

УДК 677.054

**МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПОЛОЖЕНИЯ ОПУШКИ ТКАНИ  
И ЕЕ ДРЕЙФА В ВЕРТИКАЛЬНОЙ ПЛОСКОСТИ  
ПРИ ЗЕВООБРАЗОВАНИИ**

**METHODOLOGY OF DETERMINATION  
OF THE FABRIC EDGE POSITION AND ITS DRIFT  
IN THE VERTICAL PLANE DURING THE SHEDDING**

*Е.Н. ХОЗИНА, В.А. МАКАРОВ, О.С. ЖУРАВЛЕВА*  
*E.N. KHOZINA, V.A. MAKAROV, O.S. ZHURAVLEVA*

(Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство))  
(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art))

E-mail: hozina2006@yandex.ru; zhuravlevaos@yandex.ru

*В статье предложены методики расчета ординаты положения опушки ткани по координатам точек касания наработанной ткани и нитей основы с глазками галев ремизок, а также величины и направления вектора натяжения ткани при известных величинах соотношений натяжений основы в ветвях зева при зевобразовании. С помощью данной методики можно определить точное положение и дрейф опушки ткани, а также направление "свободного" участка формируемой ткани как в процессе прибой, так и в процессе зевобразования для любой конструктивно-заправочной схемы ткацкой машины.*

*Calculation formulas of ordinate of the fabric edge position depending on the coordinates of the points of contact between fabric and wadding threads, ran through healds of the heald frames have been offered in this article. Methodology of determination of the vector and scalar size of the fabric tension according to the definite fabric tension ratio during the shedding has also been offered. This technique allows to calculate the exact position of the fabric edge, its drift and vector of the fabric free part during the beating-up and shedding for all kinds of constructive schemata.*

**Ключевые слова:** вектор натяжения, опушка ткани, глазки галев, нити основы.

**Keywords:** vector of the fabric tension, fabric edge, healds, wadding threads.

Конструкция батанного механизма ткацкой машины (ТМ) с микропрокладчиками такова, что положение линии взаимодействия ткани и берда батана в пространстве однозначно не определено, за исключением крайних левого и правого участков ткани, удерживаемых крышками шпаруток. В процессе тканеобразования и тканеформирования точка опушки ткани (ТОТ)  $\theta$  изменяет свое положение как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскостях [1], [2]. Чтобы силу воздействия батана на ткань направить в плоскость ткани, необходимо знать точное положение опушки ткани и направление "свободного" участка формируемой ткани как в процессе прибора, так и в процессе зевобразования [3], [4].

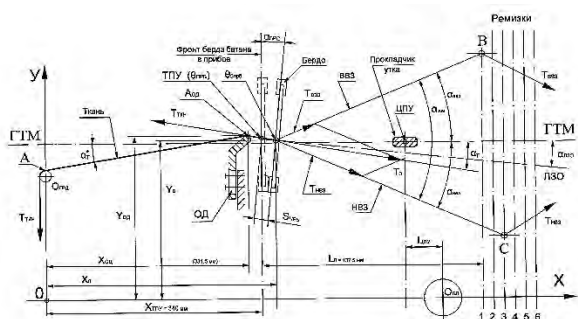


Рис. 1

На рис.1 представлена часть конструктивно-заправочной схемы (КЗС) ТМ в области переднего зева в начальный момент прибора, а именно: грудница, "свободный" участок ткани, опушка ткани  $\theta$ , передняя часть зева с линиями движения ремизок и глазками галев; верхняя (ВВЗ) и нижняя (НВЗ) ветви зева. Ткань и ветви зева представляют собой "веревочную 3-лучевую звезду", положение центра которой ( $\theta$ , ТОТ) может быть однозначно определено, если известны координаты (X, Y) точек А, В, С концов ее "лучей" и абсцисса  $X_\theta$  ее центра  $\theta$  (рис.1) [5], [6]. При известных натяжениях ветвей зева  $T_{ВВЗ}$  и  $T_{НВЗ}$  можно рассчитать координаты центра  $\theta$  "3-лучевой звезды" и направление ее третьего "луча", то есть свободного участка ткани от грудницы и/или опушкодержателя до опушки ткани, а также угол наклона  $\alpha_t$  "луча" к горизонтали ткацкой машины (ГТМ) и величину суммарного вектора

натяжения ткани  $T_{ТКН} = T_3$  в процессе зевобразования и прибора.

