материалы (например, Gore-Tex). Их основными свойствами являются гигроскопичность, воздухопроницаемость и способность отводить избыточную влагу. Для внешних частей шлемов дополнительно используются материалы и покрытия: ветрозащитные и водонепроницаемые покрытия; антибактериальные и гидрофобные обработки; эластичные герметизирующие элементы [5].

Данный тип защитных шлемов применяется в условиях воздействия низких температур, ветра и повышенной влажности:

- промышленность - нефтегазовая отрасль, горнодобывающая промышленность, строительство в северных регионах;
- транспорт и логистика - эксплуатация техники и инфраструктуры в зимних условиях;
- военная и силовые структуры - в арктических и высокогорных районах;
- специальные службы-проведение спасательных операций при экстремально низких температурах;
- спорт и отдых-альпинизм, горнолыжный спорт, использование снегоходной техники.

Конструкция защитных шлемов для низкотемпературных условий основывается на принципе многослойной защиты, при котором [6]:

- внешний слой обеспечивает механическую прочность;
- внутренние слои - теплоизоляцию и комфорт;
- дополнительные элементы- адаптацию к климатическим воздействиям.

Таким образом, конструктивные и материальные решения защитных головных уборов формируются на основе требований нормативных документов и направлены на эффективное поглощение и перераспределение механической энергии. Применение многослойных конструкций, рациональный выбор материалов и учет геометрии изделия позволяют обеспечить необходимый уровень безопасности при сохранении эксплуатационной надежности и эргономического комфорта.

Конструктивные особенности и материалы защитных головных уборов для условий повышенных температур. Защитные головные уборы, предназначенные для использования при высоких температурах, относятся к категории средств индивидуальной защиты, обеспечивающих защиту от теплового воздействия (конвективного, лучистого и контактного тепла), а также от открытого пламени и искр. Указанные условия предъявляют повышенные требования к защитным свойствам изделий, направленным на

обеспечение термической стойкости, теплоизоляции, отражения теплового излучения, а также эксплуатационной надежности и гигиенического комфорта [7].

Конструктивные параметры головных уборов формируются по принципу многослойной системы с функциональным распределением элементов [8].



Рисунок 2. Общий вид защитных головных уборов для защиты от высоких температур

Внешний защитный слой (оболочка) выполняет функции отражения теплового излучения, защиты от пламени и механических воздействий. Конструкция может быть жесткой (каска) или гибкой (капюшоны, накидки). Теплоотражающий слой представлен металлизированными покрытиями (чаще всего алюминизированными), обеспечивающими снижение интенсивности лучистого теплового потока за счет отражения инфракрасного излучения. Теплоизоляционный слой снижает теплопередачу благодаря низкой теплопроводности и наличию воздушных прослоек; как правило, реализуется в виде многослойных пакетов. Амортизирующая и дистанционная система формирует зазор между источником тепла и головой пользователя, снижает тепловую нагрузку и обеспечивает циркуляцию воздуха. Внутренний гигиенический слой контактирует с кожей, обеспечивает влагопоглощение, комфорт и частично участвует в теплообмене. Вентиляционная система (при возможности эксплуатации) обеспечивает отвод избыточного тепла и влаги, однако ее применение ограничено при работе с открытым пламенем. Дополнительные защитные элементы - пелерины, экраны, щитки - защищают шею, лицо и плечевой пояс от теплового излучения.

Таким образом, конструкция направлена на обеспечение комбинированной защиты от различных видов теплового воздействия [9].

При обеспечении защитных свойств конструкция должна также учитывать необходимость отвода избыточного тепла, что достигается за счет формирования воздушных зазоров, применения вентиляционных каналов и использования перфорированных элементов в зонах, не подверженных прямому тепловому воздействию. Тем самым обеспечивается рациональный баланс между теплоизоляцией и теплообменом, предотвращающий перегрев организма пользователя.

Выбор материалов для изготовления защитных головных уборов определяется характером теплового воздействия и требуемым уровнем защиты. В качестве основных материалов внешнего слоя применяются термостойкие и огнестойкие волокна, способные сохранять прочностные характеристики при высоких температурах, такие как арамидные, базальтовые и стеклянные волокна. Для отражения теплового излучения широко

используются алюминизированные ткани и металлизированные пленочные покрытия. Область применения защитных головных уборов для высокотемпературных условий охватывает широкий спектр производственных и специальных сфер: пожарно-спасательные подразделения, металлургическую промышленность, нефтегазовые и химические комплексы, а также виды деятельности, связанные с пребыванием в условиях жаркого климата и интенсивного солнечного излучения. В зависимости от условий эксплуатации различаются требования к огнестойкости, способности отражать тепло, механической прочности и эргономическим характеристикам изделий [10].

Таким образом, конструктивные и материальные решения защитных головных уборов для условий высоких температур должны рассматриваться в рамках системного подхода, обеспечивающего комплексную устойчивость к различным видам теплового воздействия.

Конструктивные особенности, материалы и области применения головных уборов для защиты от механических воздействий. Головные уборы, предназначенные для защиты от механических воздействий, используются в условиях повышенного риска травмирования головы вследствие ударных нагрузок, падения предметов, проникающих воздействий и динамических нагрузок. Основные области применения включают строительство, горнодобывающую промышленность, машиностроение и транспортную инфраструктуру.

Согласно международным требованиям, данные изделия должны обеспечивать защиту от ударов и предотвращать травмы головного мозга и черепа [11]. В соответствии с требованиями EN 397 и ISO 3873, защитные головные уборы должны обладать способностью поглощать энергию удара, сопротивляться проколу и сохранять целостность конструкции при воздействии внешних нагрузок.



Рисунок 3. Общий вид защитных головных уборов для защиты от механических воздействий

Конструктивные особенности защитных головных уборов определяются необходимостью эффективного перераспределения и снижения энергии удара. Наиболее распространена многокомпонентная конструкция, включающая жесткий внешний корпус, амортизирующую внутреннюю систему и крепежные элементы.

Внешний корпус выполняет функцию распределения ударной нагрузки по поверхности изделия, снижая локальные напряжения, тогда как внутренняя система (подвесная или демпфирующие вставки) обеспечивает поглощение энергии за счет упруго-пластической деформации материалов [12]. Существенное значение имеет наличие зазора между корпусом и поверхностью головы, формируемого подвесной системой.

Этот конструктивный элемент снижает уровень передаваемой энергии и предотвращает непосредственный контакт головы с жесткой оболочкой. Геометрическая

форма головного убора также существенно влияет на его защитные свойства: куполообразная форма способствует равномерному распределению ударной нагрузки. [13]. В современных конструкциях все шире применяются композиционные решения, обеспечивающие сочетание высокой прочности и малой массы. Материалы внешнего корпуса выбираются с учетом требований ударной вязкости и стойкости к разрушению. Наиболее широко используются термопластичные полимеры (полиэтилен высокой плотности, ABS-пластики, поликарбонаты), а также композиционные материалы, армированные стеклянными или арамидными волокнами. Их применение позволяет обеспечить требуемый уровень прочности при снижении массы изделия. Амортизирующие элементы изготавливаются из вспененных материалов, обладающих высокой способностью к поглощению энергии удара, таких как пенополистирол, пенополиуретан и вспененный полиэтилен. Внутренние контактные слои выполняются из текстильных материалов с высокими гигиеническими свойствами, обеспечивающих комфорт при длительном ношении [8].

Область применения защитных головных уборов от механических воздействий охватывает широкий спектр производственных и профессиональных сфер. В зависимости от условий эксплуатации различаются требования к ударопрочности, стойкости к проколу, а также к дополнительным защитным свойствам, включая устойчивость к высоким и низким температурам, воздействию электрического тока и агрессивных сред [14]. Таким образом, специальные защитные головные уборы представляют собой технически сложные многокомпонентные изделия, конструкция которых направлена на обеспечение комплексной защиты от механических и неблагоприятных климатических факторов. Защитные свойства формируются за счёт сочетания материалов с различными функциональными характеристиками - термостойкостью, теплоизоляцией и отражающей способностью, - объединённых в единую структурную систему с учётом условий эксплуатации и требований комфорта [15]. Принцип построения таких изделий основан на функциональном разделении слоёв, каждый из которых выполняет определённую защитную задачу. Перспективы развития данного направления связаны с поиском инновационных конструктивных решений и созданием материалов нового поколения, позволяющих повысить уровень защитных и эргономических характеристик изделия без усложнения конструкции и снижения надёжности.

Reference:

1. A.V.Ivanov *Texnologiya izgotovleniya zashitnix golovnix uborov*. Moskva: Texnosfera 2018 g.
2. GOST EN 397-2020. SSBT. Sredstva individualnoy zashiti golovi. Kaski zashitniye. Obshniye tekhnicheskiye trebovaniya i metodi ispitaniy.
3. S.V.Gagarina, Y.Y.Rudenko, *Xarakteristika spetsialnix golovnix uborov/ materiali MNPK, YURGUES, Rossiya, g.Shaxti.*, 2012, S.103-108.
4. Zhang X., Yang B., Wu J. и др. Research Progress on Helmet Liner Materials and Structural Applications-*sovremennoye sostoyaniye issledovaniy po materialam i konstruksiyam zashitnix podkladok v shlemax*.
5. Musenich L. et al. D-HAT: a Diatom-inspired structure for a Helmet concept Against Trauma // arxiv, 2025.
6. Castellanos A., Prabhakar P. Damage mechanisms in foam core composites at low temperatures // 2021
7. Bogerd C.C., Aerts J.-M., Annaheim S. и др. Thermal effects of headgear: state-of-the-art and way forward - *obzor literaturi po teplovim efektam golovnix uborov, teploobmenu i konstruktivnim aspektam*. 2007

8. A review on ergonomics of headgear: Thermal effects - sistematischeskiy obzor issledovaniy po teplovim aspektam golovnix uborov, vklyuchaya mexanizmi teploperedachi i metodi otsenki., 2011
9. Zhang X., Yang B., Wu J. и др. Research Progress on Helmet Liner Materials and Structural Applications - sovremennoye sostoyaniye issledovaniy po materialam i konstruksiyam zashitnix podkladok v shlemax. 2021
10. Radiative properties of firefighter helmets: Effect of color and soot deposition on thermal performance - analiz vliyaniya dizayna (svet, otrajeniye) na teploviye svoystva shlemov pojarnix. 2014.
11. ISO 3873:2025. Industrial protective helmets.
12. Bogerd C.C. et al. Thermal effects of headgear: state-of-the-art and way forward. - 2015
13. Crouch I. Textiles for Protection. – Woodhead Publishing, 2014
14. Scott R. Textiles for Protection and Safety, 2025.
15. <https://bestcolorfulsocks.com/blogs/news/hats-market-size-statistics>

UO‘K.675.024.47:547.962.9.001.5

**INTERPOLIKOMPLEKSNING MO‘YNALI HAYVON TERI KOLLAGENI
BILAN O‘ZARO TA’SIRI TADQIQOTI**

Boymanov Sh.O., Qodirov T.J., Burxonov D.B.
Tashkent Institute of Textile and Light Industry

Annotatsiya. Mo‘yna ishlab chiqarishning oshlash jarayonida qo‘llaniladigan kimyoviy moddalar va ularning ba’zi xususiyatlari o‘rganib chiqilib tahlil qilingan. Mo‘ynali hayvon teri kollageni, va unga interpolikompleks birikmasining ta’siri keltirib o‘tilgan. Tadqiqot davomida chet davlatlardan keltiriladigan oshlovchi kimyoviy moddalar o‘rniga mahalliy oshlovchi kimyoviy moddalardan foydalanib oshlovchi birikma tarkibiga kiruvchi moddalarning dastlabki nisbatlari aniqlanib sintez qilingan. Tajriba sinov natijalarini atroflicha tahlil qilish va taqqoslash uchun sof kollagen va interpolikompleks asosida ishlov berilgan kollagen namunalari tanlab olingan. An’anaviy usul bilan mo‘yna teri kollageni va unga interpolikompleks bilan ishlov berish texnologik reglamenti ishlab chiqilgan. Rentgenografik tahlil natijasiga ko‘ra interpolikompleks bilan ishlov berilgan kollagen difraktogrammasida ma’lum chastotada ekvatorial refleksning namoyon bo‘lishi kollagenni oshlash-choklanishligidan dalolat berishi, interpolikompleks bilan kollagenga ishlov berilganda uning struktur zonalarini tartibga keltirib, strukturaviy o‘zgarishlar darajasini xarakterlovchi hamda ekvatorial refleks qiymatini asosiy ko‘rsatkichi sifatida qabul qilish mumkinligi keltirilgan. Natijalarni inobatga olgan holda interpolimerkompleksli oshlovchining an’anaviy oshlash usuliga nisbatan mo‘ynali hayvon terisining kollageni bilan faol reaksiyaga kirishib, mustahkam kimyoviy bog‘lar hosil qilgan holda uni oshlovchilik xossasiga egaligiga yana bir bor ishonch hosil qilingan.

Kalit so‘zlar: mo‘ynali teri kollageni, kollagen, interpolikompleks birikmasi, oshlash, IQ-spektroskopik tahlil, rentgenografik tahlil.

Аннотация. В статье были изучены и проанализированы химические вещества, применяемые в процессе дубления в производстве пушины, а также их некоторые свойства. Рассмотрено воздействие предлагаемого интерполикомплексного дубящего соединения на collagen кожной ткани пушины. В ходе исследования вместо импортируемых из зарубежных стран дубящие химические вещества были заменены альтернативным дубящим веществом местного производства. Определены исходные соотношения компонентов, входящих в состав предложенного интерполикомплексного дубящего соединения. В экспериментальных исследованиях для всестороннего анализа и сопоставления результатов были отобраны два образца: чистый и обработанный с интерполикомплексным дубящим веществом collagenовые белки. Разработан

технологический регламент обработки пушнины с применением интерполикомплексного дубящего вещества. С целью исследования структурных изменений кожной ткани образцов пушнины были использованы различные методы анализа, такие как рентгенографический метод анализа и инфракрасной спектроскопии. На основании проведения рентгенографического метода анализа установлено, что проявление экваториального рефлекса на определённой частоте на дифрактограмме коллагена, обработанного интерполикомплексом. Это свидетельствует, что в процессе дубления с применением интерполикомплексного дубящего вещества происходит упорядочение структурных зон коллагена и может быть принято в качестве основного показателя, характеризующего степень структурных изменений. С учётом полученных результатов подтверждено, что интерполимеркомплексное дубящее вещество, по сравнению с традиционным способом дубления, активно вступает в реакцию с функциональными группами коллагенового белка кожной ткани пушнины, образуя прочные химические связи.

Ключевые слова: коллагеновые белки пушнины, процесс дубление, интерполикомплексное дубящее соединение, ИК-спектральный анализ, рентгенографический метод анализа.

Abstract. The article examines and analyzes the chemicals used in the tanning process for fur production, as well as some of their properties. The effect of the proposed interpolycomplex tanning compound on collagen in fur leather is examined. During the study, tanning chemicals imported from foreign countries were replaced with an alternative tanning agent of local production. The initial ratios of the components included in the proposed interpolycomplex tanning compound were determined. Two samples of collagen proteins were selected for experimental studies for a comprehensive analysis and comparison of the results: pure collagen proteins and collagen proteins treated with an interpolycomplex tanning agent. A technological procedure for processing furs using an interpolycomplex tanning agent was developed. Various analytical methods, such as X-ray diffraction analysis and infrared spectroscopy, were used to study the structural changes in the leather tissue of fur samples. Based on the X-ray diffraction analysis, it was established that an equatorial reflex at a certain frequency appears in the diffraction pattern of collagen treated with the interpolycomplex. This indicates that the tanning process using an interpolymer complex tanning agent results in the structural zones of collagen being ordered and can be used as a key indicator characterizing the degree of structural changes. Taking into account the obtained results, it was confirmed that the interpolymer complex tanning agent, compared to traditional tanning, actively reacts with the functional groups of the collagen protein in fur leather, forming strong chemical bonds.

Keywords: fur skin collagen, collagen, interpolycomplex compound, tanning, IR spectroscopic analysis, X-ray analysis.

Kirish. Dunyo miqyosida 90% dan ortiq charm va mo'yna mahsulotlari xrom oshlovchilari ishtirokida ishlab chiqariladi [1]. Jahonda mo'yna xomashyolarini oshlash texnologiyasida ekologik muammolarga olib kelayotgan, suvda qiyin eriydigan, suv havzalarini zaharlovchi xrom oshlovchilarning miqdorini kamaytirish masalalariga alohida ahamiyat berilmoqda. Bu borada, jumladan suvda to'liq eriydigan, oqava suvlarini zaharlamaydigan, inson salomatligiga salbiy ta'sir ko'rsatmaydigan, terining strukturaviy elementlari bilan oson kimyoviy bog'lar hosil qiladigan va teri strukturasi bilan uyulmaydigan oshlovchilar asosida teriga chuqur ishlov berish texnologiyasiga hamda tayyor mahsulot sifatini oshirishga alohida e'tibor qaratilmoqda.

Mo'yna ishlab chiqarishda qo'llaniladigan kompozitsiyalar tarkibida mahalliy va boshqa reagentlarni qo'llash borasida ilmiy tadqiqot va nazorat ishlari olib borilmoqda. Shu olib borilgan tadqiqotlarni o'rganib, tahlil qilib, mo'yna ishlab chiqarish jarayonlarini takomillashtirish uchun avvalambor oshlovchining kollagenga o'zaro ta'siri tadqiqotini o'z

oldimizga vazifa qilib qo'ydik. Mo'yna terilariga ishlov berishda keyingi yillarda uni oshlash uchun qo'llanilgan kimyoviy moddalar bilan tanishib, uni takomillashtirish va nazorat qilish o'rganib chiqildi. Bugungi kunda, mo'yna sanoatidagi asosiy muammolardan biri, bu oshlash va pardoqlash jarayonlarida ishlatiladigan kimyoviy moddalar tanqisligi hisoblanadi [2]. Bu kimyoviy moddalarni valyuta hisobida sotib olish va transport xarajatlari, respublikamizda ishlab chiqariladigan mo'yna tannarxini oshirishga olib kelmoqda. Shulardan kelib chiqqan holda, mo'yna ishlab chiqarish jarayonlari uchun qo'llaniladigan import qilinadigan kimyoviy materiallar o'rniga, mahalliy kimyoviy moddalar asosida takomillashgan texnologiyani qo'llash muhim ahamiyatga ega ekanligiga yana bir ishonch hosil qilindi.

Nazariy tadqiqotlar. Kollagen tarkibli xomashyoni qayta ishlashning ko'p yillik tajribasi, texnologik yechimlarning mavjud bo'lishiga qaramay juda ko'plab miqdorda suvni sarflash, toza, chuchuk suv havzalariga oqava suvlarni tashlash bilan bog'liq bo'lib, qat'iy o'zgarishlar hanuzgacha bo'lmayapti. Turli mamlakatlarda oqava suvlarning meyorlari turlicha [3]. Xromli oshlangan charm va mo'yna tarkibida III valentli xrom birikmalari mavjud bo'lib, uning qo'llanilishiga hozircha ruxsat etilgan.

Odatda oshlashda xrom mahsulotlari kukun shaklida ishlatiladi. Undagi asosiy modda Cr_2O_3 ning miqdori 25 - 33 % asoslikka ega. Bundan tashqari, asosli xrom sulfat eritmaları ham ishlatiladi. Bunday eritmalar Na/K xromatlarini sulfat kislota ishtirokida qaytarish usuli bilan tayyorlangan [4]. Xususan, rivojlanayotgan mamlakatlarda mineralli oshlash atrof-muhitni ifloslantirishga olib kelishi qayd etilgan. Shuning uchun, ekologik xavfsiz texnologiyani ishlab chiqish maqsadida alternativ oshlash usullarini tatbiq etish zarurati mavjud.

Ma'lumki oksidlanish darajasi +6 holatidagi xrompik, ya'ni olti valentli xrom deb ataladi. U asosan qoplamalar, konservalashda, bo'yash va boshqa jarayonlarda ishlatiladi. Xrompik, ya'ni Cr(VI) o'zining tuzilishi va sirt zaryadida sulfatga o'xshaydi, bu hujayralarga kirib, saraton, ko'zning ko'rish qobiliyati va teri allergiyasini keltirib chiqarishi mumkin [5].

Hind tadqiqotchilari Chakraborti D. va boshqalar o'z tadqiqotlarida xrom oshlovchi agentini o'rniga alternativ sifatida glutar aldegit oshlovchi moddasini xromsiz oshlash usuli sifatida taklif qilganlar [6].

Shuningdek, xrom oshlovchi birikmalari o'simlik, yog'li, sintetik va boshqa oshlovchi materiallarga nisbatan noyob xususiyatlari tufayli keng qo'llanilgan, boshqa oshlovchilarga qiyosan dermani yaxshi ko'rsatkichlar bilan ta'minlashi keltirilgan [7].

Turk olimlari alternativ oshlovchi sifatida Cr Aldehyde, Cr Sulphonylchloride, Cr Syntan-1 (F90)larini tanlashgan. Oshlash so'nggida teri pH ko'rsatkichi 5,0-6,5 qiymatlariga yetkazilgan. Solishtirish maqsadida nazorat uchun past asosli bo'lgan, 5-6 % li standart asosli sulfat tuzlari tanlangan [8].

O'zbekiston tadqiqotchilari Muhammedov G.I. va Eshmatov A.M. lar tomonidan interpolimer kompleks kompozitsion materiallarining ayrim fizik xossalari o'rganilgan. Interpolimer komplekslarining fizik xususiyatlarini va ularning kompozitsion materiallari asosida o'rganish hozirgi davrning dolzarb vazifalaridan biri ekanligi, tadqiqotlarda kompozitsion materiallarning issiqlik o'tkazuvchanlik xususiyatlari o'rganilib, poliakrilamid va poliakril kislota hosilalarining suvda eruvchan lyuminessent polimerlarini o'rganish natijalari keltirib o'tilgan. Poliakrilamid ishchi aralashmalari yoki oqava suvlar va boshqalardagi qoldiq poliakril kislota tarkibini yuqori samarali va ishonchli nazorat qilish mumkinligi keltirib o'tilgan [9].

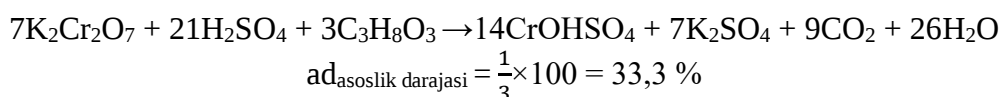
Tadqiqotchi mualliflar polimerlarning qoramol va qo'y terisi dermasining fizik-kimyoviy xususiyatlariga plazma bilan ishlov berishning kompleks ta'sirini o'rganganlar. Natijada dermaning mustahkamligi 23 % ga oshgan va suvni singdirish muddati bo'yicha uning suvga chidamliligi 86 % ga pasaygan, uning gigroskopikligi esa xomashyodan yarim tayyor mahsulotlar uchun 76-87 % ga kamaygan. Past haroratli plazma va kimyoviy reagentlar bilan kombinatsiyalangan ishlov berish orqali qoplama materiallarining suvga chidamliligini oshirish natijalarini beradigan tadqiqotlar katta ilmiy va texnik qiziqish uyg'otgan. Masalan,

geksametildisiloksan va tetraetilortosilikatdan foydalanilganda teri to'qimasining suvga chidamliligi oshgan [10].

Tajribaviy tadqiqotlar. Tadqiqotlarda keltirib o'tilgan ma'lumotlarni inobatga olgan holda kompleks xossalarga ega bo'lgan yangi avlod oshlovchisi tarkibiga kiruvchi reagentlarning dastlabki nisbatlarini tanlash, sintez qilish, uning oshlovchilik xossalari o'rganish va tahlil qilish vazifalardan biri qilib olindi.

Mazkur vazifani yechishda ya'ni, interpolikompleksni sintez qilish jarayonini ketma-ketligi quyidagicha bajarilib [11 -14], oshlovchini sintez qilish usulida xrompik eritmasiga, mineral saqlagan modda, akrilat polimeri, eritmaga sulfat kislota, qaytaruvchi, va qo'shimcha tarzda natriy tuzi kiritildi. Mineral saqlagan modda sifatida - bentonit, akrilat polimeri sifatida – poliakrilamid, qaytaruvchi sifatida -charm changi yoki glitserin, natriy tuzi sifatida esa - karbonat natriy komponentlari quyidagicha: xrompik (dixromat kaliy yoki natriy) -21,3, sulfat kislota – 21,3, bentonit -2,1, charm changi/glitserin – 4,2, karbonat natriy – 2,9, poliakrilamid – 7,3 va suv ulushi – 40,9 % ni tashkil etadi.

Mazkur interpolikompleksni hosil bo'lish reaksiyasi quyidagicha borishi mumkin:



Bu tenglamalardan ko'rinib turibdiki, bu reaksiyada charm changi yoki glitserin va karbonat natriyning to'liq oksidsizlanishidan bir qator moddalar hosil bo'ladiki, bu uchun xrompikdan xromni qaytarishda organik moddalardan ko'prok olishga to'g'ri keladi. Tajribalar ko'rsatishicha amalda charm changi/glitserinni 3,0 - 4,0 % ko'prok olish maqsadga muvofiq. Ya'ni, ko'pi zarar qilmaydi, kam bo'lsa reaksiya oxirigacha borib tugallanmaydi.

Hosil bo'lgan interpolikompleksning oshlovchilik xususiyatini tadqiq qilish maqsadida u asosida mo'ynali hayvon teri kollageniga ishlov berildi. Bunda 20 °C haroratda 3 soat mobaynida 10 % kollagen eritmasiga interpolikompleks (kollagen massasiga nisbatan 3,5 %) ta'sir ettirildi. Interolikompleks asosida ishlov berilgan kollagen aralashmasi (pH = 5,3) petri chashkasiga quyildi va yupqa plenka shaklida quritildi.

Natijalarni atroflicha tahlil qilish va taqqoslash maqsadida mo'ynali teri kollageni ham tanlab olindi. Tadqiqot obyektlari dastlabki komponentlarni aralashtirish yo'li bilan tayyorlandi [15]. Plenkalar 20 °C haroratda 24 soat davomida tayyorlanib, ularning qalinligi 10,0±2,0 mkm ni tashkil etdi. Plenka yuzasida adsorbsiyalangan va o'zaro ta'sirlashmagan oshlovchini chiqarib tashlash maqsadida ularni bir necha porsiyalarda distillangan suv bilan qayta-qayta yuvib, keyin quritildi.

Natijalar tahlili. Kollagen bilan interpolikompleksni o'zaro ta'sir natijasi dastlabki va interpolikompleks bilan ishlov berilgan kollageni IQ-spektroskopiya usuli yordamida tekshirildi. Olingan IQ-spektrlarining sezilarli farqi ularning o'zaro ta'sirlashganidan guvohlik berdi. Dastlabki va o'zaro ta'sirlashgan moddalar spektrlarini xarakterli sohalari ma'lum uslublarga, muvofiq tarzda solishtirildi [16].

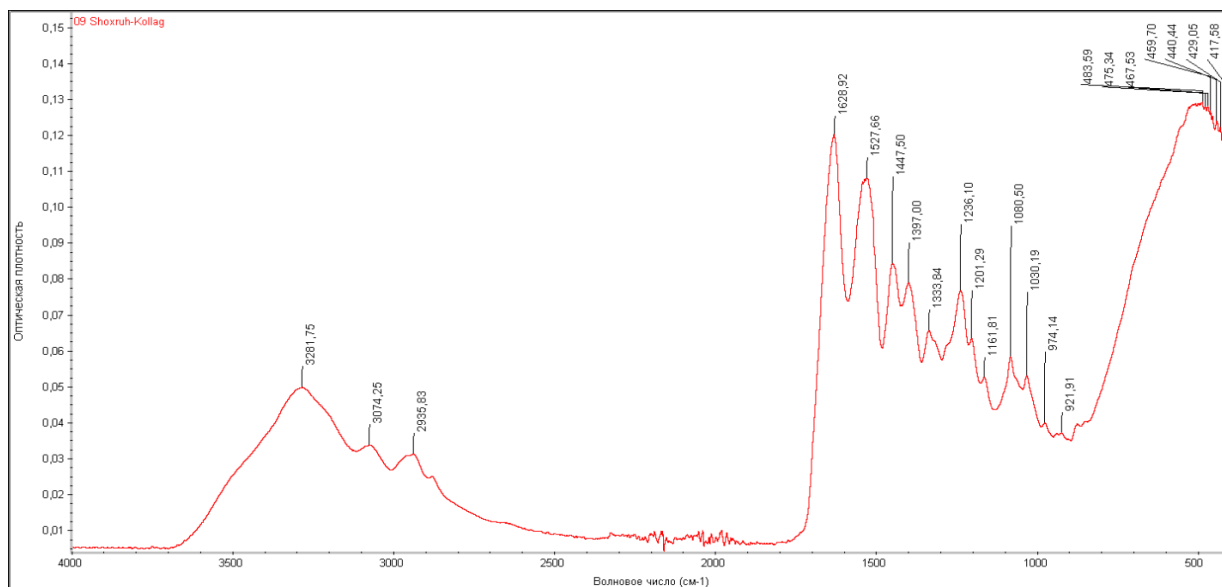
Kollagen va uning ta'sirlashgan mahsulotlari struktura elementlarini kechadigan jarayonlarning nechog'lik chuqurlik darajasini aniqlash va izohlash uchun quyidagi 1- va 2- rasmlarda: sof kollagen va interpolikompleks asosida ishlov berilgan kollagen namunalarining spektrlari olinib o'zaro solishtirildi.

Olib borilgan tadqiqotlarda kollagen oqsilining IQ-spektrlari o'rganildi. Kollagen namunalarining 1-3 spektrlarining 3300-2900 cm^{-1} chastotalarda keng yoyilib ketgan sohalar kuzatiladi. Bu kollageni ichki va molekulalararo vodorod bog'larining borligi bilan izohlash mumkin.

Kollagen va interpolikompleks IR-spektrlari taqqoslanganida aniq cho'qqilarning mavjudligi yaqqol seziladi, 1-rasm.

Yuqorida qayd etilganlardan tashqari shuningdek, terisi kollagenining 1080, 1030 va 922 cm^{-1} kuchsiz chastotalarida to'yinmagan C-O bog', 1236, 1201 va 1162 cm^{-1} kuchsiz

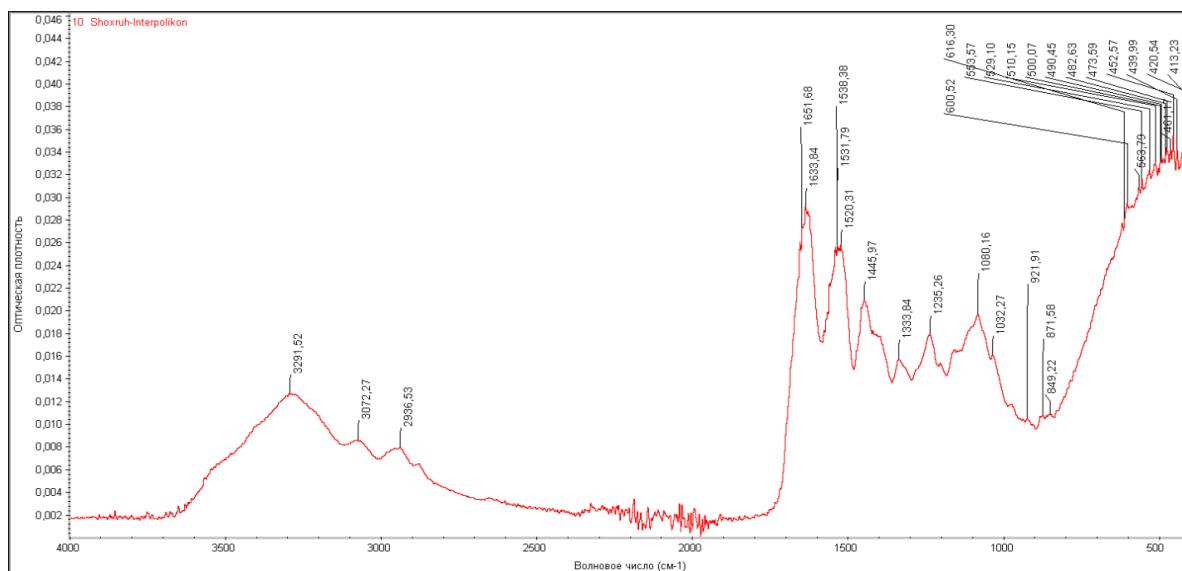
chastotalarida $(CH_2)_3N$ bog‘, 1447, 1397 va 1334 sm^{-1} kuchsiz chastotalarida C-H bog‘, 1528 sm^{-1} kuchli chastotada N-H bog‘ va 1629 sm^{-1} kuchli chastotada C=O bog‘ning hosil bo‘lganligi kuzatildi.



1-rasm. Sof kollagen IQ- spektri

Ishlov berilmagan kollagen IQ-spektrining 1527 sm^{-1} sohasidagi chastota interpolikompleks bilan ishlov berilgan kollagen namunalardagi IQ-spektrining 1538-1520 sm^{-1} sohalarda va 1629 sm^{-1} sohasidagi chastota esa 1652 va 1634 sm^{-1} sohalarda chastota mavjud bo‘ldi. Bu hodisa kollagenni amin guruhlari bilan interpolikompleksni karbonil guruhlari o‘zaro ta’sirlashuv natijasining samarasi deb qabul qilish ehtimoli mavjud (2-rasm).

Eng yuqori quyi chastotali II aminokislotali soha NN_3^+ deformatsion tebranishlar 1538, 1532 va 1520 sm^{-1} oraliqlarda yotgani aniqlandi. Namunalarning spektrlaridagi deformatsion tebranishli cho‘qqilar kam to‘lqinli sonlar 1629 sm^{-1} dan 1634 sm^{-1} tomon siljigan. Yutilish sohalari siljishining sodir bo‘lishi shubhasiz ta’sirlashuvchi komponentlarni reaksiyalari tufaylidir.



