

Marchuk A.R., Khmel'nitsky National University,
Associate Professor, Ph.D., Faculty of Mathematics,

Paraska G.B., Khmel'nitsky National University,
Professor, Ph.D., Vice-Rector,

Neymak V.S., Khmel'nitsky National University,
Senior Lecturer, Department of Machinery and Apparatus

Mathematical model of filing yarns warp knitting machines

Abstract: The received mathematical models compensator lever-weight (CLV) elastic system of refueling in warp knitting machines (WKM) with regard to processes navoi operation, transitional processes, features round the warp thread guides, consumption features warp zone petleutvorenniya. Completed a series of numerical studies of CLV elastic system of refueling in WKM in the transitional and sustainable modes and shown that this improvement greatly increased the sustainability of medium tension warp threads.

Keywords: stabilization, warp threads, loop forming, lever-weight compensator, guide rollers, warp knitting machine.

Марчук А.Р., Хмельницький національний університет,
доцент, кандидат технічних наук, кафедра вищої математики,

Параска Г.Б., Хмельницький національний університет,
професор, доктор технічних наук, проректор з наукової роботи,

Неймак В.С., Хмельницький національний університет,
старший викладач, кафедра машин та апаратів

Математична модель системи подачі ниток основов'язальних машин

Анотація: Отримано математичну модель важільно-вагового компенсатора (ВВК) в пружній системі заправки основов'язальної машини (ОВМ) із

врахуванням процесів спрацювання навоїв, перехідних процесів, особливостей огинання нитками основи направляючих, особливостей споживання ниток основи в зоні петлеутворення. Виконано цикл числових досліджень роботи ВВК в пружній системі заправки ОВМ в перехідних і сталому режимах роботи і показано, що дане удосконалення суттєво підвищило сталість середнього натягу ниток основи.

Ключові слова: стабілізація, нитки основи, петлеутворення, важільно-ваговий компенсатор, середній натяг, напрямні ролики, оснований'язальна машина.

Величина натягу ниток основи та його стабільність при різних режимах роботи є одними з основних факторів, які впливають на обривність ниток та якість готової продукції оснований'язальних машин (ОВМ). Відхилення натягу ниток основи по відношенню до середнього значення роблять неможливим підвищення продуктивності роботи машин. Це пояснюється тим, що при зміні середнього натягу ниток основи проходить зміна висоти петельних рядів, тобто змінюється рівномірність петельної структури, при цьому якість трикотажного полотна падає. Збільшення середнього натягу ниток основи веде також до зростання кількості обривів ниток, що в свою чергу вимагає зупинки обладнання, заправки обірваної нитки, при цьому якість продукції і продуктивність обладнання падає.

Зміна середнього натягу ниток основи на оснований'язальних машинах, так саме як і на ткацьких верстатах, пояснюється перш за все спрацюванням навоїв, що веде до зміни швидкості надходження ниток основи. Для запобігання цьому явищу розроблено ряд високоефективних механізмів подачі ниток основи [1,2,3] основний недолік яких - складність та висока вартість.

Авторами було запропоновано принципово новий підхід [4] до проблеми стабілізації середнього натягу ниток основи, що полягає в веденні в пружну систему заправки важільно-вагових компенсаторів (ВВК) натягу ниток основи [5,6].

На рис. 1 зображена принципова схема запропонованого ВВК, що введена в пружну систему заправки в'язальних машин (ВМ). Дана система заправки містить охоплене нитками основи 1 високочастотне скало 2, яке закріплене на кінцях консольних пластин 3, утворюючи високочастотну частину пристрою. ВВК включає скало 4, закріплене з можливістю обертання на кінцях кронштейнів 5, закріплених рівномірно на валу 6, на кінцях якого закріплені диски 7, а ближче до кінців вала 6 закріплені важелі 8 та 9 з дисками 10 та 11 на кінцях. Вал 6 разом з

скалом 4, кронштейнами 5, важелями 8 та 9, дисками 7, 10 та 11 утворюють низькочастотну частину (ВВК), яка разом з нитконаправними балочками 12 та 13 (що жорстко або з можливістю обертатися закріплені на станині), розміщена між навоєм 14 та високочастотним скалом 2. На валу 6 закріплено важіль 15, який функціонально зв'язує його через датчик положення 16 з механізмом подачі ниток основи.

