

## ОБГРУНТУВАННЯ ТЕКСТИЛЬНИХ КІНЕМАТИЧНИХ ПАР ЯК УЗАГАЛЬНЕНОГО ЕЛЕМЕНТУ НИТКОВИХ СТРУКТУР

Б.В.ОРЛОВСЬКИЙ

Київський національний університет технологій та дизайну

*Наведено доцільність і обґрунтування нового об'єкта (поняття) „текстильні кінематичні пари” які утворюються з ниток (пряжи) і мають плоску або просторову структуру з текстильних вузлів різних переплетень що повторюються в рапорті текстильних матеріалів. Доведена узагальненість існування текстильних кінематичних пар в текстильних матеріалів різного походження, а саме: ниткових стібках, строчках і швах що утворюються на швейних машинах, тканинах що виробляються на ткацьких верстатах, трикотажі що виробляється на трикотажних і в'язальних машинах, шнурах і канатів що виробляються на шнуроплетельних і шнуров'язальних машинах.*

Класичне поняття кінематичної пари наступне: кінематична пар це контактне рухоме з'єднання двох ланок з відносним їх рухом, на який накладені обмеження умовами контактних зв'язків. В залежності від площі контакту кінематичні пари поділяються на вищі (контакти в точці і по лінії) і нізші (контакти по площі) [1]. Доцільні доповнення до структурної класифікації Асура-Артоболевского були зроблені в роботі [2], а в цієї статті продовжена робота по розширенню і обґрунтуванню нового поняття «текстильні кінематичні пари» для досліджень і проектування текстильних механічних технологій, яке впливає з наведеного класичного визначення кінематичної пари.

### **Об'єкт та методи дослідження.**

Об'єктом дослідження є текстильні кінематичні пари які є обов'язковим елементом структури текстильних матеріалів і їх похідних цільового призначення при виготовленні одягу, взуття, трикотажних виробів і виробів спеціального і технічного призначення з матеріалів легкої промисловості. Методи дослідження – системний аналіз і синтез складних механіко-технологічних систем при об'єктно - орієнтованому проектуванні [3].

### **Постановка завдання**

В даний час в технічній, науковій, довідковій і учбовій літературі, а також в Internet – електронному довіднику «Вікіпедія» відсутнє поняття «текстильні кінематичні пари» (ТКП), які в дійсності існують в реальних механічних технологіях під різними назвами: “вузлики переплетення голкових і човникових ниток” [3,4], “вузли” [5], “трикотажні переплетення” [6], “вузли переплетення ниток основи і утка” [7], “Чебишевська мережа” [8, 9] та ін. ТКП є елементами вузлових структур з ниток і пряжи (волокон) які утворюють ферми, ланками яких служать деформуємі відрізки ниток прямої або криволінійної форми. Потреба введення поняття ТКП обумовлена тим що нитки і пряжа з текстильних або хімічних (синтетичних або штучних) волокон є фізичним об'єктом, а вузол є - математичним об'єктом. На цю особливість була звернута увага в роботах [10, 11, 12] і інших авторів робіт по механіки текстилю в тому числі робіт по механіки ниток і тканин.

Надамо наступне визначення: «**Текстильні кінематичні пари**» це сплайсерне з'єднання утворене з одної і більшої кількості текстильних нитей або пряжи\*\*\*\*\*

Процес утворення (формування) ТКП в часі на технологічних машинах відбувається при різних співвідношеннях нормальних деформацій (при розтягуванні) і деформацій зсуву (при крученні) рухомих ниток (пряжи) під різними плоскими і просторовими кутами контактної взаємодії ниток у вузлі. При цьому сили опору руху ниток за реологічними моделлями Кельвіна-Фойхта або моделлю Максвелла [13,14] переважають над силами тертя за моделлю Сен-Венана в зоні контакту ниток. Після утворення ТКП нитки

і ТКП тимчасово нерухомі (до моменту початку експлуатації виробу з текстилю) і ТКП знаходиться в статичної рівновазі. При цьому розсіяні по довжині нитки сили опору накопичуються і перетворюються в зоні контакту ТКП в контактне напруження. При цьому відбувається балас сил опору і сил тертя з утворенням мікрооб'єму композитного матеріалу з двох прошарків різних матеріалів ниток. Цей мікрооб'єм композитного матеріалу знаходиться в рівновазі до початку експлуатації виробу з текстилю. Таким чином ТКП є концентратором нормальних і дотичних напружень і з точки зору терміна експлуатації і надійності в ТКП на стадії проектування виробів з текстилю потрібно закладати (прогнозувати) ресурс експлуатації, а на стадії експлуатації виробу з текстилю потрібно закладати (прогнозувати) залишковий ресурс роботи ТКП. Тому наукове обґрунтування (прогнозування) ресурсу роботи ТКП є актуальною проблемою для текстильного матеріалознавства і механіки текстилю.

