TIKUV BUYUMLARINI ISHLAB CHIQARISH JARAYONINI TASHKIL ETISH VA RAQAMLI LOYIHALASH TEXNOLOGIYALARINING SAMARADORLIGI

Po‘latova Nozima Isomiddinovna
Zarbdor tuman 2-son texnikumi

Annotatsiya. *Maqolada tikuv buyumlarini ishlab chiqarishning texnologik jarayoni, uni tashkil etish usullari va raqamli loyihalash texnologiyalarining samaradorligi nazariy jihatdan tahlil qilinadi. Tadqiqot maqsadi – ishlab chiqarish oqimini optimallashtirishning asosiy ko‘rsatkichlarini (takt, balanslash, yuklanish koeffitsiyenti, mato sarfi koeffitsiyenti) tizimlashtirish va CAD/CAM hamda 3D simulyatsiya vositalarining ularga ta’sirini aniqlashdir. Tizimli tahlil, qiyoslash va hisoblash usullaridan foydalanildi. Natijada ishlab chiqarish samaradorligini oshirishning uch bosqichli yondashuvi (loyihalash, oqimni tashkil etish, sifat va barqarorlik) taklif etildi.*

Kalit so‘zlar: *tikuv ishlab chiqarishi, texnologik jarayon, oqim balanslash, takt, CAD/CAM, 3D simulyatsiya, lean, barqaror moda.*

Аннотация. *В статье теоретически анализируются технологический процесс производства швейных изделий, способы его организации и эффективность цифровых технологий проектирования. Цель исследования – систематизировать основные показатели оптимизации производственного потока (такт, балансировка, коэффициент загрузки, коэффициент использования материала) и определить влияние на них систем CAD/CAM и 3D-моделирования. Использованы методы системного анализа, сравнения и расчёта. Предложен трёхэтапный подход к повышению эффективности производства (проектирование, организация потока, качество и устойчивость).*

Ключевые слова: *швейное производство, технологический процесс, балансировка потока, такт, CAD/CAM, 3D-моделирование, бережливое производство, устойчивая мода.*

Abstract. *The article theoretically analyzes the technological process of garment manufacturing, methods of its organization and the efficiency of digital design technologies. The research aim is to systematize the key indicators of production flow optimization (takt time, line balancing, workstation load factor, fabric utilization) and to determine the influence of CAD/CAM and 3D simulation*

on them. Methods of systems analysis, comparison and calculation were used. A three-stage approach to improving production efficiency (design, flow organization, quality and sustainability) is proposed.

Keywords: *garment manufacturing, technological process, line balancing, takt time, CAD/CAM, 3D simulation, lean manufacturing, sustainable fashion.*

KIRISH

Tikuv sanoati yengil sanoatning mehnat talab qiluvchi, tez o‘zgaruvchan va raqobat darajasi yuqori tarmog‘idir. Moda tsiklining qisqarishi, buyurtma partiyalarining kichrayishi va assortimentning kengayishi korxonalardan ishlab chiqarishni tez qayta sozlash, material va vaqt isrofini kamaytirish hamda sifatni barqaror saqlashni talab qiladi [1; 3]. An’anaviy yondashuvda loyihalash, bichish va tikish alohida bosqichlar sifatida ko‘riladi; zamonaviy yondashuvda esa ular yagona axborot muhitida o‘zaro bog‘langan jarayon sifatida boshqariladi.

Mavzuning dolzarbligi uchta holat bilan belgilanadi. Birinchidan, kiyim tannarxining sezilarli qismini material sarfi tashkil etadi, shu sababli andoza va markerlarni optimal tayyorlash bevosita foydaga ta’sir qiladi. Ikkinchidan, tikuv oqimining unumdorligi eng sekin ish joyi (“tor joy”) bilan cheklanadi, ya’ni balanslash sifati belgilovchi omil hisoblanadi. Uchinchidan, raqamli texnologiyalar (CAD/CAM, 3D simulyatsiya) namunalar tayyorlash vaqtini va chiqindini kamaytirish imkonini beradi, biroq ularning samaradorligi ishlab chiqarishni tashkil etish darajasiga bog‘liq. Mavjud adabiyotlarda bu masalalar ko‘pincha alohida ko‘riladi [3; 4], ularni yagona tizimda ko‘rib chiqish zarurati mavjud.

