

УДК 687.053

## ДОСЛІДЖЕННЯ НАВАНТАЖЕННЯ НА ЕЛЕМЕНТИ РОТАЦІЙНОГО ЧОВНИКОВОГО КОМПЛЕКТУ

Е.А. МАНЗЮК, П.Г. КАПУСТЕНСЬКИЙ

Хмельницький національний університет

*Визначено основні особливості конструкції та підходи до проектування човникових комплектів з горизонтальною віссю обертання. Встановлені характерні режими взаємодії його елементів та напрямки проектування з метою розробки конструкції з безударною взаємодією елементів, безвідмовною роботою та надійними експлуатаційними характеристиками. Запропоновано основні залежності для визначення діючих сил в човниковому комплекті. Проведено огляд методів з розробки підходів до проектування пристрою*

Човникові комплекти швейних машин застосовуються в широкому спектрі швейного обладнання як промислового так і побутового призначення. На сьогоднішній день існує широке різноманіття конструкційних рішень і схем човникових пристроїв, а також механізмів, що забезпечують виконання таких технологічних операцій як переплетення ниток. Вони є невід'ємною складовою частиною механічних систем, головне призначення яких забезпечити якісне виконання механічної технології, безвідмовну та надійну роботу пристроїв швейних машин. Однією із важливих характеристик швейної машини є її продуктивність, що зумовлює розробку та проектування високошвидкісного обладнання. Такий підхід вимагає підбір та використання вузлів і механізмів, які дозволяють забезпечити виконання технологічних операцій в необхідному швидкісному діапазоні. Від конструкції човникового пристрою в значній мірі залежить якість строчки, продуктивність та довговічність машин.

Так човниковий механізм досить часто викликає підвищений шум, вібрації, зношування основних деталей та розладження швейної машини [1]. Тому слід звернути увагу та зосередити зусилля в напрямку розробки підходів та технічних рішень човникових комплектів, експлуатаційні характеристики яких в повній мірі відповідали б сучасним вимогам за критеріями експлуатаційної надійності та продуктивності. Вибір такого об'єкта дослідження зумовлений насамперед тим, що човниковий комплект виконує переплетення ниток в досить жорстких умовах експлуатації. Поверхні ковзання мають складну поверхню контакту з розривними поверхнями та працюють при високих швидкостях в умовах обмеженого змащування. Це обумовлено його технологічним призначенням, оскільки він здійснює переплетення ниток, які не можуть бути забруднені мастилом.

Зважаючи на вимоги високої продуктивності швейних машин, а, отже і високу швидкість роботи, широке розповсюдження набули ротаційні (обертіві) човникові комплекти. Розробка ж методів проектування таких систем є досить нагальною задачею на сьогоднішній день.

### **Об'єкти та методи дослідження.**

Умови експлуатації ротаційних човникових комплектів, особливо у високошвидкісних режимах, є жорсткими. Швидкість та прискорення в момент пуску досягають значних величин. За даними [1, 4] кутова швидкість човника в машині 97 кл. при швидкості головного валу  $\omega_{\text{ш.г.}} = 500 \text{ с}^{-1}$  складає  $\omega_{\text{ч.}} = 1050 \text{ с}^{-1}$ . Лінійна швидкість носика гачка 17 – 18 м/с. Кутові прискорення в момент включення машини досягають  $\varepsilon = 10000 \text{ с}^{-1}$ . Значних прискорень набувають і окремі ділянки нитки, особливо на

заокруглених ділянках носика гачка, що спричинює суттєвий вплив на елементи човникового комплексу [2].

