

TO'QIMACHILIK SANOATIDA SUN'IY VA KIMYOVIY TOLALARNI QAYTA ISHLASH JARAYONLARINI QAYTA TIKLANUVCHI ENERGIYA MANBALARI BILAN INTEGRATSIYALASHNING INNOVATSION MEXANIZMLARI

Raximov Furqat Jalolovich

Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti

“Yashil iqtisodiyot” kafedrası

mustaqil izlanuvchisi, PhD

“O'zto'qimachilik sanoat” uyushmasi

raisi maslahatchisi

Annotatsiya

Maqolada to'qimachilik sanoatida kimyoviy tolalarni ishlab chiqarish va qayta ishlash jarayonlarini qayta tiklanuvchi energiya manbalari bilan uyg'unlashtirish imkoniyatlari o'rganildi. Tizimli yondashuv, ilmiy manbalarni qiyosiy tahlil qilish, tarkibiy tahlil va konseptual modellash usullari qo'llanildi. Texnologik bosqichlar elektr va issiqlik ehtiyoji hamda harorat darajalariga ko'ra tasniflandi. Quyosh stansiyalari, issiqlik kollektorlari, issiqlik nasoslari, qoldiq issiqlikdan foydalanish va energiya xarid shartnomalarini birlashtirgan model ishlab chiqildi. Energiya iste'moliga bog'liq uglerod izi va energiya integratsiyasi darajasini baholash ko'rsatkichlari taklif etildi. Qayta ishlangan xomashyo va energiya manbalarini birgalikda tanlashning ahamiyati asoslandi. Korxonalarining loyiha yechimlari, moliyalashtirish va ekologik hisobotini takomillashtirish bo'yicha takliflar shakllantirildi. Modelni amaliy tekshirish yo'nalishlari belgilandi.

Kalit so'zlar: to'qimachilik sanoati, kimyoviy tolalar, qayta tiklanuvchi energiya, energiya integratsiyasi, qayta ishlash, uglerod izi, issiqlik nasoslari, qoldiq issiqlik.

Аннотация

В статье были рассмотрены возможности интеграции производства и переработки химических волокон с возобновляемыми источниками энергии. Применялись системный подход, сравнительный анализ научных публикаций, структурный анализ и концептуальное моделирование. Технологические стадии были классифицированы по потребностям в электричестве, тепле и температурным уровням. Была разработана модель, объединившая солнечные электростанции, тепловые коллекторы, тепловые насосы, использование остаточного тепла и договоры покупки электроэнергии. Были предложены показатели оценки углеродного следа энергопотребления и степени энергетической интеграции. Была обоснована значимость согласованного выбора вторичного сырья и источников энергии. Предложения были направлены на совершенствование проектных решений, финансирования и экологической отчетности предприятий. Результаты сформировали основу для последующей проверки модели на фактических энергетических балансах текстильного производства.

Ключевые слова: текстильная промышленность, химические волокна, возобновляемая энергия, энергетическая интеграция, переработка, углеродный след, тепловые насосы, остаточное тепло.

Abstract

The article examined opportunities to integrate chemical fibre production and recycling with renewable energy sources. A systems approach, comparative literature analysis, structural analysis, and conceptual modelling were applied. Processing stages were classified by electricity demand, heat requirements, and temperature levels. A model combined solar power, solar thermal collectors, heat pumps, waste heat recovery, and electricity purchase agreements. Indicators were proposed to assess emissions associated with energy consumption and the degree of energy integration. The importance of jointly selecting recycled materials and energy sources was substantiated. Recommendations addressed project design, financing, and environmental reporting, supporting subsequent validation with enterprise energy data.

Keywords: textile industry, chemical fibres, renewable energy, energy integration, recycling, carbon footprint, heat pumps, waste heat.

KIRISH

Sanoat ishlab chiqarishini ekologik barqarorlik talablari bilan uyg'unlashtirish g'oyasi iqtisodiy nazariyada sanoat ekologiyasi yo'nalishi shaklida tizimli ifodasini topgan. R. Frosh va N. Gallopulos an'anaviy "xomashyo - mahsulot - chiqindi" chiziqli modelidan farqli ravishda sanoat tizimini tabiiy ekotizimga o'xshash tarzda tashkil etish, ya'ni bir jarayonning chiqindisi va energiya yo'qotishlarini boshqa jarayon uchun resursga aylantirish konsepsiyasini ilgari surgan [4]. Ushbu g'oya keyinchalik aylanma iqtisodiyot nazariyasida rivojlantirildi. J. Kirxxerr, D. Reyke va M. Xekkert aylanma iqtisodiyotga oid 114 ta ta'rifni tahlil qilib, uning mohiyatini qisqartirish, qayta foydalanish va qayta ishlash tamoyillarining mikro, mezo va makro darajalardagi uyg'unligi sifatida talqin etgan [9]. Nazariy nuqtai nazardan ikki konsepsiyaning umumiy jihati shundaki, ular moddiy oqimlarni boshqarishni energiya oqimlarini boshqarishdan ajratmaydi: materialni qayta ishlash qanchalik chuqur bo'lsa, uning ekologik samarasi o'sha jarayonni ta'minlovchi energiya manbasining tabiatiga shunchalik bog'liq bo'ladi.

