

тензорезисторів і вібродатчиків. Обчислення показали, що максимальні статичні і динамічні напруження отримані при запуску і роботі ТНА-150 до проведеного балансування і склали $\sigma_{ст} = 64$ МПа на 16100 об/хв, після балансування – $\sigma_{ст} = 17,6$ МПа на 15300 об/хв. Динамічні напруження до балансування по першій роторній гармоніці склали $\sigma_{дин} = \pm 26,8$ МПа на 10800 об/хв, по другій – $\sigma_{дин} = \pm 34,8$ МПа на 15100 об/хв.

Після балансування максимальні напруження склали по першій роторній гармоніці $\sigma_{дин} = \pm 14,8$ МПа на 16200 об/хв, по другій – $\sigma_{дин} = \pm 10,8$ МПа на 14700 об/хв.

В результаті зрівноваження максимальні прогини вала ротора в діапазоні 2000-18000 об/хв. знижені приблизно в 6 разів, амплітуди вібрацій опор – в 4 рази, статичні напруження в матеріалі вала - в 3,5 разу, а динамічні – в 3 рази.

Література

1. Srikanthan M. R., Sekhar A. S., Deepthikumar M. B. 2013. Modal balancing of flexible rotors with bow and distributed unbalance / Journal of Sound and Vibration, 332(24): 6216–6233.
2. Dimarogonas A. D., Paipetis S. A., Chondros T. G. 2013. Analytical methods in rotor dynamics, Berlin-Heidelberg-New York, Springer Verlag. doi: 10.1007/978-94-007-5905-3
3. Darlow M. S. 2012. Balancing of high-speed machinery, Springer Science & Business Media.
4. Zhou S., Shi J. 2001. Active balancing and vibration control of rotating machinery: a survey / Shock and Vibration Digest, T. 33, № 5. pp 361–371.
5. Tarantola A. 2005. Inverse problem theory and methods for model parameter estimation, Siam. 342 p.
6. Levit M. E. et al. 1992 Manual balancing, Moscow, Mashinostroenie. 464 p.
7. Горошко А.В. Обернена задача динаміки турбонасосного агрегату / А.В. Горошко // Вісник Хмельницького національного університету. – 2014. – № 3. – С. 195–201.
8. Goroshko A. V., Roizman V. P. 2015. Statistical Methods for Providing the Stability of the Solutions of Inverse Problems and Their Application to Decrease Rotor Vibroactivity, Journal of Machinery Manufacture and Reliability, Vol. 44, 3: 232–238.
9. MathWorks. The MathWorks, Inc. 1994–2014. URL: <http://www.mathworks.com/>

Рецензія/Peer review : 17.5.2016 р.

Надрукована/Printed : 6.6.2016 р.
Рецензент: д.т.н., проф. Ройзман В.П.

УДК 687.053

Е.А. МАНЗЮК

Хмельницький національний університет

ТЕХНОЛОГІЧНІ МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ РОТАЦІЙНИХ ЧОВНИКОВИХ КОМПЛЕКТІВ

Проведені дослідження розвитку технологічних методів підвищення працездатності човникових пристроїв. Визначено напрямки розвитку найбільш ефективних технічних рішень та проведено систематизацію відомих підходів до покращення експлуатаційних характеристик швейного обладнання.

Ключові слова: човниковий пристрій, шпулетримач, човник.

Е.А. МАНЗЮК

Khmelnytskyi National University

TECHNOLOGICAL METHODS OF IMPROVING EFFICIENCY ROTARY HOOKS

Conducted researches of technological methods to increase efficiency of shuttle devices. The directions of development of the most effective technical solutions and system organization known approaches to improve the performance of sewing equipment. Research of modern technical solutions in areas of development, directed at the improvement and invention of new technologies for production, operation of rotary hooks, their modes of operation and operating conditions. Expansion and specification of the main areas of sewing technology. The analysis of the factual material allowed to identify the main solutions aimed at improving efficiency rotary hooks criteria for vibration resistance and durability. Concomitant use of structural and technological methods to increase efficiency rotary hook which uses a variety of wear-resistant materials, surface strengthening methods. Changes in the design of the kinematic pair, which improves modes of friction and wear, and determine the conditions of interaction of elements which provide reliability rotary hooks. Improvement and optimization of the required parameters is done by changing the geometry, shapes, sizes without introducing additional elements in the coupling and making radical changes in the design.