2-rasm. Interpolikompleks asosida ishlov berilgan kollagenni IQ- spektri

Keyingi IQ – spektrlarni tahlilida 3300-2900 sm^{-1} sohada N-H guruhlarga tegishli valent tebranishlarini ko‘rish mumkin. Bunda, modifikatsiyalangan namunalardagi gidroksil

guruhlarining holatlari kabi N-H guruhining tebranish chastotalarini oldin soʻnib, keyinchalik yoʻqolib qolishini kollagenni faol guruhlar bilan interpolikompleks orasida kompleks bogʻlar hosil boʻlganligiga yana bir ishoradir.

Odatda $3300-2700\text{ cm}^{-1}$ chastota sohalardagi yutilishlar valent tebranishlar masʼulligidan kelib chiqqan holda, 2936 cm^{-1} chastotada tebranishlarining yutilish choʻqqilari –C-H guruhiga muvofiq keladi.

Interpolikompleks bilan ishlov berilgan kollagen namunalarini spektrlarini oʻrganishda $2200-2020\text{ cm}^{-1}$ sohalarda kuchli molekulalararo vodorod bogʻlarining sodir boʻlganligini kuzatish mumkin.

Interpolikompleks asosida ishlov berilgan kollagenning spektrida 1400 cm^{-1} , SN deformatsion tebranishning yoʻqolishi, shuningdek SN_2 guruhining paydo boʻlishi kollagen va interpolikompleks oʻrtasida kovalent bogʻining hosil boʻlganligiga isbot boʻla oladi.

Mazkur tadqiqotning navbatdagi bosqichida moʻynali hayvon terilarini interpolikompleks bilan oshlash darajasining xarakteristikasini aniqlash va taqqoslash uchun gʻovak organik birikma kollagen strukturasi choklash jarayoni ularning rentgenografik difraktogrammalari orqali oʻrganildi.

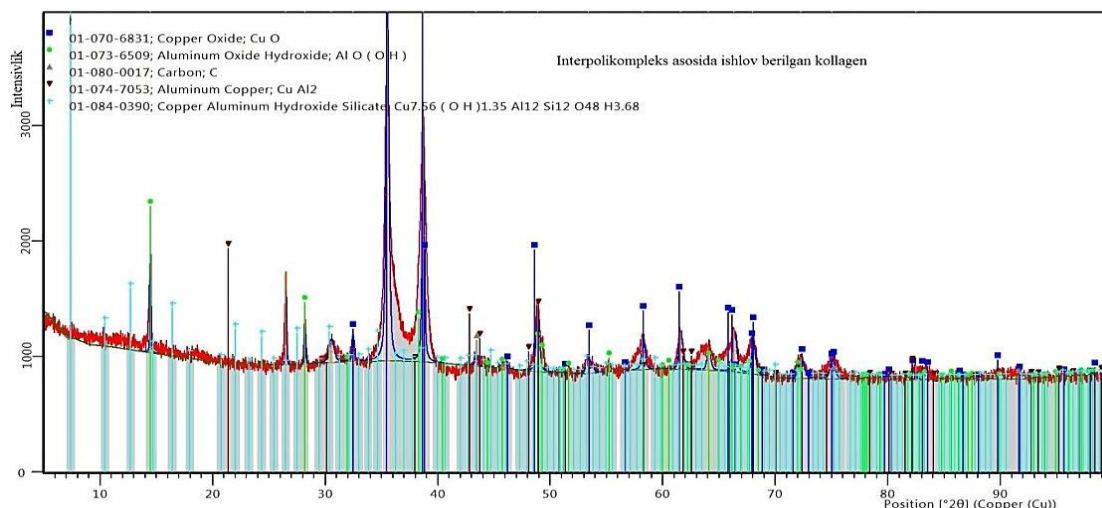
Moʻynali hayvon teri kollageniga ishlov berishda choklovchi agent sifatida albatta tadqiqot obyekti boʻlgan interpolikompleks va uni taqqoslash uchun xrom oshlovchisi tanlandi.

Rentgenografik tahlil usulida (3- va 4-rasm) $K\alpha$ - misni monoxromatik nurlantirishni taʼminlovchi BCB-6 trubka turidagi DRON-05 difraktometrda olib borilgan namunalarning rentgenografik tahlil maʼlumotlari keltirilgan.

Difraktogrammaning sezilarli diffuziya zonasida juda koʻp sonli interferensiya maksimumlarining asosiy qismlarini joylashganini kuzatish mumkin. Muhokama etilayotgan muammo nuqtai nazaridan tadqiqotda $2-20^\circ$ breg burchak zonasi oraliqlaridagi kristallik reflekslar qiziqtirdi.

Koʻrsatilgan refleks kollagen rentgenogrammasining ekvatorida joylashgan. Kollagen difraktogrammasidagi ekvatorial refleks asosiy refleks hisoblanadi.

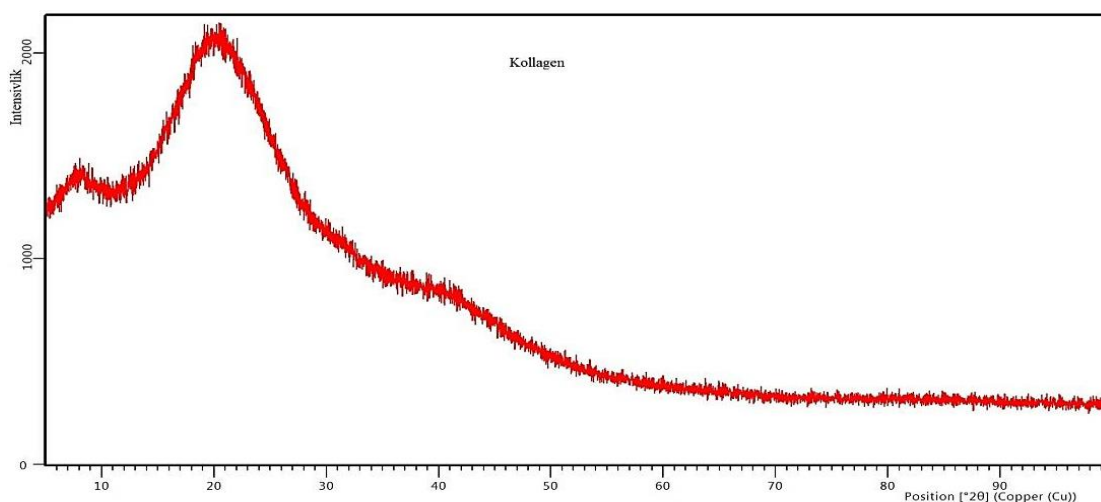
Shu refleksga mos keluvchi tekisliklararo masofa kollagenni interpolikompleks bilan oshlash-choklash darajasiga bogʻliq holda sezilarli darajada oʻzgargan.



3-rasm. Interpolikompleks asosida ishlov berilgan kollagenni rentgenografik tahlil natijasi

Yuqorida keltirib oʻtilgan tajriba natijalariga koʻra interpolikompleks asosida ishlov berilgan kollagen namunasida mineral moddalar mavjudligi yaqqol koʻrinib turipti, 4- rasm, yaʼni sof kollagen namunasida mineral moddalar yoʻqligi rentgenografik tahlil natijalaridan maʼlum.

Yuqorida qayd etilgan natijalarda tadqiqot obyekti bo'lgan teri kollageniga interpolikompleks bilan ishlov berishda kompleks bog'larning hosil bo'lgani kabi kollagen difraktogrammasida asosiy ekvatorial refleksning hosil bo'lishi kuzatildi.



4-rasm. Sof kollagen rentgenografik tahlil natijasi

Asosiy ekvatorial refleksga muvofiq keluvchi qiymat birinchi va uchinchi aminokislotalar zanjirlarini atom guruhlari orasidagi masofasida ikkitadan peptid vodorod bog'larini hosil qilib, va aynan shunga mos kelish natijasi deb tasavvur qilish mumkin.

Yuqorida ta'kidlanganlarga binoan, peptid guruhlari quyidagicha trans-holatda joylashishi mumkin:

Hech shubhasiz, peptid guruhlarning bunday vodorod bog'lari bilan trans xolatda joylashuvi faqatgina kollagenni tartibli zonalarini strukturasiy darajasida uchratish mumkin. Shuning uchun, bunday refleksning intensivligini kollagen strukturasiy tartiblanganlik darajasi sifatida qarash mumkin.

Ayni holatda kollagen tarkibidagi choklovchi agentning miqdori ortib borgan sari kompleks bog'larning ko'p miqdorda hosil bo'lib, mos ravishda ekvatorial refleksning intensivligi ham oshib borganligi kuzatildi. Yangi kompleks bog'larning sodir bo'lishida muvofiq ravishda intensiv ekvatorial reflekslar ham paydo bo'ladi.

Xulosalar. Natijalardan kuzatish mumkinki, IR-spektroskopik tadqiqotlarning tahliliy natijalari interpolikompleksni mo'ynali hayvon teri kollageni bilan o'zaro ta'sir mexanizmi qonuniyatlari orqali kimyoviy bog'larning turlarini aniqlashga imkoniyat berdi. Shunday qilib, kollagenning asosan karboksil, gidroksil va amino guruhlari bilan bir tomondan, ikkinchi tomondan interpolikompleksni karbonil guruhlari bilan o'zaro vodorod bog'lari ham hosil bo'lishi aniqlandi.

Rentgenografik tahlil natijasiga ko'ra interpolikompleks bilan ishlov berilgan kollagen difraktogrammasida ma'lum chastotada ekvatorial refleksning namoyon bo'lishi kollagenni oshlash-choklanishligidan dalolat berib, uning struktura zonalarini qayta tartiblanishiga olib kelish natijasi deb qarash mumkin. Interpolikompleks bilan kollagenga ishlov berilganda uning strukturzonalarini tartibga keltirib, strukturaviy o'zgarishlar darajasini harakterlovchi hamda ekvatorial refleks qiymatini asosiy ko'rsatkichi sifatida qabul qilish mumkin. Xususan, asosiy ekvatorial refleksning paydo bo'lishi qunduz teri oqsil to'qimasini bir maromda choklab-oshlab zanjirlararo kompleks bog'lar hosil qilishiga isbot bo'la oladi.

Keltirib o'tilgan tahlil natijalarini inobatga olgan holda interpolimerkompleksli oshlovchining an'anaviy oshlash usuliga nisbatan mo'ynali hayvon terisining kollageni bilan faol reaksiyaga kirishib, mustahkam kimyoviy bog'lanishlar hosil qilgan holda uni oshlaganligiga ishonch hosil qilindi.

Reference:

1. Lauren E., Nutria Survivorship, Movement Patterns, and Home Ranges// Southeastern naturalist. 2009. -P.399-410.
2. Kazokov F., Kodirov T. Mathematical modeling of factors influencing the process of filling karakul semi-finished products // IOP Publishing, Journal of Physics: Conference Series, doi:10.1088/1742-6596/2388/1/012129. APITECH-IV – 2022.
3. Purnomo E. Teknik Penyamakan Aldehida dan Sintetis/ Jurusan Teknologi Pengolahan Kulit, Politeknik ATK Yogyakarta, Yogyakarta. 2015.
4. Erdem M. Chromium recovery from chrome shaving generated in tanning process// J Hazardous Mat. 2006.129: 143-146.
5. Risco T.A., Auerkari E.I. Effects of Chromium on Human Body// Annual Research & Review in Biology. 13, 2017. -P.1-8. 10.9734/ARRB/2017/33462.
6. Chakraborty D., Quadery A.H., Azad M.A. Studies on the tanning with glutaraldehyde as an alternative to traditional chrome tanning system for the production of chrome free leather// Bangladesh J. Sci. Ind. Res. 43: 2008. -P.553-558.
7. Tao E., Hong-Rui M., Hao C. The Quantitative Calculation Between Chrome Technological Parameters in Leather Making and Chrome Absorptivity// Journal of the Society of Leather Technologists and Chemists. 2014. 98, 2, -P.63-68.
8. Ozgunay H., Mutlu M.M., Tosun C.C., Demirci Ö., Abali O., Kaman Y., Sepici T. Practices on ecological Chromium Tanning System// Leather and Footwear Journal 18 (2018) 3. -P.195-202.
9. Muhamedov G.I., Eshmatov A.M. Interpolimer komplekslar asosidagi kompozitsion materiallarning ayrim fizik xossalari// Academic Research, Uzbekistan, 2020. №4, Ct.4-8. www.ares.uz
10. Koizhaiganova M., Meyer M., Junghans F., Aslan A. Surface activation and coating on leather by dielectric barrier discharge (DBD) plasma at atmospheric pressure// Journal of the Society of Leather Technologists and Chemists. 2017. Vol. 101, Issue 2. -P.86–93.
11. Qodirov T.J., Boymanov SH.O. Interpolixromalyumokaliykompleksning qunduz terilarini oshlashdagi tadqiqoti va nazorati// “O‘zbekiston to‘qimachilik” ilmiy jurnali. – Toshkent. №1/2024. -B.109-115.
12. Patent Respubliki Uzbekistan, IAP 02866. Sposob polucheniya dubiteley. Kodirov T.J., Ruziyev R.R. Izobreteniyе. Ofitsialniy byulleten №5. 31.10.2005.
13. Boymanov Sh.O., Toshev A.Y., Kodirov T.J. Tanning of nutria skins based on interpolycomplex and its effect on the physic-chemical and mechanical properties of fur// “International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology” (IJARSET). ISSN: 2350-0328. Vol. 11, Issue 9, September 2024. -P.22229-22236.
14. Kodirov T.J., Markevich M.I., Malyshko A.N., Zhuravleva V.I., Sodikov N.A. Researches of Morphological Structure, Element Composition And Natural Leather Adsorption By Exposure to Laser Radiation// International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE) ISSN: 2277-3878, Volume-8 Issue-6, March 2020. –P.4880-4884.
15. Shoyimov Sh., Kodirov T. Diffusion of Fillers in the Structure of Chrome Leather and the Impact on Their Air and Water Performance// International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE). ISSN: 2277-3878, Volume-8 Issue-3, September 2019. -P.2027-2032.
16. Prech E., Byulmann F., Affolter K. Opreleniye stroyeniya organicheskix soyedineniy. Tablitsi spektralnix dannix/ M.: Mir; BINOM. Laboratoriya znaniy, 2012. -C.438.

**TURLI KOMPOZITSION TARKIBLI MATOLARNI
EKSPLUATATSION XOSSALARI****M.SH. Xasanova***Tashkent Institute of Textile and Light Industry*

Annotatsiya. Sanoatda ishlab chiqarilayotgan har bir to‘qimachilik mahsulotining tolaviy tarkibi, uning xossalarini bevosita belgilab beradi. Yangi turdagi xalq iste‘moli mollarini yaratish va ishlab chiqarish maydonlarini kengaytirish uchun aralash tolali to‘qimachilik materiallari, jahon bozorining asosiy mahsulotlariga aylangan.

Makromolekulasi sellyulozadan tashkil topgan tabiiy tolalar sifatida paxta va gidratsellyuloza tolalari to‘qimachilik sanoatida eng muhim ahamiyatga ega.

Respublikamiz va chet el to‘qimachilik sanoatida aralash tolali materiallar assortimentini sistematik tarzda kengayib borishi xaridorning barcha talablariga javob beruvchi mahsulotlar ishlab chiqarishni ta‘minlaydi. Aralash tolali to‘qimachilik mahsulotlarini ishlab chiqarish qimmatbaxo tabiiy tolalar sarfini kamaytirish bilan bir qatorda mahsulotga kerakli xossalarni maqsadli ravishda berish, xamda ularning fizik-mexanik xossalarini yaxshilash imkonini beradi. To‘qimachilik mahsulotlari ishlab chiqarishda tolalar kombinatsiyasini bu mahsulotning qo‘llanilish sohasiga mos ravishda tanlanadi

Tadqiqot ishida, paxta va qayta tiklangan bambuk rayon tolasi aralashmasining mexanik xossalari taqqoslandi. Ushbu ishning maqsadi paxta bilan aralashtirilgan regeneratsiya qilingan tolalarning mexanik va qulaylik xususiyatlarini o‘rganishdir. Qayta tiklangan tolalar bilan paxta tolasi aralashmalari kiyim kechak ishlab chiqarishda 100% paxta o‘rnini bosishi mumkin. Butun dunyo bo‘ylab paxta tolasiga bo‘lgan ehtiyojning ortib borishi, lekin uning aholi talab darajasini qondira olmasligi, qayta tiklangan sellyuloza tolalari ishlab chiqarish miqdorini oshirishni taqozo qilmoqda.

Kalit so‘zlar: paxta va bambuk tolasi, qayta tiklangan sellyuloza tolalari, aralash tolali matolar, uzilish kuchi, xavo o‘tkazuvchanlik

Аннотация. Волокнистый состав каждого текстильного изделия, производимого в отрасли, напрямую определяет его свойства. Текстильные материалы из смешанных волокон стали основной продукцией мирового рынка, что позволяет создавать новые виды потребительских товаров и расширять производственные площади.

Хлопковые и гидратцеллюлозные волокна, являющиеся натуральными волокнами, макромолекула которых состоит из целлюлозы, имеют огромное значение в текстильной промышленности.

Систематическое расширение ассортимента материалов из смесовых волокон в текстильной промышленности нашей республики и за рубежом обеспечивает производство продукции, отвечающей всем требованиям покупателя. Производство текстильных изделий из смешанных волокон позволяет, помимо снижения потребления дорогостоящих натуральных волокон, целенаправленно придавать изделию необходимые свойства, а также улучшать его физико-механические характеристики.

При производстве текстильных изделий комбинация волокон подбирается в зависимости от области применения продукта.

В ходе исследования сравнивались механические свойства смесей хлопка и регенерированного бамбукового вискозного волокна. Цель данной работы-изучение механических и комфортных свойств смесей регенерированных волокон с хлопком. Смеси хлопковых и регенерированных волокон могут заменить 100% хлопка в производстве одежды. Растущий мировой спрос на хлопковое волокно, но его неспособность удовлетворить потребности населения, требует увеличения производства регенерированных целлюлозных волокон.

Ключевые слова: хлопковое и бамбуковое волокно, регенерированные целлюлозные волокна, ткани из смешанных волокон, прочность на разрыв, воздухопроницаемость.

Annotation. The fiber composition of each textile product produced in the industry directly determines its properties. Textile materials made from blended fibers have become a staple on the global market, enabling the creation of new types of consumer goods and the expansion of production capacity. Cotton and hydrocellulose fibers, which are natural fibers whose macromolecule consists of cellulose, are of great importance in the textile industry.

The systematic expansion of the range of blended fiber materials in the textile industry in our country and abroad ensures the production of products that meet all customer requirements. The production of textiles from blended fibers allows, in addition to reducing the consumption of expensive natural fibers, to specifically impart desired properties to the product and improve its physical and mechanical properties.

In the production of textile products, the combination of fibers is selected depending on the area of application of the product.

The study compared the mechanical properties of cotton blends and regenerated bamboo viscose fiber. The aim of this study is to investigate the mechanical and comfort properties of blends of regenerated fibers with cotton. Blends of cotton and regenerated fibers have the potential to replace 100% cotton in clothing production. Growing global demand for cotton fiber, but its inability to meet global demand, requires increased production of regenerated cellulose fibers.

Key words: cotton and bamboo fiber, regenerated cellulose fibers, blended fiber fabrics, tensile strength, breathability.

Kirish. Tolali materiallarga kimyoviy ishlov berish turli sohalarga mo'ljallangan mahsulotlarni yaratish imkoniyatini ochadi. Tabiiy va kimyoviy tolalar aralashmasidan tayyorlangan mahalliy va xorijiy materiallar assortimentini muntazam ravishda ko'payib borishi va kimyoviy tolalarni qo'llash ko'lamini kengaytirish hisobiga, tabiiy tolalar taqchilligini to'ldirish va qimmatli iste'mol xususiyatlariga ega bo'lgan tabiiy tolalar sarfini kimyoviy tolalar bilan almashtirish zaruratini ta'minlab beradi.

Nazariy tadqiqotlar. Dunyo bo'yicha turli sohalarda (kiyim-kechak, uy anjomlari, poyafzal va boshqalar) qo'llanishga mo'ljallangan tolalarni ishlab chiqarish hajmi 7% ga ortib 2023 yilda 124 mln. tonnaga yetgan, 2030 yilga borib esa uni 160 mln. tonnaga yetishi Textile Exchange tomonidan bashorat qilingan. Bunda sintetik tolalarni ishlab chiqarish boshqa tolalarga nisbatan katta hajmni, ya'ni yiliga 75 mln tonnani tashkil etib, uning 57% i poliefir tolalariga to'g'ri kelmoqda [1]. To'qimachilik materiallarini ishlab chiqarishda sintetik tolalardan foydalanish hisobiga ularning chiqindilarini vaqt o'tishi bilan mikroplastik xoligacha parchalanishini atrof-muhitga zararli ta'sir etayotganligi, xatto ularni qayta ishlash tizimlari yo'lga qo'yilgan bo'lsada, global muammo sifatida qaralmoqda [2]. Hozirgi kunda jami ishlab chiqariladigan to'qimachilik mahsulotlarining 12,5% qayta ishlangan poliefir tolalariga, 2% i esa ishlatilish hajmi bo'yicha ikkinchi o'rinda yuradigan poliamid tolalariga to'g'ri kelmoqda. Jahonda 2020 yilda jami ishlab chiqariladigan tolalarning 0,5% ini iste'molchi tomonidan ishlatilgan yoki ishlatilmagan qayta ishlangan to'qimachilik mahsulotlari tashkil etgan bo'lsa, 2023 yilda uning ulushi 1% ga yetgan [3]. Bunda paxta va poliefir tolalari aralashmasili to'qimachilik materiallarini ishlab chiqarish eng ko'p tarqalganligi, tolalarning turli tabiati sababli qayta ishlash muammosini yanada chuqurlashtirmoqda. Bu ikki turdagi tolalarni turli xil xususiyatlarga ega ekanligi, tuzilishi va har bir mahsulotda ishlatiladigan foizlarini har xilligi sababli, to'qimachilik sanoatida ularni ajratish va qayta ishlatish jarayonlarni tashkil etishni standart uslublarini ishlab chiqishni murakkablashtiradi [4].

Havo va suv ifloslanishining atrof-muhit va sog'liqqa ta'siri faqat sintetik tolalar ishlab chiqarish va undan to'qimachilik sanoatida foydalanish bilan bog'liq bo'lmay, balki tabiiy tolalarni ishlab chiqarish va ularni utilizatsiya qilish jarayonida hosil bo'ladigan zararli moddalar

xam ta'sir etadi. Paxta to'qimachilik sanoatida eng ko'p ishlatiladigan tabiiy tola hisoblanib, uni yetishtirish jarayonida katta miqdorda suv sarflanadi, dunyo suv iste'molining taxminan 2,6% i paxta ishlab chiqarish uchun sarflanadi. Bundan tashqari, dunyo talablariga mos keluvchi miqdorda paxta yetishtirish keng yer maydonlarini va hosildorlikni oshirish uchun ko'plab pestitsidlar va boshqa kimyoviy moddalardan foydalanishni taqazo etadi. Bu borada jahonda ishlatiladigan pestitsidlarning 11%i har yili paxta yetishtirish uchun sarflanadi. Kimyoviy pestitsidlardan foydalanish atrof-muhitga qaytarib bo'lmaydigan darajada salbiy ta'sir ko'rsatadi [5]. Demak to'qimachilik sanoatida mahsulot turlarini ishlab chiqarishda hozirgi kunda eng keng tarqalgan paxta va poliefir tolalari aralashmalarda sintetik tolani paxta bilan parchalanishi yaqin bo'lgan tolalarga almashtirish yoki paxta tolali materiallarni boshqa alternativ tolalar bilan almashtirish ilmiy va texnologik yechimlarni kutayotgan muammoli masalalardan ekan. Shuningdek tolalar aralashmasini tashkil etishda ho'l ishlov berish jarayonlarini kam bo'yovchi va kimyoviy moddalar sarflanadigan, energotejamkor, ya'ni qisqa vaqt va past haroratlarda olib borish imkoniyatlari bo'yicha tashkil etish muhim hisoblanadi.

Yuqorida keltirilgan muammolarni yechimi sifatida olimlar tomonidan paxta tolasini boshqa tolalar bilan aralashmasidan to'qimachilik mahsulotlarini ishlab chiqarishda foydalanish orqali uni yetishtirish hajmini kamaytirishga qaratilgan tadqiqotlar olib borilmoqda. Paxta va uning boshqa tolalar bilan aralashmasidan tayyorlangan to'qimachilik materiallaridan tayyorlanadigan mahsulotlarida kompozitsiyadagi har ikkala tolaning texnologik, gigiyenik va iste'molchilik xususiyatlari namoyon bo'lishi bilan oxirgi yillarda ularga bo'lgan talab tobora ortib bormoqda. Bu yo'nalishda paxta tolasini bilan ipak [6,7], elastan va viskoza [8], modal [9] va rogoz [10] tolalarining turli nisbatlarida ip-kalava yigirish, trikotaj matosi va gazlama to'qish jarayonlari atroflicha o'rganilgan.

Qator tadqiqotlarda turli o'simlik poyasi, bargi va mevasidan olinadigan tabiiy sellyuloza tolalari paxta tolasiga alternativ sifatida qaralmoqda. Bu yo'nalishda paxta va rogoz o'simligi mevasidan olinadigan tolalar kombinatsiyasidan ip, to'shama mato [11] va kiyimbop to'qima ishlab chiqarish texnologiyasi taklif etilgan [12]. Rogoz o'simligi mevasidan olingan tolalarning morfologik tuzilishi uni paxta tolasini bilan yigiruvchanligini ta'minlashi hisobiga tarkibida 20% yangi tola bo'lgan iplarning notekisligini boshqa aralashmali (paxta:paxta tolali ikkilamchi xom ashyo) namunaga nisbatan 22,8% ga, notekisligi bo'yicha variatsiya koeffitsiyentini esa 4,6% ga kamayishiga erishilgan.

O'rganilgan ma'lumotlar paxta va poliefir tolalari aralashmasini to'qimachilik materiallarida poliefir tolalarini boshqa alternativ tolalarga almashtirish zarurligini bildiradi.

"Yashil kimyo" tizimida qayta tiklanuvchan o'simlik xom ashyolarini qayta ishlashning kam bosqichli texnologik jarayonlarni yaratish istiqbolli yo'nalishlardan hisoblanadi. Oxirgi yillarda tabiiy polimerlarni sanoatning turli sohalarida qo'llash miqyosi sezilarli darajada ortdi. Sayyoramizni global isishi, qayta tiklanuvchan manbalardan mahsulot turlarini olishga bo'lgan qiziqish va energiyani sarflanishi kabi ekologik muammolar o'simliklar asosidagi xom ashyoga bo'lgan talabni qaytadan tiklanishiga sabab bo'lmoqda. O'simliklar asosidagi tolalar sanoatning turli sohalarida, jumladan to'qimachilik, avtomobil va qurilish sohalarida keng miqyosda qo'llaniladi [13]. Qayta tiklanuvchi xom ashyolarni to'qimachilik sanoatida qo'llash atrof muhitni muhofaza qilish, jumladan texnogen chiqindilarni oqova suvlardagi miqdorini kamaytirish borasida o'ta muhim yo'nalishlardandir. Chunki dunyo miqyosida sarflanayotgan taxminan 250 mln. tonna organik kimyoviy moddalarning katta qismi to'qimachilik materiallarini kimyoviy pardoqlash jarayonlarida qo'llaniladi va oqova suvlarga chiqariladi [14]. Bunday xom ashyolar sifatida gidratsellyuloza, jumladan bambuk tolalaridan kiyim-kechak va uy anjomlari ishlab chiqarishda paxta tolasini bilan bir qatorda shuningdek ularni turli nisbatdagi aralashmalaridan foydalanish tayyor mahsulotning iste'molchilik xossalari ijobiy tomonga o'zgartirish bilan birga ekologik muammolarni hal etishga xam xizmat qiladi.

Makromolekulasi sellyulozadan tashkil topgan tabiiy tolalar sifatida paxta [15], zig'ir [16] va gidratsellyuloza [17] tolalari to'qimachilik sanoatida eng muhim ahamiyatga ega.

Bambuk tolasini paxta bilan turli nisbatlarda aralashtirib ip yigirish texnologik ketma-ketligini tuzishda tolalar nisbatiga e'tibor berish zarur. Tadqiqotlarda paxta yigirish jihozlarida bambuk tolasini ulushini 30%-gacha ortib borishida paxta tolasidan ip yigirish jarayoni uchun qabul qilingan texnologik tartibni qo'llash mumkinligi aniqlangan. Bunda tolalarning fizik-mexanik sifat ko'rsatkichlari yigirish jarayonidan oldin tahlil qilinishi muhim hisoblanadi. Tarkibida 30% bambuk va 70% paxta tolasini bo'lgan ipdan gazlama va trikotaj matosini to'qishda foydalanish mumkin [18].

Turli tabiatli tolalar aralashmasidan tayyorlangan mahsulotlarga kimyoviy ishlov berish jarayoni (qaynatish, oqartirish, bo'yash va yakuniy pardozi berish)larida ularning qulaylik xossalari o'zgarishi mumkin [19,20].

Tadqiqot uslublari. Aralash tolali mato namunalari havo o'tkazuvchanligi R , mm/s, matolarning ma'lum bir yuzasidan uning yuzasiga perpendikulyar o'tadigan havo oqimining tezligi ma'lum bir vaqt davomida namunaning sinov yuzasi bo'ylab bosim pasayishining ma'lum bir qiymatida hisoblanadi va 5, 20, 50 yoki 100 sm² sirt maydonida $\pm 0,5\%$ xatolik bilan sinov o'tkazish imkonini beruvchi o'lchash asbobi yordamida quyidagi formula bilan (GOST ISO 9237-2013) hisoblanadi

$$R = \frac{q_v}{A} \cdot 167$$

bu yerda q_v - havo oqimining o'rtacha arifmetik qiymati, dm³/min;

A - namunaning sinov maydoni, sm²;

167 -havo oqimini dm³/min sm² dan mm/s gacha o'tkazish koeffitsienti.

Mato uzilish kuchini tekshirish uchun 300×50 mm o'lchamli namunalar tayyorlanadi. Uzilish kuchi - bu elementar namunani uzilishgacha bo'lgan kuchlanish uchun sinovdan o'tkazishda o'lchanadigan maksimal kuch bo'lib, «AG-1» uzilish uskunasi 25±3°C va 60±5% namlik bo'lgan sharoitda aniqlanadi. Dastgoh namunani tekshirishdan oldin kalibrovkalanadi. Mashinada uzilish kuchi 1000 N dan katta bo'lgan namunalarni sinash mumkin (GOST 3813-72, ISO -5081-77, ISO 5082-82).

Aralash tolali matolarning xo'l ishlov berishdan keyin o'lchamlarining o'zgarishi, GOST ISO 5077- 2022 Yuvish va quritishdan keyin o'lcham o'zgarishi usuli bilan aniqlanadi. Sinov namunasi yuvish va quritishdan oldin belgilangan standart atmosfera sharoitlarida konditsion namlikka keltirib, ishlov berilgandan keyin quritilgan namunalarni qayta o'lchash va o'lchov o'zgarishlarini hisoblashga asoslangan.

Biomashinaga sovun eritmasidan 4g/l (60-72% li) va kalsiysizlantirilgan soda eritmasidan 1g/l solinadi. 20-25°C bo'lgan eritmada mato 30 minut davomida ishlov beriladi. So'ng namunalar rezina vallarda siqiladi, harorati 20-25°C bo'lgan suvda yuviladi va quritiladi. Mato kirishuvchanligi arqoq va tanda iplari bo'yicha belgilarini o'lchab quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\frac{x_t - x_0}{x_0} \cdot 100$$

Bu yerda: x_0 -dastlabki o'lcham, mm;

x_t - Ishlov berilgandan keyingi o'lcham, mm.

Tajriba natijalari tahlili. Odatda aralash tolali mahsulotlarni pardoqlash ikki yo'l bilan amalga oshiriladi: 1. Aralashmani tashkil etuvchi tolalar alohida-alohida pardoqlash jarayonidan o'tkaziladi. Tayyorlangan va pardoqlangan tolalar aralashtiriladi va natijada bir xil tusli yoki o'zaro farq qiluvchi melanj effektli mahsulotlar hosil bo'ladi. 2. Kerakli nisbatda turli tolalar aralashtirilib talab qilingan to'qimachilik mahsuloti tayyorlanadi, so'ngra kimyoviy pardoqlash jarayonlari amalga oshiriladi. Kimyoviy tolalar toza polimerlardan shakllantirilganligi sababli ularni ortiqcha oqartirish talab etilmaydi.

Bo'yash jarayonini to'g'ri tashkil etish ravon va mustahkam rang hosil qilish bilan bir qatorda bo'yovchi va yordamchi moddalarni va material-texnik vositalarni tejash imkonini

beradi. Bo'yashning shunday sharoitini tanlash lozimki, bunda bo'yovchi moddaning eritmadagi holati (disperslanishi) va tola yuzaviy, hamda hajmiy strukturasi o'zgarib, bo'yovchi moddaning tola yuzasiga ravon va to'liq sorblanishi, uning ichiga tez diffuziyalanishi lozim. Har bir tola va bo'yovchi modda sinfining o'ziga xos texnologik jarayonini jadallashtirish usullari bo'ladi. Bular ichida jarayonni faollashning eng universal usuli bu - fizik usullar, azeotrop, suyuq ammiakli, ko'pikli va kichik modulli texnologiyalardir.