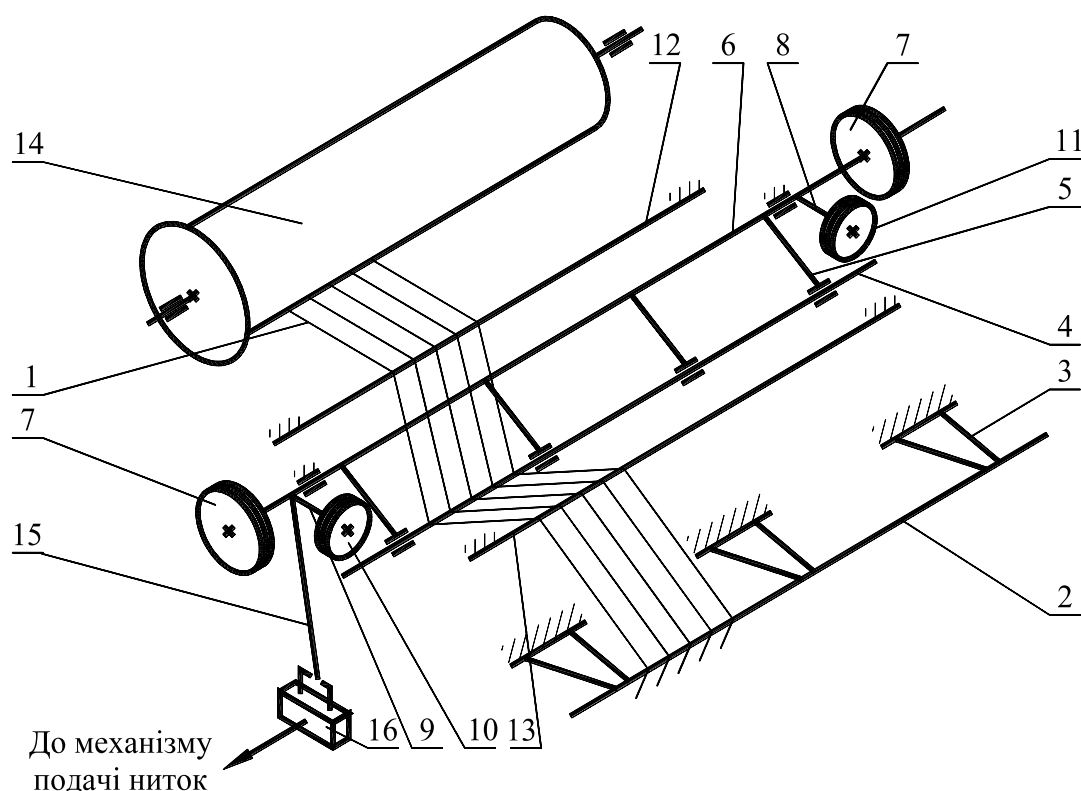
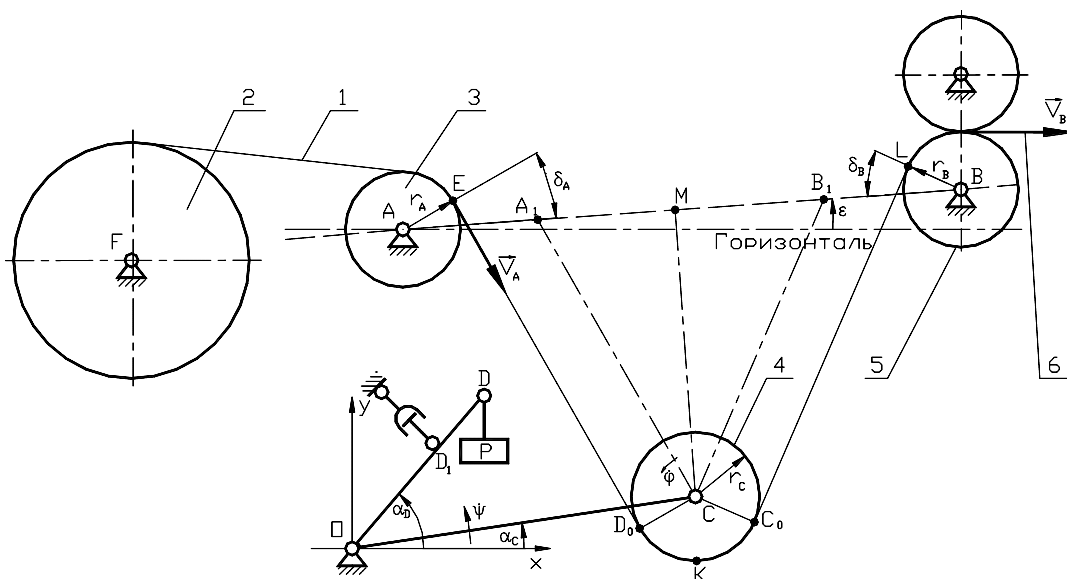


