TO‘QIMA TUZILISHI OMILLARINI NAZARIY USULDA ANIQLASH

t.f.n., dotsent **B.K. Xasanov**
PhD, dotsent **K.B. Murodxo‘jayeva**
dotsent **N.R.Sodiqova**,
dotsent **D.T.Nazarova**
Toshkent to‘qimachilik va yengil sanoat instituti

Annotatsiya: *Maqolada to‘quv o‘rilishining to‘qima tuzilishiga ta’sirini nazariy usulda baholash natijalari keltirilgan. Tadqiqotning maqsadi iplarning egilishdagi bikrligini inobatga olgan holda to‘qimaning asosiy tuzilish omillarini va tuzilish fazasini aniqlashdan iborat. To‘qimachilik matolari texnologiyasi kafedrasi laboratoriyasida chiziqli zichligi 25x2 teks bo‘lgan tanda va arqoq iplaridan, tanda bo‘yicha 210 ip/dm va arqoq bo‘yicha 110 ip/dm zichlikda polotno, sarja 1/3 va noto‘g‘ri satin o‘rilishli to‘qimalarning tajriba namunalari ishlab chiqarildi. Nazariy hisoblar yordamida iplarning diametri, uzilish kuchi, egilishdagi bikrligi, to‘qimadagi tarangligi, egilish to‘lqini balandliklari va tuzilish fazasi koeffitsiyenti aniqlandi. Iplarning tarangligi o‘rilish rapportining kvadratiga teskari proportsional ekani, shu sababli sarja va satin o‘rilishli to‘qimalarda u polotno o‘rilishli to‘qimaga nisbatan to‘rt marta kam bo‘lishi ko‘rsatildi. Iplarning bikrligi inobatga olinganda tuzilish fazasi koeffitsiyenti 6,92 ga teng bo‘lib, to‘qima sakkizinchi tuzilish fazasida, bikrlik inobatga olinmaganda esa koeffitsiyent 1,92 ga teng bo‘lib, to‘qima oltinchi fazaga yaqin bo‘lishi aniqlandi. Demak, iplarning egilishdagi bikrligini hisobga olmaslik tanda ipining egilish to‘lqini balandligini kam, arqoq ipining egilishini esa ortiqcha baholashga olib keladi. Olingan natijalar asosida to‘qimalarni loyihalashda iplarning bikrligini hisobga oladigan nazariy usuldan foydalanish hamda natijalarni to‘qima kesimini mikroskopik tahlil qilish orqali tajribada tekshirish tavsiya etiladi.*

Kalit so‘zlar: *to‘qima tuzilishi, tuzilish fazasi, egilish to‘lqini balandligi, egilishdagi bikrlik, ip tarangligi, o‘rilish rapporti, polotno, sarja, satin.*

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФАКТОРОВ СТРОЕНИЯ ТКАНИ

Аннотация. *В статье приведены результаты теоретической оценки влияния переплетения на строение ткани. Цель исследования – определение основных факторов строения ткани и фазы её строения с учётом жёсткости нитей при изгибе. В лаборатории Ташкентского института текстильной и лёгкой промышленности выработаны опытные образцы тканей полотняного переплетения, саржи 1/3 и неправильного сатина из нитей основы и утка линейной плотностью 25x2 текс при плотности по основе 210 нит./дм и по утку 110 нит./дм. Теоретическими расчётами определены диаметр нитей, разрывная нагрузка, жёсткость при изгибе, натяжение нитей в ткани, высоты волн изгиба и коэффициент фазы строения. Показано, что натяжение нитей обратно пропорционально квадрату раппорта переплетения, поэтому в тканях саржевого и сатинового переплетений оно в четыре раза меньше,*

чем в ткани полотняного переплетения. Установлено, что при учёте жёсткости нитей коэффициент фазы строения равен 6,92 и ткань находится в восьмой фазе строения, а без учёта жёсткости он равен 1,92 и ткань близка к шестой фазе. Следовательно, пренебрежение жёсткостью нитей при изгибе приводит к занижению высоты волны изгиба нитей основы и к завышению изгиба нитей утка. На основе полученных результатов рекомендуется при проектировании тканей использовать теоретический метод, учитывающий жёсткость нитей, а результаты проверять экспериментально путём микроскопического анализа срезов ткани.