Tejamkorlikning samaradorlik nuqtai nazaridan, eng istiqbolli yo'nalishi bu - bo'yashni boshqa jarayonlar bilan birlashtirishdir: bo'yash va oqartirish; merseqlash va bo'yash; bo'yash va yakunlovchi pardozlash. Fizik usullarni qo'llash aralash tolali mato va bo'yovchi moddalar xossalarini kerakli yo'nalishda o'zgartirishning odatdagi bo'yash usullariga nisbatan pastroq haroratda olib borish imkoniyatini beradi

Turli nisbatlardagi (58/42, 50/50, 43/57, 57/43) paxta va bambuk tolalari asosidagi matolarni pardozlashga tayyorlash va bo'yash texnologik rejimini ishlab chiqish jarayonlari olib borilganda, mato namunalari qaynatish va oqartirish bosqichidan so'ng ularning havo o'tkazuvchanligi mos ravishda 17,7-48,3% ga kamayadi, ammo bo'yashdan keyin sezilarli o'zgarish kuzatilmaydi.

Aralash tolali mato xossalarini baholash jadvali

№	Mato tolaviy tarkibi, %	Mato yuzaviy zichligi g/m ²	Uzilish kuchi, N: - tanda bo'yicha - arqoq bo'yicha	Havo o'tkazuvchanlik, dm ³ /m ² ·s:	Ho'l ishlov berishdan keyin o'lcham o'zgarishi, %: - tanda bo'yicha - arqoq bo'yicha
1.	Paxta /bambuk 58/42	106,6	255,2 414,3	285,685	-5,5 -11,0
	Xom				
	Oqartirilgan	121,1	257,5 453,2	229,747	-3,0 2,0
	Bo'yalgan	119,7	254,1 392,7	259,350	-3 2
2.	Paxta /bambuk 50/50	130,2	443,3 355,1	351,458	-5,0 -9,5
	Xom				
	Oqartirilgan	148,7	455,5 372,4	512,078	-2,0 4,0
	Bo'yalgan	153,2	450,3 346,6	413,395	-2 -2
3.	Paxta /bambuk 43/57	153	493,0 445,1	613,378	-3,5 -10,5
	Xom				
	Oqartirilgan	179,2	522,3 476,5	730,959	-2,0 -2,0
	Bo'yalgan	180,3	475,3 434,5	674,799	-1 -3
4.	Paxta /bambuk 57/43	108,3	284,4 457,5	407,748	-4,0 -9,5
	Xom				
	Oqartirilgan	122,0	298,8 476,3	223,356	-3,0 3,5,0
	Bo'yalgan	125,8	277,8 454,7	233,809	-4 -2
5	Paxta 100%		369,5 374,5	568,929	-7,0 -4,5
	Xom	124,3			
	Oqartirilgan	145,8	372,2 367,7	210,591	-5 2
	Bo'yalgan	146,0	370,5 343,4	218,228	-6 -2

Sellyuloza asosli aralash tolali matolarga suvli ishlovlar berish, ularning kirishuvchanlik yoki cho'ziluvchanlik xossalari ta'sir etishi mumkin. Paxta/bambuk tolali matolarni yuqori haroratda ishlov berish natijasida mato kirishganligi aniqlandi. Turli nisbatlardagi (58/42, 50/50, 43/57, 57/43) aralash tolali matolarni kirishuvchanlik ko'rsatkichlari 100% paxta tolali matoga nisbatan, tanda bo'yicha 35,7%, arqoq bo'yicha 144,2% natijani ko'rsatdi.

Yuqoridagi jadvalda keltirilgan natijalarga asosanib, biz matoning uzilish kuchining tola tarkibiga (paxta-bambuk) bog'liqligi uchun taqdim etilgan ma'lumotlar chiziqli bo'lmagan bog'liqlikni ko'rsatadi: 40% bambuk qo'shilganda, mustahkamlik sezilarli darajada pasayadi, 50% da esa keskin oshadi va sof paxtadan ham yuqori ko'rsatkich qayd etildi. Bu aralash matolar uchun odatiy hol bo'lib, bu yerda nafaqat tola tabiati, balki ularning ip ichidagi bog'lanish mexanikasi ham ahamiyatlidir.

Paxta va bambuk tolali matolarni xavo o'tkazuvchanlik ko'rsatkichlarining o'zgarishiga mato tarkibidagi selluloza asosidagi ikki xil tolaning morfologik tuzilishi sabab bo'lgan. Paxta tolasining yuzasi tukli strukturaga ega bo'lib bambuk tolasining silliq yuzasi bilan turli nisbatlarda kombinasiyalanganda, aralashma orasidan xavoning o'tishida o'zgarishlar sodir bo'lishi muqarrar. Demak, aralashma tarkibida bambuk tolasi ulushining ortib borishi, uning silliq yuzasining bir tekis zich joylashganligi sababli xavo o'tkazuvchanlikning pasayishi kuzatiladi.

To'qima matolar tuzilishini ifodalovchi ko'rsatkichlardan biri zichligi bo'lsa, ikkinchisi ularning o'rilishidir. Gazlamaning zichligi uning uzunlik birligiga, odatda 100 mm ga to'g'ri keladigan iplar soni bilan belgilanadi. Bu ko'rsatkich xaqiqiy zichlik (tanda bo'yicha va arqoq bo'yicha) deb ataladi. Gazlamaning tanda va arqoq bo'yicha zichligi bir biridan farq qilsa, zichligi notekis gazlamalar, zichligi bir biriga teng bo'lgan gazlamalar esa, zichligi bir tekis gazlamalar deyiladi. Satin, poplin gazlamalarning tanda bo'yicha zichligi arqoq bo'yicha zichligidan kichikroq bo'ladi. Oddiy o'rilishlar sinfiga polotno, sarja va satin (atlas) o'rilishlar kiradi. Oddiy o'rilishlarda tanda bo'yicha rapport arqoq bo'yicha rapportga teng bo'lib, bitta rapport ichida xar bir tanda ipi xar bir arqoq ipi bilan faqat bir martagina o'rilishadi.

Sarja o'rilishida rapportdagi iplarning soni uchtdan kam bo'lmaydi. Xar bir tanda yoki arqoq qoplanish bir paytda bitta ipga siljiydi. Ana shu siljish tufayli gazlama yuzasida diagonallar paydo bo'ladi. Sarja - mustahkam va zich mato bo'lib, o'ziga xos diagonali parallel iplarni hosil qiladi.

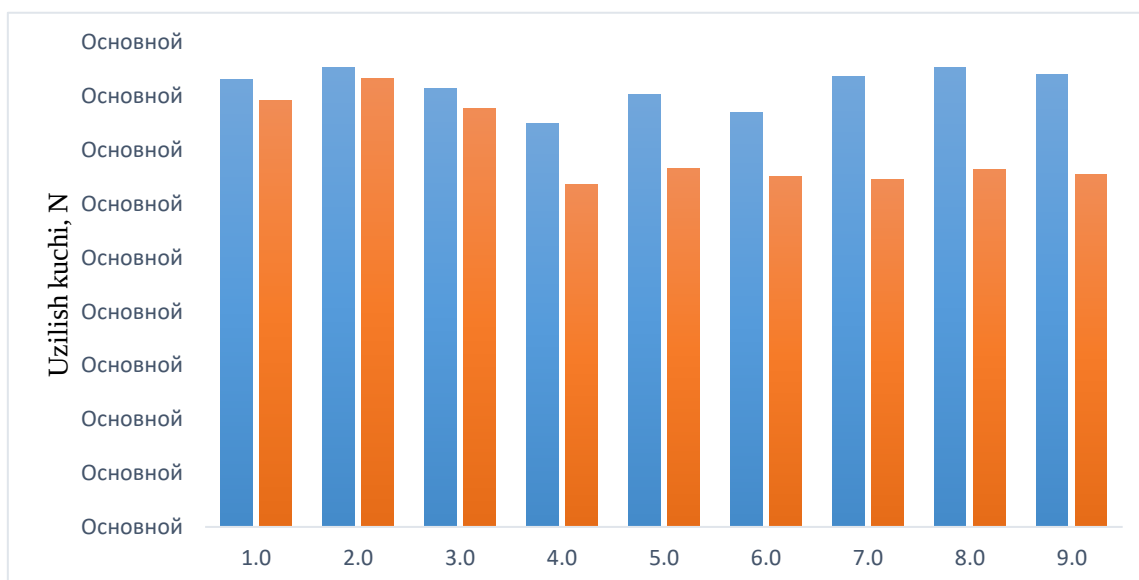
Diagonal mato - chetiga burchak ostida joylashgan zich to'qima mato bo'lib, asosan paxta, aralash yoki kimyoviy tolalardan tayyorlanadi. Uning to'qima strukturasi, ishqalanishga yuqori bardoshli, elastiklik va shaklni saqlab qolish xususiyatiga ega.

Polotno to'qimasining (shaxmat tartibda) oddiy to'quv usuli matoni deformatsiyaga, bukilishga chidamliligini va ishlov berish qulayligini ta'minlaydi.

Polotno o'rilishda tanda va arqoq bo'yicha rapporti ikki ipga teng. Rapportda tanda va arqoq iplari navbatma navbat gazlamaning o'ng tomoniga chiqadi [21].

Aralash tolali matolarning to'qilish strukturasi ko'ra ularning fizik mexanik xossalari baxolash tadqiqotlarini amalga oshirish doirasida, sarja, polotno va diagonal to'qimalarining xom, oqartirilgan va bo'yalgan xoldagi namunalari tanda va arqoq iplari yo'nalishi bo'yicha uzilish kuchi aniqlandi. To'qimalarning tanda va arqoq iplari bo'yicha olib borilgan tajribalardan, sarja, polotno va diagonal to'qimalarining arqoq ipiga nisbatan tanda ipi yo'nalishida (xom xolatda 4,7 %, oqartirilgandan keyin 2,1% bo'yalgan namunalarda esa 5,4 % ga) yuqori mustahkamlik ko'rsatkichlari kuzatildi.

Aralash tolali xom matolarning kirishuvchanlik darajasi, barcha nisbatdagi namunalarda tanda bo'yicha -3,5-5,5 %, arqoq bo'yicha esa, 9,5-11% atrofidagi natijalarni berdi. 100 % paxta tolali xom mato tanda bo'yicha -7 %, arqoq bo'yicha esa, -4,5 % kirishuvchanlikka ega. To'qima matolarni aralash tolalardan tashkil topganligi, 100 % paxta tolasiga nisbatan ularning kirishuvchanlik ko'rsatkichlaridagi sezilarli farqlarda namoyon bo'lgan.



1-rasm. Paxta va bambuk tolali (tanda va arqoq) to'qimalarni kimyoviy ishlov berish natijasida fizik mexanik ko'rsatkichlarining o'zgarishi

Izoh: 1-3 -Sarja to'qima (xom, oqartirilgan, bo'yalgan); 4-6- polotno to'qima (xom, oqartirilgan, bo'yalgan); 7-9- diagonal to'qima (xom, oqartirilgan, bo'yalgan)

Xulosa. Aralash tolali namunalarning tolaviy tarkibi va ular nisbatidan qat'iy nazar qaynatish va oqartirish jarayonidan so'ng namlik yutish xossasi ortadi, shu bilan birga bo'yash jarayonidan so'ng bu ko'rsatkichni ortishi yana davom etadi. Namunalarning mustahkamligi qaynatish va oqartirishdan keyin sezilarli darajada ortada, bo'yash jarayonidan so'ng bu ko'rsatkichlarning pasayib borishiga, bo'yash vannasi tarkibidagi ishqoriy birikmaning ta'siri va yuqori haroratda ishlov berish natijasida sellulozaning destruksiyanishi va polimerlanish darajasining kamayishi sabab bo'lgan deb taxmin qilish mumkin.

Shu bilan birga, paxta/bambuk aralash tolali to'qima matolarni kimyoviy ishlov berish jarayonlaridan o'tkazilganda ularning o'lchamlarining o'zgarishi, oqartirishdan keyin tanda bo'yicha -2-3%, arqoq bo'yicha -2-4% va bo'yashdan keyin tanda bo'yicha -1-4%, arqoq bo'yicha 2-3% ga kirishganligi, bo'yash pardoqlash texnologik rejimlari natijasida ularning deformatsion xususiyatlarini nisbatan kam o'zgarganligini isbotlaydi.

Reference

1. <https://textileexchange.org/knowledge-center/reports/materials-market-report-2024/>. Materials Market Report 2024 September 26, 2024
2. <https://news.un.org/ru/story/2025/02/1461021> UN News. Global perspective Human stories
3. Exchange, Textile. "Preferred fiber & materials market report 2021." Textile Exchange: Lamesa, TX, USA 4 (2021).
4. May Kahoush, Nawar Kadi. Towards sustainable textile sector: Fractionation and separation of cotton/polester fibers from blended textile waste. Sustainable Materials and Technologies. Volume 34, 2022, <https://doi.org/10.1016/j.susmat.2022.e00513>
5. Kishor R, Purchase D, Saratale GD, et al. Ecotoxicological and health concerns of persistent coloring pollutants of textile industry wastewater and treatment approaches for environmental safety. J. Environ. Chem. Eng. 2021; 9: 105012.
6. Islambekova N., Xaydarov S, Fayzullayev SH., Yusupxodjayeva G., Abduraxmonova M. Research of technology for the production of yarn from natural and chemical fibers. International journal of Innovative Research in Science engineering and Technology (IJARSET) Vol.10, Issue 2, February-2021, p.953-956.

-
7. Sadikova G.K. Paxta ipak aralashma tolali to'qimachilik materiallarini tayyorlash va bo'yashning samarali texnologiyasini yaratish Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi avtoreferati, TTYSI. Toshkent 2018.
 8. Xamrayeva S.B. Ziyamuxamedova S.F., Daminov A.D., Kadirova D.N. Stay of the parameters of Extensive. Journal Science and education in karakalpakstan, ISSN 2181-9203. NUKUS-2021, 4/1, P. 108.
 9. Hamrayeva S.B. Kadirova D.N. Raximxodjayev S.S. Issledovaniye parametrov funktsionalnogo postelnogo belya //Result of national Scientific Research International Journal 2023 Volume 2 p.33-40
 10. Ashurov X.T., Xamrayeva S.A., Usmanova SH.A., Atanafasov M.R. Change of Physical-Mechanical Properties of Fibers From Cotton and Pose Plant Fruits. //Best journal of innovation in science, research and development – Vol.02. Issue 05, p.379-386
 11. Xamrayeva S.A., Ashurov X.T., Usmanova SH.A., Patxullayev S.U. Yuldasgeva M.T. Analysis of the structure and Chemical Composition of fibers Obtained From the Fruits of the Cotton and Rose Plants. // Journal of innovative Studies of engineering Science (JISES) – 2023. Vol. 02. – Issue 05 p. 355-359.
 12. Tangriberdiyeva F.R., Nazarova D.T. Xamrayeva S.A. "Yangi aralashmali ipni baxolashda aralash tolalarning kompleks ko'rsatkichlari" // O'zbekiston to'qimachilik jurnali №2, 2021 41-46 b.
 13. Dolez, P.I.; Marsha, S.; McQueen, R.H. Fibers and Textiles for Personal Protective Equipment: Review of Recent Progress and Perspectives on Future Developments. Textiles 2022, 2, 349–381.
 14. A. M. Kiselyov. Ekologicheskiye aspekty protsessov otdelki tekstilnykh materialov. Ros. xim. j. (J. Ros. xim. ob-va im. D.I. Mendeleeva), 2002, t. XLVI, № 1. S.20-302.
 15. Xudayberdiyeva D. B., Sodikova G. K. Mamadjanova S.A. Tekstilno-texnologicheskiye svoystva novix sortov xlopkovogo volokna. DOI-10.32743/ UniTech. 2023.111.6.15696 Universum.com Texnicheskiye nauki №6 (111) 2023 iyun s.67-70
 16. Abdumajidov A.A., Mamatvaliyev I.T., Nabyeva I.A. Obtaining fiber from Cannabis Sativa L. American journal of multidisciplinary bulletin. Volume-3. Issue-2. 2025 Published: 30-02-2025.
 17. Cousley H.A., Smith S.B. Formation and structure of new cellulosic fibre, 34 - Int. Man-Made Fibres Congress, Dornbirn, Austria, Sept., 1995, p. 20-22.
 18. Fisseha Wubneh Asmare, Xiaodong Liu, Guanfang Qiao, Ruixia Li, K. Murugesh Babu, Dacheng Wu, Production and properties of natural bamboo-cotton blended yarns, Advances in Bamboo Science, Volume 11, 2025, <https://doi.org/10.1016/j.bamboo.2025.100152>.
 19. Khasanova M. Sh. Study of the effect of "Ves Anti Crease Sb-38" based appret in the chemical finishing process of cotton-nitron fiber textile materials Web of Scientists and Scholars: Journal of Multidisciplinary Research Volume 2, Issue 12, December-2024. P.34-40
 20. M.Khasanova I. Nabyeva; N. Norkulova; E. Sashina. Current state of bamboo fiber application in the textile industry AIP Conference Proceedings Research Article July 21. 2025 <https://doi.org/10.1063/5.0269599>.
 21. T.Ochilov, M.Qulmetov, S.Xamroyeva va b. To'qimachilik materialshunosligi. Toshkent, Adabiyot uchqunlari", 2018, 311 bet.

ЭКОЛОГИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ КРАШЕНИЯ ШЕЛКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИРОДНЫМИ КРАСИТЕЛЯМИ

Н.С.Амирова, Х.Р.Назирова
Tashkent Institute of Textile and Light Industry

Annotatsiya. *To'qimachilik materiallarini pardoqlash jarayonlarida mahalliy xomashyolardan foydalanishga yo'naltirilgan innovatsion va resurstejamkor texnologiyalarni ishlab chiqish zamonaviy sanoat rivojlanishining ustuvor vazifalaridan biri hisoblanadi. Shu munosabat bilan import qilinadigan qimmatbaho sintetik bo'yovchi moddalarni ikkilamchi resurslar, oziq-ovqat sanoati chiqindilari va mahalliy o'simlik dunyosidan olingan tabiiy analoglar bilan almashtirish real va iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq yo'nalish hisoblanadi. Tabiiy ipakni tabiiy bo'yoqlar bilan bo'yashda texnologik jarayonning ekologikligini ta'minlash alohida ahamiyat kasb etadi. Bu, o'z navbatida, zamonaviy ekologik talablarga javob beradigan, milliy, suvenir va eksklyuziv mahsulotlar, shuningdek, interyer to'qimachilik elementlari kabi keng turdagi mahsulotlarga yo'naltirilgan yuqori sifatli to'qimachilik mahsulotlarini ishlab chiqarishga xizmat qiladi. Sintetik bo'yoqlarni o'zimizda ishlab chiqarish mavjud bo'lmagan sharoitda, bo'yoq o'simliklariga boy mahalliy flora va ikkilamchi resurslardan olinadigan tabiiy bo'yoqlardan foydalanish ayniqsa dolzarb va talab qilinadigan yechimga aylanmoqda. Ushbu ishda tabiiy ipakni tabiiy bo'yoqlar bilan bo'yash usulini ishlab chiqish natijalari keltirilgan. Tabiiy ipak namunalarining sifat va koloristik xususiyatlariga ishlov berish tuzlarining (CuSO_4 , $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$, CoCl_2 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, SnCl_2) ta'siri o'rganildi. Tadqiqotning maqsadi sintetik bo'yoqlar uchun xos bo'lgan anilin birikmalari bilan oqava suvlarning ifloslanishini kamaytirish, yuqori sifat va resurstejamkorlikni ta'minlaydigan to'qimachilik mahsulotlarini ishlab chiqarishning ekologik xavfsiz texnologiyasini ilmiy asoslashdan iborat.*

Kalit so'zlar: *Tabiiy bo'yoqlar, to'qimachilik mahsulotlari, tabiiy ipak, mahalliy o'simliklar, qora buzina butasi, oqova suvlar, ijtimoiy va ekologik samara, innovatsion va resurstejamkor texnologiyalar.*

Аннотация. *Разработка инновационных и ресурсосберегающих технологий в процессах отделки текстильных материалов с ориентацией на использование локального сырья является одной из приоритетных задач современного промышленного развития. В этой связи замещение импортируемых дорогостоящих синтетических красителей природными аналогами, полученными из вторичных ресурсов, отходов пищевой промышленности и местной растительной флоры, представляется реальным и экономически целесообразным направлением. Особое значение при окрашивании натурального шелка природными красителями приобретает обеспечение экологичности технологического процесса. Это, в свою очередь, способствует производству высококачественной текстильной продукции, соответствующей современным экологическим требованиям и ориентированной на широкий ассортимент изделий, включая национальную, сувенирную и эксклюзивную продукцию, а также элементы интерьерного текстиля. В условиях отсутствия собственного производства синтетических красителей использование природных красителей, получаемых из богатой красильными растениями местной флоры и вторичных ресурсов, становится особенно актуальным и востребованным решением. В данной работе представлены результаты разработки способа окрашивания натурального шелка природными красителями. Изучено влияние протравных солей (CuSO_4 , $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$, CoCl_2 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, SnCl_2) на качественные и колористические характеристики образцов натурального шелка. Целью исследования является научное обоснование экологически безопасной технологии производства текстильной продукции, обеспечивающей высокое*

качество, ресурсосбережение и снижение загрязнения сточных вод анилиновыми соединениями, характерными для синтетических красителей.

Ключевые слова: Природные красители, текстильная продукция, натуральный шелк, местные растения, бузина черная, сточные воды, социальный и экологический эффект, инновационные и ресурсосберегающие технологии.

Abstract. Developing innovative and resource-saving technologies for textile finishing processes, focusing on the use of local raw materials, is a priority for modern industrial development. Therefore, replacing expensive imported synthetic dyes with natural alternatives derived from recycled resources, food industry waste, and local flora appears to be a realistic and economically viable option. Ensuring the eco-friendliness of the manufacturing process is of particular importance when dyeing natural silk with natural dyes. This, in turn, facilitates the production of high-quality textiles that meet modern environmental requirements and cater to a wide range of products, including national, souvenir, and exclusive items, as well as interior textiles. In the absence of domestic production of synthetic dyes, the use of natural dyes obtained from local flora rich in dye plants and secondary resources is becoming a particularly relevant and sought-after solution. This paper presents the results of developing a method for dyeing natural silk with natural dyes. The effect of mordant salts (CuSO_4 , $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$, CoCl_2 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, SnCl_2) on the quality and color characteristics of natural silk samples is studied. The aim of the study is to provide a scientific basis for an environmentally friendly technology for the production of textile products that ensures high quality, resource conservation, and reduced wastewater pollution by aniline compounds characteristic of synthetic dyes.

Key words: Natural dyes, textile products, natural silk, local plants, black elderberry, wastewater, social and environmental impact, innovative and resource-saving technologies.

Введение. Согласно историческим данным истоки использования природных красителей совпадает с возникновением человеческой цивилизации, в различных культурах. Наличие в составе красильных растений множества фитохимических компонентов таких как танины, антоцианы, флавоноиды и другие полифенольных соединений обуславливает им весьма широкий диапазон и яркость цветов [1-3]. В справочнике Color Index (CI, Англия) перечислены 92 природных красителей, а открыто химическое строение 62 из них.

Цвета	Число красителей	в %
Желтый	28	30,4
Оранжевый	6	6,5
Красный	32	34,8
Голубой	3	3,3
Зеленый	5	5,5
Коричневый	12	13,0
Черный	6	6,5

До 60–70-х годов XIX века во всех отраслях промышленности для окрашивания широко применялись красители природного происхождения, получаемые из растений, насекомых и отдельных видов животных. Они отличались исключительным разнообразием цветовых оттенков, высокой насыщенностью, глубиной и качеством окраски. Изделия, окрашенные натуральными красителями, обладали не только эстетической привлекательностью, но и рядом специфических свойств, включая лечебный эффект, обусловленный природным происхождением компонентов [4,5].

Многие из этих красителей характеризовались высокой устойчивостью к воздействию солнечного света, при этом со временем их окраска могла становиться ещё более яркой, что обеспечивало длительный срок службы изделий. Наши предки владели уникальными знаниями и технологиями получения природных красителей, а также методами окрашивания различных материалов. При этом учитывались такие важные факторы, как место произрастания растений, время сбора сырья, условия его хранения и обработки, что в совокупности позволяло получать устойчивые и качественные красители с дополнительными полезными свойствами.

Теоретические исследования. В настоящем исследовании представлены результаты исследования процесса окрашивания креповый натуральный шелк с использованием экстрактов и отваров листьев и плодов бузины. Изучено влияние различных факторов, включая pH среды, концентрацию красителя и электролита, содержание солей тяжелых металлов (протрав), а также температуру и продолжительность крашения, валентность металла и природу аниона его соли. Применение отваров листьев и плодов бузины - черной дает возможность расширить цветовую гамму окрасок, получаемых на натуральном шелке.

Бузина черная – *Sambucus nigra* L – кустарник или небольшое дерево, плод черно-фиолетового цвета, растет быстро. В республиках Центральной Азии культивируется как декоративное растение, размножается семенами, черенками и отводками. Цветки бузины содержат гликозид самбунигрин, рутин, эфирное масло, органические кислоты. В плодах найдены дубильные вещества, органические кислоты, самбунигрин. Ягоды бузины используют для окрашивания шелковых тканей в оливковый цвет, листья бузины дают хорошую окраску зеленого цвета [6].

В качестве объекта исследования был выбран креповый натуральный шелк, предназначенный для эксклюзивных легких верхней одежды, аксессуаров, нижнего белья, и сувенирных изделий. Колористические характеристики готовых образцов определяли на спектроколориметре ROD NO 29 марки фирмы “DaeLim” (Ю.Корея) по методике [7,8], спектрофотометр модели V-5100, вязкость красильной пасты определяли на рефрактометре Германской фирмы KRÜSS.

В качестве источника сырья для получения красильных веществ использованы листья и плодов бузины черной – широко распространенное в Узбекистане растение [6,7].

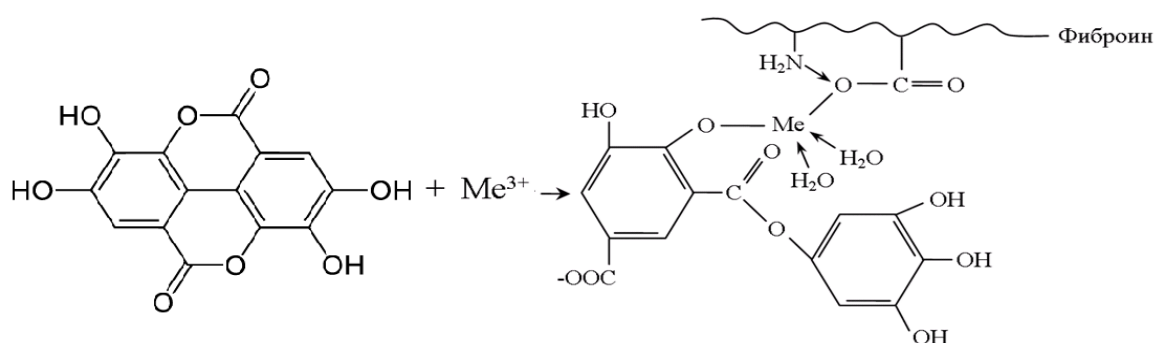
Экспериментальные исследования. Была исследована красящая способность отваров листьев и плодов бузины черной в зависимости от природы используемой протравы. Красильный состав бузины черной (*Sambucus nigra*) основан на высоком содержании пигментов и фенольных соединений, кварцетина которые способны окрашивать материалы в темные оттенки. Флавоноиды - природные красители, пищевые антиоксиданты, дубильные вещества. Кверцетин - это природный пигмент (флавоноид), который работает как эффективный желтый краситель для текстиля, а цветки черной бузины являются одним из источников этого вещества.

Крашение природными красителями сопровождается процессом протравления солями металлов с целью закрепления окраски, и расширения гаммы цветов соответственно природы металлов.

Методом качественной химической реакции при пробе Шинода определены присутствие различных флавоноидных групп в плодах и листьях бузины черной: флавонолы - красное окрашивание, флавоны - жёлтое окрашивание, флаваноны - фиолетовое окрашивание, изофлавоны – окрашивания не дают эпикатехин. Комплексообразование с основным ацетатом свинца: флавоны, флаваноны и производные с двумя – ОН группами в о-положении дают желтый осадок. Реакция на катехиновые агликоны: красное окрашивание с конц. HCl и ванилином [7,8].

Анализ результатов. В целях повышения прочности окраски и интенсивности цвета в красильные растворы экстракта листьев и плодов бузины черной были введены

протравы – соли различных металлов: Cu^{2+} , Fe^{3+} , Al^{3+} , Cr^{6+} . Красящие вещества экстракта с металлами образуют комплексы, которые посредством металла фиксируются на волокне при помощи координационной связи, которая обеспечивает высокую прочность окраски к действию мокрых обработок и света. Образование комплекса (для металла с координационным числом 6) и фиксации флавоноидами на фиброин можно представить по следующей схеме:



Реакция образования комплекса между молекулой кварцетина и фиброина.

Концентрацию протравы первоначально в поисковых опытах сохранили как по традиционной технологии 7-14% от массы шелка, приведенной в [9].

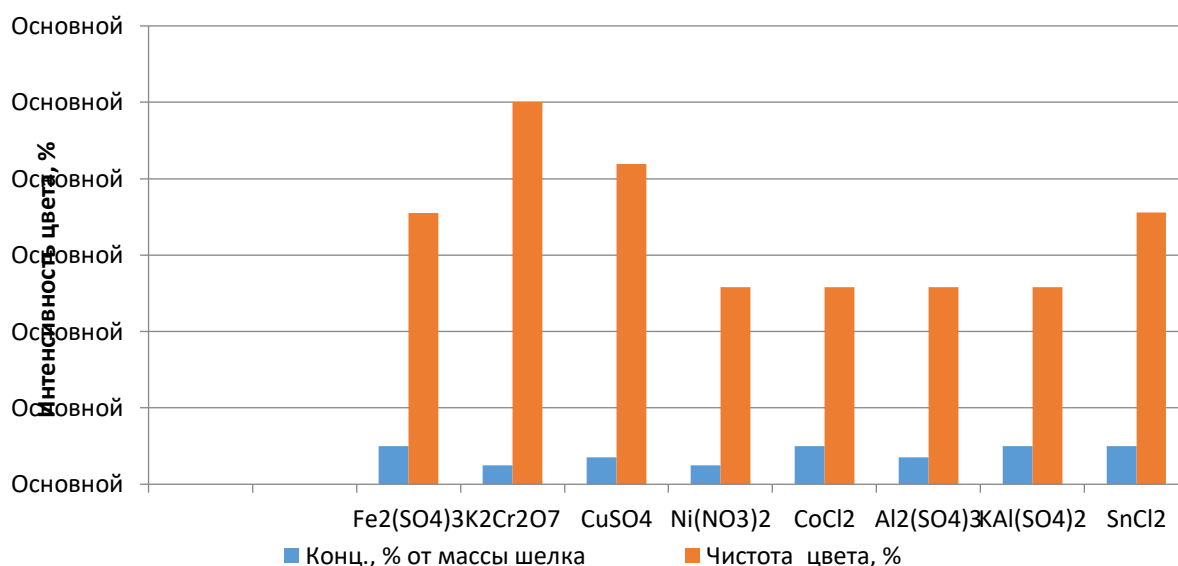


Рис. 1. Характеристика цветов, полученных на шелке при крашении в отваре листьев бузины.

На рис.1. представлена зависимость характеристик окрашивания шелка в отваре листьев бузины от вида применяемого протравителя. Анализ результатов свидетельствует о том, что максимальная чистота окраски достигается при использовании бихромата калия ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) и сульфата меди (CuSO_4), где значения превышают 40–50%. Применение сульфата железа ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$) также обеспечивает достаточно высокую чистоту цвета, хотя она несколько уступает указанным протравителям. Другие соли ($\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$, CoCl_2 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$) характеризуются средними значениями данного показателя – примерно в пределах 25–35%. Наименьшая чистота цвета наблюдается при использовании

хлорида олова (SnCl_2), несмотря на то, что в этом случае фиксируется относительно более высокая доля адсорбированного красителя.

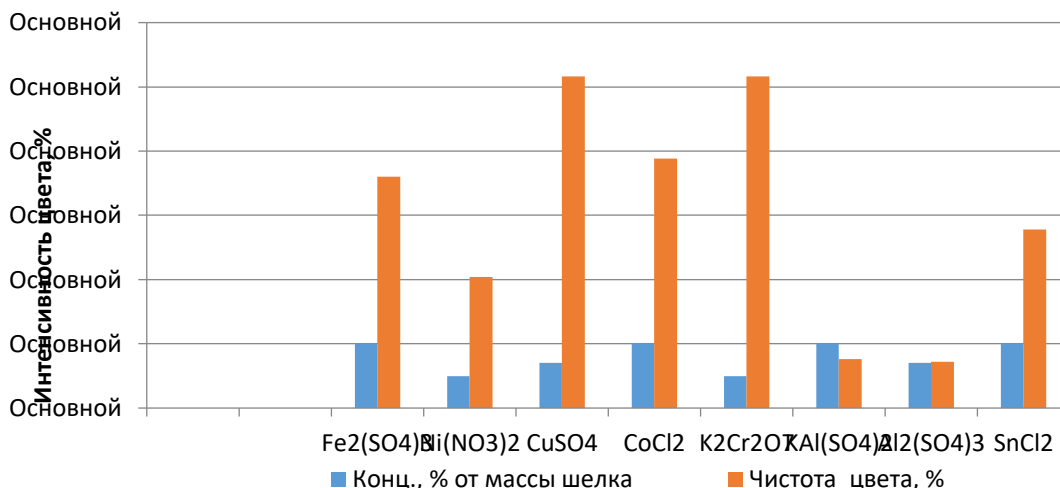


Рис. 2. Характеристика цветов, полученных на шелке при крашении в отваре плодов бузины

Согласно результатам приведенным в рис.2. наибольшая чистота цвета достигается при использовании сульфата меди (CuSO_4) и бихромата калия ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), что свидетельствует об их высокой эффективности в формировании интенсивной и насыщенной окраски. Достаточно высокие показатели также демонстрируют хлорид кобальта (CoCl_2) и сульфат железа ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$).