Tadqiqotning maqsadi – tikuv buyumlarini ishlab chiqarishni tashkil etishning asosiy ko‘rsatkichlarini tahlil qilish va raqamli loyihalash texnologiyalarining samaradorlikka ta’sirini nazariy asoslash. **Usullar:** ilmiy va me’yoriy manbalarni tahlil qilish, ishlab chiqarish tashkil etish usullarini qiyoslash, hisoblash modellari.

ASOSIY QISM

1. Tikuv ishlab chiqarishining texnologik jarayoni tuzilmasi. Tikuv buyumlarini ishlab chiqarish ketma-ket bog‘langan bosqichlar majmuasidan iborat: material va furnitura qabuli va nazorati, bichishga tayyorlash (mato yoyish va dam oldirish), bichish, detallarni belgilash va paketlash, tikish, namlab-issiqlik ishlov (NIO), tayyor mahsulot nazorati va qadoqlash [3; 5]. Har bir bosqich keyingisining sifat va tezligiga ta’sir qiladi: masalan, bichishdagi o‘lcham xatosi tikuv jarayonida to‘g‘rilanmaydi va nuqsonga aylanadi; materialning kirishishi oldindan hisobga olinmasa, NIO bosqichida buyum o‘lchamlari buziladi.

Texnologik jarayonning markaziy qismi tikuv operatsiyalari majmuasi bo‘lib, ular mashina, qo‘lda va yarim avtomat operatsiyalarga bo‘linadi. Buyum texnologik sxemasida operatsiyalar tugunlar bo‘yicha (yoqa, manjet, cho‘ntak, yeng) guruhlanadi va yig‘ish ketma-ketligi belgilanadi. Har bir operatsiya uchun vaqt normasi (xronometraj yoki oldindan belgilangan harakat vaqtlari tizimlari bo‘yicha) aniqlanadi. Operatsiyalar vaqti yig‘indisi buyumning **mehnat sig‘imi** deyiladi va ishlab chiqarish quvvatini hisoblashning asosi bo‘ladi.

2. Chok va tikim turlari – texnologik tanlov omili. Chok turi buyumning vazifasi, material va ishlab chiqarish unumdorligiga ta’sir qiladi. ISO 4915 standarti tikimlarni oltita sinfga ajratadi: 100 (bir iplik zanjirli), 200 (qo‘l tikimiga o‘xshash), 300 (ikki iplikli chelnok tikimi), 400 (ko‘p iplik zanjirli), 500 (overlok) va 600 (qoplovchi zanjirli) [6]; ISO 4916 esa choklarni SS, LS, BS, FS, OS va ES sinflariga bo‘ladi [7]. Texnologik nuqtai nazardan sinf tanlovi mustahkamlik, cho‘ziluvchanlik, tashqi ko‘rinish va operatsiya vaqtini birga belgilaydi: masalan, trikotajda cho‘ziluvchanlik talab etilgani sababli 400, 500 va 600 sinflar, to‘qilgan matolarda esa asosan 300 sinf qo‘llanadi. Operatsiyalarni birlashtiruvchi uskunalar (masalan, bir vaqtda ikki chok bajaruvchi mashinalar) operatsiyalar sonini va oraliq tashishni kamaytirib, oqim unumdorligini oshiradi.

3. Ishlab chiqarishni tashkil etish usullari. Tikuv ishlab chiqarishini tashkil etishning asosiy shakllari quyidagilar: butun mahsulot usuli (bitta ishchi buyumni boshidan oxirigacha tikadi, yakka buyurtmalar uchun), paketli oqim usuli (detallar paketlarda operatsiyadan operatsiyaga uzatiladi), osma konveyerli tizim (UPS – detallar avtomatik ravishda ish joylariga yetkaziladi), modulli usul (3–12 ishchidan iborat kichik guruh buyumni birgalikda tikadi, ishchilar ko‘p ko‘nikmali) hamda lean (“ingichka”) ishlab chiqarish elementlari [3; 9; 10].