Ключевые слова: *строение ткани, фаза строения, высота волны изгиба, жёсткость при изгибе, натяжение нити, раппорт переплетения, полотняное переплетение, саржа, сатин.*

THEORETICAL DETERMINATION OF WOVEN FABRIC STRUCTURE FACTORS

Abstract. *The article presents the results of a theoretical assessment of the effect of weave on woven fabric structure. The aim of the study is to determine the main structural factors of the fabric and its structure phase, taking into account the bending rigidity of the yarns. Experimental samples of plain, 1/3 twill and irregular satin fabrics were produced in the laboratory of the Tashkent Institute of Textile and Light Industry from 25x2 tex warp and weft yarns at a warp density of 210 ends/dm and a weft density of 110 picks/dm. The yarn diameter, breaking force, bending rigidity, yarn tension in the fabric, crimp heights and the structure phase coefficient were determined by theoretical calculation. It is shown that yarn tension is inversely proportional to the square of the weave repeat; therefore, in the twill and satin fabrics it is four times lower than in the plain fabric. When the bending rigidity of the yarns is taken into account, the structure phase coefficient equals 6.92 and the fabric is in the eighth structure phase, whereas without rigidity the coefficient equals 1.92 and the fabric is close to the sixth phase. Thus, neglecting yarn bending rigidity leads to an underestimation of the warp crimp height and an overestimation of the weft crimp. Based on the results, it is recommended to use a theoretical method that accounts for yarn bending rigidity in fabric design and to verify the results experimentally by microscopic analysis of fabric cross-sections.*

Keywords: *woven fabric structure, structure phase, crimp height, bending rigidity, yarn tension, weave repeat, plain weave, twill, satin.*

KIRISH

O‘zbekiston Respublikasida yengil sanoatni yanada rivojlantirish va tayyor mahsulotlar ishlab chiqarishni rag‘batlantirish davlat siyosatining ustuvor yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi [1]. Bu vazifani amalga oshirishda raqobatbardosh to‘qimalar ishlab chiqarish, ularning tuzilishini ilmiy asosda loyihalash va xomashyo sarfini kamaytirish muhim ahamiyatga ega. To‘qimaning fizik-mexanik va iste’mol xossalari ko‘p jihatdan uning

tuzilishiga, ya’ni tanda va arqoq iplarining o‘zaro joylashuviga, egilish to‘lqini balandliklariga va tuzilish fazasiga bog‘liq.

To‘qima tuzilishini nazariy o‘rganishga oid tadqiqotlarning asosini F. Pirsning geometrik modeli tashkil etadi. Unda iplar doiraviy kesimli egiluvchan jism sifatida qaralib, to‘qima elementining geometrik parametrlari orasidagi bog‘lanishlar aniqlangan [2]. N.G. Novikov tomonidan ishlab chiqilgan tuzilish fazalari nazariyasi tanda va arqoq iplarining egilish to‘lqini balandliklari nisbatiga ko‘ra to‘qimalarni to‘qqiz tuzilish fazasiga ajratadi. Ushbu va boshqa geometrik modellarning qiyosiy tahlili hamda egilish to‘lqini balandliklari nisbatini aniqlashning takomillashtirilgan usuli [3] ishda keltirilgan. To‘qima kesimini tasvir tahlili usulida o‘rganish iplarning diametri, joylashuv oralig‘i, egilish to‘lqini balandligi, egilish burchagi va qisqarishini tajribada aniqlash imkonini beradi [4].