В то же время применение алюмосодержащих протравителей ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$) приводит к значительно более низкой чистоте цвета, несмотря на относительно сопоставимые значения адсорбции красителя. Минимальные значения интенсивности окраски наблюдаются при использовании этих соединений, что указывает на их меньшую способность формировать устойчивые и яркие цветовые комплексы с природными пигментами бузины.

На основе поисковых опытов для исследованных нами протрав удалось снизить их концентрации до 2,5 – 5,0 % от массы шелка.

Цвета, полученные при крашении в отваре листьев бузины коричневые, разных оттенков и светлоты для протрав (Fe^{3+} , Cr^{6+} , Cu^{2+}), а для остальных светлые и постельных бежевых тонов. Более интересные и насыщенные цвета образуются при крашении шелка в отваре плодов бузины - оливковые, зеленые, синие, фиолетовые тона в зависимости от природы протравы. Характеристики цветов (интенсивность цвета, прочность окраски и визуальные цветовые тона) приведены в табл. 1 и 2.

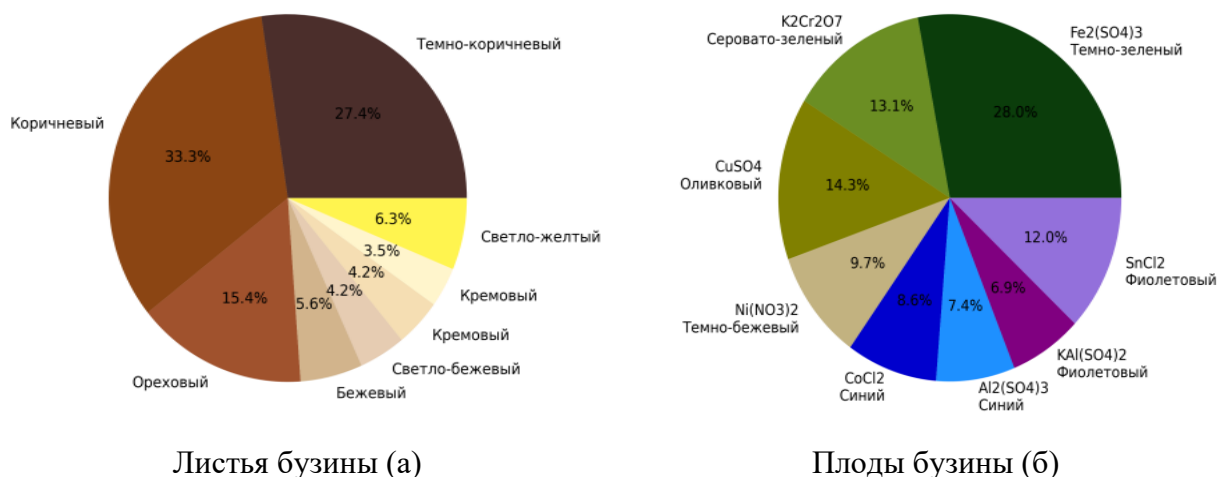


Рис.3. Цветовой тон и окраски шелка окрашенных в отваре бузины

Таким образом, применение отвара плодов черной бузины в качестве красителя позволяет значительно расширить цветовую гамму окрашивания натурального шелка.

На рис. 3 представлена круговая диаграмма распределения интенсивности окраски (K/S) натурального шелка при использовании отвара листьев и плодов бузины.

Как видно из рис.2. (а), наибольший вклад в общую интенсивность окраски обеспечивает $K_2Cr_2O_7$, формирующая коричневый оттенок. Второе место занимает $Fe_2(SO_4)_3$, обеспечивающая темно-коричневый цвет. $CuSO_4$ дает умеренную интенсивность окраски с образованием орехового оттенка. Остальные протравы характеризуются значительно меньшими значениями K/S от 3,5 % до 6,3 %, формируя более светлые тона - бежевые, кремовые и светло-желтые.

В случае отвара плодов бузины рис.2. (б), наибольшую долю занимает протрава $Fe_2(SO_4)_3$, обеспечивающая темно-зеленый оттенок. Сопоставимые значения наблюдаются для $CuSO_4$ и $K_2Cr_2O_7$, формирующих соответственно оливковый и серовато-зеленый цвета. $SnCl_2$ также вносит заметный вклад 12,0 %, обеспечивая фиолетовый оттенок. Остальные протравы характеризуются меньшей интенсивностью окраски: $Ni(NO_3)_2$, $CoCl_2$, $Al_2(SO_4)_3$ и $KAl(SO_4)_2$, соответственно формируя преимущественно синие, бежевые и фиолетовые тона.

Таким образом, диаграмма наглядно демонстрирует, что выбор протравы существенно влияет как на интенсивность, так и на цветовой тон окрашивания натурального шелка. Проведенные физико-механические испытания показали, что использование природных красителей при крашении шелковых тканей оказывает положительное влияние на их прочностные свойства.

Интенсивность цвета, прочность окраски и визуальные цветовые тона приведены в табл. 1 и 2.

Таблица – 1

Интенсивность цвета, цветовой тон и прочность окраски шелка при крашении в отваре листьев бузины

Протравы	Конц., % от массы шелка	Интенсив- ность цвета, K/S	Цветовой тон	Прочность окраски мокрым обработкам, в баллах	Прочность окраски к трению, в баллах	
					сухой	мокрый
$Fe_2(SO_4)_3$	5,0	7,8	Темно- коричневый	5/5/5	4/5	3/4
$K_2Cr_2O_7$	2,5	9,5	Коричневый	5/5/5	4/5	3/4
$CuSO_4$	3,5	4,4	Ореховый	5/5/5	4/5	3/4
$Ni(NO_3)_2$	5,0	1,6	Бежевый	5/5/5	4/5	3/4
$CoCl_2$	2,5	1,2	Светло бежевый	5/5/5	4/5	3/4
$Al_2(SO_4)_3$	5,0	1,2	Кремовый	5/5/5	4/5	3/4
$KAl(SO_4)_2$	3,5	1,0	Кремовый	5/5/5	4/5	3/4
$SnCl_2$	5,0	1,8	Светло- желтый	5/5/5	4/5	3/4

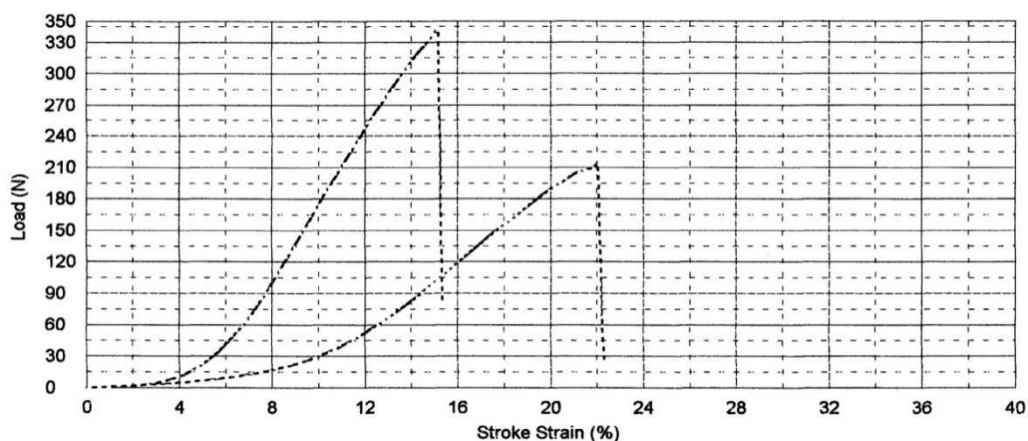
Таблица – 2

Интенсивность цвета, цветовой тон и прочность окраски шелка при крашении в отваре плодов бузины

Протравы	Интенсивность цвета, K/S	Цветовой тон	Прочность окраски к мокрым обработкам, в баллах	Прочность окраски к трению, в баллах	
				сухой	мокрый
$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$	4,9	Темно-зеленый	5/5/5	4/5	3/4
$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	2,3	Серовато-зеленый	5/5/5	4/5	3/4
CuSO_4	2,5	Оливковый	5/5/5	4/5	3/4
$\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$	1,7	Темно-бежевый	5/5/5	4/5	3/4
CoCl_2	1,5	Синий	5/5/5	4/5	3/4
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	1,3	Синий	5/5/5	4/5	3/4
$\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$	1,2	Фиолетовый	5/5/5	4/5	3/4
SnCl_2	2,1	Фиолетовый	5/5/5	4/5	3/4

Таким образом, использование в качестве красителя отвара плодов бузины черной дает возможность расширить цветовые гаммы окрасок на натуральном шелке.

а)



б)

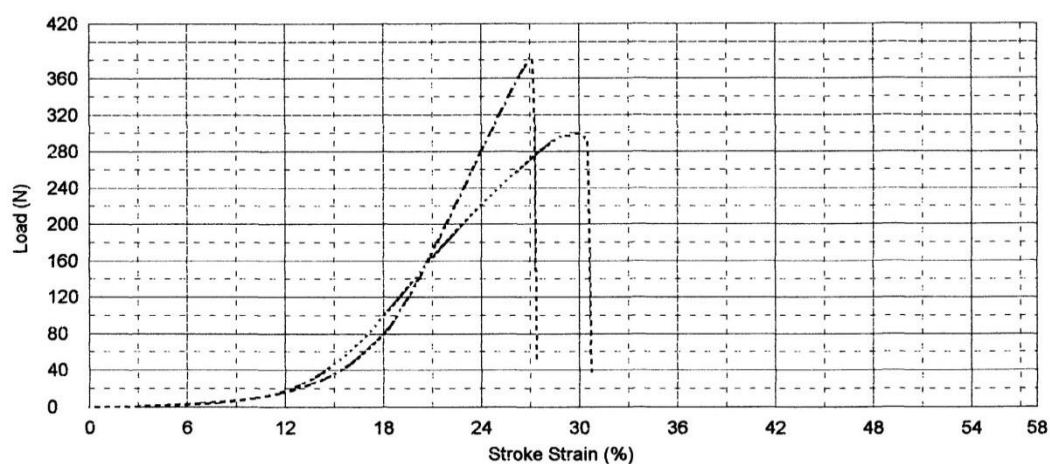


Рис. 4. Кривые изучения прочности на разрыв по утку и основе на исходных (а) и окрашенных природными красителями образцов (б), измеренных на приборе Autograf AG-1.

На рис. 4 (а, б) представлены кривые зависимости разрывной нагрузки от относительного удлинения (Stroke Strain) для исходных и окрашенных природными красителями образцов шелковой ткани. Анализ полученных данных показывает, что после крашения отварами листьев и плодов бузины черной наблюдается увеличение максимальной разрывной нагрузки как по основе, так и по утку. Для окрашенных образцов характерны более высокие значения нагрузки при больших деформациях, что свидетельствует об упрочнении структуры шелкового материала. Кроме того, отмечается увеличение предельного удлинения до момента разрушения, что указывает на сохранение и даже некоторое повышение эластичности волокон после обработки природными красителями. Вероятно, это связано с образованием дополнительных межмолекулярных связей между компонентами красильного раствора и белковой структурой шелка. Полученные результаты подтверждают, что применение натуральных красителей не оказывает негативного влияния на механические свойства шелковой ткани, а напротив, способствует повышению прочности материала на 7,85 % по утку и на 12,08 % по основе, что делает данный способ крашения перспективным как с экологической, так и с технологической точки зрения.

Вывод. На основе поисковых опытов для исследованных нами протрав удалось снизить их концентрации до 2,5 – 5,0 % от массы шелка. Цвета, полученные при крашении в отваре листьев бузины коричневые, разных оттенков и светлоты для протрав (Fe^{3+} , Cr^{6+} , Cu^{2+}), а для остальных светлые и постельных бежевых тонов. Более интересные и насыщенные цвета образуются при крашении шелка в отваре плодов бузины - оливковые, зеленые, синие, фиолетовые тона в зависимости от природы протравы.

Показана возможность получения насыщенных и прочных окрасок на шелке с применением отваров листьев и плодов бузины черной. На основе исследования концентрации различных солей, применяемых в качестве протравы при крашении в отварах вышеуказанных растений, показана возможность снижения концентрации солей от традиционных 7-14% от массы шелка до 1,5 -5% от массы шелка. При крашении шелковых тканей природными красителями установлено повышение прочностных характеристик на 7,85 и 12,08 % по утку и основе соответственно.

Reference:

1. A.Abel Istoriya krasiteley i pigmentov: ot naturalnix krasiteley do visokoeffektivnix pigmentov. Opisanije (2021), str. 557–587, 10.1016 / B978-0-08-101270-3.00024-2.
2. Natural des market - global outlook and forecast 2019-2024. Published date: the global natural des market size will reach usd 5 billion by 2024, growing at a cagr of 11% during 2019-2024. Natural Des Market Size, Share, & Trends Analysis Report by Type (animal-based, mineral-based, and plant-based), End-user (cosmetics, food & beverage, pharmaceutical, textile & leather, and others), and Geography (APAC, Europe, North America, Latin America, and the Middle East & Africa). Industry Analysis Report, Regional Outlook, Growth Potential, Price Trends, Competitive Market Share & Forecast, 2019–2024.
3. Svetlana (N.A. Nevolina) Rasteniya–krasiteli v narodnom bitu. Perm, 2009 g. <https://studfile.net/preview/4283437/>.
4. Amirova N.S. The possibility of coloring and parenting sanitary-hygienic paper with natural des. // “European International journal of Multidisciplinary Research and Management Studies” Volume-II, Issue – X, October 2022.// 276-280 2022.
5. <https://studfile.net/preview/4283437/page:3/>

6. T.A. Ishunina, S.G. Boyeva. Razrabotka texnologii prigotovleniya i primeneniya gistologicheskix krasiteley na osnove ekstraktov buzini chernoy, barxatsev rasprostertix i donnika lekarstvennogo. «Ximiya rastitelnogo sirya». 2017. №2. S. 163-169.
7. M.Z.Abdukarimova, I.A.Nabieva, G.X.Ismoilova. Abdukarimova M.Z. To'qimachilik mahsulotlarini pardoqlash kimyoviy texnologiyasi fanidan laboratoriya va amaliy mashg'ulotlar uchun o'quv qo'llanma /- T.: TTESI bosmaxonasi. 2015. - 51 b.
8. Rukovodstvo po ekspluatatsii Spektrofotometr UV/V firmi METASH. <https://fortek.uz/ru/spektrofotometry-i-fotometry/189-uv-5100-uf-vid-spektrofotometr-.html>
9. Gulradjani M.L., Gupta S., Gupta D., Mutrikar N.V., Rafai T., Djeyn M., Kapila X. Naturalniye krasiteli i ix primeneniye k tekstilyu // Sbornik konspektov leksiy kratkosrochnogo kursa «Prirodniye krasiteli i ix primeneniye», provodimogo na kafedre tekstilnoy texnologii. – Deli: Indiyский texnologicheskij institut, 1992. – 160 s.
10. Mitishev A.V., Kurdyukov YE.YE., Semenova YE.F., Fednina A.S., Yevtushenko A.I. Identifikatsiya i kolichestvennoye opredeleniye flavonoidov v biomasse xlorelli /Vestnik Smolenskoy gosudarstvennoy meditsinskoy akademii / 2023, T. 22, No 3, str. 193-199.
11. L.CH. Burak. Ispolzovaniye soka buzini v proizvodstve produktov pitaniy. /Texnologii pishvoy i pererabativayushey promishlennosti APK-produkti zdorovogo pitaniya, № 3, 2020, str 38-44.
12. Amirova N.S. The possibility of coloring and parenting sanitary-hygJnic paper with natural des // *European International Journal of Multidiscotolalinary Research and Management StudJs.* – 2022. – Vol. II, Issue X. – P. 276–280.
13. Amirova N.S Raxmonova S.R. Eko krasheniye xlopchatobumajnogo trikotaja. O‘ZBEKISTON TO‘QIMACHILIK JURNALI 2024/2-Son 117-124b
14. N.S.Amirova New Eco-friendly Paper Assortments for Coloring with Natural Des. XV *International Scientific Conference “INTERAGROMASH 2022”Global Precision Ag Innovation 2022, 2061-2074 (Springer), Volume 2* <https://doi.org/10.1007/978-3-031-21219-2>.
15. Amirova N.S. Razrabotka effektivnix protsessov polucheniya nasishennix i prochnix okrasok na naturalnom shelke.: Avtoref. Dis. ... kand.nauk. 2010

УДК 677.862./37.08:677.84

РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВОДОРАСТВОРИМОГО ЭФИРА ЦЕЛЛЮЛОЗЫ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ В ПРОЦЕССЕ ПЕЧАТАНИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Набиева И.А., Исхакова Д.Ш.

Tashkent institute of textile and light industry

Аннотация. Загущающие вещества являются основным компонентом печатных красок при нанесении активных красителей на текстильные материалы. Несмотря на широкое применение альгината натрия, его использование требует повышенного содержания мочевины для обеспечения необходимого качества печати, что увеличивает нагрузку на окружающую среду и повышает себестоимость продукции. В то же время применение водорастворимых эфиров целлюлозы, их реологические свойства и качество печати при снижении содержания мочевины изучено недостаточно. В связи с этим целью данного исследования является сравнительная оценка реологических свойств альгината натрия и гидроксипропилметилцеллюлозы, а также разработка ресурсосберегающего состава печатной краски для печатания хлопчатобумажных тканей активными красителями одностадийным термофиксационным способом. Исследована взаимосвязь между реологическими характеристиками гидроксипропилметилцеллюлозы и качеством печати при уменьшении содержания

мочевины вплоть до полного её исключения из состава печатной краски. Полученные результаты свидетельствуют о схожем реологическом характере псевдопластичном течении сравниваемых загустителей, выраженном превосходстве показателя вязкости простого эфира целлюлозы ~ 30000 мПа*с. Выявлено, что при уменьшении содержания мочевины 100-75-0 кг/т, образцы, напечатанные на основе альгината натрия, резко и значительно теряют четкость контуров (60% сильное размытие), устойчивость к механическим воздействиям снижается до 4 балл, колористические показатели как интенсивность цвета варьируется в пределах 22, напротив эфир целлюлозы показал повышенные результаты. Данные исследования позволяют констатировать факт замены импортного загустителя альтернативным водорастворимым эфиром целлюлозы местного происхождения.

Ключевые слова: загуститель, активный краситель, простой водорастворимый эфир целлюлозы, хлопчатобумажная ткань, четкость контура, вязкость, печатная краска.

Annotatsiya. Quyuqlashtiruvchilar faol bo'yoqlar bilan to'qimachilik materiallariga gul bosishda qo'llaniladigan gul bosish bo'yoqlarining asosiy komponenti hisoblanadi. Natriy alginat keng qo'llanilishiga qaramay, zarur gul bosish sifatini ta'minlash uchun uning tarkibida yuqori miqdorda mochevina qo'llanilishi talab etiladi, bu esa atrof-muhitga keltiriladigan zararni va mahsulot tannarxini oshiradi. Shu bilan birga, suvda eruvchan selluloza efirlarining qo'llanilishi, ularning reologik xossalari va mochevina miqdori kamaytirilganda gul bosish sifati yetarli darajada o'rganilmagan. Shu munosabat bilan mazkur tadqiqotning maqsadi natriy alginat va gidroksipropilmetilsellyulozaning reologik xossalarini qiyosiy baholash, shuningdek, paxta matolarini faol bo'yoqlar bilan bir bosqichli termofiksatsiya usulida gul bosish uchun resurs tejamkor gul bosish bo'yog'i tarkibini ishlab chiqishdan iborat. Gidroksipropilmetilsellyulozaning reologik tavsiflari bilan mochevina miqdorini gul bosish bo'yog'i tarkibidan to'liq chiqarib tashlashgacha kamaytirish sharoitida gul bosish sifati o'rtasidagi bog'liqlik o'rganildi. Olingan natijalar taqqoslanayotgan quyuqlashtiruvchilarning psevdoplastik oqim xususiyatiga ega ekanligini hamda selluloza oddiy efirining qovushqoqligi taxminan 30000 mPa·s ekanligini ko'rsatdi. Mochevina miqdori 100–75–0 kg/t gacha kamaytirilganda, natriy alginat asosida gul bosilgan namunalarda gul chegara chiziqlari yomonlashdi (60 % gacha kuchli yoyilish), mexanik ta'sirlarga chidamlilik 4 ball gacha pasaydi, rang intensivligi 22 tahril qildi. Sellyuloza efiri esa aksincha, yuqoriroq natijalarni ko'rsatdi. Olingan natijalar import qilinadigan quyuqlashtiruvchini mahalliy ishlab chiqarilgan suvda eruvchan selluloza efiri bilan almashtirish mumkinligini tasdiqlaydi.

Kalit so'zlar: quyultiruvchi, faol bo'yoq, suvda eruvchan oddiy selluloza efiri, paxta matosi, kontur aniqligi, qovushqoqlik, bosma bo'yoq.

Abstract. Thickeners are the main component of printing pastes used for printing textile materials with reactive dyes. Despite the widespread use of sodium alginate, its application requires a high urea content to ensure the required print quality, which increases the environmental burden and the production cost. At the same time, the application of water-soluble cellulose ethers, their rheological properties, and the print quality achieved at reduced urea content have not been sufficiently studied. Therefore, the aim of this study was to comparatively evaluate the rheological properties of sodium alginate and hydroxypropyl methylcellulose, as well as to develop a resource-efficient printing paste for printing cotton fabrics with reactive dyes using a one-step thermofixation process. The relationship between the rheological characteristics of hydroxypropyl methylcellulose and print quality was investigated by reducing the urea content in the printing paste, including its complete elimination. The obtained results showed that both thickeners exhibited similar pseudoplastic flow behavior, while the cellulose ether showed a significantly higher viscosity of approximately 30,000 mPa·s. When the urea content was reduced from 100 to 75 and 0 kg/t, the samples printed with sodium alginate showed a pronounced loss of contour sharpness (up to 60% contour spreading), the

mechanical fastness decreased to grade 4, and the color intensity was about 22. In contrast, the cellulose ether showed better performance. The obtained results confirm the possibility of replacing imported sodium alginate with a locally produced water-soluble cellulose ether as an alternative thickener.

Keywords: *thickener, reactive dye, water-soluble cellulose ether, cotton fabric, contour sharpness, viscosity, printing ink.*

Введение. Благодаря совокупности комфортных, тактильных и эстетических характеристик хлопчатобумажные ткани сохраняют статус одного из наиболее предпочтительных материалов для производства одежды и текстильной продукции. С развитием нынешней дизайнерской индустрии, возрастает спрос к тканям с принтом. Печатание хлопчатобумажной (х/б) ткани для получения четких контуров и ярких окрасов самым эффективным способом достигается при использовании активного красителя [1]. Для фиксации активного красителя традиционным способом на текстильных предприятиях широко используется альгинат натрия, который обладает рядом преимуществ и недостатков [2]. Главным из недостатков данного анионного полимера выступает его дороговизна, так как для территории Средней Азии этот компонент печатной краски является импортным. Альгинат натрия является анионным полисахаридом, соль альгиновой кислоты, состоящий из остатков маннуровой и гулуриновых кислот, который получают из бурых морских водорослей глубоких водоемов [3]. Так же за счет своих анионных способностей он образует более прочные химические связи с тканью после фиксации за счет чего наблюдается его существенное проникновение в волокно. Традиционный состав печатной пасты на основе альгината натрия для печатания х/б тканей активными красителями содержит мочевины в количестве 100-150 кг/т для более ярких тонов до 200 кг/т [5]. Мочевина играет важную роль в процессе реактивной печати, выступая в качестве растворителя красителя, диспергирующего агента и агента набухания целлюлозного волокна в процессе термической фиксации [4]. Однако её использование связано с экологическими проблемами из-за высокого содержания ионов аммония (NH_4^+) в сточных водах после промывки. Кроме того, для завершения процесса печати требуются значительные количества неорганических щелочей, что приводит к высокому содержанию растворённых веществ в сточных водах. В связи с этим снижение содержания мочевины или его полное исключение из процесса активной печати х/б тканей представляет значительный экологический интерес. Использование биоразлагаемых органических соединений в составе печатных паст в качестве загустителя является эффективным подходом к снижению загрязнения сточных вод текстильного производства [13]. Было установлено, что органические соли могут служить хорошей альтернативой неорганическим солям при реактивном окрашивании и печати хлопчатобумажных тканей. В последние годы значительное внимание уделяется поиску альтернативных компонентов печатных паст, обеспечивающих как высокое качество печати, так и снижение экологической нагрузки. Ряд работ [13-15], посвященных исследованию синтетических загустителей альтернативных альгинату натрия, показывает возможность снижения концентрации альгината натрия в составе печатной краски, за счет внедрения эфиров целлюлозы добивается незначительное уменьшение содержания мочевины тем самым добивается увеличение экологичности процесса печатания [6-8]. Несмотря на значительное количество исследований, остаются недостаточно изученными вопросы, связанные с влиянием компонентов печатной краски на реологические вязкостные свойства загустителя, а также повышение экологичности процесса за счёт уменьшения содержания аммиака в сточных водах. Целью данной работы является исследование реологических свойств загущающей системы на основе альгината натрия и водорастворимого эфира целлюлозы, уменьшение содержания мочевины в составе печатной краски и оценка качества напечатанных материалов.

Методологическая часть. Гидроксипропилметилцеллюлоза (ГПМЦ) - гигроскопическое вещество, белый порошок, без запаха и вкуса [11].

Химические реагенты, используемые для печатания х/б ткани активными красителями: хлопчатобумажная ткань ГОСТ 21790-2005 характеристики, которого приведены в табл.1; краситель BEZEMA ROT S-3B150 RED ACTIVE (X); альгинат натрия - коричневый порошок ($C_6H_7O_6Na$)_n, служит для образования вязкой загущающей массы, мочевины – карбамид, бесцветное кристаллическое вещество H_2NCONH_2 , способствует набуханию ткани для печатания; Бикарбонат натрия – белое кристаллическое вещество $NaHCO_3$ является щелочным реагентом печатной краски; ПАВ – поверхностно активные вещества неионогенного происхождения, служит для промывания напечатанных рисунков.

Таблица № 1

Характеристика использованной для печати х/б ткани

	Характеристики	Показатели	Соответствие ГОСТ
1	Поверхностная плотность, g/m ² :	219,7	ГОСТ 3811-72
2	Разрывная нагрузка, N: - по основе - по утку	800,1 379,7	ГОСТ ISO 13934-1-2021
3	Удлинение при разрыве, %: - по основе - по утку	12,5 12,9	ГОСТ ISO 13934-1-2021
4	Изменение линейных размеров после мокрых обработок, %: - по основе - по утку	-4,5 -2,5	ГОСТ ISO 6330-2023
5	Воздухопроницаемость, dm ³ /m ² ·s:	129,0	ГОСТ ISO 9237-2013
6	Капиллярность, mm:	86	ГОСТ 3816-81 п.5
7	Влажность, %:	3,8	ГОСТ 3816-81 п.2

Приготовление печатной краски на основе альгината натрия. Приготовление печатной краски активным красителем на основе альгината натрия, и печатание хлопчатобумажной ткани проводилось по одностадийному способу с фиксацией красителя в запарном зрельнике, проведенной по следующей последовательности: 1. нанесение на ткань печатного состава; 2. Сушка ткани в печатной сушилке; 3. Фиксация активных красителей на ткани при печатании: термофиксационным при температуре 150° С в течение 5 мин; 4. Промывка тканей в промывном аппарате.

При приготовлении печатной краски все сухие компоненты состава печатной краски полностью растворяют в теплой воде, затем замешивают с загустителем в однородную пасту (маточная загустка). Порошок красителя при перемешивании всыпают в загустку, содержащую все компоненты печатной краски, перемешивают до полного растворения красителя и образования однородной вязкой массы. Состав печатной краски гр/кг: краситель – 40; мочевины – 150; лудигол – 10; бикарбонат натрия – 15; вода (50-70° С)- 285; Загуститель (альгинат) – 500.

Приготовление 8%-ой альгинатной загустки проводилось следующим образом: Вводу, предварительно нагретую до температуры 30-35 °С, при непрерывном

перемешивании добавляют альгинат натрия. Смесь затем варят при температуре 80-85 °С на протяжении 20-25 минут до формирования однородной массы. После достижения требуемой консистенции, загуститель охлаждают, продолжая перемешивание, затем процеживают через сито и используют для изготовления печатных красок.

Приготовление и состав печатной краски на основе водорастворимого эфира целлюлозы [16]. Состав печатной краски гр/кг: краситель – 40; мочевины – 150; лудигол – 10; бикарбонат натрия – 15; вода (50-70°С) – 285; загуститель (1,5% раствор) – 500.

При приготовлении печатной краски все сухие компоненты состава печатной краски полностью растворяют в теплой воде, затем добавляют остальную воду и нагревают весь раствор до 80-90°. В взвешенный порошок эфира вливают горячий раствор и тщательно перемешивают до остывания образования вязкой текучей массы (маточная загустка). Порошок красителя при перемешивании всыпают в загустку, содержащую все компоненты печатной краски, перемешивают до полного растворения красителя и образования однородной вязкой массы.

Метод промывки напечатанных образцов. Промывка проводилась в промывном аппарате по следующему алгоритму: 1-я коробка – холодная проточная вода; 2-я, 3-я коробки – горячая вода при температуре 85-95°С; 4-я 5-я коробки раствор моющего средства с концентрацией 1,5 г/л при температуре 90-95° С; 6-я 7-я коробки – горячая вода при температуре 85-90° С; 8-я 9-я коробки – теплая вода при температуре 60° С.

Реологические свойства водных суспензий альгината натрия и водорастворимого эфира целлюлозы изучались с использованием прибора Reotest-2 (Германия) в системе измерительной ячейки типа «цилиндр–цилиндр» (S/S1) в условиях сдвигового течения. На первом этапе исследовалось влияние напряжения сдвига (τ) на текучесть суспензий при температуре 25 °С. На основании зависимости между скоростью сдвига ($\dot{\gamma}$) и напряжением сдвига (τ) были определены значения предельного напряжения текучести (τ_0) [9].

Энергия активации вязкого течения (E_a) при предельных значениях текучести была рассчитана в соответствии с данными литературы [10].

Измерение вязкостных показателей водорастворимого эфира целлюлозы проводилось в лабораторных условиях на установке RV-2T DV-1 NDJ-8S.

Метод определения степени проникания печатной краски в глубь волокна: степень проникания печатной краски определяется посредством “Machine Color Sistem” следующим образом: измеряют интенсивность окраски напечатанного образца как лицевой стороны, так и изнаночной на спектрофотокolorиметре. Разница между двумя интенсивностями и является величиной, показывающей как, глубоко проникает печатная краска в глубь волокна, определяющаяся по формуле: $\Delta = K/S_{\text{лиц}} - K/S_{\text{изн}}$.

Метод определения четкости контура, измеряют линейкой стороны напечатанной фигуры для определения площади рисунка. Затем измеряют площадь рисунка непосредственно на шаблоне. С помощью математических вычислений определяют сколько процентов составляет площадь напечатанного рисунка от площади фигуры на шаблоне. Чем полученное значение ближе к 100% (± 2), тем более четкий рисунок удалось воспроизвести. S_1 – площадь шаблона, S_0 – площадь рисунка; формула: $Чк = S_0/S_1 \cdot 100\%$.

Метод определения устойчивости окрасок к действию раствора мыла при 40 °С проводился по ГОСТу ISO 105-E04-2014.

Метод определения устойчивости окраски к действию пота определяли по ГОСТу ISO 105-E04-2014.

Метод определения устойчивости окрасок к сухому и мокрому истиранию проводился по ГОСТу 97327-83

Результаты и их обсуждение. В данном разделе представлены результаты реологического испытания, для определения характеристик сравниваемых растворов альгината натрия и водорастворимого эфира целлюлозы. Для сравнения приготовлен 8% раствор загустителя на основе альгината натрия, данная концентрация актуальна на промышленных предприятиях для печатания текстильных материалов активными

красителями и 1,5% раствор водорастворимого эфира. Результаты исследования реологии данных загустителей приведены на рис.1.

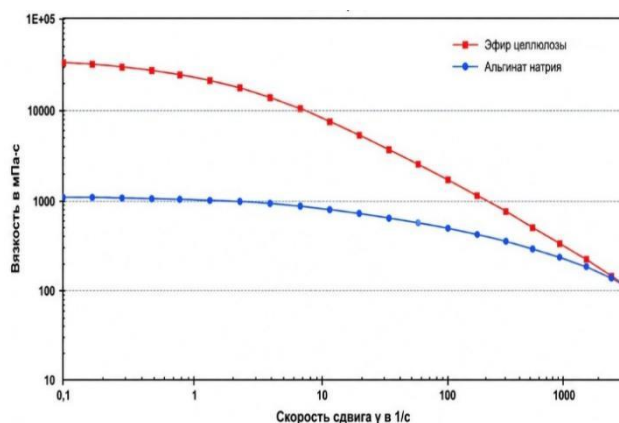


Рисунок № 1 Реологические показатели альгината натрия и эфира целлюлозы

Данный рисунок демонстрирует реологическое поведение двух растворов, при температуре 25°C, на графике зависимости вязкости от скорости сдвига видно, что оба образца по мере возрастания скорости сдвига теряют вязкость, растворы являются неньютоновскими жидкостями обладающими псевдопластическим характером течения. При низких скоростях сдвига ($0,1 \text{ с}^{-1}$) вязкость эфира целлюлозы ($\sim 30000 \text{ мПа}\cdot\text{с}$), что примерно в 30 раз превышает вязкость 8% раствора альгината натрия ($\sim 1000 \text{ мПа}\cdot\text{с}$), что говорит о более развитой прочной внутренней структуре полимера. Однако при увеличении скорости сдвига выше ($0,1 \text{ с}^{-1}$) наблюдается интенсивное разрушение структуры эфира целлюлозы, что приводит к сближению значений вязкости обоих образцов в области высоких скоростей ($>1000 \text{ с}^{-1}$). Полученные результаты согласуются с данными, представленными в [12].