Keywords: rotary hook, sewing shuttle

Постановка проблеми

Човниковий комплект швейної машини є важливим вузлом швейної машини до якого ставлять підвищені вимоги по надійності його роботи та працездатності упродовж усього періоду експлуатації. Експлуатаційні умови його роботи є досить важкими, зважаючи на цілий ряд факторів. Перш за все це

робота в умовах недостатнього змащування. Це зумовлюється тим, що поверхні ковзання швейного гачка та шпулетримача мають розриви, що не дозволяє сформувати умови рідинного розклинювання поверхонь тертя. Робота човника відбувається при значних ударних та вібраційних навантаженнях. Крім того, верхня голкова нитка при обводі навколо шпулетримача проходить поблизу зон ковзання, це вимагає обмежувати подачу мастила в зону контакту, щоб не призвести до забруднення нитки та погіршення якості виробу.

Робота швейної машини пов'язана з механічним впливом на продукти шиття. Наслідком такого механічного впливу, який зумовлюється переміщенням матеріалу рейкою, проколлюванням голкою, діями оператора так і структурою самого матеріалу, є поява пилу та частинок матеріалу, які попадають в зону ковзання складових елементів човникового пристрою. Наявність мастила дозволяє акумулювати та накопичувати цей пил в зоні тертя, що значно погіршує умови експлуатації, призводить до швидкого зношування контактуючих поверхонь, та вимагає частого технічного обслуговування човникового комплексу.

Розмірні та конструкційні параметри човника зумовлені технологією шиття та переплетенням верхньої голковою та нижньої човниковою ниток. Зміна цих параметрів та внесення суттєвих конструкційних покращень обмежена. Тому пошук ресурсів покращення роботи човника було направлено в сторону винайдення нових матеріалів, оптимізації методів змащування та інших напрямках, які можна узагальнити технологічним напрямком.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Широке розповсюдження набули типові конструкції човникових комплектів з використання мастильних матеріалів, які широко розповсюджені в машинобудуванні [1–3]. Значній увазі приділяли дослідженням, які направлені на адаптацію мастильних матеріалів широкого вжитку до умов експлуатації човникових комплектів [4].

Дослідження проводились за багатьма аспектами технологічного напрямку, це пов'язані як з дослідженням впливу густини мастильних матеріалів на роботу човника, використання присадок різного типу та складу, застосування різних систем та режимів змащування. Проводились ґрунтовні дослідження в напрямку пошуку нових методів поверхневого зміцнення поверхонь тертя, винайдення нових матеріалів з яких виготовляють деталі комплексу їх складові елементи та інше

Формулювання цілі статі

Дослідження сучасних технічних рішень на напрямків їх розвитку, які направлені на удосконалення та винайдення нових технологій виготовлення, експлуатації човникових комплектів, їх режимів роботи та умов експлуатації. Розширення та специфікацію основних напрямків розвитку інженерної думки технологічного напрямку.

Виклад основного матеріалу

Відомі дослідження з питань підвищення надійності та працездатності роботи комплексу, які носять технологічний характер, спрямовані на застосування відповідних конструкційних матеріалів, використання поверхневих методів зміцнення, нанесення на поверхні тертя зносостійких покриттів, підбір мастил та інше.

