

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЧЕТЫРЕХЗВЕННИКОВ В КАЧЕСТВЕ ЭЛЕМЕНТОВ
РЫЧАЖНО-СТЕРЖНЕВОЙ ТРАНСМИССИИ
ЗЕВООБРАЗУЮЩИХ МЕХАНИЗМОВ ТКАЦКИХ МАШИН**

**USE OF FOUR-LINK MECHANISMS AS ELEMENTS
OF LEVER-ROD TRANSMISSION
OF LOOM SHED MECHANISMS**

V.A. МАКАРОВ, Е.Н. ХОЗИНА, А.Н. ГАВРИЛОВ
V.A. MAKAROV, E.N. HOZINA, A.N. GAVRILOV

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)
(Moscow State Textile University "A.N. Kosygin")
E-mail: office@msta.ac.ru; gawriloff.alexej@mail.ru

На существующих ткацких машинах для передачи движения от приводного органа к рабочему звену зевообразующего механизма применяются плоские рычажно-стержневые передачи. В качестве элементов таких передач могут использоваться четырехзвенники различных видов и форм, от которых зависит точность передачи движения от задающего органа к исполнительному. Предлагается классифицировать подобные четырехзвенники по их виду и форме и исследовать влияние их формы и соотношение ведущего и ведомого рычагов на возможность передачи движения с определенной степенью искажения. Для оценки величины искажения предложено проводить построение номограмм значений мгновенного передаточного отношения в зависимости от вида четырехзвенника, отношению его ведущего и ведомого рычагов и угла качания ведущего звена.

Flat lever and rod gears are used for translation of motion from a driving body to a working link of a shed mechanism on the existing looms. Four-link mechanisms of different types and forms, which the accuracy of translation of motion from an adjuster to an operating member depends on, can be used as elements of such gears. It is offered to classify similar four-link mechanisms by a kind and a form, and research the dependence of their form and driving and driven arms ratio on the possibility of motion translation from with certain extent of distortion. For estimation of distortion dimension it is offered to draw nomograms of values of instant angular speed ratio depending on a type of a four-link mechanism, to the ratio of its driving and driven arms and rocking angle of a guide link.

Ключевые слова: четырехзвенник, мертвое положение, передаточное отношение.

Keywords: a four-link mechanism, dead center position, angular speed ratio.

В качестве передаточного механизма в большинстве существующих кинематических схем зевообразовательных механизмов (ЗОМов) используются четырехзвенники разных видов, размеров и форм [1], [2]. Так, передаточный механизм ЗОМ широкой машины СТБ(У) состоит из трехпо-

водковой группы и шести двухповодковых групп 1- и 2-го видов. Наличие такого количество передаточных звеньев приводит к значительному искажению заданного закона движения в ремизных рамах [3]. Движение ремизок должно с наименьшими отклонениями и искажениями воспроизво-

дить закон, задаваемый на кулачковом приводе.

Для устранения искажения исследуем влияние вида и формы четырехзвенника на его свойство передавать движение без искажения или с заданной точностью. Передаточные четырехзвенники, как правило, имеют различную длину рычагов и шатунов, от их соотношения зависит как его вид, так и передаточная функция данного механизма и условия установки его в мертвое положение. Вид передаточного четырехзвенника зависит от расположения подвижных звеньев относительно стойки.

Рассмотрим различные виды передаточных четырехзвенников. Четырехзвен-

ник, шатун которого лежит по одну сторону от неподвижного звена, назовем параллелограммом, а четырехзвенник, у которого шатун и неподвижное звено пересекаются – контрпараллелограммом.

Параллелограмм может иметь форму, при которой шатун перпендикулярен как входному (ведущему), так и к выходному рычагам, при этом четырехзвенник в своем среднем положении располагается так, что ведущий и ведомый рычаги параллельны (частный случай), то такую форму четырехзвенника будем считать "канонической" (рис. 1-а,б,в).