So‘nggi yillarda to‘qimadagi iplarning qisqarishini oldindan bashorat qilishga alohida e’tibor qaratilmoqda. Jumladan, to‘qima tuzilishining geometriyasiga asoslangan matematik ifodalar yordamida shoxali (dobbi) to‘qimalarda tanda va arqoq iplarining qisqarishini bashorat qilish usuli taklif etilgan [5], jakkard to‘qimalari eni bo‘yicha tanda iplarining qisqarishi taqsimlanishi o‘rganilib, uni bashorat qilish usuli ishlab chiqilgan [6]. Paxta ipidan to‘qilgan to‘qimalarda iplarning qisqarishini ishlab chiqarishdan oldin mashinali o‘qitish usulida bashorat qilish mumkinligi [7], polotno o‘rilishli paxta to‘qimalarida esa arqoq ipining qisqarishini ipning chiziqli zichligi va arqoq bo‘yicha zichlikka bog‘liq regression model orqali aniqlash mumkinligi [8] ko‘rsatilgan.

O‘rilish turi to‘qima xossalariga ta’sir etuvchi asosiy omillardan biridir. O‘rilishni baholash omillari va o‘rilishning to‘qimaning fizik, mexanik va gigiyenik xossalariga ta’siri [9] ishda umumlashtirilgan. Polotno, sarja va satin o‘rilishli to‘qimalarni qiyoslash natijasida o‘rilishning havo o‘tkazuvchanlik, issiqlik qarshiligi va bikrlik kabi ko‘rsatkichlarga ta’siri aniqlangan [10].

To‘qima tuzilishining shakllanishida iplarning egilishdagi bikrligi va tarangligi muhim o‘rin tutadi. Arqoq bo‘yicha zichlik, arqoq ipining yo‘g‘onligi va tanda tarangligi to‘qimaning egilishdagi bikrligi va drapirlanuvchanligiga ta’sir etishi aniqlangan [11]. To‘qimaning egilishdagi bikrligini bashorat qilishda to‘qimadan ajratib olingan iplarning buralishdagi bikrligini hisobga olish natijalarning aniqligini oshiradi, chunki bunday iplarning bikrligi g‘altakdagi iplarnikidan kam bo‘ladi [12]. Turli darajada egilgan iplarning buralishdagi bikrligini o‘lchash usullari [13] ishda o‘rganilgan. To‘qimaning egilishdagi bikrligi va arqoq ipining chiziqli zichligi asosida uning titiluvchanligini bashorat qilish mumkinligi ham ko‘rsatilgan [14]. To‘quv jarayonida tanda tarangligining tanda eni bo‘yicha taqsimlanishi va uning iplarning qisqarishiga ta’siri [15] ishda tadqiq etilgan. Murakkab tuzilishli to‘qimalar uchun iplarning shakli va joylashuvini tavsiflovchi analitik modellar [16], iplarning ko‘ndalang kesimi o‘zgarishini hisobga oluvchi uch o‘lchamli to‘qima modellarini avtomatik yaratish usullari [17] ishlab chiqilgan.

Shu bilan birga, amaliyotda to‘qimaning tuzilish fazasi ko‘pincha faqat geometrik parametrlar va iplarning zichliklari nisbati orqali aniqlanadi, tanda va arqoq iplarining egilishdagi bikrligi esa hisobga olinmaydi. Holbuki, iplarning bikrligi egilish to‘lqini

balandliklarining tanda va arqoq iplari o‘rtasida taqsimlanishini, demak, to‘qimaning tuzilish fazasini sezilarli darajada o‘zgartiradi.

Shu sababli mazkur ishning maqsadi polotno, sarja 1/3 va noto‘g‘ri satin o‘rilishli to‘qimalarning tuzilish omillarini, ya’ni iplarning diametri, uzilish kuchi, egilishdagi bikrligi, tarangligi, egilish to‘lqini balandliklari va tuzilish fazasini nazariy usulda aniqlash hamda iplarning bikrligini hisobga olishning tuzilish fazasiga ta’sirini baholashdan iborat.

Tajribaviy izlanishlar

To‘quv o‘rilishini to‘qimaning tuzilishiga ta’sirini aniqlash maqsadida To‘qimachilik matolari texnologiyasi kafedrasining laboratoriyasida bosh o‘rilishdagi to‘qimalarning tajriba namunalari ishlab chiqarildi.