Paketli oqim usulining asosiy kamchiligi – oraliq zaxiraning (WIP – work in progress) ko‘pligi va ishlab chiqarish davrining uzunligi; unumdorlik yuqori bo‘lsa-da, buyum moda o‘zgarishiga sekin moslashadi. Modulli usulda esa guruh ichida zaxira kam, nuqsonlar tezda aniqlanadi, ishchilarning javobgarligi ortadi va buyurtma hajmi kichik, assortiment tez o‘zgaruvchan sharoitlarda moslashuvchanlik yuqori bo‘ladi. Ohno ishlab chiqqan Toyota ishlab chiqarish tizimi tamoyillari – isrofni (ortiqcha ishlab chiqarish, kutish, tashish, ortiqcha zaxira, nuqson va boshqalar) aniqlab yo‘qotish, “tortuvchi” (pull) tizim va doimiy takomillashtirish (kaizen) – tikuv ishlab chiqarishiga ham moslashtirilgan [9; 10].

4. Oqim unumdorligining asosiy ko‘rsatkichlari va hisob modellari. Oqim ishlab chiqarishining nazariy asosi **takt vaqti** tushunchasidir – ketma-ket ikki tayyor buyumning oqimdan chiqishi orasidagi vaqt:

$$t = T_smena / N_smena,$$

bunda T_smena – smenaning foydali ish vaqti (daqiqa), N_smena – smenalik ishlab chiqarish dasturi (buyum soni). Ish joylarining nazariy soni buyum mehnat sig‘imi yig‘indisini taktga bo‘lish bilan topiladi:

$$n = \Sigma\, t_op / t,$$

bunda Σ t_op – barcha operatsiyalar vaqt normalari yig‘indisi. Real oqimda operatsiyalar vaqti to‘liq takt qiymatiga teng bo‘lmaydi, shuning uchun ularni ish joylariga guruhlash (balanslash) amalga oshiriladi. Ish joyining yuklanish koeffitsiyenti:

$$K_yuk = t_j / t,$$

bunda t_j – j-ish joyidagi operatsiyalar vaqti yig‘indisi. Yuklanish koeffitsiyentining 1 dan katta bo‘lishi ish joyining oqim taktiga ulgurmasligini (“tor joy”) bildiradi, 1 dan sezilarli kichik bo‘lishi esa kutish va quvvatning kam ishlatilganligini ko‘rsatadi. Balanslash samaradorligi umumiy ko‘rsatkich orqali baholanadi:

$$E_bal = \Sigma\, t_op / (n \cdot t_max) \times 100\ \%,$$

bunda n – real ish joylari soni, t_max – ish joylari orasida eng katta vaqt (oqimning haqiqiy takti). E_bal qiymati 100 % ga qancha yaqin bo‘lsa, oqim shuncha yaxshi balanslangan. Ushbu ko‘rsatkichlar yordamida ishlab chiqarish rejalashtiriladi, ish joylari va xodimlar soni aniqlanadi, tor joylar aniqlanib, ularni yo‘qotish choralari (operatsiyani bo‘lish, qo‘shimcha ish joyi, uskunani almashtirish, ishchining ko‘nikmasini oshirish) ko‘riladi.

Tushuntirish uchun shartli misol keltiramiz (ma’lumotlar faqat hisoblash mantig‘ini ko‘rsatish uchun shartli olingan). Smenaning foydali vaqti 450 daqiqa, smenalik dastur 225 ta buyum bo‘lsin. U holda takt t = 450 / 225 = 2 daqiqa. Agar buyum mehnat sig‘imi 36 daqiqa bo‘lsa, nazariy ish joylari soni n = 36 / 2 = 18. Agar balanslashdan keyin eng band ish joyi 2,4 daqiqa vaqt talab etsa, oqimning haqiqiy takti 2,4 daqiqaga ko‘tariladi va smenalik chiqish 450 / 2,4 = 187,5 ≈ 187 buyumga tushadi, ya’ni reja bajarilmaydi. Shuningdek, 18 ta ish joyi bilan E_bal = 36 / (18 · 2,4) × 100 % ≈ 83,3 %. Bu misol “tor joy”ning butun oqim unumdorligini belgilashini va balanslash sifati ahamiyatini ko‘rsatadi.