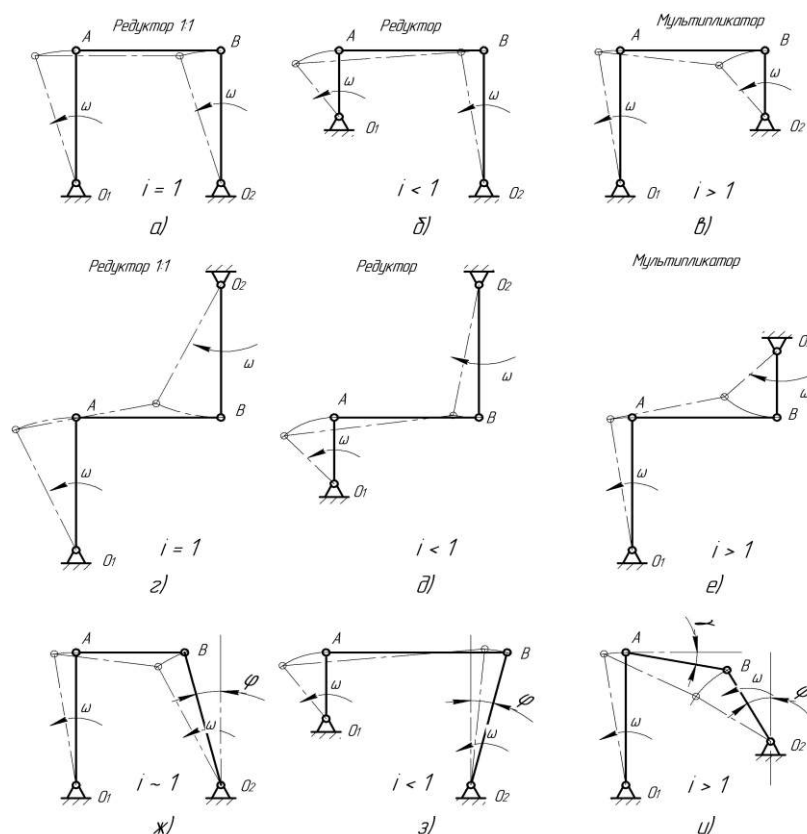


Рис. 1

В случае, когда входной и выходной рычаги четырехзвенника расположены перпендикулярно шатуну, но их направление противоположно друг другу, данный четырехзвенник является "каноническим контрпараллелограммом" (рис. 1-г, д, е).

Четырехзвенник (параллелограмм, контрпараллелограмм), находящийся в по-

ложении, когда шатун и ведущий рычаг расположены перпендикулярно, а ведомый рычаг отклоняется на некоторый угол от направления ведущего рычага, будем рассматривать как "канонический четырехзвенник частного положения" (рис. 1-ж, з).

Четырехзвенник, у которого рычаги не параллельны, а шатун не перпендикулярен

хотя бы одному из них – будем считать "четырёхзвенником общего положения" (рис. 3-и).

Рассмотрим влияние видов всех рассмотренных выше четырехзвенников на качество передачи движения.