Sun'iy va kimyoviy tolalar ishlab chiqarishi ushbu nazariy qoidalarning amaliy sinov maydoni hisoblanadi. Paxta tolasidan farqli ravishda poliefir, poliamid va viskoza tolalarining xususiyatlari dala sharoitida emas, balki polimerlash, eritmadan yoki eritmadan ho'l usulda yigirish, cho'zish va teksturalash kabi yuqori energiya sig'imli sanoat jarayonlarida shakllanadi. Tolaning ekologik tavsifi xomashyo turi bilan bir qatorda energiya balansi orqali belgilanadi, energiya balansi esa elektr energiyasi, turli haroratdagi jarayon issiqligi va qoldiq issiqlikdan tarkib topadi. Material-energiya bog'liqligi nazariyasi nuqtai nazaridan qaralganda, sun'iy tolaning uglerod izini pasaytirishning ikki mustaqil kanali mavjud: birinchisi birlamchi polimer o'rniga qayta ishlangan xomashyodan foydalanish, ikkinchisi jarayonlarni qayta tiklanuvchi energiya bilan ta'minlash. Innovatsion mexanizm deganda maqolada aynan

shu ikki kanalni texnologik, tashkiliy va moliyaviy vositalar orqali o'zaro bog'lovchi yechimlar majmui tushuniladi.

Mexanizmlarning iqtisodiy mazmuni texnologik bosqichlar energiya profilining xilma-xilligidan kelib chiqadi. Elektr energiyasi ustun bo'lgan bosqichlarda quyosh fotoelektr stansiyalari va uzoq muddatli "yashil" elektr xarid shartnomalari samarali vosita bo'lsa, bug' va issiq suv talab qiluvchi bosqichlarda quyosh issiqlik kollektorlari, yuqori haroratli issiqlik nasoslari va qoldiq issiqlikni qayta tiklash tizimlari ustunlik qiladi. Demak, integratsiya universal texnologiya tanlash emas, balki jarayon talabi, harorat darajasi va energiya manbai o'rtasidagi muvofiqlikni ta'minlash vazifasi sifatida qo'yiladi.

Maqolaning maqsadi to'qimachilik sanoatida sun'iy va kimyoviy tolalarni qayta ishlash jarayonlarini qayta tiklanuvchi energiya manbalari bilan integratsiyalashning nazariy asoslarini aniqlashtirish va O'zbekiston sharoitiga mos innovatsion mexanizmlar tizimini ishlab chiqishdan iborat. Maqsadga erishish uchun quyidagi vazifalar belgilandi: sun'iy tolalar ishlab chiqarish zanjirini energiya shakllari va harorat darajalari bo'yicha tasniflash; mexanik va kimyoviy qayta ishlashning energetik afzalliklarini qiyosiy baholash; bosqichlar kesimida uglerod izi va qayta tiklanuvchi energiya bilan qamrab olinish ko'rsatkichlarini shakllantirish; milliy tarmoq maqsadlari bilan uyg'unlashgan integratsiya modelini ishlab chiqish va amaliy takliflar berish.

ADABIYOTLAR SHARHI

Sun'iy tolalarning ekologik samaradorligini hayotiy sikl asosida baholashga oid tadqiqotlar ichida L. Shen, E. Vorrell va M. Patel ishlari asosiy o'rin tutadi. Mualliflar PET idishlaridan tola olishning mexanik, yarim mexanik, oligomergacha va monomergacha parchalash usullarini to'qqizta ekologik ko'rsatkich bo'yicha taqqoslab, qayta ishlangan tola birlamchi PET tolasiga nisbatan qayta tiklanmaydigan energiya sarfini 40-85 foizga, global isish salohiyatini 25-75 foizga kamaytirishini, mexanik usul esa kimyoviy usullardan ekologik jihatdan ustun bo'lsa-da, kimyoviy qayta ishlash mahsulotni qo'llash sohasini kengaytirishini asoslagan [15]. Xuddi shu mualliflar viskoza, modal va lyotsell tolalarini paxta, PET va polipropilen bilan qiyoslab, zamonaviy texnologiya asosida Avstriyada ishlab chiqarilgan selluloza tolalari eng yaxshi natija ko'rsatishini, Osiyoda ishlab chiqarilgan viskoza esa sintetik tolalarga yaqin ko'rsatkichlarga ega ekanini aniqlagan [14]. Ushbu farq bir xil tola turi uchun ham ishlab chiqarish joyidagi energiya tizimi va texnologik darajaning hal qiluvchi ahamiyatga ega ekanini tasdiqlaydi.

Texnologik bosqichlarning nisbiy og'irligi bo'yicha N. van der Velden, M. Patel va J. Fogtlander paxta, poliefir, neylon, akril va elastan asosidagi matolarni qiyoslab, ekologik yuk faqat tola turiga emas, ipning yo'g'onligiga ham bog'liq ekanini, 100 detsiteksdan ingichka iplar uchun yigirish va to'quv bosqichlarining ta'siri nisbatan yuqori bo'lishini ko'rsatgan [18]. G. Sandin va G. Peters 41 ta tadqiqotni umumlashtirib, qayta foydalanish va qayta ishlash odatda ekologik ta'sirni kamaytirishini, biroq samara asosan birlamchi tola ishlab chiqarishning oldi olinishi hisobiga shakllanishini va qayta ishlash jarayonlari qazilma yoqilg'i energiyasida

amalga oshirilganda ijobiy natija sezilarli qisqarishini qayd etgan [13]. Ushbu xulosa integratsiya mexanizmlarida qayta ishlash texnologiyasini tanlash bilan birga uni ta'minlovchi energiya manbasini ham loyihalash zarurligini ko'rsatadi.