### **Результати та їх обговорення**

Результатом контактної взаємодії рухомих текстильних ниток утворюються вузли переплетення, які можна вважати аналогом кінематичних пар важільних механізмів машин. Такі технологічні вузли з текстильних ниток названі «*текстильні кінематичні пари*» (*ТКП*). Текстильні кінематичні пари це вузли, утворені з однієї або декількох систем ниток або петель з ниток. Спочатку нитки знаходяться в рухомому контакті з тертям ковзання, а потім переходять в нерухомий контакт, який зберігається до початку експлуатації виробу. Типову *ТКП* утворюють дві нитки в петлі з кутом охоплення  $\alpha = 180^0$  між її гілками.

Прикладами *ТКП* є:

вузли переплетення в текстильному матеріалі або під пакетом текстильних матеріалів двох або більш ниток або петель в нитковому шві, строчці і стьобанні;

вузли переплетення петель, накидів і протяжок в регулярної структурі трикотажних полотен;

вузли переплетення ниток основи і утка в структурі тканин;

вузли переплетення ниток при виготовленні спеціальних виробів типу шнурів, канатів, сіток і композитних матеріалів;

вузли переплетення волокон в пряді при крученні і витягуванні в прядильному виробництві.

У формоутворенні ниткових човникових і ланцюгових машинних стібків беруть участь, як правило, дві системи швейних ниток. Одна система ниток належить голці (голкам), а інша система ниток належить човнику (човникам) або петлителя (петлителям). Ці дві системи ниток розташовано по різні сторони матеріалів, які з'єднуються нитковим швом і при роботі швейних машин переплітаються між собою в товщі матеріалів або під пакетом матеріалів при виготовленні одягу, взуття, трикотажних виробів, головних уборів і предметів спеціального і технічного призначення, що не відносяться до одягу.

*ТКП* у виробках швейного, трикотажного, прядильного, ткацького і спеціального виробництва, утворюються у вигляді вузлів з текстильних ниток при перетворенні сил тертя спокою і тертя ковзання у сили в'язкого опору. В *ТКП* має місце також відхилення від одночленного закону Гийона Амонтона:

$$F_{fr} = f \cdot N \quad (1)$$

де  $f$  – коефіцієнт пропорційності (коефіцієнт тертя);

$N$  – сила нормального тиску.

Відхиленням прямої пропорційної залежності сили тертя від сили нормального тиску в петлі пов'язано з внутрішніми силами зчеплення між волокнами в пряжі (нитках) і зовнішніми силами зчеплення між самими нитками. Тому найприйнятнішим може бути двухчленний закон тертя по Шарлю Кулону:

$$F_{fr} = A + f \cdot N \quad (2)$$

де  $A$  – сила зчеплення двох тел.

При формуванні петель з текстильних ниток, коли при взаємодії петліутворюючих робочих органів технологічних машин нитки рухомі вираз (2) приймає вигляд:

$$F_{fr} = f \cdot \left\{ a \cdot \gamma^b \cdot V^2 \cdot S_k + E \cdot S_k \cdot \exp \left[ \int_{l_1}^{l_2} k(l) dl \right] \cdot \text{sign}|V| \right\} \quad (3)$$

де – коефіцієнт тертя нитки по нитці;

$a$  – емпіричний коефіцієнт, який пов'язаний з механізмом зчеплення волокон в пряжі при крученні в прядильному виробництві;

$\epsilon$  – емпіричний коефіцієнт, який пов'язаний з механізмом зчеплення ворсу двох ниток рухомій текстильній кінематичній парі;

$\gamma$  – густина контакту нитки в петлі,  $кг/м^3$  ;

$V$  – відносна швидкість нитки по нитці;

$S_k$  – площа контакту нитки в петлі;

$E$  – модуль пружності матеріалу текстильної нитки;

$k(l)$  – кривизна нитки в зоні контакту, виражена через довжину дуги від  $l_1$  до  $l_2$  ;

$\text{sign}|V|$  – сигнум-функція, яка визначає знак другого доданку, залежний від знака швидкості першого доданку.