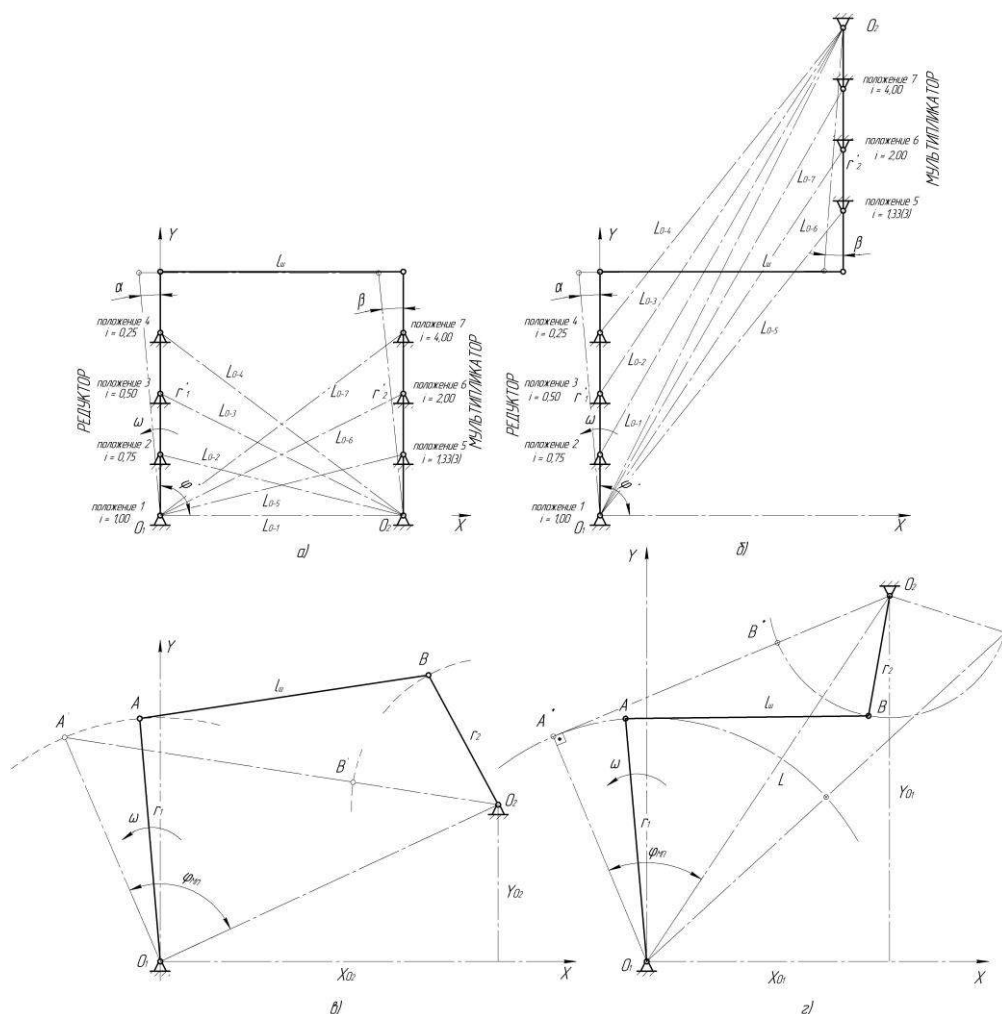


Рис. 2

Вначале исследуем передаточное отношение в "каноническом четырехзвеннике", то есть при соотношении длин рычагов $r_1 = r_2 = l_{III} = 1$. Если отклонять ведущий рычаг r_1 от своего начального положения на $\pm\alpha$, то ведомый рычаг r_2 будет отклоняться на угол $\pm\beta$. В параллелограмме (рис. 2-а) и контрпараллелограмме (рис. 2-б) канонической формы передаточное отношение будет соответствовать отношению длин этих рычагов:

$$i_o = \frac{r_2}{r_1}. \quad (1)$$

Если $r_2 > r_1$, то передача является редуктором, если наоборот: $r_2 < r_1$, то пере-

дача – мультипликатор. Передаточное отношение механизма в движении будем рассматривать как отношение углов поворота его ведущего α и ведомого β звеньев:

$$i_\mu = \frac{\Delta\alpha}{\Delta\beta}. \quad (2)$$

Рассмотрим изменение передаточного отношения у четырехзвенника – "параллелограмма канонической формы" (ПКФ) (рис. 2-а) при угле качания α ведущего рычага на 60° от -30° до $+30^\circ$, при изменении длин рычагов r_1, r_2 ведущего и ведомого звеньев в диапазоне от 4 до 0,25, шаг расчета 0,25. Такой четырехзвенник может

быть использован как в качестве редуктора, так и мультипликатора.

Рассмотрим для параллелограмма и контрпараллелограмма (канонической формы) в диапазоне изменения длин рычагов r_1, r_2 область существования механизма (рис. 2-в, г). Четырехзвенник встанет в "мертвое" положение при передаточном отношении $i_0 = 1$, при этом угол поворота ведомого звена α будет соответствовать $\pm 90^\circ$. Этот угол $\phi_{МП}$ определяется следующей формулой:

$$\phi_{МП} = \arccos\left(\frac{r_1^2 + L^2 - (\ell_{ш} + r_2)^2}{2r_1L}\right), \quad (3)$$

где r_1 – длина ведущего рычага; r_2 – длина ведомого рычага; $\ell_{ш}$ – длина шатуна; L – межцентровое расстояние.

Если соотношение ведущего и ведомого рычагов не равно 1, то для заданного диапазона изменения длин рычагов r_1, r_2 механизма, угол поворота $\phi_{МП}$, определяемый (3) для ведущего звена, будет ограничен переходом механизма в "мертвое" положение.

