

KANOP TOLASINI TITISH–TOZALASH JARAYONIDA TISHLI VALLAR GEOMETRIK PARAMETRLARINING TOLAGA TA’SIRINI O’RGANISH

*Urunov Bekjon Jovli o’g’li¹,
Elmanov Abbos Begmat o’g’li¹,
O’rozov Mustaqul Qulto’rayevich²*

¹Qarshi davlat texnika universiteti

²Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti

Annotatsiya: Mazkur maqolada kanop tolasini titish–tozalash jarayonida qo’llaniladigan tishli vallar geometrik parametrlarining (tish balandligi, ishchi burchagi va tishlar orasidagi masofa) tolalarning mexanik holati hamda sifat ko’rsatkichlariga ta’siri eksperimental ravishda o’rganilgan. Tadqiqotda kanop tolasini va metall ishchi yuzalar o’rtasidagi ishqalanish hamda deformatsiya jarayonlari mexanik model asosida tahlil qilinib, laboratoriya sharoitida o’tkazilgan tajribalar bilan tasdiqlangan. Natijalar shuni ko’rsatdiki, tish balandligining ortishi tolalarning uzilish darajasini keskin oshiradi, tish burchagining optimal diapazoni (20–25°) tolalar uzunligini saqlashda muhim ahamiyat kasb etadi, tishlar orasidagi masofaning ortishi esa tolalar sirtidagi shikastlanish darajasini kamaytiradi. Eksperimental natijalar ishqalanishga asoslangan mexanik o’zaro ta’sir modeli bilan mos kelib, tolalar shikastlanishida ishqalanish koeffitsienti va tishning tolaga botish chuqurligi hal qiluvchi omillar ekanligini tasdiqlaydi. Amaliy jihatdan maqolada tishli vallar parametrlarini optimal tanlash orqali titish–tozalash jarayonining energiya samaradorligini oshirish va kanop tolasini sifatini yaxshilash imkoniyatlari asoslab berilgan.

Kalit so’zlar: kanop tolasini, titish–tozalash, tishli vallar, geometriya, ishqalanish, tolalar shikastlanishi.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЗУБЧАТЫХ ВАЛОВ НА ВОЛОКНО В ПРОЦЕССЕ ТРЕПАНИЯ–ОЧИСТКИ КОНОПЛИ

Урунов Бекжон Жовли угли¹, Элманов Аббос Бегмат угли¹,

Урозов Мустафокул Култураевич²

¹Каршинский государственный технический университет

²Термезский государственный университет инженерии и агротехнологий

Аннотация: В данной статье экспериментально исследовано влияние геометрических параметров зубчатых валов (высота зуба, рабочий угол и расстояние между зубьями), применяемых в процессе трепания–очистки

конопляного волокна, на механическое состояние и качественные показатели волокон. В работе проанализированы процессы трения и деформации, возникающие при взаимодействии конопляных волокон с металлическими рабочими поверхностями, с использованием механической модели и их экспериментального подтверждения в лабораторных условиях. Результаты показали, что увеличение высоты зуба приводит к резкому росту степени обрыва волокон, оптимальный диапазон рабочего угла ($20\text{--}25^\circ$) обеспечивает наилучшее сохранение длины волокон, а увеличение расстояния между зубьями способствует снижению степени поверхностных повреждений волокон. Полученные экспериментальные данные согласуются с механической моделью, основанной на законах трения, и подтверждают, что коэффициент трения и глубина внедрения зуба в волокнистую массу являются определяющими факторами повреждаемости волокон. С практической точки зрения в статье обоснована возможность повышения энергоэффективности процесса трепания–очистки и улучшения качества конопляного волокна за счёт оптимального выбора параметров зубчатых валов.

Ключевые слова: конопляное волокно, трепание–очистка, зубчатые валы, геометрия, трение, повреждение волокон.