Tarmoqning global miqyosdagi ta'siri bo'yicha K. Niinimyaki va hammualliflari moda sanoati yiliga 79 trln litr suv iste'mol qilishini va 92 mln tonnadan ortiq chiqindi hosil qilishini qayd etib, ishlab chiqarish zanjirining barcha bo'g'inlarida barqaror amaliyotlarni joriy etish zarurligini asoslagan [10]. G. Peters, M. Li va M. Lenzen ko'p mintaqali kirish-chiqish modeli yordamida kiyim va poyabzal ishlab chiqarishining iqlimga ta'siri 2000-2015-yillarda 1,0 dan 1,3 Gt CO₂ ekvivalentiga oshganini, bir kishiga to'g'ri keladigan tola ishlab chiqarish 1995-yildagi 7,6 kg dan 2018-yilda 13,8 kg gacha o'sganini, mahsulot birligiga energiya sarfi esa 26 foizga qisqarganini aniqlagan va qazilma yoqilg'ida ishlovchi elektr ta'minotidan voz kechish samaradorlik choralaridan ko'ra kattaroq natija berishini ta'kidlagan [11]. A. Hasanbeygi va L. Prays tarmoq uchun 184 ta energiya samaradorligi chorasini tizimlashtirib, ularning aksariyati qisqa qoplanish muddatiga ega ekanini ko'rsatgan [6].

Issiqlik talabini qayta tiklanuvchi manbalar bilan qoplash bo'yicha adabiyotlar uch yo'nalishni qamrab oladi. S. Kalogiru sanoat jarayonlari uchun 60-260 °C oralig'ida quyosh issiqligini olish imkoniyatini besh turdagi kollektor misolida baholab, yillik issiqlik chiqishi 1 kv. m ga 550-1100 kVt·soatni tashkil etishini ko'rsatgan [8]. K. Arpagaus va hammualliflari issiqlik chiqishi 90-160 °C bo'lgan yuqori haroratli issiqlik nasoslarining 13 ta ishlab chiqaruvchiga tegishli 20 dan ortiq tijorat modelini tahlil qilib, ularning samaradorlik koeffitsiyenti harorat ko'tarilishi 95 dan 40 K gacha bo'lganda 2,4-5,8 oralig'ida bo'lishini aniqlagan [1]. K. Forman va hammualliflari global birlamchi energiya iste'molining 72 foizi o'zgartirishdan so'ng yo'qotilishini, ko'rib chiqilgan qoldiq issiqlik oqimlarining 63 foizi 100 °C dan past haroratda yuzaga kelishini baholagan [3]. Elektr ta'minoti tomonida R. Qorbaniyan, N. Lyondorf va D. Vozabal korporativ elektr xarid shartnomasining xaridor uchun qiymati belgilangan narx bilan ishlab chiqarilgan hajmning bozor qiymati o'rtasidagi farqqa bog'liq ekanini asoslagan [12]. Ko'rib chiqilgan ishlar texnologiyalarni alohida chuqur yoritgan bo'lsa-da, ularni sun'iy tola ishlab chiqarish zanjirining bosqichlari bilan bog'lovchi yagona integratsiya modeli yetarlicha ishlanmagan.

METODOLOGIYA

Tadqiqotning uslubiy asosini tizimli va jarayonga yo'naltirilgan yondashuv tashkil etadi: sun'iy tola ishlab chiqarish zanjiri xomashyo tayyorlash, polimerlash yoki qayta ishlash, yigirish, teksturalash va bo'yash-pardozlash bosqichlaridan iborat ketma-ketlik sifatida qaraladi, har bir bosqich esa elektr va issiqlik energiyasi talabiga ko'ra tavsiflanadi. Nazariy umumlashtirish, hayotiy sikl baholashi natijalarini qiyosiy tahlil qilish, me'yoriy hujjatlarni kontent-tahlil qilish, tarkibiy tahlil va konseptual modellash tirish usullari qo'llanildi. Axborot bazasini Textile Exchange tashkilotining tola bozori to'g'risidagi hisoboti [17], Xalqaro qayta tiklanuvchi energiya agentligining xarajat ko'rsatkichlari [7], Yevropa Ittifoqining barqaror va aylanma to'qimachilik strategiyasi [2], O'zbekiston Respublikasining normativ-huquqiy

hujjatlari va tarmoqning rasmiy ko'rsatkichlari tashkil etdi. Tola ishlab chiqarishning uglerod izi bosqichlar kesimidagi energiya oqimlari orqali quyidagicha ifodalandi:

$$C = \sum_{j=1}^n (E_j(1 - \alpha_j) \cdot k_e + Q_j(1 - \beta_j) \cdot k_q) \quad (1)$$

bu yerda C - 1 tonna tola ishlab chiqarishda energiya iste'moli bilan bog'liq uglerod izi, kg CO₂ ekv.; j - texnologik bosqich tartib raqami; n - bosqichlar soni; E_j - j -bosqichdagi elektr energiyasi sarfi, kVt·soat; Q_j - j -bosqichdagi jarayon issiqligi sarfi, kVt·soat; α_j - elektr energiyasining qayta tiklanuvchi manbalar hisobiga qoplangan ulushi; β_j - issiqlikning quyosh kollektorlari, issiqlik nasoslari va qoldiq issiqlikni qayta tiklash hisobiga qoplangan ulushi; k_e va k_q - mos ravishda tarmoq elektr energiyasi va yoqilg'i asosidagi issiqlikning emissiya koeffitsiyentlari. Formulaning mazmuni shundaki, uglerod izini kamaytirish har bir bosqichda elektr va issiqlik kanallari bo'yicha alohida boshqariladi: α_j ning oshishi fotoelektr va "yashil" xarid shartnomalari samarasini, β_j ning oshishi esa issiqlik texnologiyalari samarasini aks ettiradi. Ishlab chiqarishning qayta tiklanuvchi energiya bilan umumiy qamrab olinish darajasi quyidagi ko'rsatkich orqali baholandi:

$$R = \frac{\sum_{j=1}^n (\alpha_j E_j + \beta_j Q_j)}{\sum_{j=1}^n (E_j + Q_j)} \quad (2)$$

bu yerda R - integratsiya darajasi, ya'ni tola ishlab chiqarishdagi jami yakuniy energiya iste'molining qayta tiklanuvchi va qayta tiklangan manbalar hisobiga qoplangan ulushi, $0 \leq R \leq 1$. Ko'rsatkichning afzalligi shundaki, u elektr va issiqlik energiyasini yagona o'lchov birligida birlashtirib, turli texnologik tuzilishga ega korxonalarni taqqoslash imkonini beradi. R ning yuqori qiymati korxonaning xalqaro brendlar va Yevropa bozori talablariga muvofiqlik salohiyatini ifodalaydi, (1) formula bilan birgalikda esa qaysi bosqichdagi investitsiya uglerod izini eng ko'p kamaytirishini aniqlashga xizmat qiladi. Tahlilda miqdoriy ko'rsatkichlar faqat rasmiy va ilmiy manbalardan olindi, nisbiy ko'rsatkichlar muallif tomonidan hisoblandi.

TAHLIL VA NATIJALAR

Integratsiya mexanizmlarining ko'lamini aniqlash global tola bozorining tarkibini baholashdan boshlanadi. Textile Exchange ma'lumotlariga ko'ra, 2024-yilda dunyoda 132 mln tonna tola ishlab chiqarilgan, uning 59 foizi poliefir, 69 foizi esa sintetik tolalar hissasiga to'g'ri kelgan [17]. Sun'iy va kimyoviy tolalarning bozor tarkibidagi hukmron o'rni ular ishlab chiqarishni ta'minlovchi energiya tizimining tarmoq uglerod iziga ta'sirini belgilab beradi. Global tola bozorining asosiy ko'rsatkichlari 1-jadvalda keltirilgan (1-jadval).

1-jadval ma'lumotlari sun'iy tolalar ishlab chiqarishida qayta ishlangan xomashyo salohiyati hali to'liq ishga solinmaganini ko'rsatadi. Poliefir bo'yicha qayta ishlangan tola hajmi 9,3 mln tonnani, ya'ni 12,0 foizni tashkil etgan bo'lsa-da, muallif hisobiga ko'ra 68,4 mln tonna poliefir birlamchi xomashyodan olingan; sun'iy sellyuloza tolalarida qayta ishlangan xomashyo ulushi 1,1 foiz, poliamidda esa 2 foiz darajasida qolmoqda [17]. Barcha tolalar bo'yicha qayta ishlangan xomashyo ulushi 7,6 foizni, to'qimachilik chiqindilaridan qayta tiklangan tolalar ulushi esa 1 foizdan kamni tashkil etgan. L. Shen va hammualliflari aniqlagan 40-85 foizlik energiya tejami

[15] bilan birga ko'rib chiqilganda, ushbu tarkib innovatsion mexanizmlarning birinchi kanali, ya'ni birlamchi polimerni qayta ishlangan xomashyo bilan almashtirish, katta tejam zaxirasiga ega ekanini tasdiqlaydi. Ikkinchi kanal qayta ishlash jarayonining o'zini qayta tiklanuvchi energiya bilan ta'minlashdan iborat bo'lib, G. Sandin va G. Peters ko'rsatganidek [13], aynan shu shart qayta ishlashning ekologik ustunligini mustahkamlaydi.

1-jadval

2024-yilda global tola ishlab chiqarishning tarkibi va qayta ishlangan xomashyo ulushi¹

Tola turi	Ishlab chiqarish hajmi, mln tonna	Global bozordagi ulushi, foizda	Qayta ishlangan xomashyo ulushi, foizda
Poliefir	77,7	59	12,0
Poliamid	7,0	5	2,0
Sun'iy sellyuloza tolalari	8,4	6	1,1
shu jumladan viskoza	6,7	5	-
Paxta	24,5	19	-
Sintetik tolalar, jami	91,0	69	-
Barcha tolalar	132,0	100	7,6

O'zbekistonda sun'iy tolalar yo'nalishi tarmoq rivojlanishining strategik ustuvorligi sifatida belgilangan. "O'zbekiston - 2030" strategiyasida 400 ming tonna sun'iy va aralash tola ishlab chiqarishni yo'lga qo'yish, ip kalavani qayta ishlash darajasini 100 foizga yetkazish, qayta tiklanuvchi energiya manbalari quvvatini 25 ming MVtga va ularning jami iste'moldagi ulushini 40 foizga yetkazish hamda iqtisodiyot tarmoqlarining energiya samaradorligini 2 barobar oshirish maqsadlari bir hujjatda o'zaro bog'langan holda aks etgan [19]. Ushbu yondashuv tola ishlab chiqarishni kengaytirish va energiya tizimini yashillashtirish vazifalarini yagona strategik kontekstda hal etish imkonini beradi. Tarmoqning so'nggi ko'rsatkichlari 2-jadvalda umumlashtirilgan (2-jadval).

