

<https://doi.org/10.31891/2307-5732-2025-357-89>

УДК 687.05

МАНОЙЛЕНКО ОЛЕКСАНДР

Київський національний університет технологій та дизайну

<https://orcid.org/0000-0002-5670-4977>

e-mail: manojlenko.op@kntud.edu.ua

БЕЗУГЛИЙ ДМИТРО

Київський національний університет технологій та дизайну

<https://orcid.org/0009-0002-4071-0464>

e-mail: bezuhyi.dm@kntud.edu.ua

ГОРЯЩЕНКО СЕРГІЙ

Хмельницький національний університет

[https:// 0000-0001-6623-2523](https://0000-0001-6623-2523)

email: tnt7@ukr.net

РОСТОВА ОЛЕНА

Київський національний університет технологій та дизайну

<https://orcid.org/0009-0004-6685-1059>

e-mail: advl-textil-test@kntud.com.ua

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ НАТЯГУ НИТКИ В ПРОЦЕСІ УТВОРЕННЯ СТІБКА ТИПУ 101

У статті розглянуто проблему забезпечення стабільної якості одноститкового ланцюгового стібка типу 101 при шиванні матеріалів змінної товщини, зокрема багатошарових пакувальних та листових матеріалів. Ключовим фактором, що визначає структуру та міцність ниткового з'єднання, є відповідність функції дійсної подачі нитки $P(\varphi)$ до необхідної $P'(\varphi)$. Будь-які відхилення між ними безпосередньо впливають на зусилля натягу нитки та якість утвореного стібка. Для кількісної оцінки цього процесу проведено експериментальні дослідження на промислових машинах конструктивного ряду GK-9 із застосуванням тензометричного пристрою ELTENS.

Вимірювання виконувалися при мінімальних і максимальних значеннях технологічних параметрів стібка ($t = 8 \dots 14$ мм, $m = 0,4 \dots 8$ мм). Отримані результати дозволили встановити закономірності зміни зусилля натягу у різні періоди утворення стібка. Показано, що при мінімальних параметрах максимальне зусилля становить 1,28 Н, тоді як при максимальних воно сягає 6,2 Н. Таким чином, зі збільшенням товщини матеріалу у 20 разів зусилля натягу нитки в момент затягування стібка зростає у 5 разів. Пікові значення спостерігаються у діапазоні $\varphi = 270 \dots 360^\circ$, що відповідає періоду затягування стібка.

Результати можуть бути використані для вдосконалення моделей подачі нитки та прогнозування величини стискання багатошарових матеріалів у процесі шивання.

Ключові слова: одноститковий ланцюговий стібок 101, подача нитки, натяг нитки, параметри стібка, швейні машини GK-9.

MANOILENKO OLEKSANDR

BEZUHLYI DMYTRO

Kyiv National University of Technologies and Design

HORIASHCHENKO SERHIY

Khmelnytskyi National University

ROSTOVA OLENA

Kyiv National University of Technologies and Design

EXPERIMENTAL STUDY OF THREAD TENSION IN THE PROCESS OF FORMING STITCH TYPE 101

The article considers the problem of ensuring stable quality of the single-thread chain stitch type 101 when sewing materials of variable thickness, in particular multilayer packaging and sheet materials. The key factor that determines the structure and strength of the thread joint is the correspondence of the function of actual thread feed $P(\varphi)$ to the required thread feed $P'(\varphi)$. Any deviations between them directly affect the thread tension force and the quality of the formed stitch. For quantitative evaluation of this process, experimental studies were carried out on industrial machines of the GK-9 series using the ELTENS tensometric device.

Measurements were performed at the minimum and maximum values of the technological parameters of the stitch ($t = 8 \dots 14$ mm, $m = 0.4 \dots 8$ mm). The obtained results made it possible to establish the regularities of thread tension change in different periods of stitch formation. It was shown that at the minimum parameters the maximum force is 1.28 N, while at the maximum parameters it reaches 6.2 N. Thus, with a twenty-fold increase in material thickness, the thread tension force at the moment of stitch tightening increases fivefold. Peak values are observed in the range $\varphi = 270 \dots 360^\circ$, which corresponds to the stitch tightening period.

Thus, the tension force can serve not only as a physical marker of the tightening moment, but also as an analytical criterion for checking the consistency of the thread feed model with changes in technological parameters, provided that the proper stitch quality is ensured. The results can be used to improve models of thread feed and to predict the magnitude of compression of multilayer materials during sewing.

Keywords: single-thread chain stitch 101, thread feed, thread tension, stitch parameters, GK-9 sewing machines.

Стаття надійшла до редакції / Received 21.08.2025

Прийнята до друку / Accepted 15.09.2025

Вступ

Швейні технології широко застосовуються для виготовлення виробів різного призначення – від одягу та галантерейної продукції до технічного текстилю. Вони також знаходять застосування у

виробництві пакувальної продукції, зокрема під час зшивання паперових мішків, або армування текстильних армуючих преформ композитних виробів. Серед різних типів швейного обладнання важливе місце займають машини ланцюгового стібка, які, порівняно з човниковими, відрізняються відносно простою конструкції, безперервністю процесу утворення стібка, мають значний асортимент типів стібків різного призначення.

Особливий інтерес викликають одониткові ланцюгові стібки типу 101, які традиційно застосовуються для зашивання мішків, а також для створення тимчасових з'єднань. До їхніх переваг належать простота процесу утворення стібка, висока еластичність та мінімальні витрати нитки в порівнянні з іншими типами ланцюгових стібків. Разом із тим, їм притаманні й недоліки, зокрема схильність до саморозпускання, що обмежує застосування у готових виробках. Водночас це є прийнятним у пакувальних технологіях та при армуванні текстильних елементів із подальшою фіксацією полімерними смолами.