5. Material sarfini optimallashtirish va raqamli loyihalash. Kiyim tannarxida material sarfi ulushi katta bo‘lgani uchun andozalarni markerga joylashtirishning samaradorligi muhim. Mato sarfi koeffitsiyenti quyidagicha aniqlanadi:

$$K_mat = (S_det / S_mar) \times 100\ \%,$$

bunda S_det – joylashtirilgan detallarning umumiy yuzasi, S_mar – marker yuzasi (mato eni × marker uzunligi). Marker uzunligi kamaygan sari K_mat oshadi va bichish chiqindisi kamayadi. CAD tizimlari (Gerber, Lectra, Optitex kabi tijoriy hamda Valentina kabi ochiq kodli vositalar) andoza yaratish, gradatsiya va markerni avtomatik yoki yarim avtomatik joylashtirish imkonini beradi; kompyuter algoritmlari ko‘plab variantlarni qisqa vaqtda taqqoslab, qo‘lda yaratilgan markerdan samaraliroq joylashtirishni topishi mumkin. CAM yo‘nalishida marker kompyuter boshqaruvli (CNC) bichish stoliga uzatiladi, bu detallar aniqligini oshiradi va qo‘lda bichishdagi xatolarni kamaytiradi [4; 11].

3D virtual kiyim simulyatsiyasi (CLO 3D, Browzwear va shu kabi dasturlar) kiyimning fizik namunasini tikmasdan, uning avatarda mosligi, matoning tushishi va siluetini ko‘rish imkonini beradi. Natijada namuna tayyorlash tsikli qisqaradi, namuna uchun material sarfi va logistika kamayadi, buyurtmachi bilan kelishuv tezlashadi. Shu bilan birga, 3D natijalarining ishonchliligi materialning fizik parametrlari (qalinlik, egilish bikrligi, cho‘ziluvchanlik) to‘g‘ri kiritilishiga bog‘liq, shuning uchun virtual namuna ishlab chiqarish oldidan haqiqiy namuna bilan tekshirilishi zarur.

6. Sifat boshqaruvi va barqarorlik. Ishlab chiqarish samaradorligi sifat bilan birga baholanishi lozim: qayta ishlov va nuqsonlar ishlab chiqarish vaqti va materialini oshiradi. Sifat boshqaruvi tizimi ISO 9001 standartiga asoslanadi va kiruvchi, operatsion hamda chiquvchi nazoratni o‘z ichiga oladi [8]. Tayyor mahsulot partiyasi tanlama nazorat (AQL) usulida baholanadi, nuqsonlar kritik, asosiy va kichik toifalarga ajratiladi. Operatsion nazoratni to‘g‘ridan-to‘g‘ri ish joylariga (masalan, “birinchi namuna” tasdiqlash, nazorat nuqtalari) joylashtirish nuqsonlarni erta bosqichda aniqlaydi va ularning keyingi bosqichlarga o‘tishiga yo‘l qo‘ymaydi.

Barqarorlik nuqtai nazaridan tikuv sanoati resurslar sarfi va tekstil chiqindilarining ko‘pligi bilan bog‘liq jiddiy ekologik muammolarga duch keladi [12]. Texnologik yechimlar sifatida nolga yaqin chiqindili (zero-waste) bichish, marker optimallashtirish, bichish qoldiqlarini qayta ishlatish, suvsiz yoki kam suvli bo‘yash va raqamli bosma, shuningdek mahsulotning xizmat muddatini uzaytirish va qayta ishlash (aylanma iqtisodiyot) qo‘llanadi. Bunday yechimlar iqtisodiy (material tejash) va ekologik (chiqindi kamayishi) samara beradi, eksport bozorlarida esa OEKO-TEX Standard 100 va GOTS kabi sertifikatlar orqali raqobat ustunligiga aylanadi.

7. Uch bosqichli yondashuv. Tahlil asosida tikuv ishlab chiqarishi samaradorligini oshirishning uch bosqichli yondashuvi taklif etiladi:

(1) *Loyihalash bosqichi*: konstruksiyalash va gradatsiyani CAD'da bajarish, 3D simulyatsiya orqali namunalar sonini kamaytirish, marker samaradorligini (K_mat) nazorat qilish, tikim va chok turlarini unumdorlik nuqtai nazaridan tanlash.