Висока швидкість обертання гачка викликає значні навантаження на деталі човникового комплексу, коливання шпулетримача відносно човника призводять до виникнення додаткових навантажень, що підвищує тиск в опорах та знижує довговічність деталей. На сьогоднішній день відомо цілий ряд наукових робіт, які присвячені дослідженням в напрямку визначення характерних режимів взаємодії елементів човникового комплексу, матеріалів змащування пар тертя комплексу, розробки методик розрахунку та проектування. В той же час матеріали дослідницьких робіт досить розрізнені та стосуються окремих та специфічних аспектів роботи човникового комплексу, це пояснюється тим, що човниковий комплект, незважаючи на його важливість в структурі швейної машини з позиції технологічних операції, які він виконує, є нетиповим механічним вузлом, та відсутністю аналогічних механізмів за складністю та характером взаємодії елементів, а також за умовами експлуатації.

#### Постановка завдання.

Проведення досліджень в напрямку пошуку методів та підходів для розрахунку та проектування конструкцій ротатійних човникових комплектів з горизонтальною віссю обертання.

#### Результати та їх обговорення.

Для визначення основних факторів впливу на конструктивні елементи човникового комплексу та встановлення базових критеріїв, згідно яких і необхідно проводити відповідні розрахунки та здійснювати проектування такого вузла, як човниковий комплект, проведемо аналіз діючих сил та моментів на механізми вузла.

Розглянемо сили, які діють в човниковому пристрої з горизонтальною віссю обертання. Візьмемо за основу відомі дослідження [1], що дасть змогу в загальному розглянути весь спектр сил, які діють на елементи комплексу та здійснити оцінку їхнього якісного, а також кількісного впливу на працездатність та довговічність роботи комплексу як механічної системи. На рис.1. подана схема дії сил в човниковому пристрої. Сила  $P$  інтегральна сила складових сили ваги  $G$ , сил інерції  $P_i$ , діючих моментів  $M$  та сил  $T$  натягу ниток.

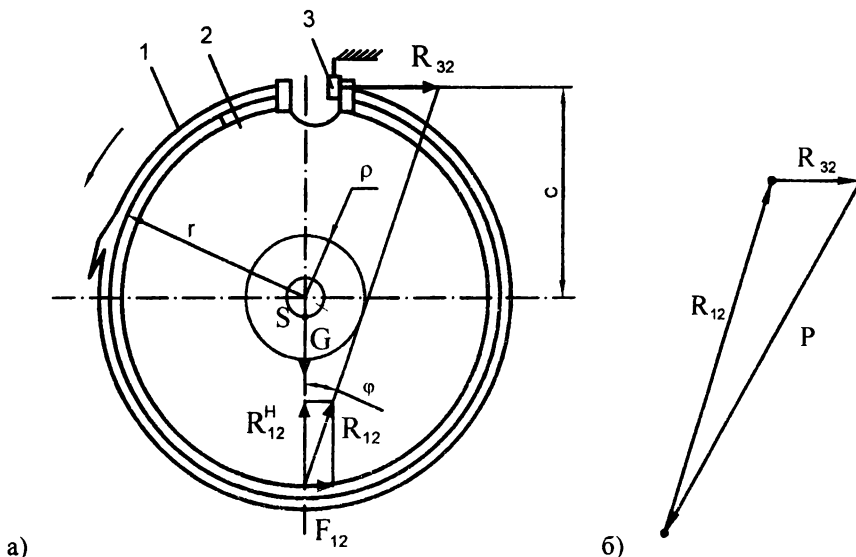


Рис. 1. Розрахункова схема обертового човникового комплексу:

а) схема сил; б) план сил;