Під час зшивання паперових мішків із параметрами товщини від 0,4 до 8 мм виникають труднощі у забезпеченні стабільної якості стібка. Це пов'язано з порушенням структури стібка, нерівномірністю натягу та перетягуванням нитки з попередніх стібків. Основною причиною таких дефектів є зміна зусилля натягу нитки при переході через ділянки з різною товщиною матеріалу.

У науковій літературі бракує систематизованих даних щодо величини й закономірностей зміни зусилля натягу нитки в процесі утворення одониткового ланцюгового стібка типу 101. Це зумовлює необхідність цілеспрямованих досліджень, результати яких дозволять дати кількісну характеристику процесу та оцінити вплив технологічних параметрів стібка (довжини стібка t , товщини матеріалів m) на натяг нитки.

Метою роботи є визначення закономірностей зміни зусилля натягу нитки в процесі утворення одониткового ланцюгового стібка типу 101 у процесі зшивання паперових мішків із товщиною пакетів від 0,4 до 8 мм з урахуванням впливу технологічних параметрів стібка. Дослідження проводилися на промислових машинах конструктивних рядів GK-9, GK26-1A, GK-35, GK-3700, KP3000 та RG-900D, що застосовуються у пакувальному виробництві.

Аналіз досліджень та публікацій

Актуальність дослідження випливає з необхідності забезпечення якісного шва, який не допускає розшарування шарів матеріалу та водночас гарантує формування правильної структури стібка типу 101 [1–3]. Це особливо важливо при виготовленні преформ композитних виробів із застосуванням швейних технологій [4–7], де від надійності з'єднання залежить подальша експлуатаційна придатність конструкцій. Функціональність механізмів подачі нитки в цьому процесі безпосередньо визначається відповідністю дійсної подачі $P(\varphi)$ до необхідної $P'(\varphi)$. Будь-яка невідповідність між ними призводить до зміни зусиль натягу нитки в процесі утворення стібка, що позначається на його структурі та якості утвореного ниткового шва [7–9].

У роботах [10, 11] досліджено механізми подачі нитки швейних машин для утворення стібка типу 101 та визначено вплив технологічних параметрів (довжина t , товщина матеріалів m) на функцію необхідної подачі $P'(\varphi)$. Встановлено, що в низці машин цього типу немає механізмів регулювання закону та величини дійсної подачі нитки. Унаслідок цього фактична подача $P(\varphi)$ може суттєво відрізнятися від необхідної $P'(\varphi)$, а максимальна невідповідність сягає близько 64 % [10]. За відсутності регулювання, якість стібка досягається лише завдяки зміні зусилля натягу нитки на регуляторі натягу нитки. Проте залишається нез'ясованим, як такі відхилення впливають на однорідність структури стібка та характер зусиль натягу нитки в процесі його утворення.

У працях [12–16] розглянуто способи стабілізації зусилля натягу нитки під час її подачі та проаналізовано фактори, що впливають на процес утворення стібка. Проте більшість цих досліджень стосуються механізмів подачі нитки швейних машин для стібків типу 301, де подано оцінку зусилля натягу в процесі утворення стібка, за змінних параметрів (швидкості зшивання, властивостей та параметрів стібка), а також враховано вплив фізико-механічних характеристик нитки.

Значний обсяг робіт присвячено також вивченню функціональних залежностей дійсної $P(\varphi)$ та необхідної $P'(\varphi)$ подачі нитки і розробленню механізмів подачі для човникових та ланцюгових стібків [17–24]. Ці результати створюють методичну основу для аналітичної оцінки процесів утворення стібків. Проте для одониткового ланцюгового стібка 101 аналогічних досліджень бракує.

Особливу увагу в праці [9] приділено впливу фізико-механічних властивостей ниток на формування стібка. Показано, що розтяжні нитки можуть частково компенсувати невідповідність між $P(\varphi)$ та $P'(\varphi)$, тоді як жорсткі або композитні нитки не мають такої властивості. Це призводить до перетягування нитки з попередніх стібків, порушення структури та втрати однорідності шва. Крім того, результати дослідження [9] показали, що зусилля натягу нитки в двониткових ланцюгових стібках типу 401 виникає двічі — у середині процесу формування стібка та під час його затягування.

Дослідження застосування ланцюгових стібків, зокрема типу 101, у машинобудуванні та при виготовленні армуючих преформ наведено в [25, 26]. Водночас ці роботи здебільшого мають прикладний характер і не містять системного аналізу функціональності механізмів подачі нитки чи закономірностей формування якісного шва.

Питання контролю подачі нитки за допомогою мехатронних систем висвітлено у працях [20–24], проте ці дослідження стосуються переважно швейних машин човникового стібка. У [27, 28] наведено моделі ниткоподавачів повзунного типу, які потенційно можна адаптувати для стібка 101, але прикладів практичної реалізації немає.

Аналіз літератури показує, що для однопітків ланцюгових стібків типу 101 відсутні комплексні дослідження, які б одночасно враховували відповідність дійсної та необхідної подачі нитки, пов'язані з цим зусилля натягу нитки, зміну товщини матеріалів та їхній вплив на якість шва. Це визначає потребу в експериментальному вивченні реальних умов експлуатації, що є критично важливим для забезпечення належної структури та надійності ниткових з'єднань у виробництві текстильних каркасів. Актуальним завданням є встановлення закономірностей зміни зусилля нитки у процесі шивання – визначення його величин у різних періодах процесу утворення стібка, оцінка впливу конструктивних і технологічних параметрів та надання кількісної характеристики процесу.

Формулювання цілей статті

Метою роботи є визначення закономірностей зміни зусилля натягу нитки в процесі утворення однопіткового ланцюгового стібка типу 101, а також дослідження його величин у процесі шивання матеріалів зі змінною товщиною з урахуванням впливу конструктивних особливостей швейної машини та технологічних параметрів стібка.