Как известно, в составе печатной краски для активного печатания используется мочевины от 100-150 кг/т. Мочевина является вспомогательным веществом, которое помогает большему набуханию ткани для лучшей диффузии красителя в волокно. Мочевина содержит в своем составе азот, который в процессе фиксации и дальнейшей промывки тканей в виде ионов аммония выводится в сточные воды, что сильно ухудшает экологичность процесса печатания. Поэтому целесообразно исследование возможности уменьшения концентрации мочевины в составе печатной краски. Для этого изначально исследовано влияние мочевины на концентрации водных растворов загущающих компонентов, результаты которого приведены на рис.2.

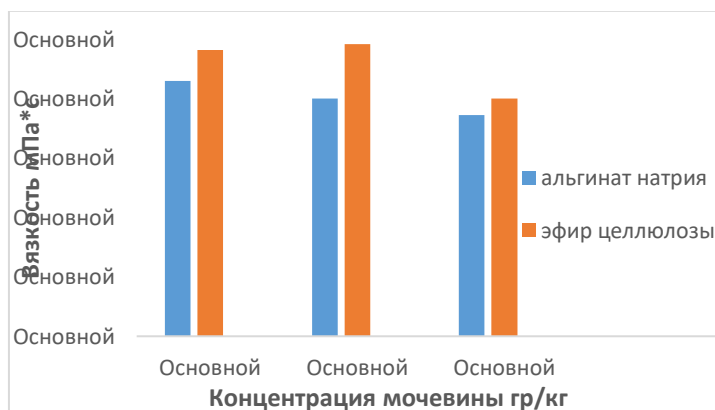


Рисунок № 2 Зависимость вязкости эфира целлюлозы от концентрации мочевины

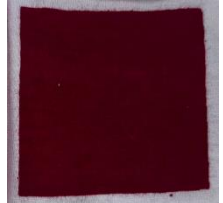
Анализ влияния концентрации мочевины на реологические свойства загустителей показал, что добавка мочевины оказывает деструктивное влияние на вязкость систем при

высоких концентрациях (150 г/кг). Для эфира целлюлозы характерно наличие экстремума при содержании мочевины 100 г/кг, что может объясняться временной стабилизацией надмолекулярной структуры полимера. В то же время альгинат натрия проявляет монотонное снижение вязкости, что свидетельствует о его меньшей устойчивости к сольватирующему действию мочевины в сравнении с эфиром целлюлозы.

Для полного анализа возможности снижения мочевины в составе печатной краски, были напечатаны образцы с содержанием мочевины в составе печатной краски в концентрациях 100-75-0 кг/т, на основе контрольной альгинатной загустки и эфирной. Образцы, напечатанные на основе активного красителя термофиксационным способом приведены на табл. 2.

Таблица №2

Изображение напечатанных образцов с изменением концентрации мочевины в составе печатной краски

Образцы на основе альгината натрия			
% мочевины	100	75	0
Образцы на основе эфира целлюлозы			

Данные таблицы демонстрируют явное отличие образцов, напечатанных на основе печатной пасты с уменьшением мочевины. Печатные рисунки, полученные на основе альгината натрия и эфира целлюлозы в количестве 100 кг/т содержания мочевины в составе печатной краски практически не отличаются. Но по мере уменьшения содержания мочевины визуализируется сильное отличие в четкости контуров напечатанных образцов. При содержании 75 кг/т мочевины в составе печатной краски на основе эфира целлюлозы четкости контуров рисунка сохраняются, но при полном его отсутствии наблюдается малое расплывание контуров. Для более глубокого анализа возможности уменьшения мочевины в составе печатной краски, напечатанные образцы подверглись физико-механическим воздействиям, результаты которого приведены в табл.3.

Таблица № 3

Устойчивость напечатанных образцов к механическим воздействиям

	Устойчивость к мылу, балл	Устойчивость к поту, балл	Устойчивость к трению, балл
Образцы, напечатанные на основе альгината натрия	4/4,5/5	4,5/4/4	5/4
Образцы, напечатанные на основе эфира целлюлозы	4,5/5/4,5	5/5	4,5/4,5

Данные таблицы получены при механическом испытании образцов, напечатанных печатной краской на основе альгината натрия и эфира целлюлозы с концентрацией мочевины 75 кг/т. Результаты таблицы демонстрируют почти одинаковое изменение баллов, это

говорит о том, что, даже при уменьшении концентрации мочевины, активный краситель достаточно зафиксирован в волокне. Для полного исследования четкости контуров и интенсивности окрасов образцы исследованы колористическим способом на спектрофотометре и сопоставлены результаты, которые приведены в табл. 4.

Таблица № 4

Колористические показатели напечатанных образцов

	Четкость контуров рисунка, %	Интенсивность K/S	Ровнота/ Неровнота	Проникновение красителя вглубь
Образцы, напечатанные на основе альгината натрия	>60 (сильное расхождение)	23	1,22/ 0,816	5
Образцы, напечатанные на основе эфира целлюлозы	92	25	1,66/ 0,6	4

Сравнительный анализ качественных колористических показателей напечатанных образцов демонстрируют четкое преимущество печатных составов на основе эфира целлюлозы. Установлено, что использование данного загустителя позволяет достичь высокой четкости контуров (92%), что на 32% выше аналогичного показателя для альгината натрия, склонного к сильному расплыванию рисунка при уменьшении мочевины в составе печатной краски. Несмотря на меньшую проникающую способность (индекс 4), эфир целлюлозы обеспечивает более высокую интенсивность окраски (K/S 25) и лучшую ровноту оттиска (1,66). Это указывает на то, что полимерная структура эфира целлюлозы способствует эффективному удержанию активного красителя на поверхности материала, предотвращая его неконтролируемое мигрирование вглубь структуры ткани и расплывание контуров при малом содержании мочевины.

Выводы. В результате исследования реологических свойств водных растворов загустителей, установлено, что сравниваемые полисахариды обладают выраженным псевдопластичным типом течения. Эфир целлюлозы обладает высоким показателем вязкости и интенсивным разжижением при сдвиге, что обеспечивает образованию более плотной пленчатой структуры, которая позволяет лучшему удержанию красителя на поверхности волокна. Была исследована возможность уменьшения концентрации мочевины в составе печатной пасты, для увеличения экологичности процесса и уменьшения выбросов токсичного аммиака в сточные воды в ходе процесса промывки напечатанных тканей активными красителями. Результаты показали преимущество эфира целлюлозы в качестве загустителя, так как в его составе есть свободная гидрокса группа при уменьшении концентрации мочевины, набухание волокна провоцируется за счет гигроскопических возможностей эфира целлюлозы. Оценка стойкости окраски напечатанных образцов к стирке, поту и мокрому сухому трению показывает схожие результаты, не уступающие альгинату натрия. Применение эфира целлюлозы в качестве загустителя печатной пасты с уменьшением мочевины в его составе позволило достичь превосходных колористических показателей. Тем самым четкость контуров увеличилось до 92% и интенсивность окраса возросла на 8,7%.

Полученные результаты, дают возможность констатирования эффективного применения водорастворимого эфира целлюлозы в качестве загущающего компонента

Reference:

1. Kushwaha R., Kesarwani P., Kushwaha A. A comprehensive review on reactive dye and its chemical components // *Industrial Engineering Journal*. – 2025. – Vol. 54, No. 1(2)
2. Zhang X., Zhu C., Yang X., et al. Conductive, sensitivity, flexibility, anti-freezing and anti-drying silica/carbon nanotubes/sodium ions modified sodium alginate hydrogels for wearable strain sensing applications // *International Journal of Biological Macromolecules*. – 2024. – Vol. 280. – Art. 135880.
3. Ilyin. S.O. Structural Rheology in the Development and Study of Complex/ Polymer Materials // *Polymers*. – 2024. – Vol. 16, No. 17. – Art. 2458. DOI: 10.3390/polym16172458.
4. Ali R., Ali S., Khatri A., Javeed A. Using biodegradable organic salt for cotton garment dyeing to reduce effluent pollution // *Coloration Technology*. – 2022. DOI: 10.1111/cote.12599.
5. Nabiyeva I., Iskhakova D. O aspektakh vozmozhnosti primeneniya prostogo efira tsellyulozy v kachestve zagushchayushchego i shlikhtuyushchego komponenta v tekstil'noy promyshlennosti // *O'zbekiston to'qimachilik jurnali*. – 2025. – No. 3. – P. 179–187.
6. Qiao X., Fang K., Liu X., Gong J., Zhang S., Wang J., Zhang M. Different influences of hydroxypropyl methyl cellulose pretreatment on surface properties of cotton and polyamide in inkjet printing // *Progress in Organic Coatings*. – 2022. – Vol. 165. – Art. 106746. DOI: 10.1016/j.porgcoat.2022.106746.
7. Qiao X., Fang K., Liu X., Gong J., Zhang S., Wang J., Zhang M., Sun F. High viscosity hydroxypropyl methyl cellulose to improve inkjet printing for cotton/polyamide fabrics // *Industrial Crops and Products*. – 2023. – Vol. 191, Part A. – Art. 115907. DOI: 10.1016/j.indcrop.2022.115907.
8. Zhang K., Fang K., Song Y., Sun F. Organic solvent free, high performance and cleaning reactive dye ink using hydroxypropyl methyl cellulose for inkjet printing // *Journal of Cleaner Production*. – 2022. – Vol. 372. – Art. 133654. DOI: 10.1016/j.jclepro.2022.133654.
9. Ilyin, S.O.; Malkin, A.Y.; Kulichikhin, V.G. Rheological Peculiarities of Concentrated Suspensions. *Colloid Journal*. 2012, 74(4), 472–482. DOI: 10.1134/S1061933X12040063
10. Malkin A.Ya., Isaev A.I. Reologiya: konsepsii, metodi, prilojeniya.-SPb.: Professiya, 2007. P 560.
11. I.A.Nabiyeva, D.Sh. Iskhakova, Kh. Kh. Suyarova “Application of Ctllyulose Simple Esters in the Textile Industry” Web og Skolars: Multidimensional Research Jurnal 2023 ISSN. Vol. 02 Issue 06. P. 48-49
12. Alimova D., Nabieva I., Atakhanov A. Paper production from the waste of medicinal plants // *E3S Web of Conferences*. – 2023. P 425
13. Nabiyeva, I., Matkarimova, D., Islamova, Z., & Abdumajidov, A. Properties of wool fiber, and environmental problems and solutions of its finishing. In *E3S Web of Conferences 2024*, 538, 04006 doi.org/10.1051/e3sconf/202453804006
14. Kisilyov A.M. Textile printing :book /. – saint Petersburg 2024. P. 716. ISBN 978-5-7937-2559-0
15. Shaban H., Kafafy H., Shahin A.A., Mashaly H.M., Zaher A., Helmy H.M. Surface Functionalization of Printed Natural Textiles for Medical Applications // *Egyptian Journal of Chemistry*. – 2024. – Vol. 67, No. 4. – P. 153–164. DOI: 10.21608/ejchem.2023.227828.8386.
16. UZ IAP 7665 Printing composition for textile materials. Patent of the Republic of Uzbekistan. – Publ.20.12.2022

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОДОРАСТВОРИМОГО ЭФИРА ЦЕЛЛЮЛОЗЫ В КАЧЕСТВЕ ЗАГУЩАЮЩЕГО КОМПОНЕНТА ПЕЧАТНОЙ КРАСКИ**Набиева И.А., Исхакова Д.Ш., Суярова Х.Х.**

Tashkent institute of textile and light industry

Аннотация. Настоящее исследование направлено на изучение гидроксипропилметилцеллюлозы (ГПМЦ) в качестве загущающего компонента для печатания хлопчатобумажной ткани активными красителями одностадийным термофиксационным способом. Загуститель является основным компонентом печатной краски, который должен полностью удаляться на стадии промывки напечатанных образцов. Традиционный загуститель используемый на текстильных предприятиях Узбекистана является импортным веществом, отражающимся на себестоимости выпускаемой продукции. В связи с этим целью данного исследования является изучение загущающих свойств ГПМЦ в составе печатной краски. Из хлопкового линта щелочным методом в условиях этерификации при 1,2-1,7 МПа в течении 40 мин получен эфир целлюлозы. Исследована прямая зависимость вязкости простого эфира целлюлозы от (количества) содержания в его структуре гидроксипропилгрупп. Так же определена обратно пропорциональная зависимость температуры гелеобразования к количественному содержанию метоксигрупп. Определена устойчивость к различным воздействиям напечатанных образцов печатной краской на основе эфирного загустителя составом (гр/кг): краситель – 40; мочевины – 150; лудигол – 10; бикарбонат натрия – 15; вода (50-70°C) – 285; загуститель (1,5% раствор) – 500. Фиксация красителя произведена термическим способом при 105 °C в течении 4-5 мин. Напечатанные образцы обладают устойчивостью к мылу 4,5/4/4 к поту 4,5/4,5/5 к мокрому/сухому трению 4,5/5 баллов соответственно, что сопоставимо с показателями образцов напечатанных на основе альгината натрия. Результаты исследований позволяют констатировать факт возможности применения ГПМЦ в качестве загустителя для печатания текстильных материалов.

Ключевые слова: загуститель, активный краситель, простой водорастворимый эфир целлюлозы, хлопчатобумажная ткань, четкость контура, вязкость, печатная краска.

Annotatsiya. Mazkur tadqiqot paxta tolali ip gazlamalariga faol bo'yog'lar bilan bir bosqichli termofiksatsiya usulida gul bosishda gidroksipropilmetilsellyuloza (GPMS)ni quyuqlashtiruvchi sifatida qo'llash imkoniyatini o'rganishga bag'ishlangan. Quyuqlashtiruvchi g'ul bosish bo'yog'ining asosiy komponenti bo'lib, gul bosilgan namunalarni yuvish bosqichida to'liq yuvilib ketishi lozim. O'zbekiston to'qimachilik korxonalarida an'anaviy qo'llanilayotgan quyuqlashtiruvchi import mahsulot hisoblanadi, bu esa tayyor mahsulot tannarxining oshishiga olib keladi. Shu munosabat bilan tadqiqotning maqsadi GPMSning gul bosish bo'yog'i tarkibidagi quyuqlashtiruvchi xossalari o'rganishdan iborat. Paxta linti ishqoriy usulda 1,2–1,7 MPa bosim ostida 40 daqiqa davomida eterifikatsiya qilinib, sellyulozaning oddiy efiri olindi. Sellyulozaning oddiy efiri qovushqoqligining uning tuzilishidagi gidroksipropil guruhlari miqdoriga to'g'ridan-to'g'ri bog'liqligi aniqlandi. Shuningdek, gel hosil bo'lish haroratining metoksi guruhlari miqdoriga teskari proporsional bog'liqligi belgilandi. Efir asosidagi quyuqlashtiruvchi qo'llanilgan gul bosish bo'yog'i bilan bosilgan namunalarning turli ta'sirlarga chidamliligi o'rganildi. Gul bosish bo'yog'i tarkibi (g/kg): faol bo'yog' – 40; mochevina – 150; ludigol – 10; natriy gidrokarbonat – 15; suv (50–70 °C) – 285; quyuqlashtiruvchi (1,5 % li eritma) – 500. Bo'yog'ni fiksatsiyalash 105 °C haroratda 4–5 daqiqa davomida termik usulda amalga oshirildi. Bosilgan namunalar sovunga chidamlilik bo'yicha 4,5/4; terga chidamlilik

bo'yicha 4,5/4,5; ho'l va quruq ishqalanishga chidamlilik bo'yicha 4,5/5 ball natijalarni ko'rsatdi. Bu ko'rsatkichlar natriy alginat asosidagi quyuqlashtiruvchi bilan bosilgan namunalar natijalari bilan taqqoslanadigan darajada ekanligi aniqlandi. Tadqiqot natijalari GPMSni to'qimachilik materiallariga gul bosishda quyuqlashtiruvchi sifatida samarali qo'llash mumkinligini tasdiqlaydi

Kalit so'zlar: quyuqlashtiruvchi, aktiv bo'yoq, suvda eruvchan sellyuloza efiri, paxta matosi, kontur aniqligi, yopishqoqlik, bosma bo'yoq

Abstract. This study is devoted to investigating the use of hydroxypropyl methylcellulose (HPMC) as a thickening agent in printing cotton fabrics with reactive dyes using a one-stage thermofixation process. The thickener is the main component of the printing paste and must be completely removed during the washing stage of the printed samples. Conventional thickeners used in textile enterprises of Uzbekistan are imported materials, which significantly increase the production cost. Therefore, the aim of this research was to evaluate the thickening properties of HPMC as a component of textile printing paste. Cellulose ether was synthesized from cotton linters by an alkaline method under etherification conditions at a pressure of 1.2–1.7 MPa for 40 minutes. A direct relationship was established between the viscosity of the cellulose ether and the content of hydroxypropyl groups in its molecular structure. In addition, an inverse relationship was found between the gelation temperature and the methoxy group content. The resistance of printed samples produced with a printing paste based on the cellulose ether thickener to various external influences was evaluated. The composition of the printing paste (g/kg) was as follows: reactive dye – 40; urea – 150; Ludigol – 10; sodium bicarbonate – 15; water (50–70 °C) – 285; thickener (1.5% solution) – 500. Dye fixation was carried out by thermal treatment at 105 °C for 4–5 minutes. The printed samples demonstrated good fastness properties: soap washing fastness – 4.5/4, perspiration fastness – 4.5/4.5, and wet and dry rubbing fastness – 4.5/5, which are comparable to those of samples printed using sodium alginate as the thickener. The results confirm the feasibility of using hydroxypropyl methylcellulose as an effective thickener for textile printing with reactive dyes

Keywords: thickener, reactive dye, water-soluble cellulose ether, cotton fabric, contour sharpness, viscosity, printing paste.

Введение. В системе «ZERO-WEST» для производства различных продуктов по зеленой технологии, использование отходов является самым актуальным вопросом на данном этапе развития промышленной отрасли. В этом направлении рядом ученых проведены исследования возможности эффективного использования отходов натуральных волокон, таких как натуральный шелк [1, 2], шерсть [3, 4] и хлопок [5], а также других вторичных ресурсов [6-7] для производства химических волокон, химической, целлюлозно-бумажной и текстильной отраслях. В этом аспекте перспективным направлением считается получение целлюлозы и её эфиров из однолетних растений и сельскохозяйственных отходов. Гидроксипропилметилцеллюлоза (ГПМЦ) является простым водорастворимым эфиром целлюлозы, исходным сырьем для получения которого выступают различные природные материалы такие как хлопковый линт, древесина, сахарный тростник, бамбук тунга и др [8-9]. Современное развитие химической индустрии обуславливает необходимость глубокого изучения способа получения простого эфира целлюлозы из хлопкового линта, так как именно в этом природном сырьевом материале содержание α целлюлозы достигает до 98% [10-11]. Загуститель играет ключевую роль при процессе печатания текстильных материалов, так как именно он является главным связывающим компонентом, который обеспечивает переход красителя на поверхность ткани и его удержание, но как по факту сам не сохраняется на поверхности ткани, это и является главной проблемой химии текстиля. Загустители должны хорошо вымываться на стадии промывки текстильных материалов при печатании их активными красителями, при сохранении большого количества клеящего компонента возрастает жесткость ткани в области набитого рисунка [12-13]. В

последние годы значительное внимание уделяется поиску альтернативных компонентов печатных паст, обеспечивающих как высокое качество печати, так и снижение экологической нагрузки. Ряд работ [14-15], посвященных исследованию синтетических загустителей альтернативных альгинату натрия, показывает возможность снижения концентрации альгината натрия в составе печатной краски, за счет внедрения эфиров целлюлозы таких как КМЦ. Водорастворимые эфиры целлюлозы характеризуются высокой вязкостью даже при низких концентрациях, что способствует повышению экономической эффективности процесса печатания [16-17]. Вместе с тем в научной литературе недостаточно освещены вопросы влияния вязкостных характеристик гидроксипропилметилцеллюлозы (HPMC), а также параметров печатания хлопчатобумажных тканей активными красителями на четкость контуров рисунка и стабильность окраски при традиционной технологии с фиксацией в запарном зрельнике.

В связи с этим целью настоящего исследования является разработка оптимального состава печатной композиции для традиционного способа печатания хлопчатобумажных тканей, а также оценка влияния различных концентраций HPMC на четкость контуров рисунка. Дополнительно проведено сравнительное исследование устойчивости напечатанных образцов к различным физико-механическим воздействиям по сравнению с образцами, полученными с использованием загустителей на основе альгината натрия.

Методологическая часть. Гидроксипропилметилцеллюлоза (ГПМЦ) - гигроскопическое вещество, белый порошок, без запаха и вкуса.

Химические реагенты, используемые для получения ГПМЦ: щелочь натрия - NaOH, белое твердое вещество, используется для реакции гидроксипропилирования. Метилхлорид – CH_3Cl , бесцветный газ, используется для реакции метоксилирования. Оксид пропилен – $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$, промежуточный продукт летучая легкая жидкость, используется для получения пропил радикалов.

Химические реагенты, используемые для печатания х/б ткани активными красителями: хлопчатобумажная ткань ГОСТ 21790-2005; краситель BEZEMA ROT S-3B150 RED ACTIVE (X); альгинат натрия - коричневый порошок $(\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_6\text{Na})_n$, служит для образования вязкой загущающей массы, мочевины – карбамид, бесцветное кристаллическое вещество H_2NCONH_2 , способствует набуханию ткани для печатания; Бикарбонат натрия – белое кристаллическое вещество NaHCO_3 является щелочным реагентом печатной краски; ПАВ – поверхностно активные вещества неионогенного происхождения, служит для промывания напечатанных рисунков

Получение гидроксипропилметилцеллюлозы (ГПМЦ), целлюлозный порошок из хлопка в реакторе подвергается реакции мерсеризация 40-50% раствором едкого натрия (NaOH) при температуре 15-20°C в течении 10 мин в соотношении 1:1,7-2 (масс.), с получением щелочной целлюлозы, далее вступает в реакцию этерификации с пропилен оксидом в соотношении 1:2-2,5 (масс.) при 30°C 0,2-0,3 мПа, затем с хлорметаном в соотношении 1:1 (масс.) при 30°C 0,04-0,05 мПа в течении 2ч, выдерживается при 70-83°C 1,7-1,9 мПа в течении 40мин, нейтрализуется и сушится.

Приготовление печатной краски на основе альгината натрия. Приготовление печатной краски активным красителем на основе альгината натрия, и печатание хлопчатобумажной ткани проводилось по одностадийному способу с фиксацией красителя в запарном зрельнике, проведенной по следующей последовательности: 1. нанесение на ткань печатного состава; 2. Сушка ткани в печатной сушилке; 3. Фиксация активных красителей на ткани при печатании: термофиксационным при температуре 150° С в течение 5 мин; 4. Промывка тканей в промывном аппарате.

При приготовлении печатной краски все сухие компоненты состава печатной краски полностью растворяют в теплой воде, затем замешивают с загустителем в однородную пасту (маточная загустка). Порошок красителя при перемешивании всыпают в загустку, содержащую все компоненты печатной краски, перемешивают до полного растворения

красителя и образования однородной вязкой массы. Состав печатной краски гр/кг: краситель – 40; мочевины – 150; лудигол – 10; бикарбонат натрия – 15; вода (50-70° С)- 285; Загуститель (альгинат) – 500.

Приготовление 8%-ой альгинатной загустки проводилось следующим образом: Вводу, предварительно нагретую до температуры 30-35 °С, при непрерывном перемешивании добавляют альгинат натрия. Смесь затем варят при температуре 80-85 °С на протяжении 20-25 минут до формирования однородной массы. После достижения требуемой консистенции, загуститель охлаждают, продолжая перемешивание, затем процеживают через сито и используют для изготовления печатных красок.

Приготовление и состав печатной краски на основе водорастворимого эфира целлюлозы [18]. Состав печатной краски гр/кг: краситель – 40; мочевины – 150; лудигол – 10; бикарбонат натрия – 15; вода (50-70°С)- 285; загуститель (1,5% раствор) – 500.

При приготовлении печатной краски все сухие компоненты состава печатной краски полностью растворяют в теплой воде, затем добавляют остальную воду и нагревают весь раствор до 80-90°. В взвешенный порошок эфира вливают горячий раствор и тщательно перемешивают до остывания образования вязкой текучей массы (маточная загустка). Порошок красителя при перемешивании всыпают в загустку, содержащую все компоненты печатной краски, перемешивают до полного растворения красителя и образования однородной вязкой массы.

Метод промывки напечатанных образцов. Промывка проводилась в промывном аппарате по следующему алгоритму: 1-я коробка – холодная проточная вода; 2-я, 3-я коробки – горячая вода при температуре 85-95°С; 4-я 5-я коробки раствор моющего средства с концентрацией 1,5 г/л при температуре 90-95° С; 6-я 7-я коробки – горячая вода при температуре 85-90° С; 8-я 9-я коробки – теплая вода при температуре 60° С.

Определение вязкости ГПМЦ проводилось на разных ротационных вискозиметрах в концентрациях 1% и 2% соответственно NDJ-8S вискозиметр Брукфилда (Китай) и NDJ-1 (Китай).

Определение функциональных групп ГПМЦ, проводилось в лаборатории предприятия Hubei Yicheng Building Materials Technology Co., Ltd

Определение температуры гелеобразования ГПМЦ: 0,2% раствор эфира целлюлозы полностью высушивается; 0,4 грамма массы образца, помещается в стакан емкостью 250 мл, сверху вливается около 150 граммов воды температурой около 95°С, тщательно перемешивается стеклянной палочкой в течение 1 минуты, чтобы смесь стала однородной, затем добавляется холодная вода, чтобы довести массу раствора до 250 граммов. Смесь 0,2% перемешивается до однородной массы, помещается в водяную баню с постоянной температурой для охлаждения и продолжается перемешивание до образования вязкой массы в процессе охлаждения. Удаляются пузырьки воздуха из образца (используется маленькая ложка) и поддерживается температура на уровне 20°С ± 0,1°С. 40–50 мл приготовленного выше раствора помещается в колориметрическую пробирку емкостью 100 мл, вставляется термометр, колориметрическая пробирка помещается в стакан емкостью 500 мл или 1000 мл на водяную баню и нагревается. Когда температура достигнет 50°С, постепенно увеличивается температура и продолжается помешивание раствора, внимательно наблюдая за ним. Когда появляется молочно-белый шелковистый гель, изменяется температура раствора, эта температура записывается как нижний предел. Нагревание продолжается до тех пор, пока раствор не станет полностью молочно-белым, регистрируется температура в этой точке-верхний предел температуры геля.

Определение устойчивости окрасок к действию раствора мыла при 40 °С проводился по ГОСТу ISO 105-E04-2014.

Определение устойчивости окраски к действию пота определяли по ГОСТу ISO 105-E04-2014.

Определение устойчивости окрасок к сухому и мокрому истиранию проводился по ГОСТу 97327-83

Результаты и их обсуждение. Целлюлоза, полученная из хлопка, обрабатывается представленным выше методом, который позволяет получить гидроксипропилметилцеллюлозу по реакции, которая описывается на рис. 1.

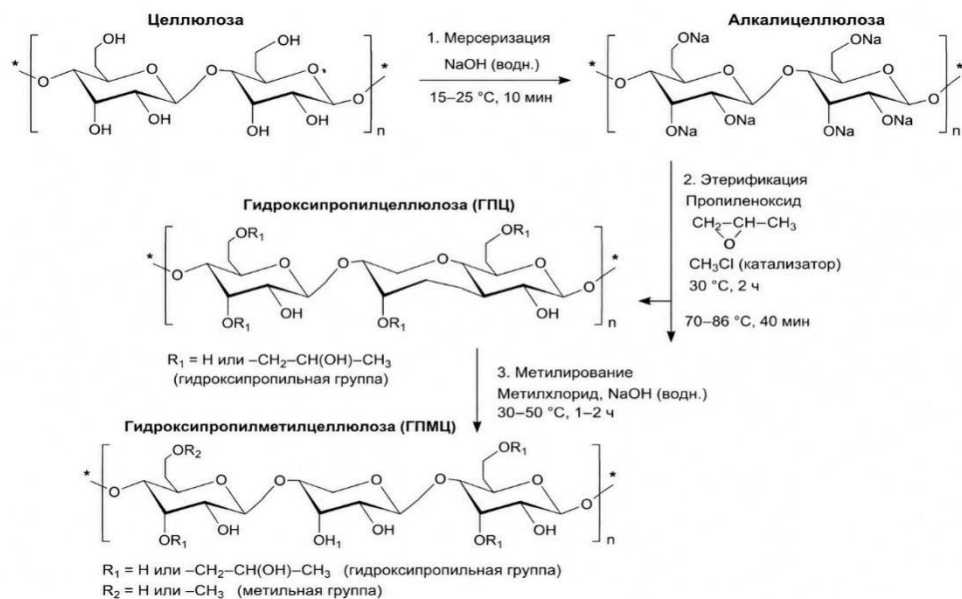


Рисунок № 1 Реакция получения ГПМЦ

На изображении описана подробная реакция присоединения метил и пропил радикалов с гидроксигруппой, здесь n – показывает звено макромолекулы, R – радикалы, присоединяющиеся к целлюлозе. Как видно из рисунка, целлюлоза сначала подвергается реакции мерсеризации, гологеналкилирования, а после этерификации метелированию и гидроксипропелированию. Две последние являются главными придающими свойства эфиру превращениями.

Следует отметить, что содержание гидроксипропильных групп является главной характеристикой, придающей вязкость, в связи с этим изучена зависимость вязкости ГПМЦ с количественным содержанием гидроксипропильных групп, результаты приведены на рис.2.



Рисунок № 2 Зависимость вязкости ГПМЦ от содержания гидроксипропильных групп

Как видно из рис.2 вязкость эфира целлюлозы по мере возрастания содержания гидроксипропильных групп в составе макромолекулы возрастает, так при обладании 14% замещенных гидроксильных групп целлюлозы на гидроксипропильные вязкость эфира целлюлозы составляет ≈ 155500 мПа*с.

Метоксильные группы в структуре ГПМЦ в отличие от гидроксипропильных связаны с температурой гелеобразования, 5 образцов с различным показанием температуры геля изучены на зависимость от содержания метоксильных групп, результаты приведены на рис.3.

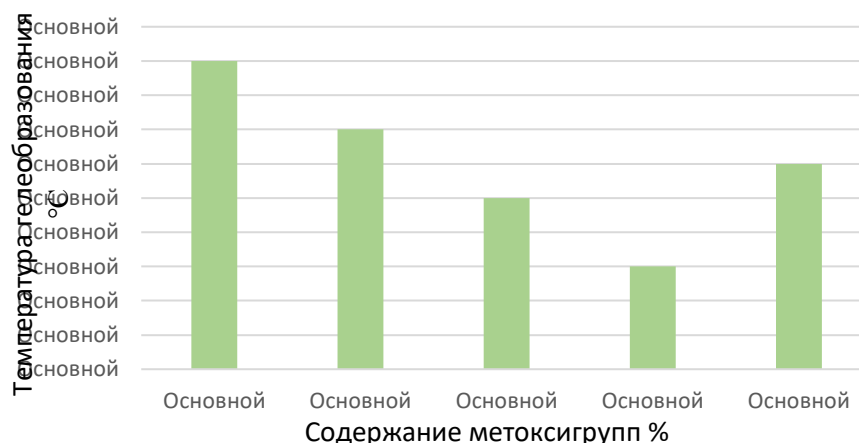


Рисунок № 3 Зависимость температуры гелеобразования от содержания метоксильных групп

Результаты рис.3 свидетельствуют об увеличении содержания метоксильных групп с 24 до 27 %, за счет которого сопровождается снижением температуры гелеобразования ГПМЦ с 62 до 59 °С, что подтверждает обратную зависимость между этими параметрами.

Как видно из результатов гистограмм вязкость ГПМЦ прямо пропорциональна содержанию гидроксипропильных групп, а температура гелеобразования обратно пропорциональна содержанию метоксильных групп. Так с возрастанием процентного содержания гидроксипропильных групп возрастает показатель вязкости мПа*с. Температура гелеобразования зависит от содержания метоксигрупп в составе эфира, и уменьшается по мере возрастания его количества.

Для печатания х/б ткани отобрана ГПМЦ с наивысшим показателем вязкости водного раствора, на основе традиционного загущающего компонента альгината натрия приготовлена печатная краска. Разработан состав печатной пасты на основе ГПМЦ [18], образцы напечатаны одностадийным способом печати и исследованы к физико-механическим нагрузкам, результаты которого приведены в табл. 1.

Таблица № 1

Устойчивость к физико-механическим воздействиям

Образец на основе	Устойчивость к мылу, балл	Устойчивость к поту, балл	Устойчивость к трению (мокрый/сухой), балл
Альгината натрия	4/4/4,5	4/4,5/5	4/4,5 4/4,5
ГПМЦ	4,5/4/4	4,5/4,5/5	4,5/4 4,5/5
Стандарт (GB/T18401 GB31701)	≥4/3-4	≥4/4/4	≥4/4 ≥3/3

Результаты таблицы демонстрируют, сравнительную схожесть устойчивости окрасов к различным нагрузкам, что доказывает способность ГПМЦ образовывать пленку на поверхности ткани и водородных связей для сцепления активным красителем и его глубокое проникновение в волокно.