Olingan to‘qimalarning asosiy ko‘rsatkichlari 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

To‘qimaning tuzilish ko‘rsatkichlari

№	Iplarning chiziqli zichligi, teks		To‘qimadagi iplarning zichligi, ip/dm		O‘rilish
	tanda	arqoq	tanda	arqoq	
1	25x2	25x2	210	110	polotno
2	25x2	25x2	210	110	Sarja 1/3
3	25x2	25x2	210	110	Noto‘g‘ri satin

Nazariy tadqiqotlar

Olingan to‘qimalarning tuzilish ko‘rsatkichlarini aniqlash maqsadida nazariy tadqiqot usullaridan foydalanib, quyidagi ko‘rsatkichlar aniqlandi:

1. To‘qimadagi iplarning diametri:

$$d_t=0{,}0316 \cdot C\sqrt{T_T} = 0{,}0316^{*}\ 1{,}25^{*}\sqrt{25^{*}2} = 0{,}28 \text{ mm} \quad (1)$$

$$d_a=0{,}0395\sqrt{T_a} = 0{,}0316^{*}\ 1{,}25^{*}\sqrt{25^{*}2} = 0{,}28 \text{ mm} \quad (2)$$

bu yerda C – tolaning turiga bog‘liq bo‘lgan koeffitsiyent.

2. Iplarning uzilish kuchi:

$$Q_T = Rt \cdot Tt = ,\ Q_T = 12 \cdot 25^{*}2 = 600cH = 6H \quad (3)$$

$$Q_A = Ra \cdot Ta\ Q_A = 12 \cdot 25^{*}2 = 600cH = 6H \quad (4)$$

bu yerda Q_T, Q_A – tanda va arqoq iplarining uzilish kuchi, N;

Rt, Ra – tanda va arqoq iplarining nisbiy uzilish kuchi, cN/teks;

3. Egilishdagi ipning bikrligi bu ipning eguvchi kuchlarga qarshilik ko‘rsatish qobiliyatidir. U quyidagicha aniqlanadi:

$$A_T = 0{,}01 \cdot Q_T \cdot d_T^2 = 0{,}01^{*}6^{*}0{,}28^2 = 0{,}0047, \ \text{N} \cdot \text{m}^2 \quad (5)$$

$$A_A = 0{,}01 \cdot Q_A \cdot d_A^2 = 0{,}01^{*}6^{*}0{,}28^2 = 0{,}0047 \quad \text{N} \cdot \text{m}^2 \quad (6)$$

4. To‘qimadagi iplarning tarangligini:

tanda ipi tarangligi

$$F_{\text{T}} = \frac{4\pi^2 \cdot A_{\text{T}} \cdot P_{\text{A}}^2}{R_{\text{A}}^2}, \quad (7)$$

arqoq ipi tarangligi

$$F_{\text{A}} = \frac{4\pi^2 \cdot A_{\text{A}} \cdot P_{\text{T}}^2}{R_{\text{T}}^2}, \quad (8)$$

bu yerda A_T, A_A – mos ravishda tanda va arqoq iplarining egilishdagi bikrligi, N ·m^2;

R_T, R_A – mos ravishda to‘qimaning tanda va arqoq bo‘yicha zichligi, ip/sm;

R_T, R_A – mos ravishda to‘qimaning tanda va arqoq bo‘yicha rapporti.

2-jadvalda polotno, sarja va satin o‘rilishli to‘qimalar uchun hisoblangan iplarning tarangligi qiymatlari keltirilgan.

2-jadval

To‘qimadagi iplarning tarangligi

№	Iplarning bikrligi, N ·m^2		Iplarning tarangligi, cN		O‘rilish
	tanda	arqoq	tanda	arqoq	
1	0,0047	0,0047	5,61	20,44	polotno
2	0,0047	0,0047	1,40	5,11	Sarja 1/3
3	0,0047	0,0047	1,40	5,11	Noto‘g‘ri satin