STUDY OF THE INFLUENCE OF GEOMETRIC PARAMETERS
OF TOOTHED ROLLERS ON FIBER DURING THE HEMP
SCUTCHING–CLEANING PROCESS

Urunov Bekjon¹, Elmanov Abbos¹, Urozov Mustafokul²

¹Karshi State Technical University

² Termez State University of Engineering and Agrotechnologies

Abstract: This article presents an experimental study on the influence of the geometric parameters of toothed rollers (tooth height, working angle, and spacing between teeth) used in the hemp fiber scutching–cleaning process on the mechanical behavior and quality indicators of the fibers. The friction and deformation processes occurring during the interaction between hemp fibers and metallic working surfaces were analyzed based on a mechanical model and validated through laboratory experiments. The results showed that an increase in tooth height leads to a significant rise in fiber breakage. An optimal working angle range of $20\text{--}25^\circ$ ensures better preservation of fiber length, while increasing the spacing between teeth reduces the degree of surface damage to the fibers. The experimental findings are consistent with the friction-based mechanical interaction model and confirm that the coefficient of friction and the depth of tooth penetration into the fiber mass are the key factors influencing fiber damage. From a practical perspective, the study substantiates the

possibility of improving the energy efficiency of the scutching–cleaning process and enhancing hemp fiber quality through the optimal selection of toothed roller parameters.

Keywords: hemp fiber, scutching–cleaning process, toothed rollers, geometry, friction, fiber damage

1. Kirish

So‘nggi yillarda tabiiy va qayta tiklanuvchi tolalarga bo‘lgan talabning ortishi kanop tolasini to‘qimachilik, kompozit materiallar, qurilish va texnik mahsulotlar ishlab chiqarishda istiqbolli xomashyo sifatida qayta ko‘rib chiqishga sabab bo‘lmoqda. Kanop tolasini yuqori mustahkamlik, past zichlik, ekologik tozaligi va qayta ishlash imkoniyatlari bilan ajralib turadi[1],[2]. Biroq kanop tolasini sifatining yakuniy mahsulot talablariga mosligi ko‘p jihatdan uning mexanik qayta ishlash texnologiyasiga, xususan titish–tozalash jarayonining samaradorligiga bog‘liq[3].

Kanop tolalarini dastlabki mexanik qayta ishlash jarayonida titish–tozalash bosqichi asosiy texnologik operatsiyalardan biri hisoblanadi. Ushbu jarayonda tolalar poyadan ajratiladi, yog‘ochsimon qoldiqlar (shivlar)dan tozalanadi hamda keyingi qayta ishlash bosqichlari uchun mos holatga keltiriladi [2],[4]. Amaliyot shuni ko‘rsatadiki, titish–tozalash jarayonida yuzaga keladigan asosiy muammo tolalarning uzilishi, qisqarishi va sirtining shikastlanishi bo‘lib, bu holatlar mahsulot sifatining pasayishiga olib keladi[5]. Mazkur kamchiliklar ko‘p hollarda ishlatilayotgan uskunalarning konstruktiv yechimlari va ishchi organlar parametrlarining yetarlicha asoslanmaganligi bilan bog‘liq[6].

Titish–tozalash uskunalari asosiy ishchi organ sifatida tishli vallar keng qo‘llaniladi. Ushbu vallar tolalar bilan bevosita mexanik aloqada bo‘lib, ularning geometriyasi (tish balandligi, burchagi, zichligi va joylashuvi) tolalarga ta‘sir etuvchi kuchlarning xarakterini belgilaydi[7]. Tishli vallar geometriyasining noto‘g‘ri tanlanishi tolalar bilan metall yuzalar o‘rtasida yuqori ishqalanish kuchlarini yuzaga keltirib, energiya sarfining oshishiga va tolalar shikastlanishining kuchayishiga olib keladi[8]. Shuning uchun tishli vallar parametrlarini mexanik va energetik jihatdan asoslash muhim ilmiy-texnik vazifa hisoblanadi[9].

Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, kanop tolasini va metall ishchi yuzalar o‘rtasidagi ishqalanish koeffitsienti tolalarning holatiga, xususan namlik darajasiga sezilarli darajada bog‘liq[10]. Berzins va hammualliflar tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda quruq kanop tolasini uchun ishqalanish koeffitsienti o‘rtacha 0,13 ga teng bo‘lsa, nam tolalarda ushbu ko‘rsatkich 0,59 gacha oshishi aniqlangan [8]. Bu esa titish–tozalash jarayonida ishqalanish kuchlarining keskin ortishiga, natijada kesish va ajratish energiyasining ko‘payishiga sabab bo‘lishini ko‘rsatadi. Shu bilan birga, tishli vallar geometriyasi ishqalanish kuchlarining taqsimlanishiga bevosita ta‘sir etadi, biroq mazkur bog‘liqlik ko‘plab tadqiqotlarda yetarlicha chuqur o‘rganilmagan.