Значний ефект дає поєднання конструкційних та технологічних методів та рішень. Ряд патентів ґрунтуються на поєднанні блочно-модульного принципу конструювання з технологічними рішеннями. Деталі, які найшвидше зношуються, виготовляють із зносостійких матеріалів, тоді як несучі частини з дешевих матеріалів, які легко оброблюються або штампують з полімерних матеріалів [5]. Такі деталі як обідок шпулетримача виготовляють з берилієвої бронзи, фторопластографіта [6], носик швейного гачка з титану [7], високоякісної сталі [8] та інше. На робочих поверхнях і в зонах, які постійно контактують з голковою та човниковою нитками встановлюють накладки із сплаву на основі титану [9]. Зменшення вартості виготовлення досягається пресуванням швейного гачка методом порошкової металургії [10, 11].

Ділянки, які при подальшій роботі піддаються найбільшому зношуванню і контактують з нитками та шпулетримачем, термообробляють [12]. Для фіксування елементів конструкції у необхідному положенні за допомогою магнітного поля, виготовляють швейний гачок з феромагнітного матеріалу [13]. На суміжні поверхні спряження шпулетримач-швейний гачок рекомендовано наносити антифрикційне дисульфідмолібденове покриття [14]. Суміжні поверхні спряження, а також поверхні, які контактують з нитками, покривають матеріалами на основі нітриду титану [14]. Нітрид титану наноситься на одну або обидві суміжні поверхні металізацією, що дозволяє забезпечити твердість поверхні від 1000 до 2000 одиниць по Вікерсу. Досить часто деталі човникового комплексу виготовляють із складових частин [15] (рис. 1).



Рис. 1. Приклад комбінування шпулетримача з різних матеріалів [15]

Широке використання знайшли полімерні матеріали [16, 17]. На поверхні спряження наноситься

полімер, який містить скляні, орієнтовані полімерні волокна, тверде мастило або їх комбінацію. Таким пластичним матеріалом може бути Acetal Celcon[®] або Delrin[®], які є термопластичними полімерами з високою температурою плавлення і дисперсією мастильних TFE волокон [8].

Іншим прикладом використання полімерних матеріалів є патенти [18–22]. Згідно з цими патентами окремі деталі човникового комплексу виготовляють з рідкокристалічного полімеру, поліамідних смол, та інших неорганічних речовин, які можуть мати металічний, керамічних порошок, вуглецеві та скляні волокна. Також запропоновано різні форми розташування полімерного матеріалу на поверхнях контакту спряжених елементів. Рідкокристалічний полімер, який може включати тверді компоненти, має високу температуру деформації. Він містить молекулярний ланцюг, який характеризується високим ступенем деформації, низьким лінійним коефіцієнтом розширення, що в напрямку потоку складає 1×10^{-5} см/см/°C і співвідноситься із значеннями для металів. Покриття з рідкокристалічного полімеру має шарову структуру (рис. 2, 3). Зовнішній шар з молекулярними ланцюгами і високо орієнтованим в напрямку потоку внутрішнім шаром складає $0.2 \div 3$ мкм. Полімер має волокнисту структуру з довжиною волокон 5, 0.5, 0.05 мкм. Шарова структура полімерного покриття дає можливість демпфувати вібраційні коливання та удари.

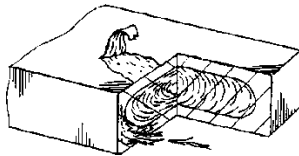


Рис. 2. Шарова структура поверхневого покриття з рідкокристалічного полімеру [18]

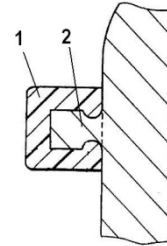


Рис. 3. Поясок шпулетримача виготовлений з полімеру: 1 – поясок з полімеру; 2 – металічний шпулетримач [18]

Додавання до полімеру металічних волокон алюмінію довжиною 0.01 мм підвищує границю міцності. Встановлено, що 35% вміст металічних волокон збільшує границю міцності у п'ять разів. Покращення механічних властивостей досягається сумісним введенням алюмінієвого і залізного порошку. Вміст керамічного порошку на основі оксиду алюмінію (Al_2O_3) або суміші його з іншими металами значно підвищує зносостійкість покриття і виключає зварювання та схвачування поверхонь. Поверхні спряження мають низький коефіцієнт тертя і зберігають працездатність при високих температурах. Полімер при необхідності може бути підданий механічній обробці.