1 – швейний гачок; 2 – шпулетримач; 3 – установочний палець

Найбільша величина сили  $P$  виникає в період розширення та на початку обведення петлі. Необхідно зазначити, що режими роботи комплексу характеризуються широко різноманітністю, а частина стаціонарних режимів роботи досить незначна. Це пояснюється насамперед тим, що швейна машина значний період робочого часу працює в режимах пуску та зупинки, в зв'язку з технологічними умовами зшивання матеріалів. Крім того, для забезпечення циклограми роботи машини, швидкість обертання швейного гачка в два рази більша за швидкість обертання головного валу. При цьому човниковий комплект здійснює холостий хід і не виконує переплетення а відповідно і не відбувається розширення та обведення петлі. Загалом це складає 50% робочого часу. Так як найбільше значення сили  $P$  під час розширення петлі, відбувається імпульсне навантаження на швейний гачок, який є кінцевою ланкою кінематичного ланцюга, а саме привода човникового комплексу. Це є причиною нерівномірного обертання швейного гачка, а також коливань та вібрацій. Загалом найбільше навантаження під час розширення петлі зі сторони нитки сприймає носик швейного гачка, зі сторони шпулетримача – виступ обідка шпулетримача.

Реакція  $R_{32}$  зі сторони установочного пальця буде направлена горизонтально, тобто перпендикулярно поверхні пазу шпулетримача, а реакція  $R_{12}$  зі сторони швейного гачка на шпулетримач перпендикулярна циліндричній поверхні обідка. З врахуванням сил тертя вона буде дотичною кола тертя, окресленого радіусом  $\rho$ .

$$\rho = r \sin \varphi_{mp}, \quad (1)$$

де  $r$  – радіус циліндричної поверхні обідка;

$\varphi_{mp}$  – кут тертя.

$$\varphi_{mp} = \arctg \mu, \quad (2)$$

де  $\mu$  – коефіцієнт тертя.

Для практичних розрахунків  $R_{32}$  можна визначити з рівняння моментів

$$F_{12} r = R_{32} c. \quad (3)$$

Значення сили  $P$  можна знайти з умови статичної рівноваги сил, які прикладені до шпулетримача

$$\vec{P} + \vec{R}_{32} + \vec{R}_{12} = 0. \quad (4)$$

Як вказано в роботі [1], вважаючи що всі сили знаходяться в одній площині, значення реакцій  $R_{32}$  та  $R_{12}$  можна знайти графічно, побудувавши план сил.

Обертний момент, який діє на шпулетримач в загальному випадку, змінивши дещо вираз [7], можна записати таким чином

$$M = mgr \sin \varphi + M_{mp} \cos \varphi - mr\varepsilon + I\varepsilon_1, \quad (5)$$

де  $m$  – маса шпулетримача, шпулі, нитки, та шпульного ковпачка;

$I$  – момент інерції шпулетримача із внутрішніми елементами;

$M_{mp}$  – момент сил тертя;

$\varepsilon$  – кутове прискорення шпулетримача;

$\varepsilon_1$  – кутове прискорення шпулетримача навколо своєї осі, під час вибирання зазору між установочним пальцем та шпулетримачем.

Реакція  $R_{32}$  перешкоджає виходу верхньої нитки з човникового комплекту, можливі випадки порушення переплетення ниток всередині матеріалів, які зшиваються. Особливо це небезпечно при зшиванні виробів з тонких матеріалів. Для поліпшення процесу виходу верхньої нитки, використовують механізми відводчиків. Вони дозволяють повернути деталі човникового комплекту в протилежному напрямку руху швейного гачка, в момент коли вибирається верхня нитка.

Проведені дослідження в роботі [7] вказують на два характерні режими взаємодії елементів човникового комплекту а саме шпулетримача та швейного гачка. Це такі режими як оббігання обідка шпулетримача по поверхні пазу швейного гачка та режим коливальних рухів. Зважаючи на роботу швейної машини в режимі пуск-стоп, імпульсні навантаження нитки на носик швейного гачка, коливання приводу човникового комплекту та загальні вібрації швейної машини, говорити про стаціонарні режими взаємодії шпулетримача та швейного гачка можна тільки умовно та для визначення можливих випадків взаємодії.