Mavjud ilmiy ishlarda kanop tolalarining umumiy fizik-mexanik xossalari, tolni poyadan ajratib olish va dastlabki qayta ishlash texnologiyalari keng yoritilgan bo'lsada[1],[4] titish–tozalash jarayonida aynan tishli vallar geometriyasining tolalarga ta'siri bo'yicha eksperimental tadqiqotlar cheklangan. Aksariyat hollarda tadqiqotlar umumiy texnologik tavsiyalar bilan chegaralanib, aniq konstruktiv parametrlar va ularning tolalar sifati bilan bog'liqligi yetarlicha asoslanmagan[11]. Shu munosabat bilan ushbu maqolaning maqsadi kanop tolasini titish–tozalash jarayonida qo'llaniladigan tishli vallar geometriyasining tolalarning mexanik holati va sifat ko'rsatkichlariga ta'sirini eksperimental usulda tadqiq etishdan iborat. Tadqiqot natijalari asosida tishli vallar parametrlarini asoslash orqali tolalar shikastlanishini kamaytirish va titish–tozalash uskunalarning energiya samaradorligini oshirish imkoniyatlari aniqlanadi.

2. Tadqiqot obyekti va metodikasi

2.1. Tadqiqot obyekti

Mazkur tadqiqotning obyekti kanop tolasini dastlabki mexanik qayta ishlash bosqichida, xususan **titish–tozalash jarayonida** qo'llaniladigan **tishli vallar** hamda ularning ishchi yuzasi bilan kanop tolalari o'rtasida yuzaga keladigan **mexanik o'zaro ta'sir** jarayonidir. Tadqiqotda tolalarning deformatsiyalanishi, ishqalanishi, egilishi va uzilishi bilan bog'liq hodisalar eksperimental jihatdan o'rganildi.

Adabiyotlarda ko'rsatilishicha, kanop tolasini sifating yakuniy mahsulot talablariga mosligi ko'p jihatdan uning xom poyadan dastlabki ajratish bosqichidagi mexanik ta'sir intensivligiga bog'liq bo'lib, aynan titish–tozalash jarayoni tolalar uzunligi, sirt holati va shikastlanish darajasini belgilovchi asosiy bosqich hisoblanadi [2],[3]. Shu sababli tadqiqot obyekti sifatida aynan titish–tozalash uskunalarda ishlatiladigan tishli vallar tanlandi.

2.2. Tishli vallar geometrik parametrlarining tavsifi

Titish–tozalash mashinalarida tishli vallar tolalarni ushlab olish, ajratish va harakat yo'nalishini shakllantirish vazifasini bajaradi. Ushbu jarayonda tolalarga ta'sir etuvchi mexanik kuchlarning miqdori va taqsimlanishi bevosita tishli vallar geometriyasiga bog'liq. Mazkur tadqiqotda quyidagi asosiy geometrik parametrlar tahlil qilindi:

- **tish balandligi** (h),
- **tishning ishchi burchagi** (α),
- **tishlar orasidagi masofa** (s).

Zimniewska va hammualliflarning tadqiqotlariga ko'ra, tish balandligining ortishi tolalarning ishchi yuzaga botish chuqurligini oshirib, deformatsiya va uzilish ehtimolini kuchaytiradi, tish burchagi esa normal va tangensial kuchlar nisbatini belgilaydi[1],[4]. Tishlar orasidagi masofaning kamayishi tolalarning takroriy mexanik ta'sirga uchrashiga olib kelib, ularning o'rtacha uzunligini qisqartiradi.