Рис. 1 Принципова схема ВВК: 1 - нитки основи;
 2 - високочастотне скало; 3 - пластини; 4 - скало;
 5 - кронштейни; 6 - вал; 7,10,11 - диски; 8,9,15 - важелі;
 12,13 - нитконаправні балочки; 14 - навоє; 16 - датчик положення

Під час роботи основов'язальної машини відбувається спрацювання навоєм 14, що веде до зміни величини подачі ниток основи, яке компенсується переміщенням низькочастотного скала 4, при цьому зміна середнього натягу ниток основи 1 не відбувається, так як дія сил ваги дисків 10 та 11 через важелі 8 та 9, вал 6, кронштейни 5 та низькочастотне скало 4 на нитки основи 1 змінюється обернено пропорційно зміні чутливості (відношення натягу ниток до сили дії) ниток основи 1, викликане зміною кута обхвату ними низькочастотного скала 4, до

дії на них низькочастотного скала 4. Конструкція запропонованих ВВК дозволяє підтримувати постійний середній натяг ниток основи 1 при переміщенні низькочастотного скала 4 разом з валом 6 між крайніми робочими положеннями. Одночасно з переміщенням низькочастотного скала 4 з одного крайнього положення в інше відбувається обертання низькочастотного скала 4 навколо своєї осі за рахунок його контакту з нитками основи 1, які рухаються від навою 14 до зони петлеутворення. При досягненні скалом одного з крайніх положень, завдяки важелю 15 і датчику 16, що передає сигнал про це до механізму подачі ниток, відбувається коректування швидкості подачі ниток основи 1 з навою 14. Таким чином зміни середнього натягу ниток основи 1 не відбувається. Розмахи високочастотних коливань натягу ниток основи 1 відносно середнього значення зменшують високочастотним скалом 2.

Мета роботи - розробка математичної моделі для визначення середнього натягу ниток основи основов'язальної машини при введенні в пружну систему заправки важільно-вагових компенсаторів, на основі яких можливе проведення числових досліджень.



**Рис. 2. Схема переміщення ниток: 1 – нитки основи;
2 – навой; 3,5 – направляючі ролики; 4 – скало;
6 – зона петлеутворення**

Постановка задачі. Нитки основи 1 (рис. 2) сходять з навою 2 і через направляючий ролик 3 надходять до важільно-вагового компенсатора (ВВК), де огинають скало 4 і через направляючий ролик 5 надходять в зону петлеутворення 6. Вісь скала C знаходиться на кінці криволінійного рухомого важеля COD , який складається з двох жорстко з'єднаних прямолінійних стержнів CO і OD . Для забезпечення натягу ниток на протилежному кінці важеля закріплено вантаж вагою P . До важеля (в точці D_1) приєднано демпферний пристрій.

Введено наступні позначення: P_C – вага скала; P – вага вантажу; r_A, r_B, r_C – радіуси нерухомих циліндрів 3, 5 і скала 4; l_{OC}, l_{OD}, l_{OD_1} – довжина стержнів OC, OD і віддаль OD_1 ; ε – кут нахилу лінії центрів циліндрів AB до горизонту ($\varepsilon > 0$, коли точка B розміщена вище точки A); α_C – кут, який утворює з горизонтальною лінією стержень OC ($\alpha_C > 0$, якщо точка C знаходиться вище точки O); α_D – кут, який утворює стержень OD з горизонтальною лінією ($\alpha_D > 0$, коли точка D розміщена вище точки O). Швидкості ниток в точках A та B позначимо через $v_A(t), v_B(t)$.

Виберемо нерухому систему координат з центром в точці O таким чином, щоб вісь абсцис була горизонтальною, а вісь ординат – вертикальною.

Прийнято наступні допущення: 1) натяг ниток не перевищує значень, що відповідають області їх пружних деформацій; 2) натяг ниток і радіуси направляючих роликів 3, 5 не впливають на швидкості ниток v_A та v_B ; 3) вага ниток, які знаходяться за межами лінії ED_0KC_0M , не впливає на натяг ниток і на швидкість їх переміщення; 4) швидкість та переміщення ниток суттєво менша від швидкості розповсюдження в них пружних деформацій; 5) зміна натягу ниток при їх сходженні з направляючого ролика 3 проходить миттєво в точці E ; 6) переміщення усіх ниток на досліджуваній ділянці є плоскопаралельним.