Виклад основного матеріалу

Об'єктами досліджень були механізми подачі нитки базових машин конструктивного ряду GK-9 (GK9-2, Gk9-10, GK9-18A, GK9-202, GK 9-500, GK9-801, Gk9-886, GK9-890C, GK-9000A), Gk26-1A, GK 35 (GK 35-8), GK-3700, KP3000, RG-900D (RZ-668, RG-555) [29, 30]. У зазначених типах машин застосовується механізм подачі нитки повзунного типу [31] з одним ниткоподавачем та системою нитконапрямників (рис. 1, а). Невідповідність дійсної $P(\varphi)$ та необхідної $P'(\varphi)$ (рис. 1, б) подачі нитки характеризується діаграмою збіжності $C(\varphi)$ (рис. 2), побудованою для максимальних і мінімальних технологічних параметрів стібка (рис. 2) [10]. Перетин кривих у точках А та В функцій дійсної подачі $P(\varphi)$ і необхідної $P'(\varphi)$ (рис. 1, б) визначає початок затягування стібка. З діаграми подачі видно (рис. 1, б), що моменти затягування відбуваються при різних значеннях кута повороту головного вала φ_A та φ_B , що підтверджує залежність періоду затягнення стібка від технологічних параметрів стібка t та m .

У механізмі подачі нитки швейної машини типу GK-9 не передбачено регулювання величини та закону функції її дійсної подачі. Оскільки необхідна подача залежить від технологічних параметрів стібка, забезпечення якості й цілісності структури здійснюється шляхом зміни зусилля на регуляторі натягу нитки G_0 (рис. 1, а). Величина цього зусилля визначається методом проб і помилок з метою досягнення належної якості ниткового з'єднання, що забезпечує необхідне міжшарове стискнення пакетів матеріалів без виникнення їх поздовжніх деформацій (стягування строчки). Таким чином, визначення його значення є важливим етапом дослідження.

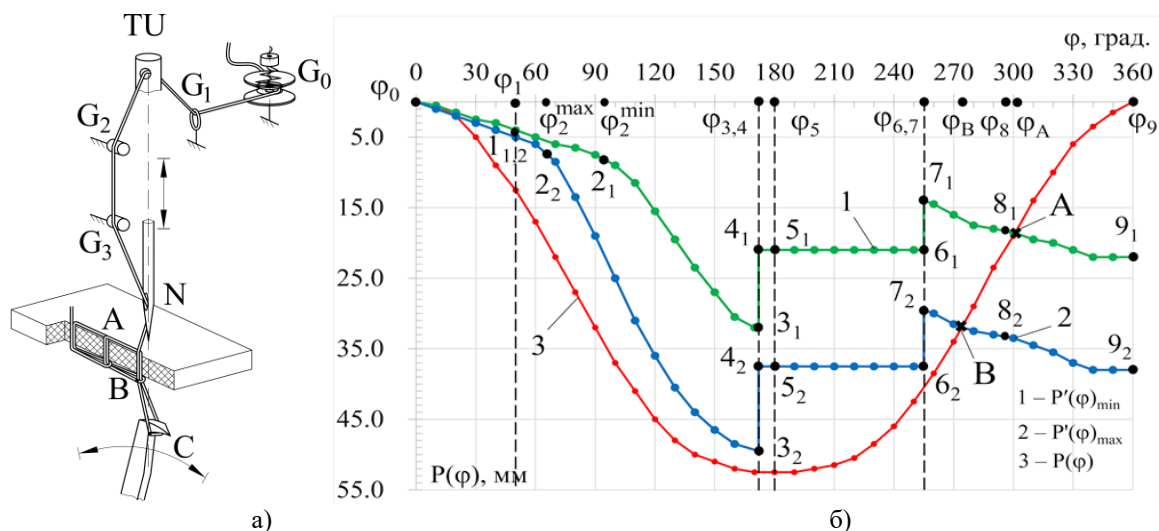


Рис. 1. а – загальний контур подачі нитки, б – діаграма подачі нитки швейної машини GK-9-2
1 – функція необхідної подачі нитки $P'(\varphi)_{\min}$ при мінімальних значеннях $t_{\min}=8$ мм, $m_{\min}=0,4$ мм; 2 – функція необхідної подачі нитки $P'(\varphi)_{\max}$ при максимальних значеннях $t_{\max}=12$ мм, $m_{\max}=8$ мм; 3 – функція дійсної подачі нитки $P(\varphi)$