2.3. Ishqalanish va mexanik o'zaro ta'sir modeli

Kanop tolalari bilan tishli vallar ishchi yuzasi o'rtasidagi o'zaro ta'sir jarayoni asosan **ishqalanish va deformatsiya mexanikasi** bilan tavsiflanadi. Berzins va hammualliflar tomonidan taklif etilgan mexanik yondashuvga muvofiq, titish jarayonida tishli vallarning yon sirtida hosil bo'ladigan ishqalanish kuchi quyidagi ifoda bilan aniqlanadi [8]:

$$F_{fs} = \frac{\sigma_b \cdot l \cdot h \cdot f}{\cos \alpha}$$

bu yerda: F_{fs} - tishli val tishining yon sirtida hosil bo'ladigan ishqalanish kuchi, N; σ_b - kanop tolalarining uzilish kuchlanishi, MPa; l - deformatsiyalanayotgan tola uzunligi, m; h - tishning tolaga botish chuqurligi, m; f - kanop tolasi va metall ishchi yuzasi o'rtasidagi ishqalanish koeffitsienti; α - tishning ishchi burchagi, gradus.

Mazkur modeldan ko'rinadiki, tish balandligi (h) va ishqalanish koeffitsienti (f) ortishi ishqalanish kuchlarini sezilarli darajada oshiradi. Berzins va Kakitis tomonidan o'tkazilgan eksperimental tadqiqotlarda quruq kanop tolasi uchun ishqalanish koeffitsienti $f \approx 0,13$, nam tolalar uchun esa $f \approx 0,59$ ga yetishi aniqlangan [8],[12]. Bu holat titish–tozalash jarayonida nam tolalar bilan ishlash energiya sarfini keskin oshirishini ko'rsatadi.

2.4. Tajriba metodikasi

Eksperimental tadqiqotlar titish–tozalash jarayonini modellashtiruvchi laboratoriya tajriba stendida olib borildi. Tajribalar davomida tishli vallar geometrik parametrlari ketma-ket o'zgartirilib, ularning tolalar holatiga ta'siri baholandi. Baholash mezonlari sifatida quyidagi ko'rsatkichlar tanlandi:

- **tolalarning uzilish darajasi,**
- **o'rtacha tolalar uzunligi,**
- **tolalar sirtining shikastlanish darajasi.**

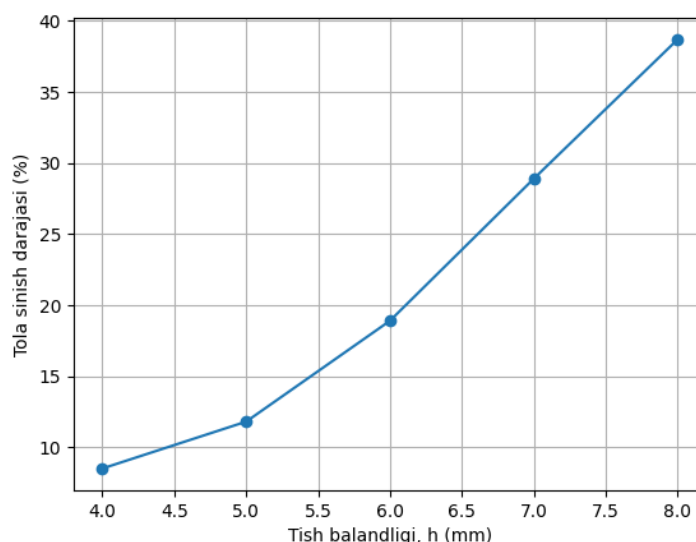
Tolalar uzunligini baholashda Mariz va Baley tomonidan tavsiya etilgan statistik yondashuvlar qo'llanildi[1],[4]. Har bir tajriba kamida uch marotaba takrorlanib, natijalarning takrorlanuvchanligi ta'minlandi. Olingan natijalar taqqoslama va tahliliy usullar yordamida qayta ishlanildi.

Mazkur tadqiqotda tolalarning namligi, fermentativ yoki kimyoviy ishlov ta'siri alohida o'rganilmadi. Tadqiqot faqat **mexanik omillar** — tishli vallar geometriyasi va ishqalanish hodisalariga qaratildi. Bu yondashuv tishli vallar parametrlarini mexanik jihatdan asoslash va keyingi optimallashtirish tadqiqotlari uchun zarur ilmiy asos yaratadi[2].