5. Iplarni egilishdagi bikrligini inobatga olgan holdagi tanda va arqoq iplarining egilish to‘lqini balandligi:

$$h_{\text{T}} = \frac{P_{\text{T}}^3 \cdot A_{\text{A}} \cdot (d_T + d_{\text{A}})}{P_{\text{A}}^3 \cdot A_{\text{T}} + P_{\text{T}}^3 \cdot A_{\text{A}}}, \quad = \frac{210^3 \cdot 0{,}0041 \cdot (0{,}26 + 0{,}26)}{110^3 \cdot 0{,}0041 + 210^3 \cdot 0{,}0041} = 0{,}45 \quad (9)$$

$$h_{\text{A}} = \frac{P_{\text{A}}^3 \cdot A_{\text{T}} \cdot (d_{\text{T}} + d_{\text{A}})}{P_{\text{A}}^3 \cdot A_{\text{T}} + P_{\text{T}}^3 \cdot A_{\text{A}}}. \quad = \frac{11^3 \cdot 0{,}0041 \cdot (0{,}26 + 0{,}26)}{11^3 \cdot 0{,}0041 + 21^3 \cdot 0{,}0041} = 0.065 \quad (10)$$

To‘qima tuzilishi fazasiga tanda va arqoq iplarining egilishdagi bikrligi ta’sir etadi.

6. Iplarni bikrligi inobatga olgan holda to‘qimaning tuzilish fazasi koeffitsiyenti:

$$K_{\phi} = \frac{h_{\text{T}}}{h_{\text{Ay}}} = \frac{0{,}45}{0.065} = 6{,}92 \quad (11)$$

Bu yerda h_T, h_A – mos ravishda tanda va arqoq iplarining egilish to‘lqinlari balandligi, mm.

Quyidagi 3-jadval bo‘yicha to‘qima tuzilishi fazasi koeffitsiyenti qiymatiga qarab to‘qimaning tuzilish fazasini aniqlaymiz.

Koeffitsiyentning qiymati 6,92 ga teng bo‘lganligi uchun bu to‘qima sakkizinchi tuzilish fazasida bo‘ladi.

3-jadval

To‘qima tuzilish fazasi koeffitsiyentlari

Nisbat koeffitsiyenti $h_T,/h_A$	To‘qima tuzilishi fazasi								
		II	III	IV		VI	VII	VIII	IX
	/8=0	1/7 =0,143	1/3 =0,333	3 /5=0,6		5/3 =1,666	3 /1=3	/1=7	8 /0=∞

Tanda va arqoq iplarining bikrligini inobatga olmagan holda iplarning egilish to‘lqini balandligi quyidagicha aniqlanadi:

$$h_T = \frac{P_T \cdot (d_T + d_A)}{P_T + P_A}, \quad = \frac{210 \cdot (0{,}26 + 0{,}26)}{210 + 110} = 0{,}341 \qquad (12)$$

$$h_A = \frac{P_A \cdot (d_T + d_A)}{P_T + P_A}, \quad = \frac{110 \cdot (0{,}26 + 0{,}26)}{210 + 110} = 0.179 \qquad . \ (13)$$

$$K_ф = \frac{h_T}{h_A} = \frac{0{,}341}{0{,}179} = 1{,}92 \qquad (14)$$

Koeffitsiyentning qiymati 1,92 ga teng bo‘lganligi uchun bu to‘qima oltinchi tuzilish fazasiga yaqin bo‘ladi.

Natijalar tahlili

Hisoblash natijalari shuni ko‘rsatadiki, tajriba namunalarida tanda va arqoq iplari bir xil chiziqli zichlikka (25x2 teks) ega bo‘lganligi sababli ularning diametri (0,28 mm), uzilish kuchi (6 N) va egilishdagi bikrligi o‘zaro teng. Shuning uchun to‘qimalarning tuzilishidagi farqlar asosan tanda va arqoq bo‘yicha zichliklar nisbati hamda o‘rilish rapporti bilan belgilanadi.