В основу класифікації ТКП як фізичних об'єктів можна покласти те що ТКП є елементом лінійних (волокна по довжині пряжі, стрічки з ниткових стібків), плоских (тканини, трикотаж) та просторових ниткових структур (об'єднані у виробі лінійні і плоскі структури з текстильних матеріалів). **Приклади фізичних моделей системи ТКП** однолінійної структури ТКП і 2D-структури приведені на рис.1.



## Висновки

### ЛІТЕРАТУРА

1. Артоболовский И. И. Теория механизмов и машин. - М.: 1975.- 638 с.
2. Пищиков В.О., Орловський Б.В. Доцільні доповнення до структурної класифікації Ассур-Артоболовского.-К.: -Вісник КНУТД, №4, 2009, с.50-57.
3. Орловський Б.В., Тропша Д.А. Основные принципы объектно-ориентированного проектирования рабочих процессов и машин лёгкой промышленности – К.: Вісник ДАЛПУ, №2, 2000, с.44-51.
4. Пищиков В.О., Орловський Б.В. Проектування швейних машин.-К.: «Формат», 2007.-320 с.
5. Кроул Р., Фокс Р. Введение в теорию узлов.-М.: «Мир», 1967б.- 348 с.
6. Далидович А.С. Основы теории вязания.-М.: Лёгкая индустрия, 1970.-432 с.
7. Гордеев В.А., Волков П.В.– Ткачество.-М.:Лёгкая и пищевая промышленность, 1984.
8. Гильберт Д., Кон-Фоссен С. Наглядная геометрия. - М.:Наука, 1981.
9. Фоменко А.Т. Наглядная геометрия и топология: Математические образы в реальном мире. - М.: Изд-во МГУ, 1992.
10. Минаков А.П. Основы механики нити.-М.: Гизлегпром, Научно-исследовательские труды МТИ, том IX, №3,1941.88 с.
11. Мигушов И.И. Механика текстильной нити и ткани.-М.: Лёгкая индустрия, 1980.
12. Щедров В.С. Основы механики гибкой нити.-М.: Машгиз, 1961.
13. Каргин В.А., Слонимский Г.Л. Краткие очерки по физике-химии полимером.-М.: 1961.
14. Кукін К.Н., Соловьев А.Н. Текстильное материаловедение, ч2.-М.: Лёгкая индустрия, 1964.-376 с.
15. Бобир М.І., Халімон О.П., Коваль В.В. Континуальна механіка пошкоджуваності у задачах малоциклової втоми.- Луцьк:ЛНТУ, Наукові нотатки, 2009, випуск 25, том 2, с.16-21.

### Аннотация

**Орловський Б.В. Обоснование текстильных кинематических пар / Вісник КНУТД, № , 2010, с.**

Приведена целесообразность и обоснование нового объекта (понятия) „*текстильные кинематические пары*” из нитей (пряжи) которые имеют плоскую или пространственную структуру из текстильных узлов разных переплетений и повторяются в рапорте текстильных материалов. Доказана общность существования текстильных кинематических пар в текстильных материалов разного происхождения, а именно: ниточных стежках, строчках и швах, которые производятся на швейных машинах, тканях, которые производятся на ткацких станках, трикотаже, который вырабатывается на трикотажных и вязальных машинах, шнурах и канатов, который вырабатывается на шнуроплетельных и шнуров'язальных машинах.

### Summary

**Orlovskiy B.V. Ground of textile kinematics pairs / Вісник КНУТД, № , 2010, с. - .**

Expedience and ground of a new object is resulted (notions) „*textile kinematics pairs*” from filaments (yarns) which have flat or spatial structure from the textile knots of a different interlacing and repeat oneself in the

report of textile materials. Community of existence of textile kinematics pairs is proved in textile materials of a different origin, namely: of thread quilting, lines and stitches, which are produced on sewing machines, fabrics, which are produced on looms, knitted fabric which is produced on knitting and knitting machines, cords and ropes, which is produced on shnuropletelnih and shnurov'yazalnih machines.