2-jadval ma'lumotlari tarmoqning barqaror o'sish yo'nalishini va sun'iy tolalar segmentining kengayish ko'lamini ko'rsatadi. 2026-yilda ishlab chiqarish hajmini 147 trln so'mga, eksportni 3,3 mlrd AQSh dollariga yetkazish, 207 ming tonna sintetik va aralash ip hamda 108 mln kv. m bo'yash quvvatlarini ishga tushirish mo'ljallangan [5]. Muallif hisob-kitobiga ko'ra, faqat 2026-yilda barpo etiladigan sintetik va aralash ip quvvatlari 2030-yilgi 400 ming tonnalik maqsadning 51,8 foiziga teng keladi. 2024-yilda eksportning qariyb 2,9 mlrd AQSh dollarini tashkil etgani va uning 1,237 mlrd AQSh dollari paxta ipiga to'g'ri kelgani [16] eksport tarkibini sun'iy tolalar asosidagi yuqori qo'shilgan qiymatli mahsulotlar hisobiga diversifikatsiya qilish salohiyatini ko'rsatadi. Yangi quvvatlarning loyihalash bosqichida bo'lishi integratsiya mexanizmlarini mavjud korxonalarni qayta jihozlashdan ko'ra ancha past xarajat bilan, dastlabki muhandislik yechimlariga kiritish imkoniyatini yaratadi.

¹ Manba: Textile Exchange tashkilotining 2025-yilgi tola bozori hisoboti [17].

2-jadval
O'zbekiston to'qimachilik sanoatining sun'iy tolalar yo'nalishiga oid ko'rsatkichlari¹

Ko'rsatkich	Amalda	Mo'ljal	Nisbiy ko'rsatkich, foizda
Ishlab chiqarish hajmi, trln so'm (2025-y. / 2026-y.)	134	147	9,7
Eksport, mlrd AQSh dollari (2025-y. / 2026-y.)	2,5	3,3	32,0
Sintetik va aralash ip yangi quvvatlari, ming tonna (2026-y.)	-	207	51,8
Bo'yash yangi quvvatlari, mln kv. m (2026-y.)	-	108	-
Sun'iy va aralash tola ishlab chiqarish, ming tonna (2030-y.)	-	400	-
To'qimachilik eksporti, mlrd AQSh dollari (2024-y.)	2,9	-	-
shu jumladan paxta ipi, mlrd AQSh dollari (2024-y.)	1,237	-	43

3-jadval
Sun'iy va kimyoviy tolalarni qayta ishlash bosqichlari bo'yicha integratsiya mexanizmlari²

Texnologik bosqich	Ustun energiya shakli	Integratsiya mexanizmi	Asosiy samara ko'rsatkichi
PET chiqindilarini mexanik qayta ishlash (yuqish, quritish, granulalash)	Elektr energiyasi, issiq suv	Tom quyosh stansiyasi, issiqlik nasosi	α_j , birlamchi polimer o'rnini bosish darajasi
Kimyoviy qayta ishlash (depolymerlash)	Yuqori haroratli jarayon issiqligi, elektr	Yashil xarid shartnomasi, qoldiq issiqlikni qayta tiklash	β_j , 1 tonna mahsulotga energiya sarfi
Eritmadan yigirish va cho'zish	Elektr energiyasi	Quyosh stansiyasi, yashil xarid shartnomasi, akkumulyatsiya	α_j , yuk grafigiga moslik
Teksturalash	Elektr energiyasi, past haroratli qoldiq issiqlik	Quyosh stansiyasi, qoldiq issiqlikdan foydalanish	α_j, β_j
Viskoza ishlab chiqarish (ho'l yigirish)	Bug', elektr	Issiqlik nasosi, quyosh kollektori, regeneratsiya	β_j , yoqilg'i tejami
Sintetik tolalarni bo'yash-pardozlash	Issiq suv va bug'	Quyosh kollektori, yuqori haroratli issiqlik nasosi, oqova suv issiqligini qayta tiklash	β_j , R ko'rsatkichi

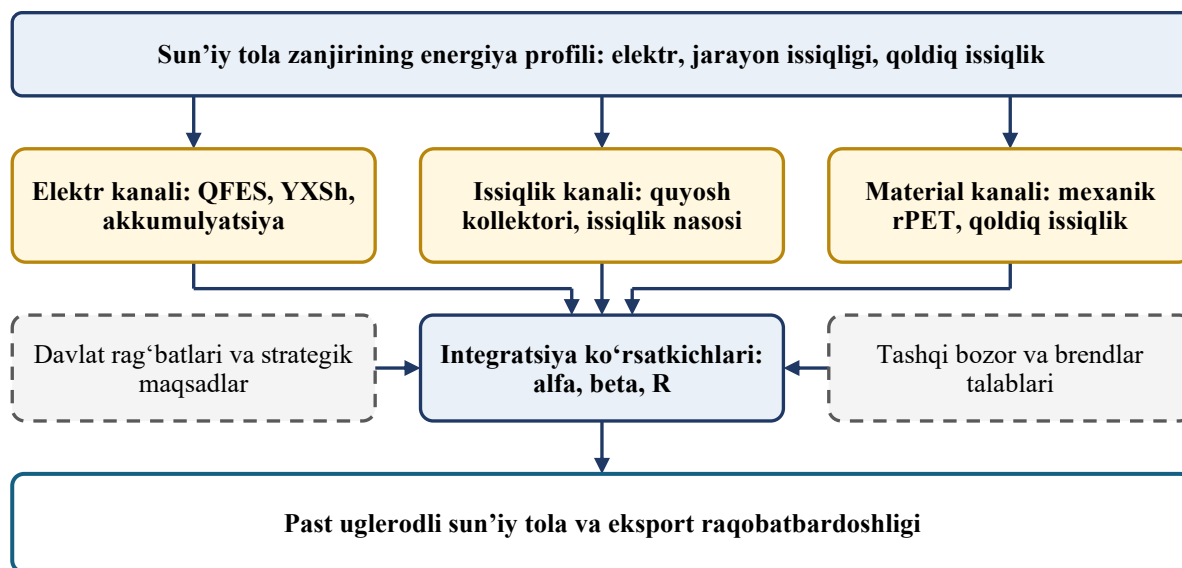
3-jadval integratsiya mexanizmlarining texnologik bosqichga qarab farqlanishini ko'rsatadi. Eritmadan yigirish, cho'zish va teksturalash bosqichlarida elektr energiyasi ustun bo'lgani uchun asosiy boshqaruv parametri α_j bo'lib, u tom va yer usti quyosh stansiyalari hamda uzoq muddatli xarid shartnomalari orqali oshiriladi. Bo'yash-

¹ Manba: tarmoqning 2025-yil yakunlari to'g'risidagi rasmiy ma'lumot [5], "O'zbekiston — 2030" strategiyasi [19], 2024-yil eksporti to'g'risidagi ma'lumot [16]; nisbiy ko'rsatkichlar muallif tomonidan hisoblangan.