При возрастании передаточного отношения i_0 от 1 до 4 угол качания ведущего звена будет изменяться от $\pm 90^\circ$ до $13,29^\circ$. При уменьшении передаточного отношения от 1 до 0,25 угол поворота ведущего звена будет больше 180° и при $i_0 = 0,25$ составит $133,62^\circ$.

В дальнейшем осуществляем расчет изменения передаточного отношения i_0 в зависимости от диапазона изменения длин рычагов r_1, r_2 для угла качания ведущего рычага α от -30° до $+30^\circ$ с шагом 5° , 8 значений соотношения длин ведущего и ведомого рычагов ($i_0 = 1; 1,33(3); 2; 3; 4; 0,75; 0,5; 0,25$).

На основании данных расчетов строим номограмму изменения передаточного отношения i_0 в зависимости от диапазона изменения длин рычагов r_1, r_2 , где по оси абсцисс отложено изменение угла качания ведущего рычага от -30° до $+30^\circ$ с шагом 5° . По оси ординат отложено значение передаточного отношения i_0 для 8 значений соотношения длин ведущего и ведомого рычагов ($i_0 = 1; 1,33(3); 2; 3; 4; 0,75; 0,5; 0,25$).

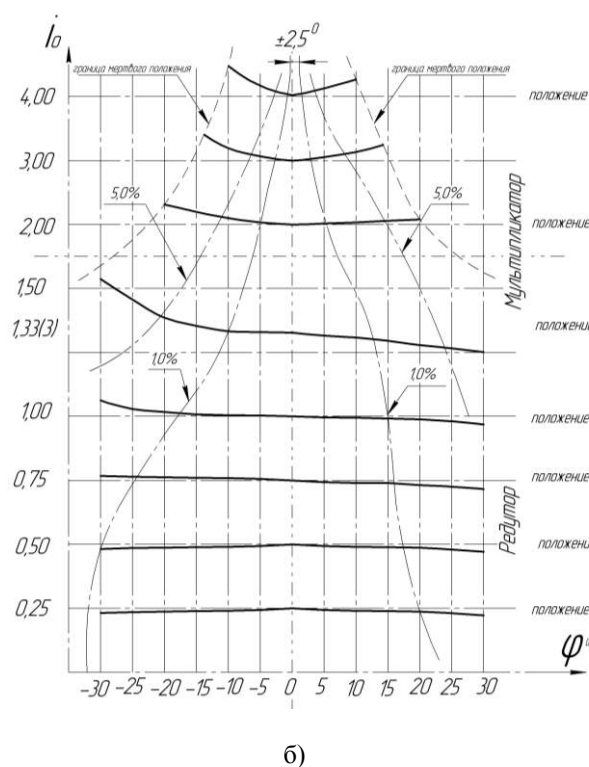
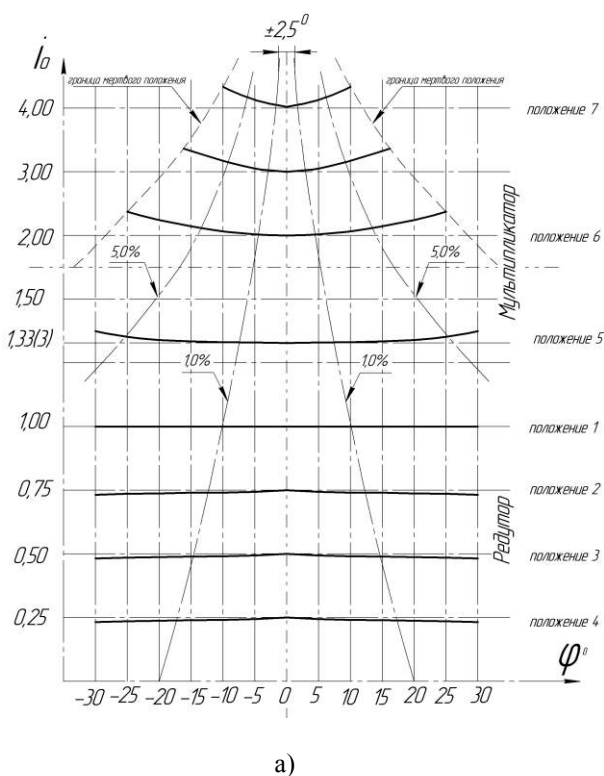


Рис. 3

Номограмма I (рис. 3-а) показывает, что четырехзвенник в виде ПКФ может быть использован в качестве элемента рычажно-стержневой передачи как в качестве редуктора, так и мультипликатора.