Практика ткачества показывает, что натяжение ветвей зева при зевобразовании, как правило, различно [7], [8]. В тех редких случаях, когда  $T_{ВВЗ} = T_{НВЗ}$ , наклон опушки ткани по отношению к ГТМ, характеризуемый углом  $\alpha_t$ , даже при наличии опушкодержателя может быть не равным нулю, а быть  $+\alpha_t$ , или  $-\alpha_t$ , что зависит от симметричности установки положения ремизок относительно ГТМ при "открытом" зеве.

На современных ТМ устройства регулирования параметров технологического зева не обеспечивают точной настройки положения линии заступа основы относительно основных конструктивных и технологических элементов ТМ, таких как грудница, опушкодержатель, линия движения прокладчика утка, технологические прутки ламельного прибора и т.д. Установка величины перемещения ремизок, положения глазков галев и ветвей зева в "открытом" зеве инструментально не контролируется. Движение ремизок асимметрично относительно линии заступа. Это затрудняет установку симметричного зева, приводит к перетяжке одной из его ветвей и вызывает вертикальное перемещение опушки ткани в процессах зевобразования и прибора [9], [10].

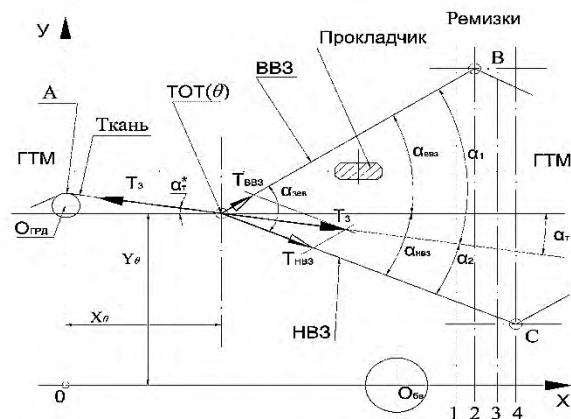


Рис. 2

В зависимости от раппорта переплетения вырабатываемой ткани все нити основы ТМ могут быть разделены на две или несколько отдельных групп, причем нити каждой группы пробираются в глазки галев только одной отдельной ремизной рамы.

Натяжение в ветвях зева может отличаться в 4...5 раз при выработке тканей различного ассортимента. Различные значения натяжений в ветвях оказывают влияние как на положение и перемещение опушки ткани, так и на сам процесс формирования ткани.

Для определения вертикального перемещения точки опушки ткани (ТОТ  $\theta$ ) (рис. 2 – положение опушки, натяжение свободного участка ткани и ветвей зева основы при от-

$$\sin \left[ \operatorname{arctg} \left( \frac{Y_B - Y_\theta}{X_B - X_\theta} \right) + \operatorname{arctg} \left( \frac{Y_\theta - Y_A}{X_\theta - X_A} \right) \right] - C_T \sin \left[ \operatorname{arctg} \left( \frac{Y_\theta - Y_C}{X_C - X_\theta} \right) - \operatorname{arctg} \left( \frac{Y_\theta - Y_A}{X_\theta - X_A} \right) \right] = 0. \quad (2)$$

Решая трансцендентное уравнение (2), используя методику [6], относительно ординаты  $Y_\theta$  определяем положение геометрического места точек  $\theta$  в зависимости от координат точек: А ( $X_A$ ;  $Y_A$ ), В ( $X_B$ ;  $Y_B$ ) и С ( $X_C$ ;  $Y_C$ ) или  $A_{OD}$  ( $X_{OD}$ ;  $Y_{OD}$ ) и абсциссы  $X_\theta$ , принимая во внимание (рис. 1, 2), что центр координат О лежит на пересечении ординаты центра грудницы  $O_{ГРД}$  и абсциссы центра ГТМ  $O_{ГМ}$ , а абсцисса глазка галева (ось ремизки № N) определяется, как:

$$X_C = X_B + (N_C - N_B)t_{РЕМ},$$

где  $N_B$ ;  $N_C$  – номера ремизок;  $t_{РЕМ}$  – шаг ремизок.