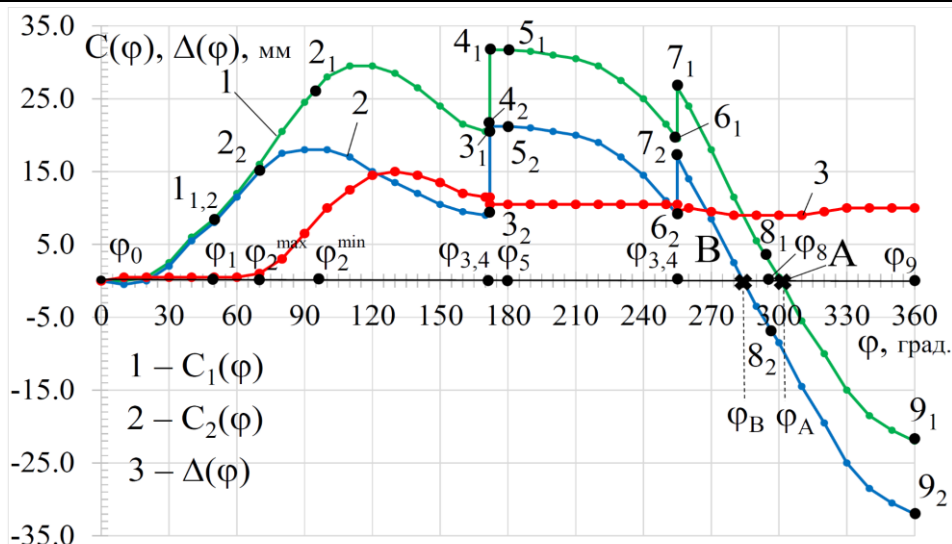


Рис. 2. Діаграма збіжності $C_i(\varphi)$ та приросту функцій необхідної подачі нитки $\Delta(\varphi)$ швейної машини GK-9-2 при мінімальних $i=1$ та максимальних $i=2$ технологічних параметрах
 1 – графік функцій відповідності $C_1(\varphi)$ при мінімальних параметрах $t_{\min}$ та $m_{\min}$, 2 – графік функцій відповідності $C_2(\varphi)$ при максимальних параметрах $t_{\max}$ та $m_{\max}$, 3 – графік приросту $\Delta(\varphi)$ функцій необхідної подачі нитки при зміні технологічних параметрів від мінімальних до максимальних

З метою визначення зусилля затягування стібка типу 101 у процесі його утворення дослідження натягу нитки проводили на експериментальній установці, що включала швейну машину GK-9-2 (рис. 3, а), тензометричний пристрій ELTENS, частотний регулятор і тахометр для реєстрації обертів головного вала. Зусилля натягу нитки підбиралося таким чином, щоб забезпечувалася стабільність утворення стібка, тоді як пристрій ELTENS здійснював безперервний контроль цього зусилля в реальному часі.

Перед початком і після кожної серії дослідів проводилося тарування пристрою ELTENS для перевірки точності вимірювань: один кінець нитки закріплювали згідно зі схемою заправки машини (рис. 3, б), після чого до іншого кінця підвішували тягарець відомої маси, що створював контрольоване зусилля натягу. На пристрої ELTENS реєструвалося зусилля безпосередньо у ньютонках, що дозволяло перевірити стабільність показів та їх відповідність еталонним значенням.

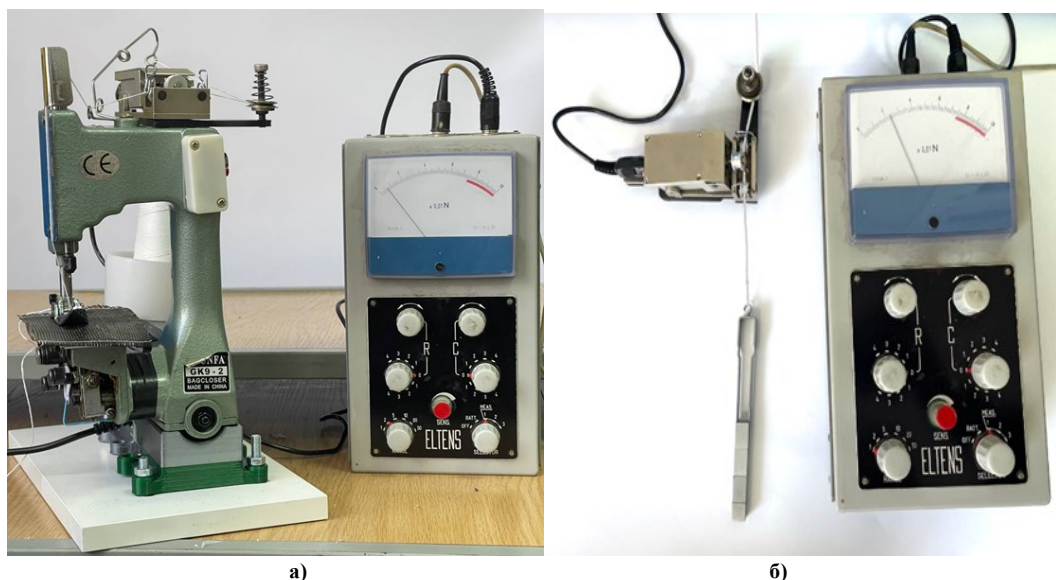
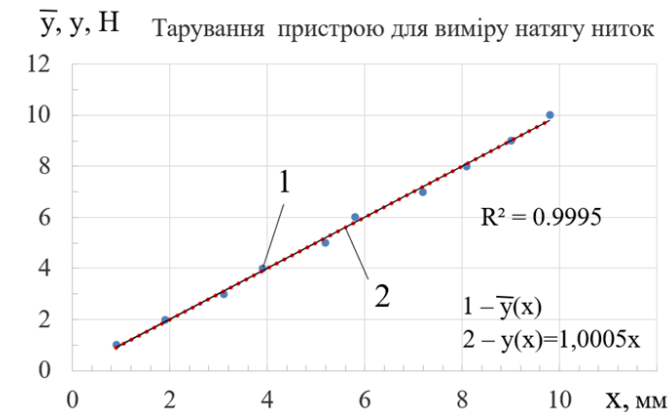


Рис. 3. Експериментальна установка з вимірювання зусилля натягу нитки: 1 - базова швейна машина GK-9, 2 - пристрій для вимірювання зусилля натягу, 3 - прилад вимірювання зусилля, б – схема тарування пристрою ELTENS для виміру натягу

Схему калібрування наведено на рис. 3, б, а результати подано у вигляді графіка на рис. 4, де по осі абсцис відкладено величину зусилля (Н), а по осі ординат – покази приладу; отримана лінійна залежність підтверджує точність, чутливість і повторюваність вимірювань.