В результаті математичних перетворень задача звелась до розв'язування наступної системи рівнянь:

$$\begin{cases} N_{l,j} = \frac{l_{nl,j} - l_{0l,j}}{l_{0l,j}} c_T^2; \\ l_{0,j} = l_{0l,j} + l_{0n,j}; \\ N_{n,j} = N_{l,j} + F_{mp,j} = \frac{l_{nn,j} - l_{0n,j}}{l_{0n,j}} c_T^2, \end{cases} \quad (1)$$

де $N_{л,j}$, $N_{п,j}$ – натяг зліва і справа від скала, $l_{0,j}$ – уся довжина нитки на ділянці EKL у ненавантаженому стані в дискретний момент часу t_j , $l_{0л,j}$, $l_{0п,j}$ – довжина ниток зліва та справа від скала в ненавантаженому стані, $l_{нл,j}$, $l_{нп,j}$ – довжина ниток зліва та справа від скала в навантаженому стані, $F_{мп,j}$ – сила тертя; $c_T^2 = E n s_0$, E – модуль Юнга матеріалу ниток, n – кількість ниток в основі, s_0 – площа поперечного перерізу однієї нитки.

Система рівнянь (1) зводиться до квадратного рівняння відносно $N_{л,j}$, розв'язавши яке одержимо:

$$N_{л,j} = \left(\frac{l_{нл,j} + l_{нп,j}}{2l_{0,j}} \right) c_T^2 - 0,5F_{мп,j} - \sqrt{\left(\frac{l_{нл,j} + l_{нп,j}}{2l_{0,j}} c_T^2 - 0,5F_{мп,j} \right)^2 + \frac{l_{нл,j}}{l_{0,j}} c_T^2 F_{мп,j}}. \quad (2)$$

(Інший розв'язок, у якому перед радикалом стоїть знак “плюс”, відкинуто, оскільки він справедливий для ниток із матеріалів, що можуть видовжуватись більш, ніж удвічі).

$$N_{п,j} = N_{л,j} + F_{мп,j}. \quad (3)$$

Максимальну за абсолютною величиною силу тертя $F_{мп,j}$, що виникає між скалом та нитками в момент часу t_j , обчислимо за формулою Ейлера:

$$(F_{мп,j})_{\max} = \begin{cases} N_{п,j-1} (1 - e^{-2k_n \zeta}) & \text{при } v_{н,j} \geq \dot{\phi}_{j-1} r_C; \\ N_{л,j-1} (1 - e^{-2k_n \zeta}) & \text{при } v_{н,j} < \dot{\phi}_{j-1} r_C, \end{cases} \quad (4)$$

де $N_{л,j-1}$, $N_{п,j-1}$ – натяг ниток зліва та справа від скала в момент часу t_{j-1} ; $v_{н,j}$ – швидкість ниток в точці K дотику зі скалом в момент часу t_j ; $\dot{\phi}_{j-1}$ – кутова швидкість скала в момент часу t_{j-1} ; k_n – коефіцієнт тертя між нитками та скалом; ζ – кут охоплення нитками скало.

Максимальна сила тертя між нитками та скалом виникає у випадку прокозвання. У всіх інших випадках сила тертя, що виникає між нитками та скалом в кожний момент часу уточнювалась методом ітерацій на ЕОМ.

В результаті проведення числових досліджень, на основі отриманих математичних моделей, отримано графічні залежності, що відображають:

- процес стабілізації середнього натягу ниток основи при спрацюванні навоїв;

- процес стабілізації середнього натягу ниток основи в перехідних режимах роботи основов'язальної машини.

На рис. 3 представлено графічні залежності, що відображають процес стабілізації середнього натягу ниток основи ВВК при спрацюванні навоїв. Так, при спрацюванні навоїв, що відображено графіком $v_n(t)$, швидкість сходження ниток основи з навоїв зменшується. При цьому натяг ниток основи, що відображено графіком $N_n(t)$, практично не змінюється. Такий стан забезпечується компенсаційним переміщенням скала ВВК, що відображено графіком $y_c(t)$. При досягненні крайнього верхнього положення скала, через датчик верхнього положення скала подається команда на збільшення частоти обертання навоїв на величину, що забезпечує швидкість сходження ниток $v(t) = v_{поч} + (v_{поч} - v_{мін}(t))$. Такий режим подачі ниток забезпечує на весь період спрацювання навоїв середню лінійну швидкість ниток основи близьку до початкової. Представлений режим коректування частоти обертання навоїв характерний тим, що скало ВВК не досягає крайнього нижнього положення, тобто не вибирає весь ресурс робочої зони.