Выводы. В данной научной работе исследован процесс получения ГПМЦ щелочным методом основными реакциями метоксилирования и гидроксипропилирования. Установлено, что с увеличением гидроксипропильных групп до 14% вязкость раствора

ГПМЦ возрастает до 154000-155500 мПа*с. Одновременно выявлена обратная зависимость между содержанием метоксильных групп и температурой гелеобразования: при увеличении содержания метоксильных групп до 27% температура гелеобразования снижается до 57°C. Разработан оптимальный состав печатной краски для печатания х/б тканей активными красителями одностадийным термофиксационным способом на основе ГПМЦ. В отличие от традиционного загустителя, применяемого в виде 8% раствора альгината натрия, для получения требуемой вязкости достаточно использовать 1,5% раствор ГПМЦ, что обеспечивает снижение расхода загустителя и повышение экономической эффективности процесса. Образцы напечатанные на основе ГПМЦ по физико-механическим свойствам устойчивости к нагрузкам не уступают образцам напечатанным на основе альгината натрия. Тем самым полученные результаты позволяют констатировать возможность применения ГПМЦ в качестве загущающего компонента печатной краски для печатания активными красителями.

Reference:

1. Yakovleva O.I.; Sashina E.S.; Nabieva I.A. Needle punched nonwoven silk waste material with antifungal properties for air filtration. *Journal of Natural Fibers*. 2022, 19, 15367–15376.
2. Yakovleva O.I.; Sashina E.S.; Osipov M.I.; Smirnov G.P. Non-woven needle-punched material with silver nanoparticles from natural silk fiber waste. *Fibre Chemistry*. 2020, 52(4), 263–268.
3. Nabiyeva I.; Matkarimova D.; Islamova Z.; Abdumajidov A. Properties of wool fiber, and environmental problems and solutions of its finishing. In: *E3S Web of Conferences*. 2024, 538, 04006.
4. Camilli F.; Focacci M.; Dal Prà, A.; Bortolu S.; Ugolini F.; Vagnoni, E.; Duce, P. Turning waste wool into a circular resource: A review of eco-innovative applications in agriculture. *Agronomy*. 2025, 15(2), 446.
5. Sayfutdinov R.S.; Muxitdinov U.D.; Eshpulatov N.M. Development of technology for producing cotton cellulose with high reactivity for chemical processing. *Uzbek Chemical Journal*. 2020, No. 1, 55–62.
6. Cao W.; Yin Y.; Dongjian Z.; Liming Z.; Jiajia J.; Xi Z.; Gao. Method for separating lignin and cellulose from licorice waste by ultrasonic technology. Chinese Patent CN101372815A, 2019.
7. Alimova D.; Nabieva I.; Atakhanov A. Paper production from the waste of medicinal plants. *E3S Web of Conferences*. 2023, 452, 05013.
8. Akbar M.H.; Harmita; Suryadi H. Preparation and characterization of hydroxypropyl methylcellulose produced from α -cellulose of betung bamboo (*Dendrocalamus asper*) and its evaluation in gel formulation. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. 2020, 12(8), 156–165.
9. Kharismi R.R.A.Y.; Sutriyo; Suryadi, H. Preparation and characterization of microcrystalline cellulose produced from betung bamboo (*Dendrocalamus asper*) through acid hydrolysis. *Journal of Young Pharmacists*. 2018, 10, 79–83.
10. Cheng H.; Wang Y.; Hong Y.; Wu F.; Shen L. Low-viscosity hydroxypropyl methylcellulose obtained by electron beam irradiation and its performance in spray drying. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2024, 275(Part 1), 133626.
11. KEMOX Cellulose. Official website. Available at: <https://www.kemoxcellulose.com/ru/> (accessed: July 2026).
12. Kiselev A.M.; Tikhomirova N.A.; Kovaleva T.V. *Textile Printing*. Saint Petersburg: Saint Petersburg State University of Industrial Technologies and Design, 2024. 716 p.

-
13. Shaban H.; Kafaf H.; Shahin A.A.; Mashaly H.M.; Zaher A.; Helmy H.M. Surface functionalization of printed natural textiles for medical applications. *Egyptian Journal of Chemistry*. 2024, 67(4), 153–164.
<https://doi.org/10.21608/ejchem.2023.227828.8386>
 14. Qiao X.; Fang K.; Liu X.; Gong J.; Zhang S.; Wang J.; Zhang M. Different influences of hydroxypropyl methyl cellulose pretreatment on surface properties of cotton and polyamide in inkjet printing. *Progress in Organic Coatings*. 2022, 165, 106746.
<https://doi.org/10.1016/j.porgcoat.2022.106746>
 15. Qiao X.; Fang K.; Liu X.; Gong J.; Zhang S.; Wang J.; Zhang M.; Sun F. High-viscosity hydroxypropyl methyl cellulose to improve inkjet printing for cotton/polyamide fabrics. *Industrial Crops and Products*. 2023, 191(Part A), 115907.
<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.115907>
 16. Nabiyeva I.A.; Khamidova V.D.; Iskhakova D.Sh. Development of a resource- and energy-saving composition for textile printing. In: *Prospects and Problems of Development of Technologies for Cotton, Textile, Light Industry and Printing under the Conditions of New Economic Reforms in Uzbekistan: Proceedings of the Republican Scientific and Practical Conference*. Part 2. Tashkent, 2024. P. 45–47.
 17. Nabiyeva I.; Iskhakova D. On the aspects of the possibility of using cellulose ether as a thickening and sizing component in the textile industry. *Uzbek Textile Journal*. 2025, No. 3, 179–187.
 18. UZ IAP 7665. Printing composition for textile materials. Uzbekistan Patent No. UZ IAP 7665. Published Dec. 20, 2022.

УДК 676.017.7

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЛАЖНОСТИ И ЗОЛЬНОСТИ НА
МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БУМАГИ**

Д.Ч. Равшанзода, Х.А. Бабаханова

Tashkent Institute of Textile and Light Industry

Аннотация. В работе исследовано влияние влажности и зольности на механические свойства бумаги различного состава. В качестве объектов исследования использовались шесть видов бумаги, различающихся по составу и массе. Содержание влаги и доля минеральных наполнителей определяли стандартным методом высушивания и методом сжигания в муфельной печи, что позволяет оценить их влияние на качество офсетной печати. Механические свойства бумаги – предел прочности при растяжении, разрывная длина и индекс прочности при растяжении – измеряли на разрывной машине. Установлена взаимосвязь между влажностью, зольностью и механическими характеристиками бумаги. Показано, что оптимальный диапазон влажности 4–5 % обеспечивает максимальную эффективность межволоконных водородных связей и формирование устойчивой волоконной сетки. Увеличение зольности разнонаправленно влияет на прочностные характеристики: разрывная длина снижается с 6,7 км при 7,25 % до 3,1 км при 27,51 % из-за ослабления межволоконных связей, тогда как предел прочности при растяжении растёт с 34,18 МПа до 43,45 МПа при 15,21 % и остаётся высоким при 27,51 % (41,14 МПа) за счёт уплотнения структуры и более равномерного распределения напряжений. Таким образом, увеличение зольности одновременно ослабляет межволоконные связи и повышает сопротивление растяжению бумаги, отражая изменения её структурной организации.

Ключевые слова: бумага, влажность, зольность, механические свойства, предел прочности, разрывная длина.

Annotatsiya: Ushbu ishda namlik va kullilikning turli tarkibdagi qog'ozlarning mexanik xususiyatlariga ta'siri tadqiq etilgan. Tadqiqot obyektlari sifatida tarkibi va massasi bilan farqlanuvchi olti turdagi qog'ozdan foydalanildi. Namlik miqdori va mineral to'ldiruvchilarning ulushi standart quritish usuli hamda mufel pechida kuydirish usuli orqali aniqlandi, bu esa ularning ofset bosma sifatiga ta'sirini baholash imkonini beradi. Qog'ozning mexanik xususiyatlari-cho'zilishdagi mustahkamlik chegarasi, uzilish uzunligi va cho'zilishdagi mustahkamlik indeksi-uzilish mashinasida o'lchandi. Namlik, kullilik va qog'ozning mexanik ko'rsatkichlari o'rtasidagi o'zaro bog'liqlik aniqlandi. Tadqiqot natijalariga ko'ra, namlikning 4–5 % diapazoni tolalararo vodorod bog'larining maksimal samaradorligini hamda barqaror tolalar tarmog'ining shakllanishini ta'minlaydigan optimal ko'rsatkich ekanligi ko'rsatildi. Kullilikning ortishi mustahkamlik xususiyatlariga turlicha ta'sir ko'rsatadi: uzilish uzunligi 7,25 % kullilikda 6,7 km dan 27,51 % da 3,1 km gacha kamayadi, bu esa tolalararo bog'lanishlarning zaiflashishi bilan izohlanadi. Shu bilan birga, cho'zilishdagi mustahkamlik chegarasi 34,18 MPa dan 15,21 % kullilikda 43,45 MPa gacha ortadi va 27,51 % da ham yuqori darajada (41,14 MPa) saqlanib qoladi. Bu esa strukturaning zichlashishi hamda kuchlanishlarning yanada bir tekis taqsimlanishi bilan bog'liq. Shunday qilib, kullilikning ortishi bir tomondan tolalararo bog'lanishlarni zaiflashtirsa, boshqa tomondan qog'ozning cho'zilishga qarshiligini oshiradi, bu esa uning strukturaviy tuzilishidagi o'zgarishlarni aks ettiradi.

Kalit so'zlar: qog'oz, namlik, kullilik, mexanik xususiyatlar, mustahkamlik chegarasi, uzilish uzunligi.

Abstract. This study investigates the influence of moisture content and ash content on the mechanical properties of paper with different compositions. Six types of paper differing in composition and basis weight were used as research objects. The moisture content and the proportion of mineral fillers were determined using the standard drying method and the muffle furnace incineration method, which makes it possible to evaluate their influence on the quality of offset printing. The mechanical properties of paper—tensile strength, breaking length, and tensile strength index—were measured using a tensile testing machine. A relationship between moisture content, ash content, and the mechanical characteristics of paper was established. It was shown that the optimal moisture range of 4–5% ensures maximum efficiency of inter-fiber hydrogen bonds and the formation of a stable fiber network. An increase in ash content has a multidirectional effect on strength characteristics: the breaking length decreases from 6.7 km at 7.25% to 3.1 km at 27.51% due to the weakening of inter-fiber bonds. At the same time, the tensile strength increases from 34.18 MPa to 43.45 MPa at 15.21% and remains high at 27.51% (41.14 MPa) due to the densification of the structure and a more uniform stress distribution. Thus, an increase in ash content simultaneously weakens inter-fiber bonding and increases the resistance of paper to tensile deformation, reflecting changes in its structural organization.

Keywords: paper, moisture content, ash content, mechanical properties, tensile strength, breaking length.

Введение. Бумага является волокнистым композиционным материалом, по химическому составу состоящим преимущественно из целлюлозы, а также гемицеллюлозы, лигнина и незначительного количества экстрактивных и минеральных веществ. Молекулы целлюлозы содержат большое количество гидроксильных (–ОН) групп, способных образовывать водородные связи как внутри волокна, так и между соседними волокнами, что обеспечивает гибкость волокон, их переплетение и, как следствие, механическую прочность бумаги [1–4].

Гидроксильные группы целлюлозы способствуют удержанию влаги в бумаге, что является необходимым условием для качественной печати. Вместе с тем изменение уровня влаги, характеризующееся как влажность, нежелательно, поскольку оно приводит к

деформациям и разрыву бумаги, нарушению точности воспроизведения изображений и линий печати, а также может снижать адгезию краски и долговечность продукции [5–7].

Для улучшения поверхностных свойств бумаги, в частности уменьшения пористости и впитывающей способности, в её состав вводят наполнители и проклеивающие вещества, присутствие которых характеризуется показателем зольности. Однако чрезмерное количество добавочных веществ, применяемых также с целью снижения расхода дефицитной и дорогостоящей целлюлозы, является нежелательным. Их содержание должно быть оптимальным и определяться видом и назначением бумаги, поскольку превышение количества наполнителей и проклеивающих веществ приводит к ослаблению водородных связей между целлюлозными волокнами и, как следствие, снижению механической прочности бумаги [8–12]. Отсюда следует, что значения влажности и зольности бумаги должны быть известны и находиться в допустимых пределах, поскольку их отклонения существенно влияет на формирование межволоконных связей и, как следствие, на механические свойства бумаги.

Значения влажности и зольности не могут быть универсальными для всех видов бумаги, поскольку их состав может различаться. В условиях дефицита первичного сырья при производстве бумаги широко используются вторичные волокна, которые изначально обладают пониженными бумагообразующими свойствами, что влияет на формирование структуры и физико-механические характеристики бумаги.

В настоящее время значительная часть бумажной продукции производится с использованием вторичного сырья, в связи с этим исследования, направленные на выявление влияния влажности и зольности на механические свойства бумаги из вторичного сырья, являются целесообразными.

Целью настоящего исследования является определение степени влияния влажности и зольности на механические свойства бумаги, в составе которой вторичное сырьё, а именно макулатура.

Объекты исследования. В качестве объектов исследования использовались шесть видов бумаги, отличающихся по составу и массе (табл.1)

Таблица 1

Состав исследуемых бумаг

№	Масса, г/м ²	Композиционный состав	Производитель
1	130	Верхний слой состоит из макулатуры группа А (30%), нижний слой из макулатуры группа В (70%)	ООО «Гофро Агрегат» Таджикистан
2	130	Верхний слой состоит из древесной целлюлозы (30%), нижний слой макулатура группа В (70%)	ООО «Гофро Агрегат» Таджикистан
3	130	Верхний слой состоит из древесной целлюлозы (10%), нижний слой макулатура группа В (90%)	ООО «Гофро Агрегат» Таджикистан
4	80	Карбонат кальция (80%) и полиэтилен низкой плотности (20%)	СП «Fergana stone paper» Узбекистан
5	80	Древесная целлюлоза (100%)	АО «Группа «Илим»» Россия
6	300	Древесная целлюлоза (100%) и поверхностная химическая обработка	Chenming Group, Китай

Приборы и оборудования для исследований. Влажность определяли по ГОСТ 13525.19 или ИСО 287 методом высушивания, а зольность – сжиганием в муфельной печи по ГОСТ 7629-93 (ISO 2144). Эти методы позволяют количественно оценить содержание влаги и долю минеральных наполнителей, критичные для качества офсетной печати. Согласно стандартной методике использовали аналитические весы AND GR-202 (I класс точности по ГОСТ 24104-01, НПВ 210 г, дискретность 0,01 мг), муфельную печь NEVO

QTZ (рабочая температура до 1100 °С, точность ± 1 °С), сушильный шкаф MST-55 (объем 55 л, диапазон 50–300 °С, точность ± 1 °С), фарфоровые тигли и эксикатор рис.1.



Рис. 1. Приборы для определения влажности и зольности бумаги:

а- аналитические весы AND GR-202, б - муфельная печь NEVO QTZ, в - сушильный шкаф модели MST - 55

Механические свойства, а именно предел прочности при растяжении, разрывную длину и индекс прочности при растяжении испытывали на разрывной машине Haida HD-B609B-S (максимальная нагрузка 200 кг, точность $\leq 0,5$ %, скорость 0,1–500 мм/мин), на приборе HAIDA HD-A504-2 для определения сопротивления продавливанию (точность $\pm 0,5$ %), а также на приборе HD-A513-2 для определения сопротивления кольцевому сжатию (рис.2).



Рис. 2. Приборы для определения механических свойств:

а - цифровой толщиномер (Digital Thickness Gauge), б - разрывная машина Haida HD-B609B-S, в - прибор для испытания картона на разрыв HAIDA HD-A504-2, г - прибор для испытания бумаги на прочность при сжатии HD-A513-2

Методика проведения исследований. Экспериментальные исследования проводились в лабораторных условиях при температуре 23 ± 1 °С и относительной влажности воздуха 50 ± 2 % в соответствии с ГОСТ Р ISO 187-2012 [9]. Перед испытаниями образцы кондиционировали не менее 24 часов для достижения равновесной влажности. Определение влажности осуществлялось методом высушивания до постоянной массы при температуре 105 ± 2 °С с использованием аналитических весов I класса точности. Массовую долю влаги рассчитывали по формуле:

$$W = \frac{(m_1 - m_2)}{m_1} * 100$$

где m_1 – масса образца до сушки, m_2 – после сушки. Критерием завершения процесса служило изменение массы менее 0,001 г.

Определение зольности проводили методом прокаливания в муфельной печи при температуре 900 °С до полного выгорания органической части и достижения постоянной массы остатка. Расчет зольности выполнялся по формуле:

$$X = \frac{(m_2 - m_1)}{m_0} * 100$$

где m_2 – масса тигля с золой, г; m_1 – масса тигля, г; m_0 – масса абсолютно сухого испытуемого образца, г; 100 – коэффициент пересчета в проценты.

Измерение прочности бумаги на разрыв производили на разрывной машине Haida HD-B609B-S (рис. 2.6) согласно методике, описанной ГОСТ ИСО 1924-1-96.

Сущность метода заключается в определении силы, вызывающей разрушение образца и его удлинения до момента разрыва при постоянной скорости нагружения (килограмм-сила или кгс). Используя результаты испытания и значения массы 1 м² и толщины бумаги (картона), рассчитывали предел прочности при растяжении, разрывную длину и индекс прочности при растяжении.

Предел прочности при растяжении σ вычисляли по формуле:

$$\sigma = \frac{F}{a \cdot h}$$

где F – разрушающее усилие при растяжении, Н; a – ширина испытуемого образца, мм; h – толщина испытуемого образца, мм.

Разрывную длину L рассчитывали по формуле:

$$L = \frac{Q}{a \cdot m}$$

где Q – разрушающее усилие при растяжении, Н; a – ширина испытуемого образца, м; m – масса образца, г/м² (кг/м).

$$Q = \frac{C}{g} = \frac{870}{9,8} = 89$$

где C – напряжение, вызывающая разрушение образца, Н

g – ускорение свободного падения (примерно 9,8 м/с²)

Индекс прочности при растяжении I рассчитывали по формуле:

$$I = \frac{S}{m} \cdot 10^3$$

где S – прочность при растяжении, кН/м; m – масса, г/м².

Экспериментальная часть

Результаты определения влажности и зольности различных бумаг приведены в табл.2.

Таблица 2

Результаты определения влажности и зольности

№	Масса, г/м ²	Толщина, мкм	Влажность, %	Количество золы, %
1	130	210	4,95	9,76
2	130	250	4,50	7,25
3	130	200	4,57	11,86
4	80	100	3,00	7,00
5	80	110	6,50	15,21
6	300	221	5,00	27,51

Результаты, представленные в табл. 2, показали, что влажность исследуемых видов бумаги находится в пределах нормы и составляет от 4 до 7 %, при этом бесцеллюлозная бумага №4 имеет влажность 3 %. Влажность бумаги №6 равна 5 %, что характерно для мелованных бумаг (ГОСТ 21444-2016), а бумага №5 соответствует требованиям офсетной бумаги, находясь в допустимых пределах (ГОСТ 9094-89). Это указывает на то, что выявленные значения влажности не приведут к деформации листа, волнистости краев и проблемам с приводкой при печати.

Результаты, представленные в табл. 2, показали, что бумагу №4 можно отнести к писчей со средней зольностью (7,0 %), бумаги №1–№3–к бумагам для печати с зольностью до 15 %, а бумаги №5 и №6 считаются высокозольными (свыше 15 %) и предназначены для типографской или глубокой печати. Различия в зольности отражают особенности структуры и гигроскопичности бумаги. Повышенная доля минеральных наполнителей в составе бумаги №5 и №6 способствует снижению себестоимости за счёт уменьшения объёмной части целлюлозной массы, однако оказывает отрицательное влияние на механическую прочность и степень проклейки. В результате возможно отделение мелких волокон, частиц наполнителя и проклеивающих веществ с поверхности бумаги, что резко ухудшает качество печати, поскольку бумажная пыль прилипает к печатной форме.

Результаты исследований механических свойств бумаги представлены в табл.3.

Таблица 3

Физико-механические свойства бумаги различного состава

№	Разрушающее усилие, Н		Предел прочности, МПа		Разрывная длина, м		Индекс прочности, Н·м/г	
	Прод.	Попер.	Прод.	Попер.	Прод.	Попер.	Прод.	Попер.
1	109,6	40,7	34,79	12,92	5729,37	2127,37	56,20	20,87
2	128,2	37,6	34,18	10,02	6701,69	1965,55	65,74	19,28
3	105,6	24,5	35,20	8,16	5520,26	1280,74	54,15	12,56
4	18,3	18,2	12,20	12,23	1554,53	1554,42	15,25	15,25
5	71,7	31,8	43,45	19,27	6090,72	2701,32	59,75	26,5
6	136,4	70,4	41,14	21,23	3089,81	1594,74	30,31	15,64

Результаты исследований показывают, что увеличение зольности оказывает заметное влияние на прочностные характеристики бумаги. Так, при повышении зольности с 7,25 % до 9,76 % разрывная длина уменьшается на 14,93%. При зольности 11,86 % снижение сохраняется на том же уровне и также составляет 14,93 %. При дальнейшем увеличении зольности до 15,21 % уменьшение разрывной длины составляет 8,96 %. Наиболее значительное снижение наблюдается при зольности 27,51 %, где разрывная длина уменьшается на 53,73 % по сравнению с исходным значением. Снижение прочностных показателей можно объяснить тем, что увеличение содержания минеральных компонентов в структуре бумаги приводит к ослаблению межволоконных связей, уменьшению площади контакта между волокнами и ухудшению структурной целостности волокнистой сетки.

Анализ полученных результатов (табл.3) показывает, что с увеличением зольности наблюдается рост предела прочности бумаги. Так, при повышении зольности с 7,25 % до 9,76 % предел прочности увеличивается на 1,78 %, при 11,86 %-на 2,98 %. Наибольшее увеличение наблюдается при зольности 15,21 %, где предел прочности возрастает на 27,12

%. При дальнейшем повышении зольности до 27,51 % прирост составляет 20,36 % по сравнению с исходным значением.

Полученные результаты показывают, что с увеличением зольности наблюдается снижение разрывной длины, что связано с ослаблением межволоконных связей вследствие увеличения содержания минеральных наполнителей в структуре бумаги. Частицы наполнителя располагаются между волокнами и уменьшают площадь их контакта, что приводит к снижению прочности волокнистой сетки. В то же время отмечается увеличение предела прочности при растяжении, что может быть обусловлено уплотнением структуры бумаги и более равномерным распределением напряжений в бумажном полотне при определённом содержании минеральных компонентов.

Заключение. В результате проведенного исследования установлена взаимосвязь между влажностью, зольностью и механическими характеристиками бумаги различного состава. Показано, что оптимальный диапазон влажности 4–5 % обеспечивает максимальную эффективность межволоконных водородных связей и формирование устойчивой волоконной сетки. Увеличение зольности оказывает разнонаправленное влияние на прочностные характеристики бумаги. Разрывная длина уменьшается с ростом содержания минеральных компонентов: с 6,7 км при 7,25 % до 3,1 км при 27,51 %, что связано с ослаблением межволоконных связей. В то же время предел прочности при растяжении возрастает с 34,18 МПа до 43,45 МПа при 15,21 % и остаётся высоким при 27,51 % (41,14 МПа) за счёт уплотнения структуры бумажного полотна и более равномерного распределения напряжений. Таким образом, увеличение зольности одновременно ослабляет межволоконные связи и повышает сопротивление растяжению бумаги, отражая изменение её структурной организации.

Reference:

1. Гончаров В.Н. Исследование силового воздействия ножевой гарнитуры дисковых и конических мельниц на волокна в процессе размола: дис. ... канд. техн. наук: 05.21.03. – Ярославль, 2005. – 167 с.
2. Бабаханова Х.А. Печатно-технические свойства бумаги с компонентами волокон шелка и кенафа: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.02.13. – Ташкент, 2000. – 21 с.
3. Бабаханова Х.А., Равшанов Д.Ч., Хакназарова О.Д., Исроилова М.С. Размерные и механические свойства бумаги // Guliston davlat universiteti axborotnomasi. – 2024. – № 2. – С. 43–47.
4. Бабаханова Х.А., Галимова З.К., Абдуназаров М.М. Использование фармоотходов в бумажной отрасли Республики Узбекистан // Химия растительного сырья. – 2020. – №3. – С. 285–290.
5. Бабаханова Х.А. Система «сырьё – бумага – оттиск», обеспечивающая заданные печатные свойства бумаги из вторичных волокнистых материалов. – Ташкент: Изд-во «Узбекистан», 2014. – 152 с.
6. Лопатин Н.И. Бумага и картон: учебник для вузов. – М.: Лесная промышленность, 2008. – 400 с.
7. ГОСТ 13525.19–91. Бумага и картон. Метод определения влажности. – М.: Изд-во стандартов, 1991. – 6 с.
8. ГОСТ 7629–93. Бумага и картон. Метод определения зольности. – М.: Изд-во стандартов, 1993. – 8 с.
9. ISO 187:1990. Paper, board and pulps-Standard atmosphere for conditioning and testing. – Geneva: International Organization for Standardization, 1990. – 6 p.
10. ISO 1924-1:2012. Paper and board-Determination of tensile properties-Part 1: Constant rate of loading method. – Geneva:
11. ISO, 2012. – 14 p. ISO 2758:2014. Paper-Determination of bursting strength. – Geneva: ISO, 2014. – 12 p.

-
12. ISO 12192:2011. Paper and board-Compression strength-Ring crush test. – Geneva: ISO, 2011. – 10 p.
 13. Бабаханова Х.А., Садриддинов А.А., Галимова З.К., Абдухалилова М.Г. Свойства проклеенной бумаги из целлюлозной массы коры веток тутового дерева // Химия растительного сырья. – 2022. – № 4. – С. 361–367.
 14. Алашкевич Ю.Д., Фомкина А.А., Карелина А.А. Взаимосвязь бумагообразующих свойств и динамической вязкости при размоле волокнистой массы // Химия растительного сырья. – 2022. – № 2. – С. 273–280.
 15. Кузнецов В.И. Технология бумаги: учебное пособие. – М.: Лесная промышленность, 2010. – 352 с.

UDK 676.038:674.028

ПРИМЕНЕНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО ВОЛОКНА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БУМАГИ

Х.А. Бабаханова, Н.Х. Атаханова

Tashkent Institute of Textile and Light Industry

Аннотация. В статье исследовано влияние базальтовых волокон различной структуры (фибры и ваты), а также наполнителя (мела) и алкилкетеный димера (АКД) на физико-механические свойства бумаги, в основе которой макулатура марки А. Бумажные композиции формировали при содержании 10 % базальтовых волокон, 2 % мела и 2 % АКД. Установлено, что замена базальтовой фибры на базальтовую вату приводит к увеличению разрывной длины бумаги примерно на 2 % и существенному повышению прочности на изгиб (до 1,5 раза), что свидетельствует об улучшении гибкости и устойчивости материала к многократным деформациям. При этом наблюдается увеличение влажности примерно на 33 % и незначительное снижение белизны на 0,7 %. Показано, что структура базальтового волокна оказывает существенное влияние на свойства бумаги: применение базальтовой ваты обеспечивает улучшение механических характеристик, особенно сопротивления изгибу. Полученные результаты подтверждают перспективность использования базальтовых волокон в качестве альтернативного сырья для производства бумаги с заданными свойствами для печатных технологий.

Ключевые слова: бумажная масса, базальтовые волокна, макулатура, алкилкетеный димер, механическая прочность, композиционные материалы.

Annotatsiya. Mazkur tadqiqotda turli tuzilishga ega bazalt tolalari (fibra va vata), shuningdek to'ldiruvchi modda (karbonat kalsiy) va alkilketen dimer (AKD) ning A markali makulatura asosidagi qog'ozning fizik-mexanik xossalari ta'siri o'rganildi. Qog'oz kompozitsiyalari tarkibida 10 % bazalt tolasi, 2 % karbonat kalsiy va 2 % AKD qo'llanildi. Aniqlanishicha, bazalt fibrani bazalt vata bilan almashtirish natijasida qog'ozning uzilish uzunligi taxminan 2 % ga, bukilishga chidamliligi esa 1,5 baravargacha oshadi, bu esa materialning elastikligi va ko'p martalik deformatsiyalarga chidamliligi sezilarli darajada yaxshilanganini ko'rsatadi. Shu bilan birga, namlik miqdori taxminan 33 % ga ortib, oqlik ko'rsatkichi 0,7 % ga biroz kamayadi. Tadqiqot natijalari bazalt tolalarining tuzilishi qog'oz xossalari ta'siri ko'rsatishini ko'rsatdi: bazalt vata mexanik xususiyatlarni, ayniqsa bukilishga chidamlilikni sezilarli darajada yaxshilaydi. Olingan natijalar bazalt tolalarini bosma texnologiyalar uchun zarur xossalarga ega qog'oz ishlab chiqarishda muqobil xomashyo sifatida qo'llash istiqbolli ekanligini tasdiqlaydi.

Kalit so'zlar: qog'oz massasi, bazalt tolalari, makulatura, , alkilketen dimer, mexanik mustahkamlik, kompozitsion materiallar

Abstract. This study investigates the effect of basalt fibers of different structures (fiber and wool), as well as filler (calcium carbonate) and alkyl ketene dimer (AKD), on the physical and mechanical properties of paper based on recycled pulp (grade A waste paper). Paper compositions were prepared using 10% basalt fibers, 2% calcium carbonate, and 2% AKD. The results show that replacing basalt fiber with basalt wool leads to an approximately 2% increase in breaking length and a significant improvement in folding endurance by about 1.5 times, indicating enhanced flexibility and resistance to repeated deformation. At the same time, moisture content increases by about 33%, while whiteness slightly decreases by 0.7%. It is demonstrated that the structure of basalt fibers has a significant effect on paper properties: the use of basalt wool improves mechanical performance, particularly bending resistance. The obtained results confirm the potential of basalt fibers as an alternative raw material for producing paper with tailored properties for printing technologies.

Keywords: paper pulp, basalt fibers, waste paper, alkyl ketene dimer, mechanical strength, composite materials

Введение. Бурное развитие промышленности сопровождается ростом потребления бумажной продукции, что обуславливает актуальность решения сырьевой проблемы целлюлозно-бумажной отрасли. В условиях дефицита первичного древесного сырья особое значение приобретает использование вторичных ресурсов, в частности макулатуры и отходов производств. Однако для применения бумаги на основе вторичного сырья для печати целесообразно обеспечить ей необходимые физико-механические и эксплуатационные свойства путем подбора компонентов и регулирования композиционного состава, что стимулирует поиск альтернативных видов сырья [1–4].

В этой связи перспективным компонентом бумажной массы являются минеральные волокна, которые доступны и обладают высокой механической прочностью. Они могут выступать как структурным, так и функциональным компонентом бумажной массы, способствуя улучшению механических и сорбционных характеристик материала [5–9].

Среди минеральных волокон особый интерес представляют базальтовые волокна, которые широко применяются в строительной, авиационной, автомобильной и других отраслях промышленности [10–14]. Их введение в бумажную массу позволяет повышать прочностные характеристики, улучшать однородность структуры и регулировать пористость, что оказывает влияние на водопоглощение и адгезионные свойства бумаги [15–20]. Кроме того, использование базальтовых волокон способствует решению экологических и сырьевых проблем за счёт частичной замены древесного сырья.

Целью настоящего исследования является комплексное изучение влияния базальтовых волокон на физико-механические свойства бумаги с обоснованием возможности их применения в качестве альтернативного сырья для получения материалов с заданными свойствами для печатных технологий.

Экспериментальное исследование. Для подготовки бумажной массы в исследовании использовались следующие компоненты: макулатура марки А (90% от общей массы композиции), базальтовое волокно, АКД (алкилкетеновый димер, 2%) в качестве агента для повышения прочности, а также наполнитель (мел, 2 %) для регулирования плотности и оптических свойств бумаги.

Макулатура марки А характеризуется большим содержанием целлюлозы и относительно низким количеством примесей (чернила, краски, клеевых и полимерных включений), что снижает дефекты поверхности бумаги. Она обладает достаточной влажностью и пластичностью, обеспечивающими равномерное формирование листов, а средняя длина волокон способствует формированию прочной сетчатой структуры при комбинировании с модифицирующими волокнами, такими как базальтовые. Использование данного вида вторичного сырья также обеспечивает стабильность физико-механических характеристик готовой продукции, включая плотность, прочность на разрыв и долговечность.

В качестве армирующего компонента применялись два вида базальтового волокна- базальтовая фибра и базальтовая вата, основные свойства которых приведены в табл. 1–2, направлено на модификацию структуры и улучшение эксплуатационных характеристик бумажной продукции, включая прочность на разрыв и термостойкость.

Подготовка бумажной массы осуществлялась по стандартной технологической схеме, включающей предварительное замачивание и размол макулатуры до получения однородной волокнистой суспензии. Базальтовые волокна подвергались механическому измельчению для обеспечения их равномерного распределения в композиции. После введения химических компонентов бумажная масса тщательно перемешивалась до достижения высокой степени однородности. Формирование лабораторных образцов бумаги проводилось методом отлива с последующим прессованием и сушкой полученных листов.