Угол зева  $\alpha_{ЗЕВ}$  равен:

$$\alpha_{ЗЕВ} = \alpha_{ВВЗ} + \alpha_{НВЗ} = \alpha_1 + \alpha_2,$$

или

$$\alpha_{ЗЕВ} = (\alpha_{ВВЗ} + \alpha_T) + (\alpha_{НВЗ} - \alpha_T). \quad (3)$$

Значения координаты  $X_\theta$  опушки ткани  $\theta$  задаются в интервалах от  $X_A$  до  $X_B$  ( $X_C$ ) или от  $X_{OD}$  до  $X_B$  ( $X_C$ ).

Зная одну координату  $X_\theta$  опушки ткани  $\theta$ , можно определить ее другую координату  $Y_\theta$  при любом значении циклового угла, в том числе и непосредственно перед началом прироя.

Располагая значениями натяжений нижней  $T_{НВЗ}$  и верхней  $T_{ВВЗ}$  ветвей зева и коэффициента перетяжки ветвей  $C_T$ , можно определить величину и направление век-

крытом зеве без опушкодержателя) при различном натяжении верхней и нижней ветвей зева в расчет вводится коэффициент перетяжки ветвей зева  $C_T$ :

$$C_T = T_{НВЗ} / T_{ВВЗ},$$

откуда

$$T_{НВЗ} = C_T T_{ВВЗ}. \quad (1)$$

Уравнение, связывающее координаты точек А, или  $A_{OD}$ , В и С, имеет вид:

тора натяжения третьей гибкой связи "3-лучевой звезды":

$$T_3 = [R\Sigma (T_{ВВЗ}; T_{НВЗ})],$$

или

$$T_3 = T_{ВВЗ} + T_{НВЗ}.$$

Величина натяжения верхней ветви зева  $T_{ВВЗ}$  может быть принята равной 1,0. Скалярная величина вектора  $T_3$  определяется по известному уравнению:

$$T_{ТКН} = (\cos \alpha_1)T_{ВВЗ} + (\cos \alpha_2) T_{НВЗ},$$

или

$$T_{ТКН} = \{\cos[\alpha_{ВВЗ}-\alpha_T] + C_T \cos[\alpha_{НВЗ}-\alpha_T]\} T_{ВВЗ}, \quad (4)$$

где  $[\alpha_{ВВЗ}-\alpha_T]$  и  $[\alpha_{НВЗ}-\alpha_T]$  – модули алгебраической суммы углов  $\alpha_{ВВЗ}$ ,  $\alpha_{НВЗ}$ ,  $\alpha_T$ .

Величина натяжения ткани  $T_{ТКН} = T_3$  также может быть определена из параллелограмма  $T_{ВВЗ}$ ;  $\theta$ ;  $T_{НВЗ}$ ;  $T_3$  ( $T_{ТКН}$ ) (рис. 1, 2).

По теореме синусов из треугольника  $\theta$ ;  $T_{НВЗ}$ ; ( $T_{ВВЗ}$ );  $T_3$  (рис. 1, 2) имеем:

$$\frac{T_{ВВЗ}}{\sin \alpha_2} = \frac{T_{НВЗ}}{\sin \alpha_1} = \frac{T_3}{\sin \alpha_3}, \quad (5)$$

или

$$\frac{T_{НВЗ}}{T_{ВВЗ}} = \frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2}, \quad (6)$$

$$\text{где} \quad \alpha_1 = \alpha_{НВЗ} + \alpha_T; \quad (7)$$

$$\alpha_2 = \alpha_{НВЗ} - \alpha_T; \quad (8)$$

$$\alpha_3 = 180^\circ - (\alpha_1 + \alpha_2) = 180^\circ - \alpha_{ЗЕВ}. \quad (9)$$

Преобразовав выражение (4) с учетом (1), (рис. 2) получим:

$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{T_{\text{НВЗ}}}{T_{\text{ВВЗ}}} = C_T, \quad (10)$$

или

$$\sin \alpha_1 = C_T \sin \alpha_2, \quad (11)$$

или, с учетом знака угла  $\alpha_T$ ,

$$\sin(\alpha_{\text{ВВЗ}} - \alpha_T) = C_T \sin(\alpha_{\text{НВЗ}} - \alpha_T), \quad (12)$$