3. Natijalar va muhokama

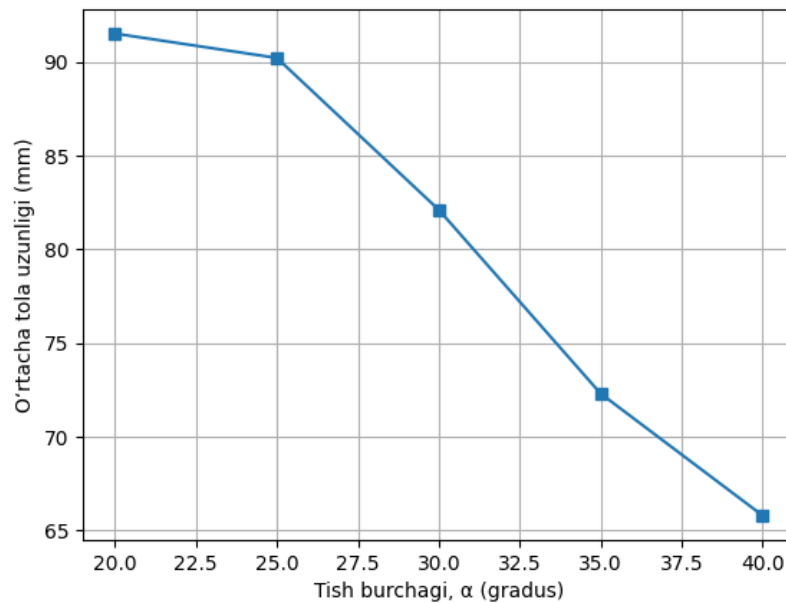
Eksperimental tadqiqotlar natijalari tishli vallar tish balandligining kanop tolalarining uzilish darajasiga sezilarli ta'sir ko'rsatishini aniqladi. **1-rasmda** tish

balandligi (h) ortishi bilan tolalar uzilish darajasining keskin oshishi kuzatiladi. 4–5 mm diapazonda tolalar uzilish darajasi nisbatan past bo‘lib, mexanik ta‘sir yumshoq xarakterga ega ekanligi aniqlandi. Biroq tish balandligi 6 mm dan yuqori qiymatlarga oshirilganda tolalar uzilish darajasi keskin ortib, 8 mm da maksimal qiymatlarga yetdi. Bu holat tishning tolaga botish chuqurligi ortishi natijasida deformatsiya kuchlarining oshishi bilan izohlanadi. Ushbu natijalar Berzins va hammualliflar tomonidan taklif etilgan ishqalanish modeli bilan mos keladi, unga ko‘ra ishqalanish kuchi tish balandligiga to‘g‘ri proporsional bo‘ladi [8]. Shuningdek, Mariz va hammualliflar mexanik qayta ishlashda haddan tashqari intensiv ta‘sir tolalar sifatining yomonlashishiga olib kelishini ta‘kidlagan [1].



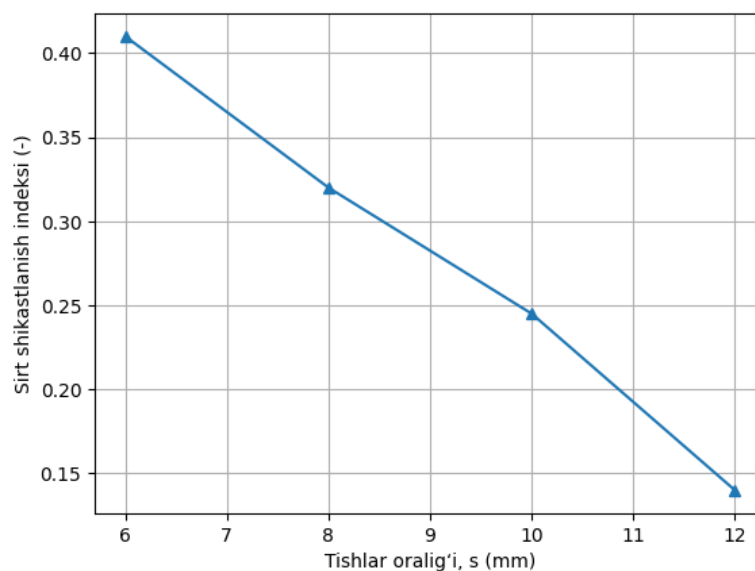
1-rasm. Tish balandligining kanop tolalari uzilish darajasiga ta‘siri.