² Manba: L. Shen va hammualliflari [15], A. Hasanbeygi va L. Prays [6], S. Kalogiru [8], K. Arpagaus va hammualliflari [1], K. Forman va hammualliflari [3] ishlari asosida muallif tomonidan tuzilgan.

pardozlash va viskoza ishlab chiqarishida issiqlik ustunlik qiladi: 60-260 °C oralig'idagi quyosh issiqligi [8] va 90-160 °C issiqlik beruvchi nasoslar [1] ushbu bosqichlarning past va o'rta haroratli talabini qoplash imkonini beradi. Qoldiq issiqlik oqimlarining katta qismi 100 °C dan past haroratda yuzaga kelishi [3] issiqlik nasoslarini qoldiq issiqlik bilan birlashtirishning texnik tomondan asoslaydi: nasos past haroratli oqimni jarayon uchun yaroqli darajaga ko'taradi. Kimyoviy qayta ishlash bosqichida esa energiya talabi yuqori bo'lgani sababli mexanik usulning ustunligi saqlanadi, kimyoviy usul faqat qayta tiklanuvchi energiya bilan ta'minlangan sharoitda iqtisodiy va ekologik jihatdan to'liq oqlanadi.

Integratsiyaning iqtisodiy shart-sharoitlari so'nggi yillarda sezilarli yaxshilandi. Xalqaro qayta tiklanuvchi energiya agentligi ma'lumotlariga ko'ra, 2024-yilda quyosh fotoelektr energiyasining global o'rtacha tortilgan keltirilgan qiymati 0,043 AQSh dollari/kVt·soatni, quruqlikdagi shamol energiyasini 0,034 AQSh dollari/kVt·soatni tashkil etgan, quyosh energiyasining keltirilgan qiymati 2010-yilga nisbatan 90 foizga pasaygan, yangi ishga tushirilgan yirik qayta tiklanuvchi quvvatlarning 91 foizi eng arzon yangi qazilma yoqilg'i muqobilidan past narxda energiya yetkazib bergan [7]. Milliy darajada 2023-yilda qayta tiklanuvchi energiyani jadal joriy etish to'g'risidagi Qarorda umumiy quvvati 4 300 MVt bo'lgan qurilmalarni, shu jumladan binolarda 1 200 MVt quyosh panellarini o'rnatish, 100 kVtgacha bo'lgan qurilmalar uchun uch yillik, kamida 25 foizli akkumulyatsiya tizimi mavjud bo'lganda o'n yillik soliq imtiyozlari hamda qayta tiklanuvchi energiyani iste'molchilarga o'zaro kelishilgan narxlarda uzoq muddatli shartnomalar asosida sotish imkoniyati belgilangan [20]. Ushbu institutsional asos sun'iy tola korxonalari uchun ham o'z ehtiyojidagi generatsiya, ham tashqi xarid shartnomalari modelini qo'llash imkonini beradi.



1-rasm. Sun'iy tolalar ishlab chiqarishida energiya integratsiyasi modeli¹

¹ Manba: 1-3-jadvallar tahlili, L. Shen va hammualliflari [15] hamda R. Frosh va N. Gallopulos [4] konsepsiyalari asosida muallif ishlanmasi.

Izoh: strelkalar ta'sir yo'nalishini bildiradi; QFES - quyosh fotoelektr stansiyasi; YXSh - yashil elektr xarid shartnomasi; rPET - qayta ishlangan PET; α va β - (1) formuladagi elektr va issiqlikni qayta tiklanuvchi manbalar bilan qoplash ulushlari; R - (2) formuladagi integratsiya darajasi.

Tashqi bozor talablari integratsiyani raqobatbardoshlik omiliga aylantiradi. Yevropa Ittifoqining 2022-yil 30-martda qabul qilingan strategiyasida 2030-yilga qadar Ittifoq bozoriga chiqariladigan barcha to'qimachilik mahsulotlari uzoq muddatli, ta'mirlanadigan, qayta ishlanadigan va katta qismi qayta ishlangan tolalardan tayyorlangan bo'lishi maqsad qilingan, to'qimachilik iste'moli esa atrof-muhit va iqlimga ta'siri bo'yicha oziq-ovqat, uy-joy va transportdan keyingi to'rtinchi o'rinda ekani qayd etilgan [2]. Poliefir global bozorining 59 foizini egallashi va uning asosiy qismi birlamchi xomashyodan olinishi [17] sharoitida qayta ishlangan PET tolasini qayta tiklanuvchi energiya asosida ishlab chiqarish O'zbekiston korxonalariga Yevropa bozori va xalqaro brendlarning uglerod izi talablariga muvofiq mahsulot taklif etish imkonini beradi. Tahlil natijalari 1-rasmda keltirilgan konseptual modelga umumlashtirildi (1-rasm).