Таблица № 1

Основные физико-механические характеристики базальтового волокна (фибры)

Наименование показателей	Параметры
Длина отрезка волокна, мм	3
Диаметр волокна (мкм)	$(9 - 22) \pm 1,5$
Тип покрытия	Силан (виниловый эфир, полиэстер, эпоксидная смола, полипропилен, полиуретан)
Совместимость со смолой	Эпоксидные, фенольные, полиэфирные, виниловые, акриловые
Массовая доля влаги, %	0,2
Массовая доля замасливателя, %	0,3
Плотность, г/см ³	2,6
Коэффициент удлинения, %	2 - 4,5
Модуль упругости, ГПа	Не более 80
Коэффициент теплопроводности Вт/мК	0,031 - 0,038
Температурная стойкость, t °С	от 250 до 850

Таблица № 2

Основные физико-механические характеристики базальтовых волокон (ваты)

Наименование показателя	Ед. изм.	Значение	Метод испытания
Теплопроводность, λ	Вт/м·°К	не более 0,038	ГОСТ 7076-99 п.7
Прочность на сжатие при 10% деформации	кПа	не менее 20	ГОСТ 17177-94 п.8
Прочность при растяжении перпендикулярно лицевым поверхностям	кПа	не менее 10	ГОСТ 17177-94 п.10.4
Содержание органических веществ	%	не более 4,0	ГОСТ 17177-94 п.11
Кратковременное водопоглощение при частичном погружении	кг/м ²	не более 1	ГОСТ 17177-94 п.8
Водопоглощение при частичном погружении образцом в течение заданного длительного времени	кг/м ²	не более 3	ГОСТ 17177-94 п.10.4
Горючесть	степень	НГ	ГОСТ 17177-94
Плотность	кг/м ²	82 - 94	ГОСТ 17177-94 п.7

Бумажные отливки получали из базальтовых волокон без предварительного размола на листоотливном аппарате по следующей технологической схеме (рис.1).



Рис.1. Общая технологическая схема изготовления бумаги с добавлением базальтовых волокон

Технологический процесс получения бумаги включал несколько этапов (рис.1). Макулатура замачивалась в воде в течение 24 часов и превращалась в целлюлозную массу. Базальтовые волокна измельчались с использованием лабораторной дробилки типа Valley (рис.2, а) и разделялась на волокна длиной около 1,5 мм. Степень измельчения волокон определялась методом Шоппера–Риглера на приборе марки Schopper Riegler Freeness Tester (рис.2, б) и достигала примерно 35-37 °ШР.



Рис. 2. Приборы и устройство для формирования бумаги

а – дробилка марки Valley beater; б – прибор для определения степени помола марки Schopper Riegler Freeness Tester; с – листоотливное устройство Rapid Köthen KWT

Свойства опытных образцов бумаги изучены согласно существующих стандартных методик, таких как ГОСТ Р ИСО 536-2013 для определения массы бумаги, ГОСТ 27015-86 для определения толщины, плотности бумаги, ГОСТ ИСО 1924-1-96 для изучения механической прочности. Результаты исследований приведены в табл. 3.

Физико-механические характеристики опытных образцов бумаги с содержанием базальтового волокна - фибры и ваты

Наименование показателей	Образцы бумаги из	
	90% макулатуры + 10% базальтовая фибра	90% макулатуры + 10% базальтовая вата
Масса 1м ² , г (ГОСТ 13199)	90±0,02	90±0,02
Толщина, мкм (ГОСТ 27015)	187	188
Белизна, % (ГОСТ 30113 ИСО 2470)	74,72	74,2
Влажность, % (ГОСТ 13525.19-91)	5,7	7,6
Разрывная длина, м (ГОСТ ИСО 1924-1-96)	2500	2550
Прочность на изгиб, число двойных перегибов	22	25

На первом этапе исследования был проведён анализ влияния добавления 10 % базальтовых волокон в виде фибры при введении 2 % мела и 2 % АКД. Согласно данным табл.3, полученные образцы характеризуются следующими показателями: толщина-187 мкм, белизна-74,72 %, влажность-5,7 %, разрывная длина-2500 м, прочность на изгиб-22 двойных перегиба. Эти результаты свидетельствуют о формировании удовлетворительных физико-механических свойств бумаги при использовании базальтовой фибры.

На втором этапе исследования изучалось влияние базальтовых волокон в виде ваты при аналогичных условиях (2 % мела и 2 % АКД). Установлено, что при использовании базальтовой ваты толщина бумаги составила 188 мкм, белизна-74,2 %, влажность-7,6 %, разрывная длина-2550 м, а прочность на изгиб 25 двойных перегибов. Это указывает на повышение гибкости и устойчивости к многократным деформациям.

Сравнительный анализ показал, что при одинаковом содержании базальтовых волокон – фибры и ваты (10 %) свойства бумаги идентичные. Применение базальтовой ваты способствует увеличению разрывной длины и особенно прочности на изгиб по сравнению с фиброй, однако сопровождается некоторым увеличением влажности и незначительным снижением белизны.

Выводы. Результаты исследования подтверждают перспективность применения базальтовых волокон в производстве бумаги. Установлено, что введение 10 % базальтовых волокон позволяет получать бумагу с удовлетворительными физико-механическими характеристиками. Показано, что базальтовая вата обеспечивает повышение гибкости и прочности на изгиб, тогда как фибра способствует улучшению оптических показателей и снижению влажности. Бумаги могут быть рекомендованы для использования в технологиях при использовании листовой печати.

Reference

1. Kuleshov A.V., Smolin A.S. Vliyanie tsiklichnosti ispolzovaniya makulturnogo volokna na bumagoobrazuyushchie svoystva // Lesnoy zhurnal. 2008. S. 2–4.
2. Howard R.C. The Effects of Recycling on Paper Quality // Pulp and Paper Science. 1990, September. Vol. 16, N 5. P. 143.

-
3. Chirikova S.L., Kornilova S.M., Sleptsova E.S. Pererabotka makulatury kak put' resheniya ekologicheskoy problemy // Yunyy uchenyy. 2024. № 2(76). S. 170–172. URL: <https://moluch.ru/young/archive/76/4081>
 4. Mullina E.R., Mishurina O.A., Nigmatullina L.I., Ishkuvatova A.R. Vliyanie protsessa vtorichnoy pererabotki makulatury na bumagoobrazuyushchie svoystva tsellyuloznogo syr'ya // Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy. 2015. № 4-1. S. 32–34. URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=6578> (data obrashcheniya: 01.04.2026)
 5. Dubovyy V.K. Steklyannye volokna. Svoystva i primeneniye. SPb: Nestor, 2003. 130 s.
 6. Dubovyy V.K., Chizhov G.I. Sily svyazi v bumage iz rastitel'nykh i mineral'nykh volokon // IVUZ. Lesnoy zhurnal. 2005.
 7. Dubovyy V.K., Fokina L.Yu., Ivanenko A.D., Bogdanov V.V. Svoystva listovykh kompozitsionnykh materialov na osnove steklyannykh volokon // IVUZ. Lesnoy zhurnal. 2008. №2. S. 96–100.
 8. Dubovoy E.V., Koverninskiy I.N., Smolin A.S., Kanarskiy A.V. Adgezionnye svoystva steklyannogo volokna i povysheniye prochnosti bumagi dobavkoy merserizovannoy tsellyulozy // Vestnik tekhnologicheskogo universiteta. 2017. T. 20. №12. S. 53–56.
 9. Egamberdiev E., Ergashev Yo., Khaydullayev Kh., Husanov D., Rahmonberdiev G. Obtaining paper samples using basalt fibers and studying the effect of natural glue obtained from chitosan on paper quality // Universum: tekhnicheskkiye nauki. 2022. №4-13(97).
 10. Khodakova N.N., Zimin D.E., Tatarintseva O.S. Issledovanie vozmozhnosti polucheniya nepreryvnykh volokon iz sinteticheskikh bazaltovykh stekol // Polzunovskiy vestnik. 2010. №4-1. S. 251–256.
 11. Kamolov B.S., Kurbanov A.A., Sattarov L.Kh., Rashidova R.K. Osobennosti filtratsii bazaltovym filtrom promyshlennykh gazov ot pyli // Innovatsion tekhnologiyalar. 2023. Vol. 49, №1. ISSN 2181-4732.
 12. Sattarov L.Kh., Kurbanov A.A., Rakhmonov Zh.Kh. Protsessy filtratsii promyshlennykh gazov ot pyli cherez bazaltovye fil'try // Vestnik Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Avtomatizatsiya: problemy, idei, resheniya. 2015. APIR-20. S. 205–210.
 13. Hubbe M.A., Gill R.A. Fillers for papermaking: A review of their properties, usage practices, and their mechanistic role // BioResources. 2016. Vol. 11(1). P. 2886–2963.
 14. Turabdjano S., Egamberdiev E., Iskandarov A., Zokirova Z. Installation of new types of basalt fiber filters in industry // SCHOLAR. 2023. Vol. 1(10). P. 106–110. URL: <https://researchedu.org/index.php/openscholar/article/view/3109>
 15. Bulychева V.N., Lavrentyev I.V. Issledovanie kompozitsiy steklyannogo i bazaltovogo volokna dlya bumagopodobnykh fil'tratsionnykh materialov s povyshennoy effektivnost'yu ochistki // Materialy V Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii molodykh uchenykh i spetsialistov TsBP. SPb. 13–14 noyabrya 2023. S. 42–48.
 16. Afshar R., Shaabani A. Mechanical properties of paper reinforced with mineral fibers // Cellulose Chemistry and Technology. 2018. Vol. 52(3–4). P. 255–262.
 17. Babakhanova Kh.A., Atakhanova N.Kh., Sadridinova N.Zh., Ravshanzoda D.Ch. Ispol'zovanie otkhodov bazaltovykh volokon v bumazhnoy otrasli // Izvestiya Vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. 2026. №1(416). S. 175–180.
 18. Babakhanova Kh.A., Sadridinova N.Zh., Atakhanova N.Kh., Tursunboeva N.Kh. Mikroskopicheskiy analiz kachestva tismeniy na bumage s dobavleniem bazaltovykh volokon // 1-Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya TTU. Dushanbe. 5 marta 2026. S. 179–183.
 19. Kazakova M. N., Кадырова Z. R. Arvatenskiye magmaticheskkiye porody-perspektivnoye сыро dlya polucheniya bazaltovogo volokna // Uzbekskiy ximicheskiy jurnal. 2022. № 4. S. 39–43. URL: <https://uzchemj.uz/ru/2022/vypusk-no4>
 20. Kazakova M. N., Eminov A. A., Shokosimov I. K. Ximiko-mineralogicheskoye issledovaniye bazalta i serpentinida dlya polucheniya mineralnogo volokna // Steklo i keramika. 2023. № 4. S. 40–45.
-

N.Alimjanova, X.A.Babaxanova, M.Abdunazarov

Tashkent Institute of Textile and Light Industry

Annotatsiya. Maqolada raqamli purkashli bosma texnologiyada mikroelementlarning ifodalanishi optik mikroskopiya usuli yordamida aniqlangan. Zamonaviy purkashli texnologiyaning keng qo'llanilish sababi shundaki, unda kompyuterda ishlov berilgan matnli va tasvirli axborot bevosita bosiluvchi material yuzasida chop etiladi, bunda bosma qolip tayyorlanmaydi. Matbaa korxonalari turli tuzilishiga ega raqamli bosish uskunalari va keng diapazondagi qog'oz turlaridan foydalanilishi tufayli shtrixli elementlarning aniqligi va barqarorligini ta'minlash muhim ilmiy-texnik masalalardan biri hisoblanadi. Shu bois, tadqiqotning maqsadi-raqamli purkashli texnologiyada turli qog'ozlarda shtrixli mayda elementlarning sifatini baholash hamda sifatga ta'sir etuvchi omillarni aniqlashdan iboratdir. Tadqiqot jarayonida ofset, silliqilgan va fotoqog'ozlarda Epson rusumli rangli purkovchi printer yordamida bosma namunalar tayyorlandi. Har bir namunadagi shtrixli mayda elementlar va to'rta asosiy rang (CMYK) bo'yicha miralar elektron mikroskop orqali mikrosuratlarida tahlil qilinib, o'zaro solishtirildi. Tadqiqot natijalariga ko'ra, 300 g/m² fotoqog'ozda chop etilgan shtrixli elementlar eng yuqori aniqlikka ega ekanligi aniqlandi. Elektron mikroskop yordamida aniqlangan mikron darajadagi farqlar purkashli bosma texnologiyalarini optimallashtirish uchun muhim ahamiyat kasb etadi. Shu bois, yuqori aniqlik va sifat barqarorligini ta'minlash maqsadida yuzasiga ishlov berilgan qog'ozlar hamda aniq kalibrlangan bosma uskunalaridan foydalanish tavsiya etiladi.

Kalit so'zlar: raqamli purkashli bosma usuli, shtrixli mikroelementlar, optik mikroskopiya usuli, qog'ozlar

Аннотация. В статье экспрессия микроэлементов в технологии цифровой струйной печати определена методом оптической микроскопии. Причина широкого использования современной технологии распыления заключается в том, что при ней текстовая и графическая информация, обработанная компьютером, печатается непосредственно на поверхности печатаемого материала, без подготовки печатной формы. Обеспечение точности и стабильности штриховых элементов является одним из важнейших научно-технических вопросов благодаря использованию на полиграфических предприятиях цифрового печатного оборудования различной конструкции и широкого спектра типов бумаги. Таким образом, цель исследования состоит в том, чтобы оценить качество крошечных штриховых элементов в различных бумагах в цифровой технологии распыления, а также определить факторы, влияющие на качество спеченные точности и стабильности штриховых элементов является одним из важнейших научно-технических вопросов благодаря использованию на полиграфических предприятиях цифрового печатного оборудования различной конструкции и широкого спектра типов бумаги. Таким образом, цель исследования состоит в том, чтобы оценить качество крошечных штриховых элементов в различных бумагах в цифровой технологии распыления, а также определить факторы, влияющие на качество. В ходе исследования были подготовлены образцы для печати на офсетной, полированной и фотобумаге цветным распылительным принтером Epson. Крошечные элементы штрих-кода и Mira по четырем основным цветам (CMYK) в каждом образце анализировались и сравнивались друг с другом на микросхемах с помощью электронного микроскопа. По результатам исследования установлено, что наибольшую точность имеют штриховые элементы, напечатанные на фотобумаге 300 г / м². Различия в микронных уровнях, обнаруживаемые с помощью электронного микроскопа, становятся важными для

оптимизации технологий распылительной печати. Поэтому для обеспечения высокой точности и стабильности качества рекомендуется использовать бумагу с обработанной поверхностью, а также точно откалиброванное печатное оборудование.

Ключевые слова: метод цифровой распылительной печати, микроэлементы штрих-кода, метод оптической микроскопии, бумаги.

Annotation. The paper identified the expression of trace elements in digital spray printing technology using the optical microscopy method. The reason for the widespread use of modern spray technology is that in IT, computer-processed text and image information is printed directly on the surface of the printed material, in which the printed mold is not prepared. Due to the use of digital printing equipment of various constructions and paper types of a wide range in printing enterprises, ensuring the accuracy and stability of barbed elements is one of the important scientific and technical issues. Therefore, the purpose of the study is to assess the quality of stamped fine elements on various papers in digital spray technology, as well as to determine the factors affecting quality. Due to the use of digital printing equipment of various constructions and paper types of a wide range in printing enterprises, ensuring the accuracy and stability of barbed elements is one of the important scientific and technical issues. Therefore, the purpose of the study is to assess the quality of stamped fine elements on various papers in digital spray technology, as well as to determine the factors affecting quality. In the course of the research, printed samples were prepared using an Epson color spray printer in offset, polished and photocopies. On each sample of barbed fine elements and four primary colors (CMYK), Miras were analyzed and compared in microsurates by electron microscopy. According to the results of the study, it was found that the barcode elements published in 300 g/m² photocopies have the highest accuracy. Micron-level differences detected by electron microscopy are important for optimizing spray printing technologies. Therefore, in order to ensure high accuracy and quality stability, it is recommended to use surface treatment papers as well as precisely calibrated printing equipment.

Keywords: digital spray printing method, barcode microelements, optical microscopy method, papers

Kirish. Hozirgi kunda jamiyatimizni matbaa mahsulotlarisiz tasavvur qilish deyarli mumkin emas. Xususan, Yurtboshimizning matbaa sanoatini rivojlantirishga qaratilgan harakatlari bunga yaqqol misol bo'la oladi [1]. Statistika ma'lumotlariga ko'ra, 2024 yil yakunlariga ko'ra bosma mahsulotlar savdo hajmi taxminan 774,46 milliard AQSH dollarini tashkil etdi [2]. Bu ko'rsatkich matbaa sanoatining global miqyosdagi iqtisodiy ahamiyatini yaqqol tadsiqalaydi. Matbaa mahsulotlarini ishlab chiqarish jarayoni an'anaviy va zamonaviy raqamli texnologiya hamda avtomatlashtirilgan texnikani o'z ichiga oladi.

Zamonaviy purkashli raqamli texnologiya-bu bosma mahsulotlarni kompyuter orqali bevosita bosma qolipsiz chop etish imkonini beruvchi usuldir.

Raqamli texnologiya an'anaviy ofset bosma usulidan farqli ravishda, kompyuterdagi fayldan to'g'ridan-to'g'ri printer, plotter yoki raqamli bosma uskunalarida chop etishni ta'minlaydi, bu esa vaqt va xarajat sarfini kamaytiradi, shuningdek kichik adadli nashrlarni tezkor tayyorlash imkonini beradi.

Matbaa korxonalarida turli tuzilishga ega bosish uskunolari va keng qamrovda qog'oz turlaridan foydalanilishi natijasida shtrixli elementlarning aniqligi sezilarli darajada farq qiladi [3-7]. Shuning uchun, raqamli purkashli texnologiyada bosma mahsulotlarni chop etishda shtrixli mayda elementlarning sifatini ta'minlash va sifatga ta'sir etuvchi omillarni aniqlash matbaa sanoati uchun muhim vazifalardan biridir.

Bosma mahsulot sifatini obyektiv baholash uchun turli test-obyektlardan foydalaniladi. Test-obyektlardagi qismlar maxsus qurilmalar: lupa, optik mikroskopiya va densitometriya usullari yordamida o'rganiladi. Optik mikroskopiya bosma nusxalarni 1000 martagacha kattalashtirib, sifat jihatdan chuqur tahlil qilish imkonini beradi [8-12] (1-jadval).

1-jadval

Optik mikroskopiya usulining afzalliklari

	Afzalligi	Tavsif
1	Bosma sifatini vizual tahlil qilish	Optik mikroskop yordamida shtrixli mayda elementlar, rastr nuqtalari va chiziqlar aniqligi tekshiriladi.
2	Bo'yoq tarqalishini kuzatish	Turli qog'ozlarda bo'yoqning singishi va tarqalish darajasi mikroskop ostida oson aniqlanadi.
3	Kontur ravshanligini baholash	Bosma element chetlari loyqalashgan yoki aniq chiqishini baholash mumkin.
4	Qog'oz sirt tuzilishini baholash	Qog'ozning tolali tuzilishi, silliq yoki notekisligi mikroskop orqali aniqlanadi.
5	Bosma nuqsonlarni aniqlash	Chang, dog', bo'yoq notekisligi kabi mikron daradagi nuqsonlar aniqlanadi.
6	Namuna tayyorlash soddaligi	Elektron mikroskopiya nisbatan, optik mikroskopiya bosma namuna maxsus qoplamasiz tekshiriladi.
7	Rangli tasvir ko'rish imkoniyati	Rangli bosma materiallarni tabiiy ranglarda ko'rish va taqqoslash qulay.
8	Tez va oson tahlil	Asbob nisbatan arzon, natija esa darhol olinadi.



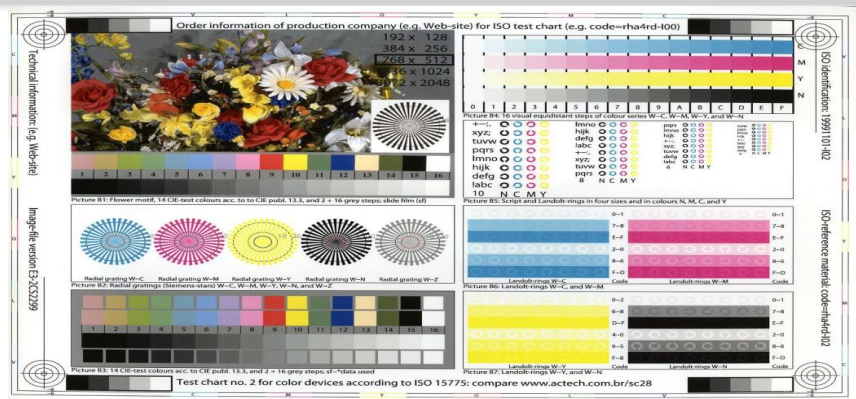
**1-rasm. Svfony 50-1000 rusumli elektron raqamli mikroskopni tashqi ko'rinishi
2-(1000 martagacha kattalashtirish imkoniyati)**

Raqamli purkashli texnologiyada ishlatiladigan qog'oz xossalari va siyohning xususiyatlari mayda shtrixli elementlarning aniqligiga bevosita ta'sir qiladi. Qog'oz xossalari - yuzasining silliqdigi, shimish qobiliyati va zichligi shtrixli mayda elementlarning aniq ifodalanishiga bevosita ta'sir etadi [13-14].

Tadqiqot qismi. Ishning maqsadi-raqamli purkashli texnologiyada chop etilgan nusxalarda shtrixli mayda elementlarning sifatini elektron mikroskop yordamida o'rganishdir (1-rasm).

Raqamli purkashli texnologiyada chop etilgan nusxalarda shtrixli mayda elementlarning sifatini aniqlash uchun maxsus test-obyekt ishlab chiqildi (2-rasm). Ushbu test-obyekt raqamli bosma mahsulotlarda shtrixli mayda elementlarning sifatini obyektiv va tizimli ravishda baholash imkonini beradi.

Test-obyektda asosiy ranglar (CMYK) uchun rang gradatsiyasi va miralar, kulrang gradatsiya shkalasi, Times New Roman garnituradagi 4 dan 10 punktga bo'lgan shriftlarli o'z ichiga oladi.



2-rasm. Tadqiqot uchun test- obyekt

Tadqiqot ob'yehti sifatida uch xil qog'oz: ofset, silliqilangan va fotoqog'oz tanlab olindi, ularning xossalari 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval

Qog'ozlarning xossalari

№	Qog'ozning xossalari	Ofset qog'oz	Bo'rlangan qog'oz	Fotoqog'oz
1	O'lchami (mm)	210x297	210x297	210x297
2	Zichligi (g/m ²)	80	160	300
3	Qalinlik (mkm)	104	180-220	270-330
4	Oqlik darajasi (CIE)%	140-150	140-170	90-100

Ishni bajarish uchun Epsonl8050 rusumli rangli purkovchi printer (3-rasm, a va 3-jadval) va siyoh (3-rasm, b va 4-jadval) tanlab olingan[15].



a)



b)

a- Epsonl8050 rusumli rangli purkovchi printerning tashqi ko'rinishi, b- Epsonl8050 rusumli printer uchun siyohlar

3-jadval

Epson printerining tavsifi

№	Parametrlar	Parametrlar qiymati
1	Bosish usuli	rangli
2	Bosish texnologiyasi	purkovchi

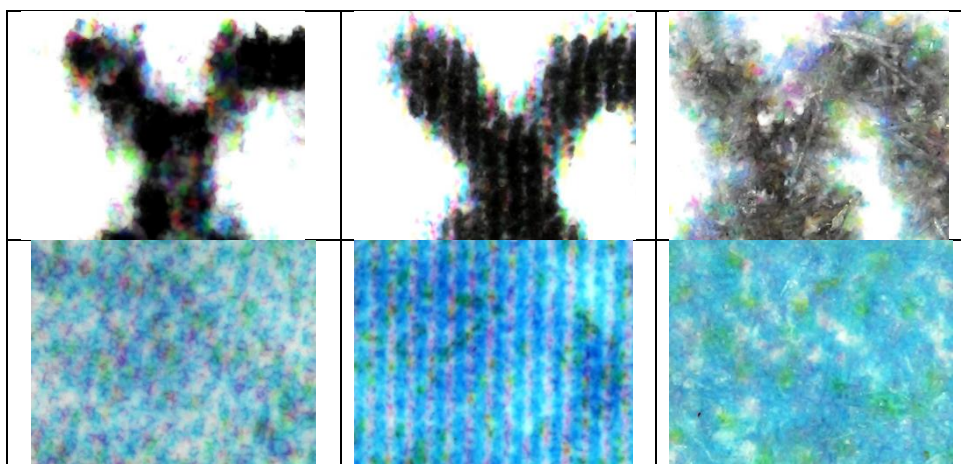
3	Maksimal format	A4
4	Maksimal salohiyati oq/qora	720x720 dpi
5	Maksimal salohiyati rangli	720x7200 dpi
6	Ranglar soni	4
7	Bosish tezligi	9 sahifa/daq
8	Qog'oz uzatishi	50 sahifa
9	Toner zahirasi oq/qora	2000 sahifa
10	Toner zahirasi rangli	3500 sahifa
11	Bog'lanuvchi dasturlar	USB, Wi-Fi, Ethernet
12	Dasturlar	Windows, Android, Mac OS
13	Ishlab chiqaruvchi	KNR

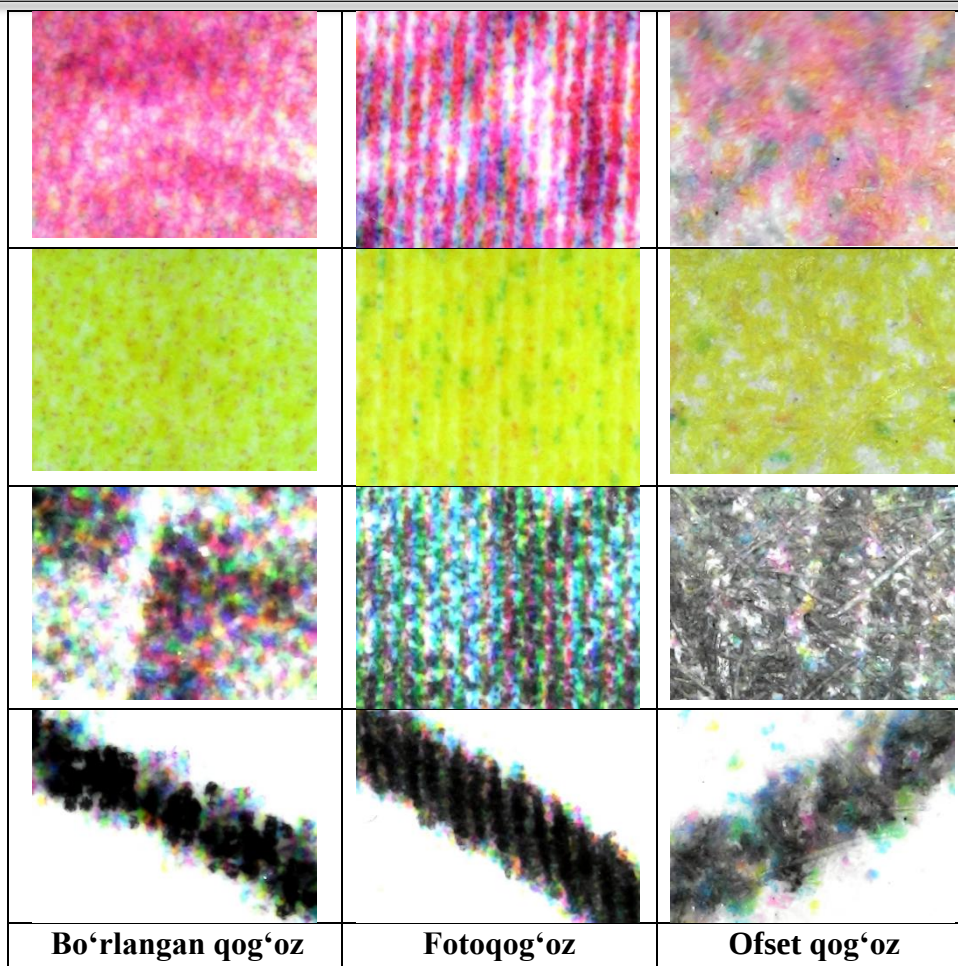
4-jadval

Epson printeri uchun siyoh tavsifi

Turi	Siyoh
Qo'llanilishi	Purkovchi printer uchun
Kartridj zahirasi	6 000 sah. (Black 36 000 sah.)
Rang	Cyan Magenta Yellow Black
Mos keluvchi printerlar	Epson L C1110 / L1250 / L14150/ L3100
Hajmi	70 ml
Ishlab chiqarilgan davlat	Xitoy

Har bir bosma namunadan shtrixli mayda elementlar va 4 xil rangdagi (CMYK) miralar tanlab olindi. Ularning geometrik aniqligi, bo'yoq tarqalishi va kontur ravshanligi elektron mikroskop yordamida olingan mikrosuratlar o'rganildi va solishtirildi (4-rasm).





4-rasm. Turli zichlikdagi qog'ozlarda mikroelementlar va mikrotuzilmalarning ifodalanishi

Raqamli purkashli texnologiya yordamida chop etilgan nusxalarni optik mikroskopiya usulida o'rganish shuni ko'rsatdiki, tanlab olingan qog'ozlar orasida 300 g/m² fotoqog'ozda chop etilgan shtrixli elementlar eng yuqori aniqlikni berdi. Fotoqog'ozda piksellar orasidagi o'tishlar aniq sezilib, chiziqlarning aniqligini oshiradi; mikroskop ostida bu farq ravshan kuzatiladi.

O'tkazilgan tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, shtrixli mayda elementlarning sifatiga eng katta ta'sir ko'rsatuvchi omillar-qog'ozning silliqdagi va bosish usulidir. Fotoqog'oz va bo'rlangan qog'ozlar yuqori sifatli natija berdi, chunki bo'yoq qatlamining tarqalishi minimal bo'ladi. Ofset qog'ozining zichligi esa foto va bo'rlangan qog'ozlarga nisbatan past bo'lgani sababli, ranglarning notekis yoyilishi kuzatiladi.

Elektron mikroskop yordamida aniqlangan mikron o'lchamdagi farqlar purkashli texnologiyani optimallashtirishga xizmat qiladi. Shu sababli, shtrixli elementlarni chop etishda yuqori aniqlikni va sifatni barqarorligini ta'minlash uchun yuzasiga ishlov berilgan qog'ozlar va aniq sozlangan bosma uskunalardan foydalanish tavsiya etiladi.

Reference:

1. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023 yil 26- maydagi PF-79-sonli Farmoni.
2. imarcgroup.com
3. Kipphan H. Handbook of Print Media: Technologies and Production Methods. – Berlin: Springer, 2014. – 1200 b.

4. Romano F. Digital Printing Technology. – New York: Delmar Cengage Learning, 2012. – 480 b.
5. Sharma A. Understanding Color Management. – New York: Thomson Delmar Learning, 2010. – 420 b.
6. Leach R. Optical Measurement of Surface Topography. – Berlin: Springer, 2011. – 500 b.
7. Duff K. Inkjet Technology for Digital Printing. – London: Wiley, 2015. – 390 b.
8. Microscopy printing analysis and application for printed materials- QT Nyengen-2021
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167404821001449>
9. Comparative analysis of the quality of digitally printed barcodes
<https://hrcak.srce.hr/ojs/index.php/plusm/article/view/7921/4757>
10. Rahmonov D.Sh. Optik mikroskopiya asoslari va sanoatdagi qo'llanilishi. – Toshkent: "Innovatsiya", 2021. – 210 b.
11. Goldstein J., Newbury D. Scanning Electron Microscopy and X-Ray Microanalysis. – New York: Springer, 2018. – 550 b.
12. ISO 12647-2:2013. Graphic technology-Process control for the production of halftone colour separations, proof and production prints.
13. Popov S.I. Tekhnologiya strujnoy pechati. – Moskva: INFRA-M, 2016. – 312 s.
14. Abdunazarov M. Raqamli bosmada mikroelementlar aniqligini baholash metodlari. // "Texnik fanlar axborotnomasi". – Toshkent, 2023. – №1. – 62–68-b.
15. Epson Manufacturing Co. Inkjet Printing Technology Technical Guide. – Japan, 2021. – 95 b.

UO'K 676.024/.038.3.001.73

TAJIRBAVIY QADOQLASH QOG'OZIDA CHOP ETISH JARAYONINI TADQIQ QILISHDA TAJIRIBANI MATEMATIK REJALASHTIRISH

A.A.Djalilov, K.M.Kabilova

Tashkent Institute of textile and Light Industry

Annotatsiya. Mazkur maqolada tajribaviy qadoqlash qog'ozida chop etish jarayonini tadqiq qilishda tajribani matematik rejalashtirish usullarini qo'llash masalalari ko'rib chiqilgan. Chop etish sifatiga ta'sir etuvchi asosiy texnologik omillar tahlil qilinib, ularning o'zaro ta'sirini baholash uchun matematik modellash va eksperimentlarni rejalashtirish usullaridan foydalanilgan. Tadqiqot natijalari asosida chop etish jarayonining optimal texnologik parametrlari aniqlanib, ularning bosma mahsulot sifatiga ta'siri baholangan. Tajribani matematik rejalashtirish usuli eksperimentlar sonini kamaytirish, resurslardan oqilona foydalanish hamda yuqori sifatli qadoqlash mahsulotlarini ishlab chiqarishda samarali ekanligi asoslangan. Olingan natijalar qadoqlash sanoatida chop etish texnologiyalarini takomillashtirish va ishlab chiqarish samaradorligini oshirishda amaliy ahamiyatga ega.

Statistik modellash va tajriba natijalarini qayta ishlash asosida optimal texnologik parametrlar aniqlandi. Xususan, maksimal optik zichlikka erishish uchun qog'oz zichligi 0,85 g/sm³ va siliqlik ko'rsatkichi 80 soniya bo'lishi eng maqbul qiymatlar ekanligi ilmiy jihatdan asoslandi. Olingan natijalar qadoqlash qog'ozi ishlab chiqarish texnologiyasini takomillashtirish va uning sifat ko'rsatkichlarini yaxshilashda amaliy ahamiyatga ega.