Хороші результати дає поєднання полімеру і металу в одній деталі. Наприклад, частина шпулетримача виготовляється з полімеру, а частина з високоякісної сталі, яка покривається TiAlN або TiCN на товщину до 5 мкм. Високою зносостійкістю відзначається спряження, елементи якого виготовлені з неорганічного матеріалу. Неорганічний матеріал містить алюмінієвий порошок і порошок алюмінієвого сплаву. Суміш виготовляється таким чином. Алюмінієвий сплав серії A2000, який містить сталь, магній, нікель, залізо подрібнюється. До нього додається від 2 до 5% порошку алюмінію з розмірами частинок, приблизно, 5 мкм і змішується з основною складовою. Суміш пресується і витісняється при температурі 400 °C у необхідну форму, наприклад обідок шпулетримача.

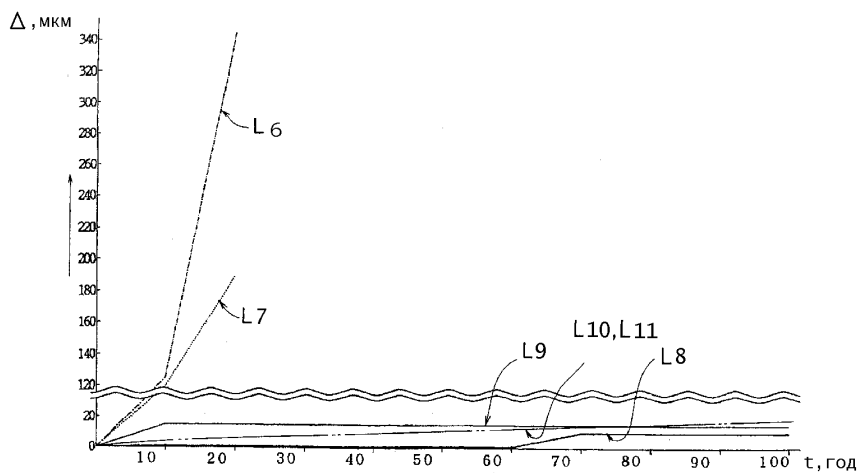


Рис. 4. Графік залежності росту зазору від часу роботи без змащування: аксіальний зазор (16 – флуорезін, 18 – рідкокристалічний полімер); радіальний зазор, (17 – флуорезін, 19 – рідкокристалічний полімер); з мастилом відповідно: радіальний 110, аксіальний 111 [18]

Деталі човникового комплексу, які виготовляються таким чином мають високу зносостійкість. Вона

перевищує зносостійкість вуглецевої сталі у 100 разів. Границя міцності 360 Н/см^2 при $150 \text{ }^\circ\text{C}$, яка еквівалентна значенню вуглецевої сталі при кімнатній температурі і у п'ять разів перевищує відповідне значення для чистого алюмінію.

Високі швидкості ковзання елементів спряження вимагають досконалого змащування поверхонь. В той же час кількість мастила, яке подається на поверхню необхідно обмежувати, щоб не забруднити нитки, а отже, і самий виріб. Для забезпечення зазору між суміжними поверхнями пар тертя подають повітря під тиском [23] або суміш повітря і розпиленого мастила [24]. Це дає змогу розташувати шпулетримач на повітряній подушці і забезпечити надійне охолодження поверхонь тертя. Недостатнє змащування поверхонь призводить до погіршення умов тертя і перегріву спряження [25]. Тому використовують різні методи та способи змащування спряження [26–29]. Аналіз систем змащування механізмів човників промислових швейних машин дозволяє розділити їх на дві основні групи [4]:

1. Системи змащування, які є складовою частиною системи змащування усієї швейної машини.
2. Автономна групова система змащування, яка не залежить від системи змащування усієї машини.