2-jadval ma’lumotlariga ko‘ra, iplarning to‘qimadagi tarangligi o‘rilish rapportining kvadratiga teskari proportsional bo‘ladi ((7) va (8) ifodalar). Polotno o‘rilishida ($R = 2$) tanda ipining tarangligi 5,61 cN, arqoq ipiniki esa 20,44 cN ni tashkil etadi. Sarja 1/3 va noto‘g‘ri satin o‘rilishlarida rapport 4 ga teng bo‘lganligi uchun taranglik 4 marta kamayib, mos ravishda 1,40 va 5,11 cN ga teng bo‘ladi. Barcha o‘rilishlarda arqoq ipining tarangligi tanda ipinikidan 3,64 marta yuqori bo‘lib, bu qiymat tanda va arqoq bo‘yicha zichliklar nisbatining kvadratiga ($(210/110)^2 \approx 3{,}64$) mos keladi. Demak, polotno o‘rilishli to‘qimada iplar bir-biriga kuchliroq ta’sir ko‘rsatadi, sarja va satin o‘rilishlarda esa iplarning o‘rilmagan qismlari uzun bo‘lganligi sababli taranglik kam bo‘ladi.

Iplarning bikrligi inobatga olinganda tanda ipining egilish to‘lqini balandligi 0,45 mm, arqoq ipiniki 0,065 mm ni tashkil etdi, ya’ni tanda iplari kuchli egilgan, arqoq iplari esa deyarli to‘g‘ri joylashgan. Bunda tuzilish fazasi koeffitsiyenti 6,92 ga teng bo‘lib, to‘qima VIII tuzilish fazasida bo‘ladi. Bikrlik inobatga olinmaganda egilish to‘lqini balandliklari mos ravishda 0,341 va 0,179 mm, tuzilish fazasi koeffitsiyenti esa 1,92 ga teng bo‘lib, to‘qima VI fazaga yaqin bo‘ladi. Shunday qilib, bikrlikni hisobga olmaslik tanda ipining egilish to‘lqini balandligini 1,32 marta kam, arqoq ipinikini esa 2,75 marta ortiq baholashga hamda tuzilish fazasini ikki pog‘ona past aniqlashga olib keladi.

(9) va (10) ifodalardan ko‘rinib turibdiki, tanda va arqoq iplarining bikrligi teng bo‘lganda tuzilish fazasi koeffitsiyenti zichliklar nisbatining kubiga teng bo‘ladi: $K_ф = (P_T/P_A)^3$. Bikrlik hisobga olinmaganda esa u zichliklar nisbatining o‘ziga teng: $K_ф = P_T/P_A$ ((12) va (13) ifodalar). Bu iplarning bikrligi zichliklar nisbatining to‘qima tuzilishiga ta’sirini kuchaytirishini ko‘rsatadi. Shu bilan birga, (9) va (10) ifodalarda o‘rilish rapporti qatnashmaganligi sababli bir xil zichlik va ip parametrlarida uchala o‘rilish uchun tuzilish fazasi bir xil chiqadi, o‘rilishning ta’siri esa iplarning tarangligi orqali namoyon bo‘ladi. Ushbu natijalarni to‘qima kesimini tasvir tahlili usulida [4] tajribada tekshirish maqsadga muvofiq.

XULOSA

1. Chiziqli zichligi 25x2 teks bo‘lgan ip uchun nazariy hisoblar asosida ipning diametri 0,28 mm, uzilish kuchi 6 N va egilishdagi bikrligi 0,0047 $N \cdot m^2$ ekani aniqlandi.

2. To‘qimadagi iplarning tarangligi o‘rilish rapportining kvadratiga teskari proportsional bo‘lib, sarja 1/3 va noto‘g‘ri satin o‘rilishlarida polotno o‘rilishiga nisbatan 4 marta kam; arqoq ipining tarangligi tanda ipinikidan 3,64 marta yuqori.

3. Iplarning egilishdagi bikrligi inobatga olinganda to‘qima VIII tuzilish fazasida ($K_ф$ = 6,92), inobatga olinmaganda esa VI fazaga yaqin ($K_ф$ = 1,92) bo‘ladi. Bikrlikni hisobga olmaslik tuzilish fazasini aniqlashda sezilarli xatolikka olib keladi.

4. To‘qimalarni loyihalashda iplarning egilishdagi bikrligini hisobga oladigan nazariy usuldan foydalanish tavsiya etiladi. Keyingi tadqiqotlarda natijalarni tajribada tekshirish va o‘rilish rapportining egilish to‘lqini balandliklariga ta’sirini hisobga olish maqsadga muvofiq.