2-rasmda tishli vallarning ishchi burchagi (α) o‘zgarishi bilan kanop tolalarining o‘rtacha uzunligi qanday o‘zgarishi ko‘rsatilgan. Natijalarga ko‘ra, tish burchagi 20–25° diapazonda bo‘lganda tolalar uzunligi eng yuqori qiymatlarda saqlanib qolgan. Tish burchagining 30° dan yuqori qiymatlarida tolalar uzunligining sezilarli qisqarishi kuzatildi. Bu holat tish burchagi ortishi bilan tolalarga ta‘sir etuvchi tangensial kuchlarning ortishi va tolalarning uzilish ehtimolining oshishi bilan bog‘liq. Baley va hammualliflar tabiiy tolalar bilan ishlashda keskin mexanik burchaklarning tolalar yaxlitligini buzishini qayd etgan [12].



2-rasm. Tish burchagining tolalar uzunligini saqlash darajasiga ta'siri.

Shu sababli, titish–tozalash jarayonida tolalar uzunligini maksimal darajada saqlash uchun tish burchagini $20\text{--}30^\circ$ oralig'ida tanlash maqsadga muvofiq deb topildi.



3-rasm. Tishlar orasidagi masofaning tolalar sirt shikastlanishiga ta'siri

Tishlar orasidagi masofa (s) tolalarning ishchi organ bilan necha marotaba o'zaro ta'sirga kirishishini belgilovchi muhim parametr hisoblanadi. **3.3-rasm**da tishlar orasidagi masofa ortishi bilan tolalar sirtining shikastlanish darajasi sezilarli darajada kamaygani ko'rinadi. 6 mm masofada tolalar sirtida sezilarli shikastlanish kuzatilgan bo'lsa, 10–12 mm diapazonda sirt buzilish darajasi minimal qiymatlarga yetgan. Bu natija tolalarning kamroq takroriy mexanik ta'sirga uchrashi bilan izohlanadi. Ushbu holat Angulu va Gusovius tomonidan keltirilgan mexanik qayta ishlash samaradorligi va tolalar sirt sifati o'rtasidagi bog'liqlik bilan mos keladi [2].

4. Xulosa

Mazkur tadqiqotda kanop tolasini titish–tozalash jarayonida **tishli vallar geometriyasining** tolalarning mexanik xatti-harakati va sifat ko‘rsatkichlariga ta’siri eksperimental ravishda o‘rganildi. Olingan natijalar asosida quyidagi xulosalar chiqarildi:

1. **Tish balandligi** tolalar yaxlitligiga sezilarli ta’sir ko‘rsatuvchi asosiy parametr ekanligi aniqlandi. Tish balandligi ortishi bilan tolalarga ta’sir etuvchi ishqalanish va deformatsiya kuchlari kuchayib, tolalar uzilish darajasining oshishiga olib keladi. Haddan tashqari katta tish balandligi tolalar shikastlanishini keskin kuchaytiradi.

2. **Tishning ishchi burchagi** tolalar uzunligini saqlash darajasiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Kichik burchak qiymatlarida ($20\text{--}25^\circ$) mexanik ta’sir nisbatan yumshoq bo‘lib, tolalar uzunligi yaxshiroq saqlanadi, burchak ortishi bilan esa tangensial kuchlarning oshishi tolalar qisqarishini tezlashtiradi.

3. **Tishlar orasidagi masofa** tolalar sirtining holatini belgilovchi muhim omil hisoblanadi. Tishlar orasidagi masofa oshirilganda tolalarning takroriy mexanik ta’sirga uchrashi kamayadi va natijada sirt shikastlanishi sezilarli darajada kamayadi. Kichik masofalarda esa tolalar sirtida nuqsonlar ko‘proq kuzatiladi.

4. Eksperimental natijalar **ishqalanishga asoslangan mexanik o‘zaro ta’sir modeli** bilan sifat jihatidan mos kelib, tolalar shikastlanishida ishqalanish koeffitsienti va tishning tolaga botish chuqurligi hal qiluvchi omillar ekanligini tasdiqladi.