Система змащування повинна забезпечувати такі вимоги, при яких змащування усіх пар тертя човникового комплексу виконується централізовано; мастило підводиться безпосередньо до прямого паза швейного гачка; механізм комплексу повинен мати дросельні пристрої, які забезпечують в поєднанні з гнотом в каналах тонке регулювання подачі мастила при незначних витратах і малому перепаді тиску. Дослідженнями [30–32] встановлено, що взаємна орієнтація шпулетримача і швейного гачка залежить від в'язкості мастила (рис. 5). Рекомендовано для зменшення імпульсних навантажень в кінематичній парі використовувати мастила малої в'язкості, найкращі результати отримано при використанні мастила з в'язкістю 1.44 ВУ50 фірми «Juki» (Японія). Використання мастил з низькою в'язкістю обґрунтовано у роботі [31] з врахуванням швидкісних режимів роботи швейної машини.

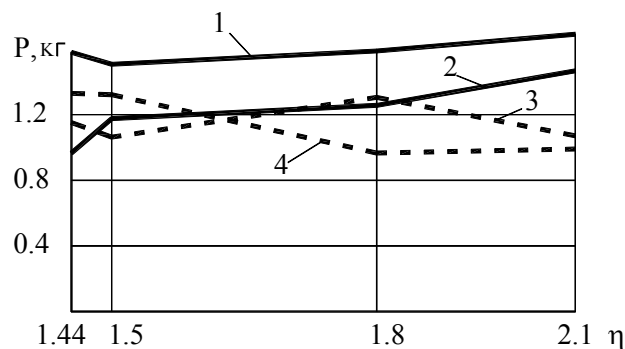


Рис. 5. Графік залежності навантаження на виступі пальця шпулетримача від в'язкості мастила: 1 – середнє сумарне навантаження на виступі пальця шпулетримача за один оберт швейного гачка на холостому ході; 2 – теж при шитті; 3 – середнє навантаження на виступі пальця шпулетримача при шитті; 4 – теж на холостому ході [31]

Одним з рішень питань підвищення надійності може бути використання ефекту вибіркового переносу [33]. Відомі дослідження [34–36] базуються на використанні у спряженнях човникового комплексу мінеральних мастил із вмістом присадок, які мають мідь. До таких присадок відносяться МКФ-18 і МКФ-18У, які представляють собою 50-і 40% розчини продукту, який містить мідь у базовому маслі I-20. Введення присадки в мастило створює умови для формування на поверхнях тертя мідної захисної плівки. Пара тертя становиться фактично парою мідь-хром з включенням міді у пори хромового покриття по всій поверхні обідка шпулетримача. Запропонований метод змащування дозволяє в значній мірі збільшити ресурс.

Відомі технологічні методи підвищення працездатності надійності не завжди дають бажані результати. Значну роль у цьому відіграє забруднення середовища, яке оточує човниковий комплект пилом, очосами, нитками та інше, а також відсутність засобів видалення їх з робочої зони досить суттєво змінює режими тертя та зносостійкість спряження [31].

Висновки

Таким чином, аналіз фактичного матеріалу дозволив виділити основні рішення, які спрямовані на підвищення працездатності човникового комплексу за критеріями віброударної стійкості та зносостійкості. Це досягається таким чином:

- Компенсацією радіального і аксіального зазорів у спряженні швейний гачок-шпулетримач за рахунок введення пружних елементів, які є конструкційною частиною спряження. Ліквідація зазорів, яка залежно від конструкційного рішення може бути як автоматичною і неперервною, так і дискретною. Введення пружних елементів в деяких випадках дозволяє забезпечити демпфірування віброударних навантажень, які виникають під час роботи швейної машини.

- Використанням блочно-модульного принципу конструювання човникового комплексу, при якому застосовується подальша деталізація конструкції човникового комплексу на базі виділення з конструкції елементів, які найбільш інтенсивно зношуються. Так, наприклад, виділяється обідок шпулетримача в окрему деталь, або розділюється шпулетримач на дві деталі. Іншим вдалим прикладом є

виділення носика швейного гачка в окрему деталь, яка прикріплюється до основного корпусу. Такий підхід дає змогу значно спростити конструкцію, здешевити її виготовлення. Це дозволяє збільшити ресурс роботи човникового комплекту, шляхом заміни в процесі експлуатації зношених елементів комплекту, які у даному випадку є простими окремими деталями.