Експериментальні дослідження проводили за такою послідовністю: нитку заправляли у машину GK-9, встановлювали параметри стібка у мініальному та максимальному значеннях, виконували утворення пробних стібків із подальшою оцінкою їхньої структури та якості, а за потреби

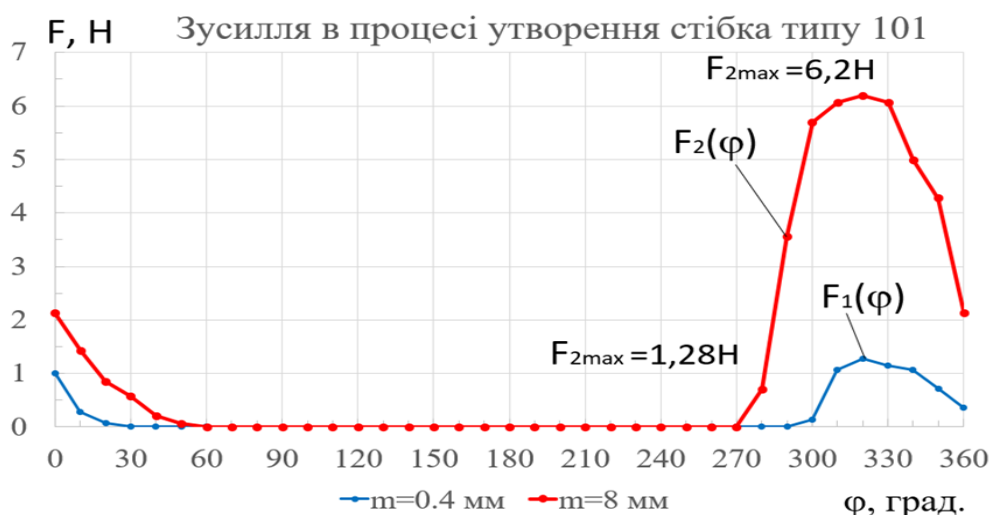
регулювали зусилля натягу нитки. Частоту обертання головного вала підтримували сталою на рівні 600 об/хв (що відповідає 60% від його максимальної швидкості) за допомогою частотного регулятора. Це створювало ідентичні умови досліджень і дозволяло спостерігати поведінку нитки у стабільних динамічних режимах, характерних для промислового швейного процесу. Реєстрація величини зусилля натягу здійснювалася за допомогою приладу ELTENS (рис. 3).



Вимірювання натягу нитки здійснювалися на ділянці G0–G1 (рис. 1, а), яка не впливає на зміну «контуру подачі» нитки [10], для двох комбінацій технологічних параметрів стібка: мінімальної ($t_{\min} = 8$ мм, $m_{\min} = 0,4$ мм) та максимальної ($t_{\max} = 14$ мм, $m_{\max} = 8$ мм). Покази приладу ELTENS зчитувалися безпосередньо в цифровому вигляді, фіксувалися за допомогою стандартного інтерфейсу та опрацьовувалися у середовищі Microsoft Excel. Дані реєструвалися з високою частотою вибірки, а їх подальший аналіз методами [32, 33] дозволив побудувати графіки зміни зусилля натягу протягом циклу утворення стібка з достатньою точністю (рис. 5). Для кожної комбінації виконано по 10 спостережень, узагальнені результати яких наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Значення максимально зусилля в процесі утворення стібка			
Номер досліді	Параметри		
	t	m	$F_{\max}$, Н
1	8	0,4	6,2
2	10	12	1,28



Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямі
 Аналіз значень зусилля натягу нитки під час утворення стібка (табл. 1, рис. 5) дозволив кількісно охарактеризувати зміну натягу в динаміці процесу зшивання та виявити залежність від технологічних параметрів стібка. При мінімальних параметрах ($t_{\min} = 8$ мм, $m_{\min} = 0,4$ мм) максимальне зусилля становить 1,28 Н, тоді як при максимальних ($t_{\max} = 14$ мм, $m_{\max} = 8$ мм) воно зростає до 6,2 Н.

Таким чином, зі збільшенням товщини матеріалу у 20 разів зусилля натягу в момент затягування стібка зростає у 5 разів. Пікові значення фіксуються у діапазоні $\varphi = 270\text{--}360^\circ$, що відповідає періоду затягування стібка. Характер цих змін узгоджується з функціями відповідності $C_1(\varphi)$ та $C_2(\varphi)$ (рис. 2), які описують відхилення фактичної подачі нитки від необхідної.

Основні результати дослідження:

1. Встановлено, що зусилля натягу нитки залежить від товщини матеріалу (t) та довжини стібка (m).
2. Визначено, що пікові значення припадають на період затягування стібка ($\varphi = 270\text{--}360^\circ$).
3. Показано, що при двадцятикратному збільшенні товщини матеріалу зусилля натягу в момент затягування стібка зростає у п'ять разів.
4. Виявлено, що фактична подача нитки має відхилення від необхідної, що підтверджується функціями відповідності $C_1(\varphi)$ та $C_2(\varphi)$.

Таким чином, зусилля натягу може слугувати не лише фізичним маркером моменту затягування, а й аналітичним критерієм для перевірки узгодженості моделі подачі нитки зі зміною технологічних параметрів за умови забезпечення належної якості стібка. Подальші дослідження доцільно спрямувати на розширення математичного опису цього процесу, оптимізацію конструктивних параметрів механізмів подачі та розроблення адаптивних систем автоматизованого регулювання натягу нитки в швейних машинах.