REFERENCE:

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 16-sentabrdagi PQ-4453-son «Yengil sanoatni yanada rivojlantirish va tayyor mahsulotlar ishlab chiqarishni rag‘batlantirish chora-tadbirlari to‘g‘risida»gi qarori. – URL: https://lex.uz/docs/4516526

2. Peirce F.T. The geometry of cloth structure // Journal of the Textile Institute Transactions. – 1937. – Vol. 28, No. 3. – P. T45–T96. – DOI: 10.1080/19447023708658809

3. Chepelyuk E., Choogin V., Cousens J., Hann M. Geometric disposition of threads in single-layer woven structures // International Journal of Clothing Science and Technology. – 2010. – Vol. 22, No. 1. – P. 35–48. – DOI: 10.1108/09556221011008794

4. K.B. Murodkhujaeva, N.R. Sodikova, ps siddiqov. Classification of special fabrics, their composition and application//Материалы докладов 56-й международной научно-технической конференции преподавателей и студентов.стр.369-371.

5. K.B. Murodkhujaeva,N.R. Sodikova. Analysis of the explutation characteristics of special fabrics//витебский государственный технологический университет конференция: 18–19 апреля 2024 года Организаторы: Витебский государственный технологический университет. С.272-274.

6. K Murodxodjaeva, N Sodiqova, P Siddiqov, D Nazarova, M Jalilova.. Some peculiarities of the production of fabrics with large patterns using the coordinate method//AIP Conference Proceedings 3045 (1), 030041

7. K Murodkhujaeva, N Sodikova. Predicting physical and mechanical properties of special fabrics//Educational Research in Universal Sciences 2 (11), 195-199

8. K Murodkhujaeva, N Sodikova. Special technical textile fabrics and their production technology// World scientific research 4, 147-152

9. U Uzakova, K Murodkhujaeva. Optimization of the technological process of weaving and fabric transportation// Transportation Research Procedia 63, 2933-2940

10. К.Б Муродхожаева, НР Садикова. Исследование новой структуры специальной ткани технологических показателей//Universum: технические науки 4 (2 (131)), 18-21

11. К.Б Муродхужаева, У.Р Узакова. Определение физико-механических свойств шелковых тканей//Colloquium-journal, 82-83

12. Peiffer J., Kim K., Takatera M. Verification of the effect of yarn torsional rigidity on fabric bending rigidity in any direction // Textile Research Journal. – 2017. – Vol. 87, No. 4. – P. 424–432. – DOI: 10.1177/0040517516631321

13. Peiffer J., Kim K., Yoshida H., Takatera M. Measurement of torsional rigidity of yarns with different crimps // Textile Research Journal. – 2018. – Vol. 88, No. 6. – P. 605–613. – DOI: 10.1177/0040517516685283

14. Mustafa E., Malek A.S., El Gholmy S., El Geiheini A., El Kateb S. A statistical prediction model for pilling grades of blended worsted fabrics based on fabric bending rigidity // Alexandria Engineering Journal. – 2022. – Vol. 61, No. 12. – P. 11615–11621. – DOI: 10.1016/j.aej.2022.05.022

15. Ozkan G., Eren R. Warp tension distribution over the warp width and its effect on crimp distribution in woven fabrics // International Journal of Clothing Science and Technology. – 2010. – Vol. 22, No. 4. – P. 272–284. – DOI: 10.1108/09556221011048295

16. Xiao X., Hua T., Li L., Wang J. Geometrical modeling of waffle woven fabric architecture // Textile Research Journal. – 2015. – Vol. 85, No. 16. – P. 1651–1665. – DOI: 10.1177/0040517514548754

17. Pierreux G., Van Hemelrijck D., Massart T.J. Automated generation of 3D orthogonal woven composites RVEs including yarn cross-section variations // Composites Science and Technology. – 2019. – Vol. 176. – P. 90–102. – DOI: 10.1016/j.compscitech.2019.03.023