- Заміною просторового розташування човникового комплекту або шпулетримача відносно швейного гачка. Човниковий комплект закріплюється під деяким кутом з можливістю його регулювання, а вісь шпулетримача розташовується під кутом до осі швейного гачка. У деяких конструкціях така взаємна орієнтація дозволяє запобігти можливим імпульсним ударним навантаженням у човниковому комплекті при його роботі.

- Заміною характеру тертя та зношування взаємодіючих поверхонь. На одній із поверхонь ковзання розташовують тіла кочення, за допомогою яких і відбувається взаємодія конструкційних елементів. Результатом такого технічного рішення є заміна тертя ковзання тертям кочення і відповідно режиму та характеру зношування кінематичного з'єднання.

- Комбінацією та перенесенням технологічних, конструкційних та інших функцій з одних елементів конструкції на інші. Вдалим прикладом такого технічного рішення є зміна форми установочного пальця і конструкції швейного гачка таким чином, що частина ваги шпулетримача переноситься з швейного гачка на установочний палець. При цьому зменшується навантаження на поверхні елементів кінематичної пари, а також досягається стійке положення шпулетримача у швейному гачку.

- Внесенням змін у конструкцію кінематичної пари, які покращують режими тертя та зношування, а також визначають умови взаємодії елементів при яких забезпечується надійність роботи човникового комплекту. Покращення та оптимізація необхідних параметрів відбувається шляхом зміни геометрії, форми, розмірів без введення додаткових елементів у спряження та внесення радикальних змін у конструкцію.

- Одночасним застосуванням конструкційних та технологічних методів підвищення працездатності човникового комплекту де використовуються різноманітні зносостійкі матеріали, поверхневі методи зміцнення.

Література

1. Рейбарх Л.Б. Оборудование швейного производства / Рейбарх Л.Б. – М. : Высшая школа, 1982. – 302 с.
2. Оборудование швейных фабрик / Н.М. Вальщиков, А.И. Шаранин, И.А. Идиатулин, К.А. Маковецкий. – Л. : Машиностроение, 1968. – 419 с.
3. Комисаров А.И. Челночные устройства и механизмы швейных машин / А.И. Комисаров, В.В. Сторожев. – М. : МТИЛП, 1964. – 20 с.
4. Рейбарх Л.П. Пути совершенствования систем и способов смазки современных швейных машин / Л.П. Рейбарх, Л.Б. Рейбарх. – Л. : Машиностроение, 1982. – 83 с.
5. Пат. 665435 Швейцарія. МПК D 05 B 57/28. Dispositif capteur de boucle a crochet rotatif pour machine a coudre / Baruffa Olindo, Jimenez Antonio (Швейцарія); Mefina S.A. – № 1235/85 ; заявл. 20.03.85 ; опубл. 13.05.88, НПК 112/228.
6. А.с. 1687679 СССР, МПК D 05 B 57/10. Челночное устройство швейной машины / В. К. Бондаренко, Л. А. Каданаций, В. А. Лишанков, В. Я. Франц (СССР). – № 4683898 ; заявл. 25.04.89 ; опубл. 30.10.91, бюл. № 40.
7. Пат. 4488499 США, МПК D 05 B 57/08. Replaceable hook point and needle guard for sewing machine loop taker / Giaimo Anthony, Zylbert Thaddeus J. (США); The Singer Company. – № 326885 ; заявл. 02.12.1981; опубл. 18.12.1984 ; НПК 112/230.
8. Пат. 4966088 США, МПК D 05 B 57/08. Composite rotary loop taker for lockstitch sewing machine / Badillo Paul (США); Vakron Corp. – № 292652 ; заявл. 28.12.1988 ; опубл. 30.10.1990 ; НПК 112/184.
9. Пат. 2576042 Франція. МПК D 05 B 57/10. Dispositif a navettes a rotation totale / Shimizu Hiromitsu (Японія); Hirose Tokuso. – № 8500571 ; заявл. 16.12.85 ; опубл. 18.07.86, НПК 112/228.
10. Пат. 4486940 США, МПК B 21 D 39/00. Method of forming a sewing machine hook assembly / Valori Giuseppe, Primati Marco (Італія), Stevens; Victor G. (США); The Singer Company. – № 442540 ; заявл. 18.11.1982; опубл. 11.12.1984 ; НПК 029/509.
11. Пат. 2000229 Японія, МПК D 05 D 57/14. Rotating hook of sewing machine / Mizusawa Koji (Японія); Sabun Kogyosho. – № 11033210 ; заявл. 10.02.1999 ; опубл. 22.08.2000 ; НПК 112/231.
12. Пат. 5152236 США, МПК D 05 B 57/26. Bobbin holding structure / Hirose Tokuzo (Японія); Hirose Manufacturing Co., Ltd. – № 626288 ; заявл. 12.12.1990 ; опубл. 06.10.1992 ; НПК 112/231.
13. Пат. 4676178 США, МПК D 05 B 57/08. Rotary loop taker and bobbin case with magnetic repulsive force therebetween / Hirose Tokuzo (Японія). – № 717294 ; заявл. 28.03.1985 ; опубл. 30.06.1987 ; НПК 112/231.
14. Пат. 4665850 США, МПК D 05 B 57/08. Rotary hook assembly / Shimizu Hiromitsu (Японія); Tokuzo Hirose. – № 688141 ; заявл. 31.12.1984 ; опубл. 19.05.1987 ; НПК 112/231.
15. Пат. 5351636 США, МПК D 05 B 57/16. Fully rotating hook for a lockstitch sewing machine / Hirose