или

$$\sin(\alpha_{\text{ВВЗ}} - \alpha_T) - C_T \sin(\alpha_{\text{НВЗ}} - \alpha_T) = 0. \quad (13)$$

Направления ветвей зева и свободного участка ткани (углов  $\alpha_1$ ;  $\alpha_2$ ;  $\alpha_{\text{ВВЗ}}$ ;  $\alpha_{\text{НВЗ}}$ ;  $\alpha_T^*$  и  $\alpha_T$ ) определяются координатами точек А (АГРД), В, С, А<sub>ОД</sub> и  $\theta$ :

$$\alpha_{\text{ВВЗ}} = \arctg \left( \frac{Y_B - Y_\theta}{X_B - X_\theta} \right), \quad (14)$$

$$\alpha_{\text{НВЗ}} = \arctg \left( \frac{Y_C - Y_\theta}{X_C - X_\theta} \right), \quad (15)$$

$$\alpha_T^* = \arctg \left( \frac{Y_A - Y_{\text{ОД}}}{X_{\text{ОД}} - X_A} \right), \quad (16)$$

$$\alpha_T = \arctg \left( \frac{Y_\theta - Y_A}{X_\theta - X_A} \right). \quad (17)$$

Выражение (16) определяет направление наклона ( $\alpha_T^*$ ) свободного участка ткани на интервале КЗЛ ТМ от точки схода ткани с поверхности опушкодержателя в точке А<sub>ОД</sub> до входа ее на поверхность грудницы в точке А (АГРД).

Выражение (17) определяет направление наклона свободного участка ткани  $\pm \alpha_T$  на интервале КЗЛ ТМ от точки опушки ткани  $\theta$  до входа ткани на поверхность грудницы в точке АГРД, то есть угла  $\alpha_T^*$ , и/или на поверхность опушкодержателя в точке А<sub>ОД</sub>, то есть угла  $\pm \alpha_T$ .

Преобразовав уравнение (3), получим:

$$T_3 = \frac{\sin \alpha_3 T_{\text{ВВЗ}}}{\sin \alpha_2}, \quad (18)$$

или

$$T_3 = \frac{\sin \alpha_3 T_{\text{НВЗ}}}{\sin \alpha_1}. \quad (19)$$

Преобразовав выражения (16), (17), с учетом (4)...(7) получим:

$$T_3 = \frac{\sin(180^\circ - \alpha_1 - \alpha_2) T_{\text{ВВЗ}}}{\sin \alpha_2}, \quad (20)$$

или

$$T_3 = \frac{\sin(180^\circ - \alpha_1 - \alpha_2) T_{\text{НВЗ}}}{\sin \alpha_1}, \quad (21)$$

или, с учетом знака угла  $\alpha_T$ ,

$$T_3 = [\sin(\alpha_{\text{ЗЕВ}}) / \sin(\alpha_{\text{НВЗ}} - \alpha_T)] T_{\text{ВВЗ}}, \quad (22)$$

или

$$T_3 = [\sin(\alpha_{\text{ЗЕВ}}) / \sin(\alpha_{\text{ВВЗ}} - \alpha_T)] C_T T_{\text{ВВЗ}}. \quad (23)$$

Уравнения (16)...(23) позволяют определить величину и направление суммарного вектора натяжения ткани. В процессе прибоа сила, развиваемая батаном и идущая на формирование ткани, должна быть приложена к берду в расчетной точке  $\theta$  ( $X_\theta$ ;  $Y_\theta$ ) и под определенным углом  $\alpha_T$  к ГТМ. К моменту начала прибоа ветви зева основы, пройдя положение заступа и захлестнув проложенную уточину, непрерывно увеличивают свое натяжение, обвивают уточину и, увеличивая угол зева, повышают натяжение ткани. В тот момент, когда бердо подводит очередную уточину к ранее сформированной опушке ткани, натяжение ткани продолжает повышаться, и его величина и направление определяются суммарным вектором  $T_3$  натяжения ветвей зева  $T_{\text{ВВЗ}}$  и  $T_{\text{НВЗ}}$  (рис. 3 – взаимодействие ветвей зева основы, свободного участка ткани и берда батана в начальный момент прибоа). Именно с силы  $T_3$  начинается воздействие берда батана на опушку ткани, расположенную под углом  $\alpha_T$  к горизонтали в начальный момент прибоа.