Kalit so'zlar: tajribani matematik rejalashtirish, qadoqlash qog'ozi, chop etish jarayoni, matematik modellash, bosma sifati, optimallashtirish, eksperiment, optik zichlik, qog'ozning zichligi va siliqligi.

Аннотация. В данной статье рассмотрены вопросы применения методов математического планирования эксперимента при исследовании процесса печати на опытной упаковочной бумаге. Проведен анализ основных технологических факторов,

вливающих на качество печати, а для оценки их взаимного влияния использованы методы математического моделирования и планирования эксперимента. На основе результатов исследования определены оптимальные технологические параметры процесса печати и оценено их влияние на качество печатной продукции. Обосновано, что применение методов математического планирования эксперимента позволяет сократить количество экспериментов, рационально использовать ресурсы и повысить эффективность производства высококачественной упаковочной продукции. Полученные результаты имеют практическое значение для совершенствования технологий печати в упаковочной промышленности и повышения эффективности производственных процессов.

На основе статистического моделирования и обработки экспериментальных результатов были определены оптимальные технологические параметры. В частности, было научно обосновано, что плотность бумаги $0,85 \text{ г/см}^3$ и индекс гладкости 80 секунд являются наиболее оптимальными значениями для достижения максимальной оптической плотности. Полученные результаты имеют практическое значение для совершенствования технологии производства упаковочной бумаги и улучшения ее качественных показателей.

Ключевые слова: математическое планирование эксперимента, упаковочная бумага, печатный процесс, математическое моделирование, качество печати, оптимизация, эксперимент, оптическая плотность, плотность и гладкость бумаги.

Annotation. This article examines the application of mathematical experiment planning methods to the study of the printing process on experimental packaging paper. The main technological factors affecting print quality are analyzed, and mathematical modeling together with the design of experiments (DOE) methodology is employed to evaluate their individual and combined effects. Based on the research findings, the optimal technological parameters of the printing process are determined, and their influence on the quality of printed packaging products is assessed. The results demonstrate that the application of mathematical experiment planning reduces the number of required experiments, enables more efficient use of resources, and contributes to the production of high-quality packaging materials. The obtained findings have practical significance for improving printing technologies and enhancing production efficiency in the packaging industry.

Based on statistical modeling and processing of the experimental results, optimal process parameters were determined. Specifically, it was scientifically proven that a paper density of 0.85 g/cm^3 and a smoothness index of 80 seconds are the most optimal values for achieving maximum optical density. The obtained results have practical implications for improving packaging paper production technology and enhancing its quality.

Keywords: mathematical design of experiments (DOE), packaging paper, printing process, mathematical modeling, print quality, optimization, experiment, optical density, paper density, paper smoothness.

Kirish. Chop etish jarayonida ikkita asosiy elementlarning o'zaro ta'sirlashuvidan iborat: qog'oz va bo'yoq. Yuqori sifatli bosma mahsulot olish uchun ushbu ikki omil muayyan xususiyatlarga ega bo'lishi talab etiladi. Yangi bosma materiallar va zamonaviy uskunalarning yaratilishi bilan bog'liq holda bosma mahsulot sifatini yaxshilash va barqarorlashtirish masalasi haligacha to'liq hal etilmasdan qolmoqda. Shu sababli, bosma kontakti maydonida bo'yoq oqimini modellashtirish imkonini beruvchi zamonaviy vosita va vizualizatsiya usullari asosida raqamli bosma jarayonni o'rganish bugungi kunda ham ilmiy, ham amaliy jihatdan o'z dolzarbligini yo'qotmagan.

Chop etish jarayonida bo'yoqning bosma material yuzasida shimilishi hamda qog'oz sirt xususiyatlari katta ahamiyatga ega. Shuning uchun qog'oz yuzasining tuzilishi bosma sifatiga erishishda eng muhim parametr hisoblanadi [1-2]. Qog'ozning g'ovakligi va turli tarkibiy qismlarining shimish xususiyati, uning bo'yoqni ushlab qolish qobiliyati, mustahkamlanish

tezligi bosma mahsulot sifatini belgilaydi. Bu jarayon optik zichlik bilan ifodalanadi. Yuqori sifatli bosmaga erishish uchun bo'yoq qog'oz yuzasiga yopishib qolishi, g'ovaklar orqali kapillyarlarga so'rilib ketmasligi va yuzada mustahkam tasvir hosil qilishi lozim. Qog'oz tolalari orasidagi g'ovakliklarning to'ldirilishi bo'yoqning g'ovakliklarga kirib ketishining oldini oladi.

Qog'ozning bosma bo'yog'ini qay darajada shimishi va bo'yoqning qanchalik tez qurishiga ta'sir ko'rsatuvchi omil qog'ozning zichligi hisoblanadi. G'ovakligi yuqoriroq qog'oz bo'yoqni tez shimadi va bo'yoq tezroq quriydi. Agar mahsulot yuqori tezlikda chop etiladigan bo'lsa, bu foydali bo'lishi mumkin, agar xatoliklarni bartaraf qilish uchun vaqt talab qilinsa, bosma bo'yog'ining sekin qurishi kerak bo'lsa, bu kamchilik bo'lishi mumkin [3-4].

Bosma materialning bosma bo'yog'ini shimishi g'ovakligi yuqori bo'lgan qog'ozning afzalliklaridan biri hisoblanadi. Bu shuni anglatadiki, bo'yoq tez va bir tekis quriydi, natijada nusxadagi tasvirlarning ko'rinishi silliq va bir tekis bo'ladi. Bundan tashqari, g'ovakligi yuqori qog'ozda bo'yoqlarning oqishi va surkalishi ehtimoli kam bo'ladi, bu holat bosma qog'ozlar yuzasiga yuqori sifatli nusxalar tushirish ehtimoli yuqori bo'ladi [5].

Ofset bosma qog'ozlarining bo'yoq bilan ta'sirlashuvi mexanizmi ma'lum darajada tadqiq qilingan bo'lsa, tarkibiga turli tolali chiqindilar qo'shilgan qog'ozlarning bo'yovchi moddalar bilan ta'sirlashuvi yetarlicha o'rganilmagan. Mazkur tadqiqotda raqamli bosma bo'yoqlari bilan chop etilgan, tarkibida TMCh mavjud qog'ozlar bo'yicha tajribalar o'tkazilgan. G'ovakligi yuqori bo'lgan, tarkibida TMCh mavjud qog'ozlarning yana bir ustuvorligi shundan iboratki, ularning strukturasi bo'yoqlar surkalishining oldini olishga yordam beradi. Bu holat qog'ozning g'ovakliklari bo'yoqlarining tez harakatlanishiga to'sqinlik qiluvchi to'siq vazifasini bajarishi bilan bog'liq. Bu jihatlar bo'yoqlarning chaplanishi va surkalishiga moyilroq bo'lgan tarkibida TMCh mavjud qog'ozlar yuzasiga chop etishda foydali bo'lishi mumkin. Va nihoyat, g'ovakligi yuqori bo'lgan tarkibida TMCh mavjud qog'ozlarda triada ranglari qanday ko'rinishiga ham ta'sir qilishi mumkin. G'ovakligi yuqori bo'lgan tarkibida TMCh mavjud qog'oz triada ranglarni yorqinroq hosil qilish imkoniyatiga ega, g'ovakligi past qog'ozda esa talab qilinadigan rang ottenkalariga rezroq erishish mumkin [6]. Bu holat shu bilan bog'liqlik, bo'yoqlar qog'ozning g'ovakliklariga chuqurroq singadi va natijada triada ranglar to'yinganroq bo'ladi [7].

Tajribaviy tadqiqotlar. Mazkur ishning maqsadi tarkibida TMCh mavjud qog'ozlar, ularning yuza tuzilishi va bo'yoqning shimilishi jarayonlarini modellashtirishdan iborat. Umuman olganda, tarkibida TMCh mavjud qadoqlash qog'ozida chop etish jarayonini tadqiq qilishda tajribani matematik rejalashtirishni o'rganish muhim hisoblanadi. Tajribani rejalashtirishning vazifasi sinovlar, ularni amalga oshirish sharoitlarining minimal zaruriy sonini aniqlash, sinov natijalarini matematik qayta ishlash va qarorlar qabul qilishning metodlarini tanlashdan iborat.

Tajriba natijalarini qayta ishlash metodikasiga muvofiqlikda bosiluvchi material parametrlarining bosma sifatiga ta'siri jarayonni tadqiq qilishda matematik modellashtirishni amalga oshiramiz.

Optimallashtirish parametri y sifatida optik zichlik qabul qilingan, chiqish parametrlari x_1 esa qog'ozning zichligi x_1 (g/sm^3) va silliqlik x_2 (soniya).

1-jadvalda aprior axborot asosida tanlangan asosiy darajalar va variatsiyalash intervallari keltirilgan.

1-jadval

Faktorlarni variatsiyalashning darajalari va intervallari

Faktorlar	Kodli belgilanishi	Variatsiyalash intervallari	Faktorlarning darajalari		
			yuqori +1	asosiy 0	quyi -1
Zichlik g/sm^3	x_1	0,1	0,85	0,75	0,65
Silliqlik, s	x_2	30	80	50	20

Rejalashtirish matritsasi va sinovlarning natijalari 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval

Rejalashtirish matritsasi va sinovlarning natijalari

Sinovning raqami	x_0	x_1	x_2	$x_1 x_2$	y
1	+	-	-	+	1,25
2	+	+	-	-	1,42
3	+	-	+	-	1,38
4	+	+	+	+	1,52

Tajribaning takrorlanuvchanligi dispersiyasi S_y^2 ni hisoblash uchun yordamchi 3-jadval tuzildi, u yerga rejaning markazida keltirilgan sinov natijalari kiritilgan.

3-jadval

S_y^2 ni hisoblash uchun yordamchi jadval

Reja markazidagi sinov raqami	y_u	$\bar{y}$	$y_u - \bar{y}^2$	$(y_u - \bar{y})^2$	S_y^2
1	1,38	$\frac{\sum_{u=1}^3 y_u}{3} = \frac{4,11}{3} = 1,37$	0,01	0,0001	$\frac{\sum_{u=1}^3 (y_u - \bar{y})^2}{n_0 - 1} = \frac{0,0002}{2} = 0,0001$
2	1,36		-0,01	0,0001	
3	1,37		0	0	
	$\sum_{u=1}^3 y_u = 4,11$			$\sum_{u=1}^3 (y_u - \bar{y})^2 = 0,0002$	

Model koeffitsiyentlarining qiymatlari tegishli formulalar bo'yicha hisoblandi [8]:

$$b_0 = 1,3925; \quad b_1 = 0,0775; \quad b_2 = 0,0575; \quad b_{1,2} = -0,0075;$$

3. Modelning koeffitsiyentlarining statistik ahamiyatligini tekshirish $S^2\{b_i\} = \frac{1}{N} S_y^2$ ba $\Delta b_i = \pm t_T S\{b_i\}$ formulalar bo'yicha amalga oshirildi.

$$S^2\{b_i\} = \frac{1}{N} S_y^2 = \frac{0,0001}{4} = 0,000025$$

$$\Delta b_i = \pm t_T S\{b_i\} = \pm 4,3 \cdot \sqrt{0,000025} = \pm 0,0215$$

bu yerda t_T – Styudent kriteriysining jadval qiymati bo'lib, ahamiyatlilik darajasi 5% va erkinlik darajalari soni $f = n_0 - 1 = 3 - 1 = 2$ bo'lganda uning qiymati 4,3 ga teng [14].

$|b_0| > |\Delta b_i|$, $|b_1| > |\Delta b_i|$, $|b_2| > |\Delta b_i|$, bo'lganligi tufayli b_0 , b_1 va b_2 regressiya koeffitsiyentlari statistik ahamiyatli hisoblanadi. Koeffitsiyentlar $|b_{1,2}| < |\Delta b_i|$ bo'lganligi uchun statistik ahamiyatli hisoblanadi. Shuning uchun kodlashtirilgan o'zgaruvchilarga ega regressiya tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi

$$y = 1,3925 + 0,0775x_1 + 0,0575x_2 \quad (1)$$

4. Adekvatlik dispersiyasi S_{ad}^2 ni aniqlash.

Buning uchun yordamchi 4-jadval tuziladi, u yerda (1) formula bo'yicha hisoblangan j-sinovdagi optimallashtirish parametrlarining qiymatlari keltirilgan.

4-jadval

S_{ad}^2 ni hisoblash uchun yordamchi jadval

Sinovning raqami	y_j	$\hat{y}_j$	$(y_j - \hat{y}_j)$	$(y_j - \hat{y}_j)^2$
1	1,25	1,2575	-0,0075	0,00005625
2	1,42	1,4125	0,0075	0,00005625
3	1,38	1,3725	0,0075	0,00005625
4	1,52	1,5275	-0,0075	0,00005625

$$\sum_{j=1}^4 (y_j - \hat{y}_l)^2 = 0,000225$$

Adekvatlik dispersiyasi quyidagiga teng (13)

$$S_{ad}^2 \frac{\sum_{j=1}^N (y_j - \hat{y}_l)^2}{N - (k + 1)} = \frac{0,000225}{4 - (2 + 1)} = 0,000225$$

5. Fisherning F-kriteriysi bo'yicha modelning adekvatligi gipotezasini tekshirish.

Kriteriyning hisoblangan qiymati

$$F_p = \frac{S_{ad}^2}{S_y^2} = \frac{0,000225}{0,0001} = 2,25$$

Ahamiyatlilik darajasi 5% va erkinlik darajalari soni surati uchun $f_1 = 1$ ($f = N - (k + 1)$) va mahraji uchun $f_2 = 2$ ($f = n_0 - 1$) bo'lganda kriteriyning jadval qiymati $F_r = 18,5$ [9].

$F_p < F_r$ bo'lganligi tufayli (1) tenglama bilan ifodalangan model adekvat hisoblanadi. (1) formula bo'yicha hisoblangan optimallashtirish parametri u ning qiymatlari sinovlarning xatoligidan oshmaydigan darajada tajribaviy qiymatlardan farq qiladi.

Faktorlarning kodlashtirilgan qiymatlari x_1 , x_2 dan natural qiymatlarga o'tamiz, bunda qog'ozning zichligini P va silliqilgini G bilan belgilaymiz. Buning uchun faktorlarning kodlashtirilgan va natural qiymatlari orasidagi o'zaro bog'liqlikdan foydalanamiz:

$$x_1 = \frac{P - P_0}{\varepsilon_1} = \frac{P - 0,75}{0,1}; \quad x_2 = \frac{G - G_0}{\varepsilon_2} = \frac{G - 50}{30} \quad (2)$$

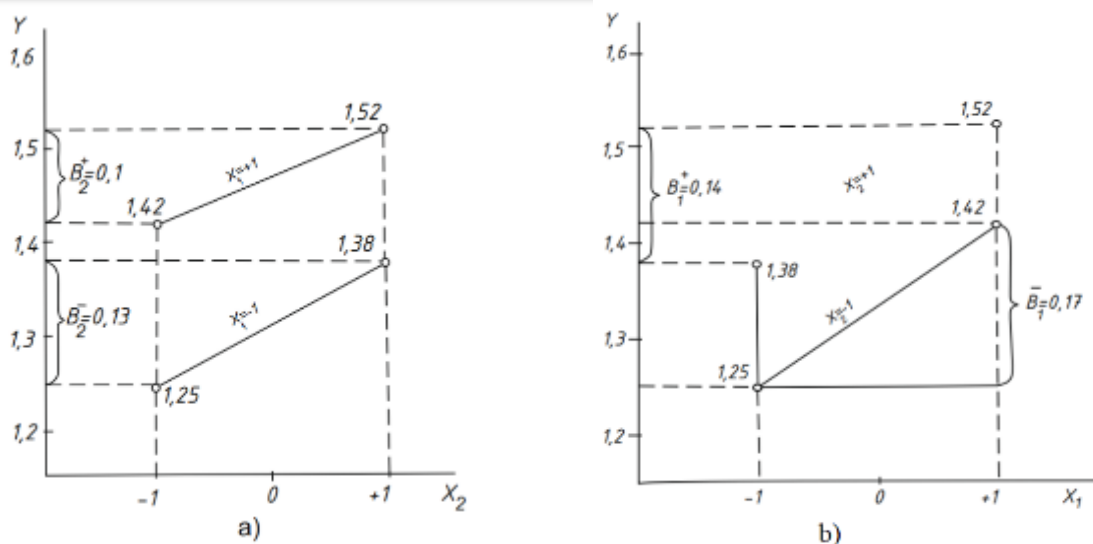
(2) ni hisobga olgan holda optik zichlik P ning qog'ozning zichligi P va silliqiligi G ga bog'liqligiga ega bo'lamiz:

$$D = 0,7154 + 0,775x_1 + 0,0019G \quad (3)$$

(3) tenglama adekvat hisoblanadi, shu sababli undan optik zichlik D ni hisoblash uchun interpolatsion formula sifatida foydalanish mumkin.

(1) tenglamadan kelib chiqadiki, kiruvchi parametrlar x_1 va x_2 ijobiy hisoblanadi, ya'ni ularning qiymatining ortib borishi bilan optik zichlik ham oshadi, bunda qog'oz zichligi x_1 ning ta'siri silliqilik x_2 ning ta'siriga nisbatan yuqoriroq.

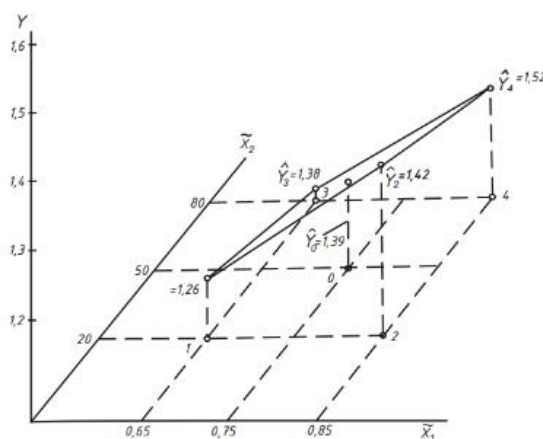
2.4 va 1.3 raqamli sinovlarga muvofiqlikda sonli tajribaning [10-11] natijalari tahlilini amalga oshiramiz (1-rasm). Dastlabki ikkita sinovlarda faktorlar yuqori darajada bo'ladi. Bu sharoitlarda x_2 faktorini quyi darajadan (№2 sinov) yuqori darajaga (№4 sinov) o'tkazish effekti ikkinchi sinov chiqishini to'rtinchi sinov natijalaridan ayirish yo'li bilan amalga oshirilishi mumkin $V_2^+ = 1,52 - 1,42 = 0,1$ (1 - rasm, a).



1-rasm. $x_1 \pm 1$ (b) uchun $x_2 \pm 1$ (a) uchun omillarning o'zaro ta'siri

Shunga o'xshash tarzda quyi darajadan yuqori darajaga o'tishida x_2 faktorining ta'siri effekti ham hisoblandi, lekin $x_1 = 1$: $V_2^- = 1,38 - 1,25 = 0,13$ bo'lganda. 1-rasm, b da x_1 faktorining quyi darajadan (№1 sinov) yuqori darajaga (№3 sinov) o'tishi effekti ko'rsatilgan. Shunday qilib, $x_2 = -1$ da x_1 faktorini quyi darajadan yuqori darajaga o'tkazilishi eng ahamiyatli hisoblanadi, bunda optik zichlikning maksimal o'sishi sodir bo'ladi $\Delta D = V_2^- = 0,17$.

Uch o'lchamli fazoda (2-rasm) to'liq faktorli tajriba natijalarini ko'rgazmali tarzda ifodalash mumkin. Bu fazoda ikkita o'q bo'yicha x_1 va x_2 faktorlarning qiymatlari, uchinchi o'q bo'yicha esa optimallashtirish parametri $\hat{y}$ ning qiymati keltirilgan.



2-rasm. Uch o'lchovli fazoda to'liq faktorial tajriba natijalari

Sinovlarning shartlari x_1 va x_2 darajalarining kombinatsiyasi bilan beriladi (1, 2, 4 va 3 nuqtalar), va natijalar ($\hat{y}_1, \hat{y}_2, \hat{y}_4$ i $\hat{y}_3$) u o'qiga nisbatan parallel qo'yilgan.

0 nuqta tajribaning markaziga mos keladi va kodlashtirilgan tizimning koordinata boshi hisoblanadi.

$\hat{y}_1, \hat{y}_2, \hat{y}_4$ va $\hat{y}_3$ kontur faktorlarni variatsiyalash intervallari chegarasida tadqiq qilingan aks sado yuzasining bir qismini ajratadi.

Xulosa. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, matematik rejalashtirish usuli tajribalar sonini qisqartirish, vaqt va moddiy resurslarni tejash hamda chop etish sifatini oshirishda muhim ahamiyatga ega. Ishlab chiqilgan tavsiyalar qadoqlash mahsulotlarini ishlab chiqarishda yuqori sifat ko'rsatkichlariga erishish, texnologik jarayonlarni optimallashtirish va raqobatbardosh mahsulot tayyorlashda amaliy ahamiyat kasb etadi. Tajribaning mazkur shartlari uchun makmimal optik zichlikka erishishning ratsional parametrlari quyidagilardan iborat ekanligi aniqlandi: qog'ozning zichligi $0,85\text{g/sm}^3$, sillqlik 80 soniya. Tadqiqot natijalari qadoqlash

mahsulotlarini ishlab chiqarishda chop etish jarayonlarini optimallashtirish, material sarfini kamaytirish va bosma mahsulot sifati barqarorligini ta'minlash uchun ilmiy-amaliy asos bo'lib xizmat qiladi.

Reference:

1. Yeshbayeva U.J. Ofsetnaya bumaga s vvedeniyem sinteticheskix polimerov i yeyo pechatno-texnicheskiye svoystva: Diss. na sois. uch. step. dok. tex. nauk. – Tashkent: TITLP, 2017.
2. Khodayari A., Hirn U. Advancing plant cell wall modelling: Atomistic insights into cellulose, disordered cellulose, and hemicelluloses // Carbohydrate Polymers. – 2024. – Vol. 343. – P. 1–18.
3. Djalilov A.A., Kabilova K.M. IQ-Spectroscopic Analysis of the Interaction of Various Fibers in the Experimental Paper Composition // Scientific Review of the Problems and Prospects of Modern Science and Education. – 4–9 pp. – 2025.
4. Djalilov A.A., Kabilova K.M. Mahalliy xomashyo asosida qog'oz olish tadqiqi // "Paxta tozalash, to'qimachilik, yengil sanoat, matbaa ishlab chiqarish sohasida fan va ta'lim integratsiyalashuvini rivojlantirish tendentsiyalari" mavzusida Respublika ilmiy-amaliy konferentsiya. – T.: TTYSI, 2023. – 464-466 b.
5. Djalilov A.A. Tarkibida sintetik tolalar mavjud ko'p qatlamli qog'oz va kartonning bosma xossalari. Texnika fanlari doktori (PhD) ilmiy darajasini olish uchun dissertatsiya. – Toshkent: TTYSI, 2021. – 7 b.
6. Xyun Y.A. Razrabotka metodiki testirovaniya upakovochnogo kartona primenitelno k razlichnim usloviyam pechatnogo protsessa: Diss.na sois. uch. step. kand. tex. nauk.– Moskva : MGUP, 2005. – 120 s.
7. Djalilov A.A., Yeshbayeva U.J. Otsenka pokazateley kachestva pechati na kompozitsionnix upakovochnix materialax // Universum: Texnicheskiye nauki. –2020. –№9 (78). –S.15–18.
8. Spiridinov A.A. Planirovaniye eksperimenta pri issledovanii texnologicheskix protsessov. – Moskva : Mashinostroyeniye, 1981. – 84 s.
9. Fedotkin M.A. Netraditsionniye problemi matematicheskogo modelirovaniya eksperimentov. –M.: «Fizmatlit». –2018. –S.424.
10. Sidnyayev N.I. Teoriya planirovaniya eksperimenta i analiz statisticheskix dannix. –M.: «Yurayt». –2020. –S.496.
11. Yeshbayeva U.Dj., Usmanov X.S., Djalilov A.A. Vliyaniye parametrov eksperimentalnix bumag na kachestva pechati // Universum: Texnicheskiye nauki. –2025 –№9 (138). –S. 23–29.
12. Kippxan G. Ensiklopediya po pechatnim sredstvam informatsii. per. s nem. pod obsh. red. – Moskva. MGUP – HEIDELBERG, 2003. – 1280s.
13. Bulanov I.A. Razrabotka rekomendatsiy po viboru sistemi «bumaga-kraska» dlya pechati na listovix ofsetnix mashinax: Avtoref. na sois. uch. step. kand. tex. nauk. –M.: MGUP. –2011. –S.24.
14. Djalilov A.A., Yeshbayeva U.J. Otsenka pokazateley kachestva pechati na kompozitsionnix upakovochnix materialax // «Universum: Texnicheskiye nauki». –2020. –№9 (78). –S.15–18.
15. Rovenkova T.A. Planirovaniye ekperimenta v proizvodstve ximicheskix volokon.-M.: Ximiya, 1977 -176s.
16. Ushbayeva U.Dj., Usmanov X.S., Djalilov A.A. Vliyaniye parametrov eksperimentalnix bumag na kachestva pechati // «Universum: Texnicheskiye nauki». –2025 –№9 (138). –S.23–29.

Mualliflar uchun qoidalar

Tahririyat mualliflardan quyidagi qoidalarga rioya qilishni so'raydi:

1. Jurnalda faqat original materiallardan iborat ilmiy maqolalar chop etiladi. Mualliflar maqolaning avval nashr etilmaganligi, boshqa nashrda chop etish uchun topshirilmaganligi va keyinchalik boshqa jurnalda chop etmaslik to'g'risidagi mas'uliyatlarni o'z zimmasiga oladi.
2. Maqolaning hajmi odatda 6 betdan kam bo'lmashligi, matn 1 interval oraliqda MS yoki MS Word 7.0 Times New Roman 12 kegl shriftlarida terilgan bo'lishi kerak (o'zbek, ingliz va rus tillarida yozilgan Annotatsiya, shakl, jadval va adabiyotlar royxati shu hajmga kiradi). Maqola quyidagi qismlardan iborat bo'lishi kerak: Annotatsiya, kalit so'zlar (keywords ingliz tilida), kirish; nazariy tadqiqodlar; tajribaviy izlanishlar; natijalar tahlili; xulosa kabi qismlarga ajralgan bo'lishi shart.
3. Maqolaning matni, jadval va shakllari ikki nusxada chop etishga tayyor holda taqdim etilishi va barcha mualliflar tomonidan imzolangan bo'lishi zarur.
4. Formulalar va matematik belgilashlarning hammasi Microsoft Equation muharririda teriladi, formulalarning tartib raqamlari oddiy qavslar ichida matnning o'ng tomoniga joylashtiriladi.
5. Shakllar Word da bajarilgan bo'lishi va har bir shaklning o'lchamlari 12x15 sm dan oshmasligi zarur.
6. Har bir jadvalga tegishli sarlavha qo'yilgan va agarda ularning soni bittadan ko'p bo'lsa, tartib bilan raqamlangan bo'lishi zarur.
7. Adabiyotlar royxati umumiy qabul qilingan talablarga (qoida taqdim etiladi) muvofiq rasmiylashtiriladi hamda qo'lyozma oxiridagi umumiy royxatda keltiriladi. Kamida 15 ta adabiyotlardan foydalanilgan bo'lishi shart. Foydalanilgan adabiyotlar eski bo'lmagan so'nggi 5-10 yillik adabiyotlari tavsiya etiladi. Roxat maqola matnida foydalanilgan tartibda yoziladi. Adabiyotlar tilidan qat'iy nazar lotin alifbosida yozilishi shart "Reference" deb yoziladi.
8. Qo'lyozma matnida adabiyotlarga ishora kvadrat qavslarda beriladi (masalan [1,2] yoki [1-4]). Chop etilmagan ishlarga ishora qilish va ularni ro'yxatda keltirish mumkin emas.
9. Foydalanilgan adabiyotlarda **Scopus** yoki **Sciencedirect** xalqaro ilmiy-texnik ma'lumotlar bazalaridan foydalanilgan bo'lishi shart.
10. Maqolaning asosiy maqsadi, olingan natija, xulosa va tavsiyalarni o'z ichiga olgan uch tildagi (o'zbekcha, inglizcha va ruscha) Annotatsiyalar bo'lishi va har birining hajmi 150-300 tagacha so'zdan iborat bo'lishi kerak. Maqolaning nomi va o'zbek tilidagi Annotatsiyasi lotin yozuvida ham keltiriladi.
11. Maqolaga quyidagilar ilova qilinadi;
bosmadan chiqarilgan ikki nusxa qo'lyozma;
qo'lyozmaning elektron varianti.
12. Maqolani chop etishga tavsiya etuvchi korxonaning ilmiy ekspert xulosasi va odatda mazkur jurnalda chop etish uchun kafedra tavsiyasi (yig'ilish bayonnomasidan ko'chirma) ilova etiladi.
13. Mualliflar haqidagi ma'lumotnomada mualliflarning ismi, sharifi, otasining ismi (to'liq yoziladi); ilmiy darajasi; ilmiy unvoni; lavozimi va tadqiqotlar o'tkazilgan muassasaning to'liq nomi, manzili va telefon raqamlari ham da email keltiriladi.
14. Ushbu qoidalarga javob bermaydigan hamda zarur qo'shimcha hujjatlar ilova qilinmagan maqolalar qabul qilinmaydi.
15. Tahririyat maqolaga mualliflarning rozilgisiz tahririy o'zgartirishlar kiritishi mumkin.
16. Maqolaning qo'lyozmalari mualliflarga qaytarilmaydi.
17. El.pochta textilejournalofuzbekistan@bk.ru
18. Jurnal sayti: **tju.uzsci.uz**

Tahririyat.

Правила для авторов

Редакция просит авторов, направляющих статьи в журнал “Текстильный журнал Узбекистана”, руководствоваться следующими правилами:

1. Редакция принимает только научные статьи, содержащие оригинальный материал. Авторы принимают на себя ответственность в том, что данный материал не издавался ранее, не находится на рассмотрении для публикации в ином издании, и, в случае принятия материала, в дальнейшем не будет издан в другом журнале.

2. Объем статей, как правило, не менее 6 страниц, выполненных через один интервала в MS Word 6.0 или MS Word 7.0 шрифтом Times New Roman, размер кегля - 12 (включая аннотации на трех языках, рисунки, таблицы и список литературы). Статья должна состоят из следующих частей: введение; теоретические исследования, экспериментальные исследования; анализ результатов, выводы.

3. Текст и иллюстрированные материалы представляются в двух экземплярах, в окончательно отработанном для печати виде и должны быть подписаны всеми авторами.

4. Все формулы и буквенные обозначения, используемые в формулах величин набираются в редакторе формул Microsoft Equation 3.0 (номер формулы у правого края в скобках), описание используемых в формулах обозначений дается в строку подряд.

5. Размер рисунков, выполненных на компьютере, не более 12x15 см.

6. Каждая Таблица должна быть напечатана с соответствующим заглавием и пронумерована, если их несколько.

7. Список литературных источников оформляется в соответствии с общепринятыми правилами, требованиями и подаётся общим списком в конце рукописи. В списке должны быть использованы минимум 15 публикаций за последние 5-10 лет. Список дается в порядке перечисления в тексте. Список литературы должен быть написан на латинице “References” независимо от языка.

8. Ссылка на литературу в тексте рукописи дается в квадратных скобках (например, [1, 2] или [1-4]). Неопубликованные работы не могут быть упомянуты и перечислены.

9. В списке использованной литературы необходимо использовать литературу зарубежных изданий из базы данных Scopus или Sciencedirect.

10. В аннотации сжато и точно должны быть изложены основная цель статьи, основные результаты и рекомендации на трех языках (узбекском, английском и русском). Каждая аннотация должна содержать не более 150-300 слов. Название статьи и аннотация на узбекском языке должны быть написаны на латинице.

11. К статье должны быть приложены:

-дубликат рукописи статьи; -электронная версия статьи.

12. К статье должны быть приложены: экспертное заключение, рекомендация - рецензия от организации отправителя и рекомендации кафедры (выписка из протокола заседания) к публикации в данном журнале.

13. В справке об авторах должны быть изложены: фамилия, имя, отчество (полностью); научная степень; учёное звание; должность и полное название учреждения, где проводились исследования, номера телефонов, а также адрес электронной почты.

14. Статьи, которые не соответствуют этим правилам и не сопровождаться необходимыми подтверждающими документами, не принимаются.

15. Редакция может вносит редакционные изменения в статью без согласия авторов.

16. Рукописи статьи авторам не возвращаются.

17. эл.почта textilejournalofuzbekistan@bk.ru

18. Веб-сайт журнала: tju.uzsci.uz

Редколлегия.

Muharrirlar guruhi: K.Kabilova
D.Gulyamova
B.Abrayqulov

Kompyuterda sahifalovchi-dizayner: M.Dusmuxamedova

Bosishga ruxsat etildi "___" _____ 202_ yil. Bichimi 60x84 1/8.
Shartli bosma taboqi 5,0. Nusxasi 100 dona. Buyurtma № _____

Ushbu ilmiy-texnik jurnal 2020 yil 24 iyunda O'zbekiston Respublikasi Prezidenti
Administratsiyasi huzuridagi Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligi tomonidan
02-0023 raqami bilan qayta ro'yxatdan o'tkazildi.



Certificate

Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat instituti
bosmaxonasida tezkor bosma usulda bosildi.
100100, Toshkent, Shoxjahon ko'chasi, 5.