- Tokuzo (Японія); Hirose Manufacturing Co., Ltd. – №84519 ; заявл. 01.07.1993 ; опубл. 04.10.1994 ; НПК 112/231.
16. Исаков Б.В. Нанесение полимерных покрытий на детали машин / Б.В. Исаков, С.С. Эпель // Швейная промышленность. – 1970. – № 6. – С. 18-19.
17. Исаков Б.В. Исследования возможности ремонта челнока / Б.В. Исаков // Швейная промышленность. – 1969. – № 3. – С. 28-29.
18. Пат. 5651323 США, МПК D 05 B 57/16. Hook assembly with coated surfaces for sewing machine / Hirose Tokuzo, Nakamura Kiyoshi (Японія); Hirose Manufacturing Co., Ltd. – № 390481 ; заявл. 17.12.1995 ; опубл. 29.07.1997 ; НПК 112/231.
19. Пат. 8112476 (Японія), МПК D 05 B 57/14. Inner kettle of full rotation kettle / Hirose Tokuzo (Японія); Hirose Manufacturing Co., Ltd. – № 246592 ; заявл. 12.10.1994 ; опубл. 07.04.1996 ; НПК 112/231.
20. Пат. 5413058 США, МПК D 05 B 57/26. Inner bobbin case holder of a fully rotating hook / Hirose Tokuzo, Nakamura Kiyoshi (Японія); Hirose Manufacturing Co., Ltd. – № 131657 ; заявл. 05.10.1993 ; опубл. 09.05.1995 ; НПК 112/231.
21. Пат. 5076182 США, МПК D 05 B 57/16. Rotary hook / Hirose Tokuzo, Shimizu Hiromitsu (Японія); Hirose Manufacturing Co., Ltd. – № 576120 ; заявл. 29.08.1990 ; опубл. 31.12.1991 ; НПК 112/228.
22. Пат. 4858543 США, МПК D 05 B 57/26. Plastic bobbin basket with needle guard plate / Badillo; Paul (США); Bakron Corp.– № 165260 ; заявл. 07.03.1988 ; опубл. 22.08.1989 ; НПК 112/231.
23. Пат. 4577572 США, МПК D 05 B 57/08. Fully rotating hook for a lock stitch sewing machine / Hirose Tokuzo (Японія); Hirose Manufacturing Co., Ltd. – № 591194 ; заявл. 16.03.1984 ; опубл. 25.03.1986 ; НПК 112/231.
24. Пат. 4671196 США, МПК D 05 B 57/08. Fully rotating hook for a lock stitch sewing machine / Hirose Tokuzo (Японія); Hirose Manufacturing Co., Ltd. – № 782942 ; заявл. 02.10.1985 ; опубл. 09.06.1987 ; НПК 112/228.
25. Нацвлишвили Р.С. Исследование ротационных челночных механизмов обувных машин : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : 021 / Грузинский политехнический ин-т. им. В.И. Ленина / Р. С. Нацвлишвили. – Тбилиси, 1968. – 26 с.
26. Пат. 4638750 США, МПК D 05 B 57/08. Sewing machine loop taker attaching construction / Mikuni Yoshio (Японія); Maruzen Sewing Machine Co., Ltd. – № 790645 ; заявл. 23.10.1985 ; опубл. 27.01.1987 ; НПК 112/230.