Література

1. ISO 4916:1991. Textiles. Seam types. Classification and terminology. – Geneva : ISO, 1991. – 24 p.
2. DSTU ISO 4915:2015. Textile materials. Types of seams. – Kyiv : Minekonomrozwytku Ukrainy, 2016. – 18 p.
3. Manoilenko O. Topological analysis and synthesis of machine chain stitches // *Vlákna a textil (Fibres and Textiles)*. – 2020. – Vol. 27, № 4. – P. 58–69. – Available at: http://vat.ft.tul.cz/2020/4/VaT_2020_4_8.pdf
4. Fristedt T. Novel fiber placement technologies for composite applications [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.tailoredfiberplacement.com/laystitch-acce-2012.pdf> (дата звернення: 12.09.2012).
5. NASA Technical Reports Server. Handbook of Analytical Methods for Textile Composites. – 1997. – 176 p. – Режим доступу: <https://ntrs.nasa.gov/citations/19970017583>
6. Orlovsky B. V., Manoilenko O. P., Bezuhlyi D. M. Object-Oriented Analysis of Frame 3D Textile Structures // *Journal of Engineering Sciences*. – 2023. – 9(1). – P. 1–5. – DOI: [https://doi.org/10.21272/jes.2023.10\(2\).c4](https://doi.org/10.21272/jes.2023.10(2).c4)
7. McDonnell C., Hayes S., Potluri P. Investigation into the tensile properties of ISO-401 double-thread chain-stitched glass-fibre composites // *International Journal of Lightweight Materials and Manufacture*. – 2021. – 4(2). – P. 203–209. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijlmm.2020.11.001>
8. Abeysooriya R. P., Wickramasinghe G. L. D. Regression model to predict thread consumption incorporating thread-tension constraint: Study on lock-stitch 301 and chain-stitch 401 // *Fashion and Textiles*. – 2014. – Vol. 1, № 1. – P. 1–8. – DOI: <https://doi.org/10.1186/s40691-014-0014-5>
9. Манойленко О. П. Розробка механізмів подачі голкової нитки сточувальних машин ланцюгового стібка : автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Київ : КНУТД, 2008. – 24 с.
10. Манойленко О., Безуглий Д., Горобець В., Бурмістенков О. Аналітичне дослідження механізмів подачі ідеальної нитки швейних машин одноститкового ланцюгового стібка типу 101 // *Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки*. – 2025. – № 3 (351), ч. 1. – С. 341–349. – DOI: <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2025-351-43>
11. Манойленко О. П., Безуглий Д. М., Горобець В. А., Пуць В. С., Алексєєв А. С. Експериментальне визначення значень функцій положення робочих органів машин ланцюгового стібка типу 101 та побудова їх синхрограм // *Наукові нотатки : міжвузівський збірник*. – Луцьк : Луцький НТУ, 2025. – № 82. – С. 143–150. – DOI: <https://doi.org/10.36910/775.24153966.2025.82.22>
12. Midha V. K., Gupta V., Mukhopadhyay A. Impact of Positive Thread Feeding for High-Speed Industrial Lockstitch Sewing Machines: Part I Development of Device // *J. Inst. Eng. India Ser. E*. – 2019. – 100. – P. 71–79. – DOI: <https://doi.org/10.1007/s40034-019-00136-2>
13. Chen A., Zou H., Du R. Modeling of industrial sewing machines and the balancing of thread requirement and thread supply // *Journal of the Textile Institute*. – 2001. – 92(3). – P. 256–268.
14. Žunič-Lojen D., Geršak J. Thread loadings in different measuring positions on the sewing machine // *Textile Research Journal*. – 2005. – 75(6). – P. 498–506. – DOI: <https://doi.org/10.1177/0040517505053870>
15. Rudolf A., Gersak J. Study of the relationship between deformation of the thread and built-in fibres // *International Journal of Clothing Science and Technology*. – 2001. – 13(3–4). – P. 289–300. – DOI: <https://doi.org/10.1108/EUM0000000005783>

16. Ferreira F. B. N., Harlock S. C., Grosberg P. A study of thread tensions on a lockstitch sewing machine (Part I) // International Journal of Clothing Science and Technology. – 1994. – 6(1). – P. 14–19. – DOI: <https://doi.org/10.1108/09556229410054468>
17. Пищиків В. О., Орловський Б. В. Проектування швейних машин : навч. посіб. для студ. вищих навч. закладів. – Київ : Формат, 2007. – 320 с.
18. Орловський Б. В., Дворжак В. М., Радченко Є. С. Метричний синтез оберненого кулісного механізму ниткопритягувача швейної машини. Повідомлення 1 // Технології та дизайн. – 2011. – № 1.
19. Орловський Б. В., Дворжак В. М., Радченко Є. С. Метричний синтез оберненого кулісного механізму ниткопритягувача швейної машини. Повідомлення 2 // Технології та дизайн. – 2012. – № 1 (2).
20. Guin B., Roy R. Development of an automatic thread tension adjusting device for single needle lock stitch machine // Advances in Industrial Machines and Mechanisms : Select Proceedings of IPROMM 2020. – Singapore : Springer, 2021. – Режим доступу: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-16-1769-0_18
21. Şafak Ş., Şaka Z., Özçelik Z. Modification of the classical needle bar and thread take-up lever mechanism in sewing machines // Fibres Text. East. Eur. – 2011. – 93(4). – P. 108–111. – Режим доступу: http://www.fibtex.lodz.pl/doi/AltS.01.2006.009/1/_sid/article759.html
22. Rengasamy R. S., Wesley D. S. Effect of thread structure on tension peaks during lock stitch sewing // AUTEX Research Journal. – 2011. – 11(1). – P. 1–5. – DOI: <https://doi.org/10.1515/aut-2011-110101>
23. Wang X., Li H., Zhang Y., Guan Y., Yan S., Zhai J. Compressive failure characteristics of 3D four-directional braided composites with prefabricated holes // Materials. – 2024. – 17. – 3821. – DOI: <https://doi.org/10.3390/ma17153821>
24. Şafak Ş., Şaka Z., Özçelik Z. Modification of the classical needle bar and thread take-up lever mechanism in sewing machines [Електронний ресурс]. – 2012. – Режим доступу: <https://acikerisim.selcuk.edu.tr/items/d59bee62-2153-4703-af9a-3a9bc5d0dfc5>
25. Lee B., Herszberg I., Bannister M. K., Curiskis J. I. The effect of weft binder path length on the architecture of multi-layer woven carbon preforms // Textile Composites and Characterisation. – 1997. – 5. – P. 260–269. – Режим доступу: https://www.iccm-central.org/Proceedings/ICCM11proceedings/papers/ICCM11_V5_27.pdf
26. Wang P., Legrand X., Soulat D. Three-dimensional textile preform using advanced textile technologies for composite manufacturing // Textiles for Advanced Applications. – 2017. – P. 161–189. – DOI: <https://doi.org/10.5772/intechopen.68175>
27. Малкін Є. С. Нитконастягач із регульованим вихідним натягом // Вісник КНУТД. – 2007. – № 2 (34). – С. 31–33.
28. Scherban V. Equalizations of dynamics of filament interactive with surface // Intellectual Archive. – 2017. – 6(1). – P. 22–26. – Режим доступу: <https://www.intellectualarchive.com/?link=item&id=1782>
29. Jinzhifeng (Tianjin) Automation Technology Co., Ltd. Jinzhifeng Automation Technology [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.jzf-tj.com/en/>
30. HeBei QingGong Sewing Machine Co., Ltd. HeBei QingGong Sewing Machine Co., Ltd. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.qgfr.com/en/>
31. Манойленко О. П., Горобець В. А., Дворжак В. М., Писаренко Д. Д., Билик К. А. Аналітичний огляд та розроблення класифікації механізмів подачі голкових ниток швейних машин ланцюгового стібка // Технології та інженеринг. – 2022. – № 4 (9). – С. 35–47. – DOI: <https://doi.org/10.30857/2786-5371.2022.4.3>
32. Degtyarov A. V., Kokodiy M. G., Maslov V. O., Timanyuk V. O. Setting up the experiment and processing the results : A study guide for students of physical specialties of higher educational institutions. – Kharkiv : V. N. Karazin KhNU, 2017. – Режим доступу: http://quant.univer.kharkov.ua/pdf/Metod_5.pdf
33. Sour V. M. Organization of scientific research : Study guide. – Sumy : University Book, 2011. – Режим доступу: <https://book.sumy.ua/organizatsiya-naukovich-doslidzhen/>