Имея вышеописанную методику, можно определить влияние различных параметров

зева на величину смещения опушки  $\theta$  по вертикали при зевобразовании и прибое.

По полученным результатам можно определить положение и дрейф опушки ткани для любой КЗЛ ТМ.

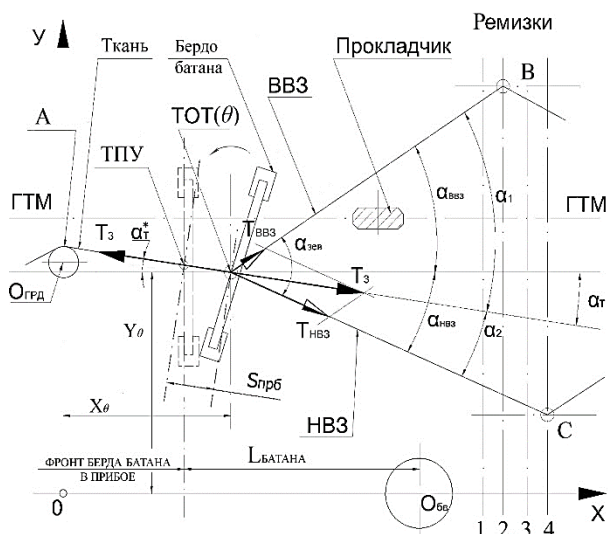


Рис. 3

При заданных законах движения ремизок, известных значениях цикловых углов (ЦУ) заступа, полностью открытого зева, движения батана и прибора можно проанализировать влияние перемещения глазков галев и движения берда на дрейф опушки ткани за полный цикл раппорта переплетения, а также произвести оптимизацию вида и формы зева по углу взаимодействия берда и опушки ткани в процессе прибоя.

Методика определения положения и перемещения  $TOT(\theta)$  в вертикальной плоскости, изменения направления и величины вектора натяжения ткани  $T_{ткн} = T_3$  в процессе зевобразовании и в начальный момент прибора применима для следующих случаев:

- $T_{ВВЗ} = T_{НВЗ}$ , то есть коэффициент перетяжки ветвей зева  $C_T = 1,0$ ;
- $T_{ВВЗ} \neq T_{НВЗ}$  и  $C_T \neq 1,0$ ;  $(0,15 \div 0,2) \leq C_T \leq (5,0 \div 6,5)$ ;
- зевы симметричны и асимметричны;
- зевы имеют различный вид и различную форму;
- глазки галев ремизок циклически перемещаются относительно ГТМ и/или линии заступа основы, или линии заправки основы (ЛЗО);

- натяжения ветвей зева  $T_{ВВЗ}$  и  $T_{НВЗ}$  являются функцией изменения высоты зева ( $H_{ВВЗ}$ ,  $H_{НВЗ}$ ,  $H_{ЗЕВ}$ ) и/или углов зева ( $\alpha_{ВВЗ}$ ,  $\alpha_{НВЗ}$ ,  $\alpha_{ЛЗО}$ ,  $\alpha_t$ ,  $\alpha_{ЗЕВ}$ ).

## ВЫВОДЫ

1. Разработана методика расчета ординаты положения опушки ткани по координатам точек касания наработанной ткани с грудницей и поверхностью опушкодержателя, а нитей основы – с глазками галев ремизок.

2. Разработана методика расчета величины и направления вектора натяжения ткани по известной величине натяжения одной из ветвей зева и соотношению натяжения нитей основы в ветвях зева в процессе зевобразовании.