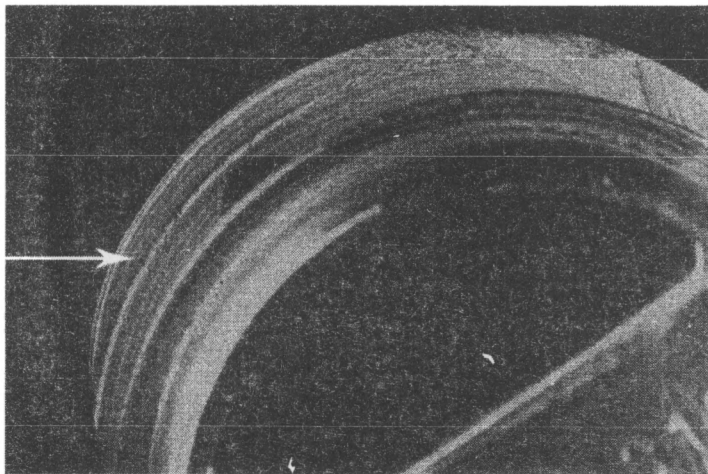


Рис. 2. Борозна на фланці шпулетримача

Ще більшу складність у взаємодію елементів комплекту вносять наявність розривів на поверхнях ковзання гачка та шпулетримача. Дослідження показують що саме удари, які є наслідком набігання поверхонь тертя з розривами в значній мірі визначають навантаження, які сприймає установочний палець та інші елементи комплекту. З цієї точки зору підходи до проектування човникових комплектах, які подані в

роботах

[8-10] є важливими та дозволяють суттєво знизити та забезпечити безударну взаємодію елементів спряжень.

Особливу увагу слід приділити під час проектування зміні конструкційних параметрів з часом, особливо при складних умовах експлуатації. Так суттєве зношування пазу швейного гачка та обідка шпулетримача, може змінити характер взаємодії та призвести до негативних явищ. Зношення спряження шпудетримач-швейний гачок, особливо в радіальному напрямку, є причиною того, що носик швейного гачка торкається фланця шпулетримача, і на його поверхні утворюється борозна. Це призводить до ударів, особливо при високих швидкостях, зміни геометрії носика швейного гачка та неможливості подальшого експлуатування комплекту.

#### **Висновки.**

Загалом проектування човникового комплекту, як механізму із складною взаємодією елементів та важкими умовами експлуатації потребує зосередження уваги на особливостях його конструкції.

Елементи кінематичної пари (швейний гачок-шпулетримач) мають певні специфічні особливості у порівнянні з елементами звичайних обертових пар, які характерні для цілого ряду човникових пристроїв:

- розірваність контуру поверхонь елементів кінематичної пари, як швейного гачка так і шпулетримача;
- наявність конструкційних елементів, що обумовлені технологічними процесами стібкоутворення;
- наявність технологічного зазору між виступом установочного пальця і стінкою паза шпулетримача спричинює вільне переміщення шпулетримача в межах цього зазору.

Експлуатація човникових пристроїв показала, що зниження їх працездатності є наслідком процесів взаємодії елементів кінематичних пар, а також впливу верхньої голкової та нижньої човникової ниток на робочі поверхні човникового комплексу. До цього, в першу чергу, слід віднести:

- процеси, які є наслідком удару зуба обідка шпулетримача під час входження його у паз швейного гачка;
- зношування поверхонь кінематичного спряження швейний гачок-шпулетримач;
- зношування поверхонь конструкційних елементів, які безпосередньо контактують з верхньою голковою ниткою під час її обведення навколо шпулетримача та нижньою ниткою під час змотування її з шпулі.

Таким чином, визначено основні особливості конструкції та підходи до проектування човникових комплектів з горизонтальною віссю обертання. Встановлені характерні режими взаємодії його елементів, та напрямки проектування з метою розробки конструкції з безударною взаємодією елементів, безвідмовною роботою та надійними експлуатаційними характеристиками.