1-rasmdagi model integratsiyani to'rt bosqichli tizim sifatida ifodalaydi. Birinchi bosqichda sun'iy tola ishlab chiqarish zanjiri elektr, jarayon issiqligi va qoldiq issiqlik talabi bo'yicha tavsiflanadi. Ikkinchi bosqichda uch guruh mexanizm qo'llanadi: elektr kanalida quyosh stansiyalari va yashil xarid shartnomalari, issiqlik kanalida quyosh kollektorlari va yuqori haroratli issiqlik nasoslari, material kanalida qoldiq issiqlikni qayta tiklash bilan uyg'unlashgan mexanik rPET texnologiyasi. Uchinchi bosqichda davlat rag'batlari, strategik maqsadlar va tashqi bozor talablari mexanizmlarning qo'llanish ko'lamini kengaytiruvchi omillar sifatida ta'sir ko'rsatadi. To'rtinchi bosqichda natija α , β va R ko'rsatkichlarining o'sishi, uglerod izining qisqarishi va eksport raqobatbardoshligining mustahkamlanishi orqali ifodalanadi. Modelning nazariy ahamiyati sanoat ekologiyasi va aylanma iqtisodiyot tamoyillarini energiya manbai tanlovi bilan bir tizimga birlashtirishida, amaliy ahamiyati esa investitsiyalarni eng yuqori samara beradigan bosqichga yo'naltirish imkonini berishida namoyon bo'ladi.

XULOSA VA TAKLIFLAR

O'tkazilgan tahlil sun'iy va kimyoviy tolalar ishlab chiqarishining ekologik va iqtisodiy samaradorligi xomashyo turi bilan bir qatorda jarayonlarni ta'minlovchi energiya manbai bilan belgilanishini ko'rsatdi. Global tola bozorida sintetik tolalarning 69 foizlik ulushi va qayta ishlangan xomashyoning 7,6 foizlik darajasi birlamchi polimerni qayta ishlangan xomashyo bilan almashtirish va jarayonlarni qayta tiklanuvchi energiyaga o'tkazishdan iborat ikki kanalning katta salohiyatga ega ekanini tasdiqlaydi. Taklif etilgan uglerod izi va integratsiya darajasi ko'rsatkichlari elektr va issiqlik kanallarini alohida boshqarish, texnologik bosqichlarni esa harorat talabiga mos texnologiyalar bilan ta'minlash imkonini beradi. O'zbekistonda "O'zbekiston - 2030" strategiyasi va qayta tiklanuvchi energiyani jadal joriy etish bo'yicha Qaror tarmoq korxonalari uchun mustahkam institutsional asos yaratgan, 2026-yilda rejalashtirilgan sintetik va aralash ip quvvatlari esa integratsiya mexanizmlarini yangi korxonalarning loyihaviy yechimlariga kiritish uchun qulay imkoniyat hisoblanadi.

Tahlil natijalariga asoslanib quyidagi takliflar ilgari suriladi.

1. Sun'iy va aralash tola ishlab chiqaruvchi yangi korxonalarining loyiha hujjatlarida elektr va issiqlik energiyasining qayta tiklanuvchi manbalar hisobiga qoplanish ulushini hamda (2) formula bo'yicha integratsiya darajasini maqsadli ko'rsatkich sifatida belgilash maqsadga muvofiq.

2. PET chiqindilarini yig'ish tizimini rivojlantirish va mexanik qayta ishlash quvvatlarini tom quyosh stansiyalari bilan birgalikda loyihalash orqali qayta ishlangan poliefir tolasi ishlab chiqarishni kengaytirish zarur.

3. Bo'yash-pardozlash va viskoza ishlab chiqarish korxonalarida quyosh kollektorlari, yuqori haroratli issiqlik nasoslari va oqova suv issiqligini qayta tiklash tizimlarini kompleks joriy etishni imtiyozli kredit resurslari hisobiga qo'llab-quvvatlash tavsiya etiladi.

4. Uzlaksiz ishlaydigan yigirish korxonalari uchun qayta tiklanuvchi energiya ishlab chiqaruvchilar bilan uzoq muddatli to'g'ridan-to'g'ri xarid shartnomalarining namunaviy shaklini ishlab chiqish energiya narxining barqarorligini ta'minlaydi.

5. Tarmoq korxonalarida tola mahsulotining uglerod izini (1) formula asosida hisoblash va xalqaro brendlar talablariga mos raqamli hisobot tizimini joriy etish eksport salohiyatini oshiradi.

Takliflarning amalga oshirilishi sun'iy tolalar ishlab chiqarishining energiya xarajatlarini pasaytiradi, mahsulotning uglerod izini qisqartiradi va O'zbekiston to'qimachilik sanoatining xalqaro qiymat zanjirlaridagi o'rnini mustahkamlaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Arpagaus, C., Bless, F., Uhlmann, M., Schiffmann, J., & Bertsch, S. S. (2018). High temperature heat pumps: Market overview, state of the art, research status, refrigerants, and application potentials. *Energy*, 152, 985-1010. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.03.166>

2. European Commission. (2022). EU Strategy for Sustainable and Circular Textiles (COM(2022) 141 final). Brussels, 30.3.2022. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52022DC0141>

3. Forman, C., Muritala, I. K., Pardemann, R., & Meyer, B. (2016). Estimating the global waste heat potential. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 57, 1568-1579. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.192>

4. Frosch, R. A., & Gallopoulos, N. E. (1989). Strategies for manufacturing. *Scientific American*, 261(3), 144-152. <https://doi.org/10.1038/scientificamerican0989-144>

5. Government Portal of the Republic of Uzbekistan. (2025, December 24). Results of 2025 in the textile industry and priority tasks for the future are reviewed. <https://gov.uz/en/news/view/113651>