5. Amaliy nuqtai nazardan, **o‘rtacha tish balandligi, kichik tish burchagi va yetarli tishlar orasidagi masofa** kombinatsiyasi titish–tozalash jarayonida tolalar sifatini yaxshilash va mexanik shikastlanishni kamaytirish imkonini beradi.

Mazkur tadqiqotning ilmiy hissasi shundan iboratki, unda tishli vallar geometriyasining kanop tolalariga ta’siri eksperimental ravishda miqdoriy baholanib, mavjud adabiyotlarda yetarlicha yoritilmagan mexanik–parametrik bog‘liqliklar aniqlashtirildi.

Adabiyotlar:

- [1] G. Franz, P. Vantomme, and M. H. Hassan, "A Review on Drilling of Multilayer Fiber-Reinforced Polymer Composites and Aluminum Stacks: Optimization of Strategies for Improving the Drilling Performance of Aerospace Assemblies," *Fibers*, vol. 10, no. 9, p. 78, Sep. 2022, doi: 10.3390/fib10090078.
- [2] J. Mariz, C. Guise, T. L. Silva, L. Rodrigues, and C. J. Silva, "Hemp: From Field to Fiber—A Review," *Textiles*, vol. 4, no. 2, pp. 165–182, Jun. 2024, doi: 10.3390/textiles4020011.
- [3] O. Faruk, A. K. Bledzki, H.-P. Fink, and M. Sain, "Biocomposites reinforced with natural fibers: 2000–2010," *Prog. Polym. Sci.*, vol. 37, no. 11, pp. 1552–1596, Nov. 2012, doi: 10.1016/j.progpolymsci.2012.04.003.
- [4] Y. Li *et al.*, "Preparation of aerogels from corn stalks and research on their properties and gelation behavior," *Ind. Crops Prod.*, vol. 203, p. 117211, Nov. 2023, doi: 10.1016/j.indcrop.2023.117211.
- [5] C. Mura *et al.*, "In vitro study of *N*-succinyl chitosan for targeted delivery of 5-aminosalicylic acid to colon," *Carbohydr. Polym.*, vol. 85, no. 3, pp. 578–583, Jun. 2011, doi: 10.1016/j.carbpol.2011.03.017.
- [6] N. Du, H. Zhang, H. Sun, and D. Yang, "Sonochemical synthesis of amorphous long silver sulfide nanowires," *Mater. Lett.*, vol. 61, no. 1, pp. 235–238, Jan. 2007, doi: 10.1016/j.matlet.2006.04.039.
- [7] A. K. Bledzki and J. Gassan, "Composites reinforced with cellulose based fibres," *Prog. Polym. Sci.*, vol. 24, no. 2, pp. 221–274, May 1999, doi: 10.1016/S0079-6700(98)00018-5.
- [8] "Engineering for Rural Development 2013 - Proceedings." Accessed: Feb. 09, 2026. [Online]. Available: <https://www.iitf.lbtu.lv/conference/proceedings2013/>
- [9] "A Statistical Distribution Function of Wide Applicability | J. Appl. Mech. | ASME Digital Collection." Accessed: Feb. 16, 2026. [Online]. Available: <https://asmedigitalcollection.asme.org/appliedmechanics/article-abstract/18/3/293/1106672/A-Statistical-Distribution-Function-of-Wide?redirectedFrom=fulltext>
- [10] "Fracture Mechanics | Fundamentals and Applications, Third Edition | Te." Accessed: Feb. 16, 2026. [Online]. Available: <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.1201/9781420058215/fracture-mechanics-ted-anderson-anderson>
- [11] C. Cruz, J. Diani, and G. Régnier, "Micromechanical modelling of the viscoelastic behaviour of an amorphous poly(ethylene)terephthalate (PET) reinforced by spherical glass beads," *Compos. Part Appl. Sci. Manuf.*, vol. 40, no. 6, pp. 695–701, Jul. 2009, doi: 10.1016/j.compositesa.2009.02.013.
- [12] U. Juangpanich, J. Onbunreang, J. Lunlud, A. Panutsudja, and T. Khansorn, "Journal of Nursing and Health Care," *J. Pediatr. Health Care*, vol. 32, pp. 107–114, May 2014.