Подальший розвиток методів та підходів проектування такої технічної системи, як човниковий комплект полягає в розробці загальних підходів з врахуванням усіх особливостей механічного об'єкту, умов. Це дозволить врахувати конструкційні і експлуатаційні особливості та розробити єдиний підхід щодо проектування човникових комплектів із заданими властивостями за критеріями довговічності, надійності та працездатності.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Вальщиков Н.М., Зайцев Б.А., Вальщиков Ю.Н. Расчёт и проектирование машин швейного производства. – Л.: Машиностроение, 1973. – 344с.
2. Комисаров А.И. Кинематика нити иглы челочных швейных машин. – «Труды МТИЛП», – 1963. – №27. – С. 206 – 215.
3. Горбарук В. П. Расчёт и конструирование челочных швейных машин. – Л.: Машиностроение, 1977. – 230с.
4. Комисаров А. И., Жуков В. В., Никифоров В. М. Проектирование и расчёт машин обувных и швейных производств. – М.: Машиностроение, 1978. – 431с.
5. Комисаров А.И., Сторожев В.В. Челочные устройства и механизмы швейных машин. – М.: МТИЛП, 1964. – 20с.

6. Комисаров А.И., Лопухина И.В. Особенности движения нити иглы в быстроходных челночных машинах // Научные труды МТИЛП. – 1962. – Т.27. – С. 214 – 218.
7. Манзюк Е.А., Костогриз С.Г., Капустенський П.Г. Особливості механіки трибоспрямиєнь ротаційного човникового комплекту // Вісник технологічного університету Поділля. – Хмельницький: ТУП. – 2000. – №5. 4.1. – С. 100– 103.
8. Костогриз С.Г., Капустенський П.Г., Манзюк Е.А., Вплив геометричних параметрів човникового комплекту на взаємодію його елементів при високошвидкісних режимах роботи швейних машин // Вісник Хмельницького національного університету. – 2006. – №1. – С. 7 – 10.
9. Рачок В.В., Сторожев В.В. Влияние некоторых факторов на износ челноков высокоскоростных швейных машин // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 1968. – №3. – С. 150 – 154.
10. Рачок В.В. Повышение износостойкости челноков // Машиностроение для легкой промышленности. – М.: ЦНИИТЭИлегпищмаш. – 1971. – С.3 – 7.

Надійшла 14.07.2010

УДК 687.053

## ПОБУТОВІ ШВЕЙНІ МАШИНИ З КОМБІНОВАНИМ МЕХАНІЗМОМ ПЕРЕМІЩЕННЯ МАТЕРІАЛУ

О.П. МАНОЙЛЕНКО, В.А. ГОРОБЕЦЬ

Київський національний університет технологій та дизайну

*У роботі розглянуті варіанти розроблених на кафедрі машин та апаратів легкої промисловості КНУТД побутових швейних машин з розширеними технологічними можливостями*

Незважаючи на широкий асортимент готової швейної продукції як вітчизняного так і зарубіжного виробництва, що пропонується споживачеві, багато наших модниць вважають за краще шити одяг самотужки. Тому попит на побутові швейні машини постійно зростає. Основними вимогами, які ставляться до цього виду обладнання є його багатофункціональність та можливість обробляти на ньому широкий асортимент матеріалів з різними фізико-механічними властивостями. Незважаючи на значну номенклатуру побутових швейних машин, що пропонуються для продажу, практично відсутні моделі, які могли б якісно зшивати важкі матеріали з великим коефіцієнтом тертя, або навпаки, ковзкі тканини. Тому запропоновані авторами для впровадження побутові швейні машини, які можуть виконувати безпосадочне зшивання матеріалів з широким діапазоном властивостей, є актуальними.

### **Об'єкти та методи дослідження**

Об'єктами є структура та конструкція побутових швейних машин з комбінованими механізмами транспорту. При цьому застосовані методи структурного синтезу теорії машин та механізмів, а також відомі методи дослідно-конструкторської роботи.