References

1. ISO 4916:1991. Textiles. Seam types. Classification and terminology. – Geneva : ISO, 1991. – 24 p.
2. DSTU ISO 4915:2015. Textile materials. Types of seams. – Kyiv : Minekonomrosvytku Ukrainy, 2016. – 18 p.
3. Manoilenco O. Topological analysis and synthesis of machine chain stitches // Vlákna a textil (Fibres and Textiles). – 2020. – Vol. 27, № 4. – P. 58–69. – Available at: http://vat.ft.tul.cz/2020/4/VaT_2020_4_8.pdf
4. Fristedt T. Novel fiber placement technologies for composite applications [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <https://www.tailoredfiberplacement.com/laystitch-acce-2012.pdf> (data zvernennia: 12.09.2012).
5. NASA Technical Reports Server. Handbook of Analytical Methods for Textile Composites. – 1997. – 176 p. – Rezhym dostupu: <https://ntrs.nasa.gov/citations/19970017583>
6. Orlovsky B. V., Manoilenco O. P., Bezuhlyi D. M. Object-Oriented Analysis of Frame 3D Textile Structures // Journal of Engineering Sciences. – 2023. – 9(1). – P. 1–5. – DOI: [https://doi.org/10.21272/jes.2023.10\(2\).c4](https://doi.org/10.21272/jes.2023.10(2).c4)
7. McDonnell C., Hayes S., Potluri P. Investigation into the tensile properties of ISO-401 double-thread chain-stitched glass-fibre composites // International Journal of Lightweight Materials and Manufacture. – 2021. – 4(2). – P. 203–209. – DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijlmm.2020.11.001>
8. Abeysooriya R. P., Wickramasinghe G. L. D. Regression model to predict thread consumption incorporating thread-tension constraint: Study on lock-stitch 301 and chain-stitch 401 // Fashion and Textiles. – 2014. – Vol. 1, № 1. – P. 1–8. – DOI: <https://doi.org/10.1186/s40691-014-0014-5>