3. Предложенные формулы могут быть использованы для разработки системы автоматизированного расчета положения опушки ткани и ее дрейфа в вертикальной плоскости, а также определения направления участка формирования ткани и вектора натяжения ткани в зависимости от параметров переднего зева для любой КЗС ТМ и закона движения ремиз.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Власов П.В., Розанов Ф.М. Нормализация процесса ткачества. – М.: Гизлегпром, 1960, С. 362.
2. Гордеев В.А. Динамика механизмов отпуска и натяжения основы ткацких станков. – М.: Легкая индустрия, 1965.
3. Сурков Б.А., Сидоров В.Ю., Макаров В.А., Оников Э.А. Формализация кривых кромочных линий для определения границы зоны формирования ткани // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2003, №6.
4. Сурков Б.А., Сидоров В.Ю., Макаров В.А., Оников Э.А. Использование геометрии зоны формирования ткани для определения величины приборной полоски // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2004, №3.
5. Макаров В.А., Романов П.Г., Хозина Е.Н. Влияние конструктивных параметров ткацких машин на положение опушки ткани // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, №6.
6. Макаров В.А., Романов П.Г., Хозина Е.Н. Методика определения положения опушки ткани // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2010, №6.

7. Ефремов Е.Д., Паикова Г.Ф. О разнотяннутости верхней и нижней ветвей зева // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1987, №3. С. 43...46.

8. Чугин В.В., Ялинич С.М. Неравномерность натяжения нитей ремизками в фазе открытого зева в цикле зевообразования // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 1987, № 4.

9. Макаров В.А., Лебзак А.В., Хозина Е.Н. Анализ работы кулачковой коробки привода зевообразующего механизма скоростных ткацких станков типа СТБ // Текстильная промышленность. – 2003, №5.

10. Королев А.Н., Терентьев В.И. Исследование и расчет кинематических и силовых факторов механизмов образования зева пневматических ткацких машин // Дизайн и технологии. – 2013, № 35 (77). С.75...81.

11. Макаров В.А., Лебзак А.В., Хозина Е.Н. Анализ работы кулачковой коробки привода зевообразующего механизма с помощью САПР // В мире оборудования. – 2004, №6.

#### REFERENCES

1. Vlasov P.V., Rozanov F.M. Normalizatsiya processa tkachestva. – М.: Gizlegprom, 1960, S. 362.

2. Gordeev V.A. Dinamika mekhanizmov otpuska i natyazheniya osnovy tkackih stankov. – М.: Legkaya industriya, 1965.

3. Surkov B.A., Sidorov V.Yu., Makarov V.A., Onikov E.A. Formalizatsiya krivykh kromochnykh linij dlya opredeleniya granicy zony formirovaniya tkani // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti. – 2003, №6.

4. Surkov B.A., Sidorov V.Yu., Makarov V.A., Onikov E.A. Ispol'zovanie geometrii zony formirovaniya tkani dlya opredeleniya velichiny pribojnoj poloski // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti. – 2004, №3.

5. Makarov V.A., Romanov P.G., Hozina E.N. Vliyanie konstruktivnykh parametrov tkackih mashin na polozhenie opushki tkani // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti. – 2010, №6.

6. Makarov V.A., Romanov P.G., Hozina E.N. Metodika opredeleniya polozheniya opushki tkani // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti. – 2010, №6.

7. Efremov E.D., Pashkova G.F. O raznokatyanutosti verhnjej i nizhnjej vetvej zeва // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti. – 1987, №3. S. 43...46.

8. Chugin V.V., Yalinich S.M. Neravnomernost' natyazheniya nitej remizkami v faze otkrytogo zeва v cikle zevoobrazovaniya // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti. – 1987, № 4.

9. Makarov V.A., Lebzak A.V., Hozina E.N. Analiz raboty kulachkovoj korobki privoda zevoobrazuyushchego mekhanizma skorostnykh tkackih stankov tipa STB // Tekstil'naya promyshlennost'. – 2003, №5.

10. Korolev A.N., Terent'ev V.I. Issledovanie i raschet kinematcheskikh i silovykh faktorov mekhanizmov obrazovaniya zeва pnevmatcheskikh tkackih mashin // Dizajn i tekhnologii. – 2013, № 35 (77). S.75...81.

11. Makarov V.A., Lebzak A.V., Hozina E.N. Analiz raboty kulachkovoj korobki privoda zevoobrazuyushchego mekhanizma s pomoshch'yu SAPR // V mire oborudovaniya. – 2004, №6.

Рекомендована кафедрой технологических машин и мехатронных систем. Поступила 16.02.16.