(2) *Oqimni tashkil etish bosqichi*: takt va balanslash hisoblarini bajarish, E_bal va K_yuk ko‘rsatkichlarini kuzatish, tor joylarni aniqlash va yo‘qotish, buyurtma hajmi va assortimentga mos usulni (paketli, modulli, UPS) tanlash, oraliq zaxirani kamaytirish.

(3) *Sifat va barqarorlik bosqichi*: operatsion nazorat, AQL asosidagi chiquvchi nazorat, nuqsonlar statistikasini yuritish va tahlil qilish, chiqindilarni kamaytirish va ekologik standartlarga muvofiqlik.

Uch bosqich o‘zaro bog‘liq: loyihalash bosqichidagi qarorlar (chok turi, detallar soni, material) oqim ko‘rsatkichlariga ta’sir qiladi, oqimning barqarorligi esa sifatni belgilaydi, sifat va barqarorlik ko‘rsatkichlari esa keyingi loyihalash qarorlariga teskari aloqa beradi. Shu sababli tashkiliy takomillashtirish bosqichlardan birini alohida emas, balki ularni birgalikda ko‘rib chiqishni talab qiladi.

XULOSA

Tadqiqot quyidagi xulosalarni berdi. Birinchidan, tikuv buyumlarini ishlab chiqarish bog‘liq bosqichlar majmuasi bo‘lib, bir bosqichdagi qaror (masalan, chok turi yoki bichish aniqligi) keyingi bosqichlar unumdorligi va sifatiga ta’sir qiladi. Ikkinchidan, oqim samaradorligi takt, ish joylari soni, yuklanish koeffitsiyenti va balanslash samaradorligi ko‘rsatkichlari bilan baholanadi; “tor joy” butun oqim unumdorligini belgilaydi. Uchinchidan, ishlab chiqarishni tashkil etish usuli (paketli, modulli, UPS, lean) mahsulot assortimenti va moda o‘zgaruvchanligiga mos tanlanishi kerak. To‘rtinchidan, CAD/CAM va 3D simulyatsiya vositalari mato sarfini kamaytirish, namuna tayyorlash vaqtini qisqartirish va aniqlikni oshirishga xizmat qiladi, biroq ularning natijasi kiritilgan material parametrlari va ishlab chiqarish tashkil etilishi sifatiga bog‘liq. Beshinchidan, taklif etilgan uch bosqichli yondashuv (loyihalash, oqimni tashkil etish, sifat va barqarorlik) ishlab chiqarish samaradorligini tizimli oshirish uchun nazariy asos bo‘ladi. Kelgusi tadqiqotlarda bu yondashuvni real tikuv korxonasi ma’lumotlari (xronometraj, nuqsonlar, material sarfi) asosida empirik tekshirish maqsadga muvofiq.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Cooklin G. Introduction to Clothing Manufacture. – 2nd ed. – Oxford: Blackwell Publishing, 2006.

2. Joseph-Armstrong H. Patternmaking for Fashion Design. – 5th ed. – Upper Saddle River: Pearson, 2010.

3. Carr H., Latham B. The Technology of Clothing Manufacture. – 2nd ed. – Oxford: Blackwell Science, 1994.

4. Glock R. E., Kunz G. I. Apparel Manufacturing: Sewn Product Analysis. – 4th ed. – Upper Saddle River: Pearson, 2005.

5. Кокеткин П. П. и др. Промышленная технология одежды: справочник. – М.: Легпромбытиздат, 1988.

6. ISO 4915:1991. Textiles — Stitch types — Classification and terminology.

7. ISO 4916:1991. Textiles — Seam types — Classification and terminology.

8. ISO 9001:2015. Quality management systems — Requirements.

9. Ohno T. Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production. – Cambridge (MA): Productivity Press, 1988.

10. Womack J. P., Jones D. T. Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation. – New York: Simon & Schuster, 1996.

11. Бузов Б. А., Алыменкова Н. Д. Материаловедение в производстве изделий легкой промышленности (швейное производство). – М.: Академия, 2004.

12. Fletcher K. Sustainable Fashion and Textiles: Design Journeys. – London: Earthscan, 2008.