27. Пат. 5351636 США, МПК D 05 B 57/16. Fully rotating hook for a lockstitch sewing machine / Hirose Tokuzo (Японія); Hirose Manufacturing Co., Ltd. – № 84519 ; заявл. 01.07.1993 ; опубл. 04.10.1994 ; НПК 112/231.
28. Гусейнов Г.Г. Повышение долговечности деталей швейных машин на основе совершенствования узлов машин : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 01.02.06 “Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры” / Г. Г. Гусейнов. – Баку, 1993. – 23 с.
29. Пат. 2250015 ФРГ, МПК D 05 B 71/02 Greiferschmierung für zuklisch arbeitend Nähmaschinen / Tölle Günter (ФРГ). – заявл. 12.10.72 ; опубл. 9.02.78, НПК 112/228.
30. Пат. 4970975 США, МПК D 05 B 57/00. Rotary looptaker / Ando Ryuzo, Toratani Kousaku, Sato Masamichi, Nakashima Nobuyoshi, Hanya Yosiyasu (Японія); Brother Kogyo Kabushiki Kaisha. – № 356345 ; заявл. 24.04.1989 ; опубл. 20.11.1990 ; НПК 112/228.
31. Рачок В.В. Влияние масел различной вязкости на работу челнока машин 97 класса / В.В. Рачок // Машиностроение для легкой промышленности. – 1971. – № 11. – С. 14–18.
32. Гурович В.А. Исследования влияния смазочных масел на скорость изнашивания деталей швейных машин / В.А. Гурович // Автоматизация процессов вышивания и сборки швейных изделий : сб. научных работ. М., 1987. – С. 72–77.
33. Гаркунов Н. В. Триботехника / Н. В. Гаркунов. – М. : Машиностроение, 1983. – 424 с.
34. Данилов В.В. Смазка швейных машин с использованием медьсодержащей присадки МКФ–18У / В.В. Данилов, Н.Е. Денисова, А.М. Павлова, М.С. Носов, В.Н. Быстрое // Изв. вузов. Технол. легк. пром-сти. – 1989. – 32. – № 1. – С. 93–95.
35. Данилов В.В. Об использовании смазочных материалов с медьсодержащей присадкой в узлах трения швейных машин / В.В. Данилов, Н.Е. Денисова // Долговеч. трещ. деталей машин. – 1990. – № 6. – С. 183–186.
36. Литвинов А.Н. Исследование температурного режима в трибосопряжениях при наличии покрытия на контактирующих телах / А.Н. Литвинов, Н.Е. Денисова // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2008. – № 3. – С. 121–129.

Рецензія/Peer review : 19.4.2016 р.

Надрукована/Printed : 6.6.2016 р.
Рецензент: д. т. н., проф. Сорокатиї Р.В.