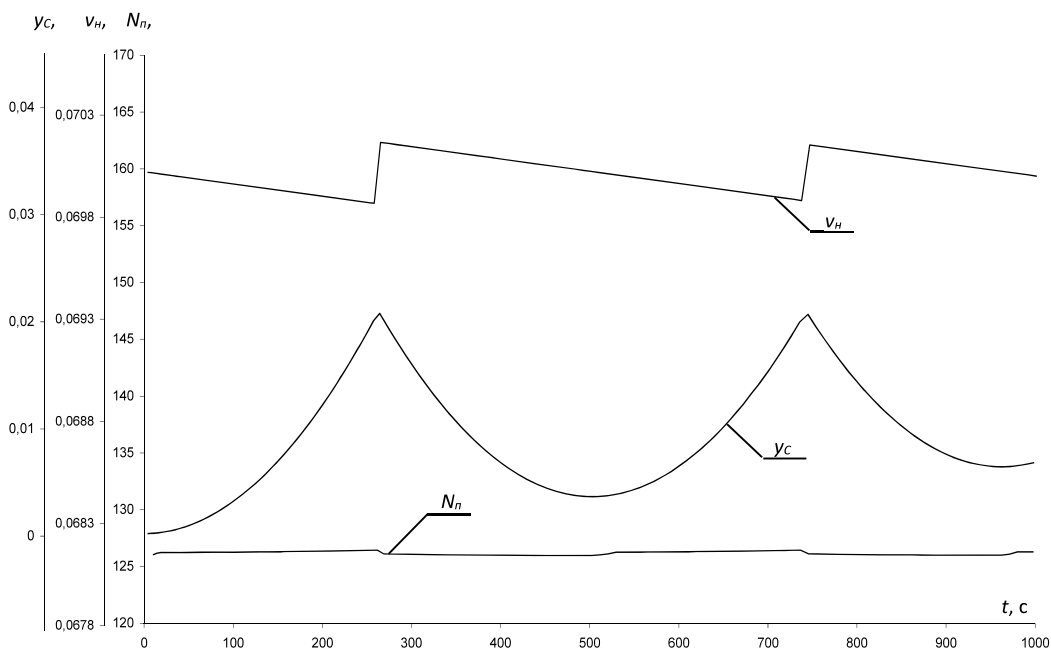


Рис. 3. Графік переміщення скало (y_c), швидкості подачі з навою ниток (v_n), натягу нитки справа від скало (N_n) при початковому радіусі навою $r_n=0,08\text{м}$

Висновки. Отримано математичну модель ВВК в пружній системі заправки ОВМ із врахуванням процесів спрацювання навоїв, перехідних процесів, особливостей огинання нитками основи направляючих, особливостей споживання ниток основи в зоні петлеутворення. Виконано цикл числових досліджень роботи ВВК в пружній системі заправки ОВМ в перехідних і сталому режимах роботи і показано, що дане удосконалення суттєво підвищило сталість середнього натягу ниток основи.

Список літератури:

1. А. с. № 1661253 Основной регулятор ткацкого станка / Рыбаков В.А., Кошевых В.А., Усенко В.Т. – Чебокс. СКТБ по бесчелноковым ткацким станкам. БИ № 25 от 07.07.91.
2. Патент Швейцарии № 664389, ДОЗ D 49/12. Устройство для регулирования натяжения нитей основы / Оpubл. 23.02.88.
3. Патент США № 4942908, ДОЗ D 49/24. Система управления подачей основы на ткацком станке / Оpubл. 24.07.90.
4. Параска Г.Б. Підвищення рівномірності петельної структури осново'язального полотна // Легка промисловість. - 1997. - № 3. - С. 52.
5. Патент 37551 А Україна, МКВ О 04 Ь 27/10. Нитконатяжний пристрій для осново'язальної машини / Параска Г.Б., Марчук А.Р. (Україна). - № Оpubл. 18.10.2001, Бюл. № 5. - 5 с.
6. Патент 45637 А Україна, МКВ О 04 Ь 27/10. Нитконатяжний пристрій осново'язальної машини / Параска Г.Б., Марчук А.Р. (Україна). - № Оpubл. 2002, Бюл. № 4. - 5 с.