9. Manoilenko O. P. Rozrobka mekhanizmiv podachi holkovoi nytky stochuvalnykh mashyn lantsiuhovoho stibka : avtoref. dys. ... kand. tekhn. nauk. – Kyiv : KNUTD, 2008. – 24 s.
10. Manoilenko O., Bezuhlyi D., Horobets V., Burmistenkov O. Analitichne doslidzhennia mekhanizmiv podachi idealnoi nytky shveinykh mashyn odnonytkovoho lantsiuhovoho stibka typu 101 // Visnyk Khmelnytskoho natsionalnogo universytetu. Tekhnichni nauky. – 2025. – № 3 (351), ch. 1. – S. 341–349. – DOI: <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2025-351-43>
11. Manoilenko O. P., Bezuhlyi D. M., Horobets V. A., Puts V. S., Aliksieievets A. S. Eksperymentalne vyznachennia znachen funktsii polozhennia robochykh orhaniv mashyn lantsiuhovoho stibka typu 101 ta pobudova yikh synkhrohamy // Naukovi notatky : mizhvuzivskyi zbirnyk. – Lutsk : Lutskiy NTU, 2025. – № 82. – S. 143–150. – DOI: <https://doi.org/10.36910/775.24153966.2025.82.22>
12. Midha V. K., Gupta V., Mukhopadhyay A. Impact of Positive Thread Feeding for High-Speed Industrial Lockstitch Sewing Machines: Part I Development of Device // J. Inst. Eng. India Ser. E. – 2019. – 100. – P. 71–79. – DOI: <https://doi.org/10.1007/s40034-019-00136-2>
13. Chen A., Zou H., Du R. Modeling of industrial sewing machines and the balancing of thread requirement and thread supply // Journal of the Textile Institute. – 2001. – 92(3). – P. 256–268.
14. Žunič-Lojen D., Geršak J. Thread loadings in different measuring positions on the sewing machine // Textile Research Journal. – 2005. – 75(6). – P. 498–506. – DOI: <https://doi.org/10.1177/0040517505053870>
15. Rudolf A., Gersak J. Study of the relationship between deformation of the thread and built-in fibres // International Journal of Clothing Science and Technology. – 2001. – 13(3–4). – P. 289–300. – DOI: <https://doi.org/10.1108/EUM0000000005783>
16. Ferreira F. B. N., Harlock S. C., Grosberg P. A study of thread tensions on a lockstitch sewing machine (Part I) // International Journal of Clothing Science and Technology. – 1994. – 6(1). – P. 14–19. – DOI: <https://doi.org/10.1108/09556229410054468>
17. Pyshchykov V. O., Orlovskiy B. V. Proektuvannia shveinykh mashyn : navch. posib. dla stud. vyshchykh navch. zakladiv. – Kyiv : Format, 2007. – 320 s.
18. Orlovskiy B. V., Dvorzhak V. M., Radchenko Ye. S. Metrychnyi syntez obernenoho kulisnogo mekhanizmu nytkoprytiahuvacha shveinoi mashyny. Povidomlennia 1 // Tekhnolohii ta dyzain. – 2011. – № 1.
19. Orlovskiy B. V., Dvorzhak V. M., Radchenko Ye. S. Metrychnyi syntez obernenoho kulisnogo mekhanizmu nytkoprytiahuvacha shveinoi mashyny. Povidomlennia 2 // Tekhnolohii ta dyzain. – 2012. – № 1 (2).
20. Guin B., Roy R. Development of an automatic thread tension adjusting device for single needle lock stitch machine // Advances in Industrial Machines and Mechanisms : Select Proceedings of IPROMM 2020. – Singapore : Springer, 2021. – Rezhym dostupu: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-16-1769-0_18
21. Şafak Ş., Şaka Z., Özçelik Z. Modification of the classical needle bar and thread take-up lever mechanism in sewing machines // Fibres Text. East. Eur. – 2011. – 93(4). – P. 108–111. – Rezhym dostupu: http://www.fibtex.lodz.pl/doi/AltS.01.2006.009/1/_sid/article759.html
22. Rengasamy R. S., Wesley D. S. Effect of thread structure on tension peaks during lock stitch sewing // AUTEX Research Journal. – 2011. – 11(1). – P. 1–5. – DOI: <https://doi.org/10.1515/aut-2011-110101>
23. Wang X., Li H., Zhang Y., Guan Y., Yan S., Zhai J. Compressive failure characteristics of 3D four-directional braided composites with prefabricated holes // Materials. – 2024. – 17. – 3821. – DOI: <https://doi.org/10.3390/ma17153821>
24. Şafak Ş., Şaka Z., Özçelik Z. Modification of the classical needle bar and thread take-up lever mechanism in sewing machines [Elektronnyi resurs]. – 2012. – Rezhym dostupu: <https://acikerisim.selcuk.edu.tr/items/d59bee62-2153-4703-af9a-3a9bc5d0dfc5>
25. Lee B., Herszberg I., Bannister M. K., Curiskis J. I. The effect of weft binder path length on the architecture of multi-layer woven carbon preforms // Textile Composites and Characterisation. – 1997. – 5. – P. 260–269. – Rezhym dostupu: https://www.iccm-central.org/Proceedings/ICCM11proceedings/papers/ICCM11_V5_27.pdf
26. Wang P., Legrand X., Soulat D. Three-dimensional textile preform using advanced textile technologies for composite manufacturing // Textiles for Advanced Applications. – 2017. – P. 161–189. – DOI: <https://doi.org/10.5772/intechopen.68175>
27. Malkin Ye. S. Nytkonatiachach iz reholovanykh vykhidnykh natiachom // Visnyk KNUTD. – 2007. – № 2 (34). – S. 31–33.
28. Scherban V. Equalizations of dynamics of filament interactive with surface // Intellectual Archive. – 2017. – 6(1). – P. 22–26. – Rezhym dostupu: <https://www.intellectualarchive.com/?link=item&id=1782>
29. Jinzhifeng (Tianjin) Automation Technology Co., Ltd. Jinzhifeng Automation Technology [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <http://www.jzf-tj.com/en/>
30. HeBei QingGong Sewing Machine Co., Ltd. HeBei QingGong Sewing Machine Co., Ltd. [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <https://www.qgfr.com/en/>
31. Manoilenko O. P., Horobets V. A., Dvorzhak V. M., Pysarenko D. D., Bylyk K. A. Analitichnyi ohliad ta rozroblennia klasyfikatsii mekhanizmiv podachi holkovykh nytok shveinykh mashyn lantsiuhovoho stibka // Tekhnolohii ta inzhenerinh. – 2022. – № 4 (9). – S. 35–47. – DOI: <https://doi.org/10.30857/2786-5371.2022.4.3>
32. Degtyarov A. V., Kokodiy M. G., Maslov V. O., Timanyuk V. O. Setting up the experiment and processing the results : A study guide for students of physical specialties of higher educational institutions. – Kharkiv : V. N. Karazin KhNU, 2017. – Rezhym dostupu: http://quant.univer.kharkov.ua/pdf/Metod_5.pdf
33. Sour V. M. Organization of scientific research : Study guide. – Sumy : University Book, 2011. – Rezhym dostupu: <https://book.sumy.ua/organizatsiya-naukovih-doslidzen/>