6. Hasanbeigi, A., & Price, L. (2012). A review of energy use and energy efficiency technologies for the textile industry. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(6), 3648-3665. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.03.029>

7. IRENA. (2025). Renewable Power Generation Costs in 2024. Abu Dhabi: International Renewable Energy Agency. <https://www.irena.org/>

[/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2025/Jul/IRENA_TEC_RPGC_in_2024_Summary_2025.pdf](#)

8. Kalogirou, S. (2003). The potential of solar industrial process heat applications. *Applied Energy*, 76(4), 337-361. [https://doi.org/10.1016/S0306-2619\(02\)00176-9](https://doi.org/10.1016/S0306-2619(02)00176-9)

9. Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 221-232. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>

10. Niinimäki, K., Peters, G., Dahlbo, H., Perry, P., Rissanen, T., & Gwilt, A. (2020). The environmental price of fast fashion. *Nature Reviews Earth & Environment*, 1(4), 189-200. <https://doi.org/10.1038/s43017-020-0039-9>

11. Peters, G., Li, M., & Lenzen, M. (2021). The need to decelerate fast fashion in a hot climate - A global sustainability perspective on the garment industry. *Journal of Cleaner Production*, 295, 126390. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126390>

12. Qorbanian, R., Löhdorf, N., & Wozabal, D. (2025). Valuation of power purchase agreements for corporate renewable energy procurement. *European Journal of Operational Research*, 326(3), 530-543. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2025.05.054>

13. Sandin, G., & Peters, G. M. (2018). Environmental impact of textile reuse and recycling - A review. *Journal of Cleaner Production*, 184, 353-365. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.266>

14. Shen, L., Worrell, E., & Patel, M. K. (2010a). Environmental impact assessment of man-made cellulose fibres. *Resources, Conservation and Recycling*, 55(2), 260-274. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2010.10.001>

15. Shen, L., Worrell, E., & Patel, M. K. (2010b). Open-loop recycling: A LCA case study of PET bottle-to-fibre recycling. *Resources, Conservation and Recycling*, 55(1), 34-52. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2010.06.014>

16. Tashkent Times. (2025, March 4). Uzbekistan's textile product exports at US\$ 3 billion in 2024. <https://tashkenttimes.uz/economy/14793-uzbekistan-s-textile-product-exports-at-us-3-billion-in-2024>

17. Textile Exchange. (2025). Materials Market Report 2025. <https://textileexchange.org/app/uploads/2025/09/Materials-Market-Report-2025.pdf>

18. van der Velden, N. M., Patel, M. K., & Vogtländer, J. G. (2014). LCA benchmarking study on textiles made of cotton, polyester, nylon, acryl, or elastane. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 19(2), 331-356. <https://doi.org/10.1007/s11367-013-0626-9>

19. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 11-sentabr PF-158-son "«O'zbekiston - 2030» strategiyasi to'g'risida"gi Farmoni. <https://lex.uz/docs/-6600413>

20. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 16-fevral PQ-57-son "2023-yilda qayta tiklanuvchi energiya manbalarini va energiya tejovchi texnologiyalarni joriy etishni jadallashtirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi Qarori. <https://lex.uz/docs/-6385716>



Marketing

ilmiy, amaliy va ommabop jurnali

Muharrir:
Ingliz tili muharriri:
Rus tili muharriri:
Musahhih:
Sahifalovchi va dizaynerlar:

Turobova Hulkar Rustamovna
Oripov Mahmud Ashurovich
Xidirova Gavxar Rustamovna
Qudratov Aziz Dehqonboyevich
Sadikov Shoxrux Shuxratovich
Abidjonov Nodirbek Odijon o'g'li

2026-YIL, 24-25-SENTABR, MAXSUS-SON, V-VI-SEKSIYALAR

© Materiallar ko'chirib bosilganda "Marketing" ilmiy, amaliy va ommabop jurnali manba sifatida ko'rsatilishi shart. Jurnalda bosilgan material va reklamalardagi dalillarning aniqligiga mualliflar mas'ul. Tahririyat fikri har vaqt ham mualliflar fikriga mos kelavermasligi mumkin. Tahririyatga yuborilgan materiallar qaytarilmaydi.

Mazkur jurnalda maqolalar chop etish uchun quyidagi havolalarga murojaat qilish mumkin. Ilmiy maqola, ommabop maqola, reklama, hikoya va boshqa ilmiy-ijodiy materiallar yuborishingiz mumkin.

Materiallar va reklamalar pullik asosda chop etiladi.

Elektron pochta: info@marketingjournal.uz
Bot: [@marketinjournalbot](https://t.me/@marketinjournalbot)
Tel.: +99890 5125464, +998939266610

Jurnalning rasmiy sayti: <https://marketingjournal.uz>

Marketing jurnali O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi **Oliy attestatsiya komissiyasi** rayosatining 2024-yil 04-oktabrdagi 362/5 sonli qarori bilan milliy ilmiy nashrlar ro'yxatiga kiritilgan



"Marketing" ilmiy, amaliy va ommabop jurnali 2024-yil 15-martdan O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Administratsiyasi huzuridagi Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligi tomonidan **C-5669517** reyestr raqami tartibi bo'yicha ro'yxatdan o'tkazilgan. **Litsenziya raqami: №240874**



"Marketing" ilmiy, amaliy va ommabop jurnalining xalqaro darajasi: **9710**. GOCT 7.56-2002 "Seriya nashrlarning xalqaro standart raqamlanishi" davlatlaro standartlari talablari. **Berilgan ISSN tartib raqami: 3060-4621**