Использование данного четырехзвенника в качестве редуктора не ограничивается выбранным интервалом передаточных отношений, то есть может быть равно и меньше 0,1. Искажение движения в пределах 1% происходит при повороте ведущего звена на $\pm 15 \div \pm 25^\circ$; а в пределах 5% – при повороте на $\pm 45^\circ$ и более. Изменение передаточного отношения при этом практически симметрично и однонаправлено в сторону его уменьшения, то есть замедления движения выходного звена.

Использование данного четырехзвенника в качестве мультипликатора ограничивается передаточным отношением $i_0 \leq 2,0 \div 2,5$, так как угол поворота ведущего звена при искажении движения на 1% составляет всего $\pm 4^\circ$, а при отклонении на 5% $\pm 8 \div \pm 15^\circ$. Искажение движения также практически симметрично и однонаправлено, но при увеличении угла поворота ведущего звена передаточное отношение i_0 увеличивается, то есть выходное звено ускоряется.

Подобная номограмма II может быть составлена и для оценки изменения передаточного отношения i_0 при рассмотрении движения четырехзвенника контрпараллелограмма канонической формы (КПК) (рис. 3-б).

Искажение движения асимметрично как относительно среднего положения ($\varphi=0$), так и направления поворота ведущего рычага ($\varphi < 0 \rightarrow i_0 > i_{0\mu}$, если $\varphi > 0 \rightarrow i_0 < i_{0\mu}$). В случае использования КПК в качестве редуктора асимметричное искажение в 1% будет соответствовать повороту рычага r_1 на угол $+15^\circ \div -17^\circ$ а аналогичное искажение в 5% – при повороте на $+30^\circ \div +47^\circ$ и $-45^\circ \div -62^\circ$.

Использование контрпараллелограмма в качестве мультипликатора при искажении движения в 1% ограничено поворотом ведущего рычага r_1 на $\pm 5^\circ \div \pm 12^\circ$, и возможным передаточным отношением

$1,0 \leq i_0 \leq 1,5$. Увеличение искажения до 5% позволяет увеличить диапазон i_0 и угол качания φ до значений: $1,0 \leq i_0 \leq 2,0$, а угла φ в диапазоне: $-(12^\circ \div 22^\circ) \leq \varphi \leq +(13^\circ \div 27^\circ)$.

Анализ номограммы II рис. 3-б показывает, что использование контрпараллелограмма в качестве передаточного механизма ограничивается тем, что:

– при $i_0 = 1,0$ и повороте ведущего рычага r_1 на угол $\varphi \geq \pm 35^\circ$ искажение движения будет асимметричным и изменится от -5% до $+5\%$;

– при $i_0 \leq 2,0$ и повороте ведущего рычага r_1 на угол $\varphi \geq \pm 15^\circ$ искажение движения будет асимметричным и изменится до $+5\%$, то есть четырехзвенник такого вида и такой формы может использоваться в качестве асимметричного мультипликатора, но с ограниченным углом $\pm \varphi$ качания ведущего звена, либо в качестве механизма, асимметрично искажающего первоначальное движение;

– при $i_0 \leq 1,0$ с искажением до -5% угол поворота ведущего рычага r_1 может достигать значения $\varphi \approx +35^\circ \div -60^\circ$, то есть использоваться в качестве асимметричного редуктора.

На рис. 4-а изображен четырехзвенник – канонический параллелограмм в положении, в котором длина шатуна меньше, чем длина неподвижного звена. Четырехзвенники такого вида и такой формы наиболее часто встречаются в кинематической схеме ЗОМ современных ТМ. Исследуем данный четырехзвенник по вышеприведенной методике и определим область его возможного использования в принятых границах искажений движения. На рис. 4-б приведена расчетная номограмма изменения i_0 .

Номограмма III (рис. 4-б) изменения передаточного отношения i_0 для такого канонического параллелограмма имеет сходство с номограммой I, но так как рассматриваемый четырехзвенник имеет асимметрично расположенный выходной рычаг r_2 , это приводит к тому, что номограмма I сдвинута в сторону отрицательного угла качания ведущего рычага (рис. 3-а).

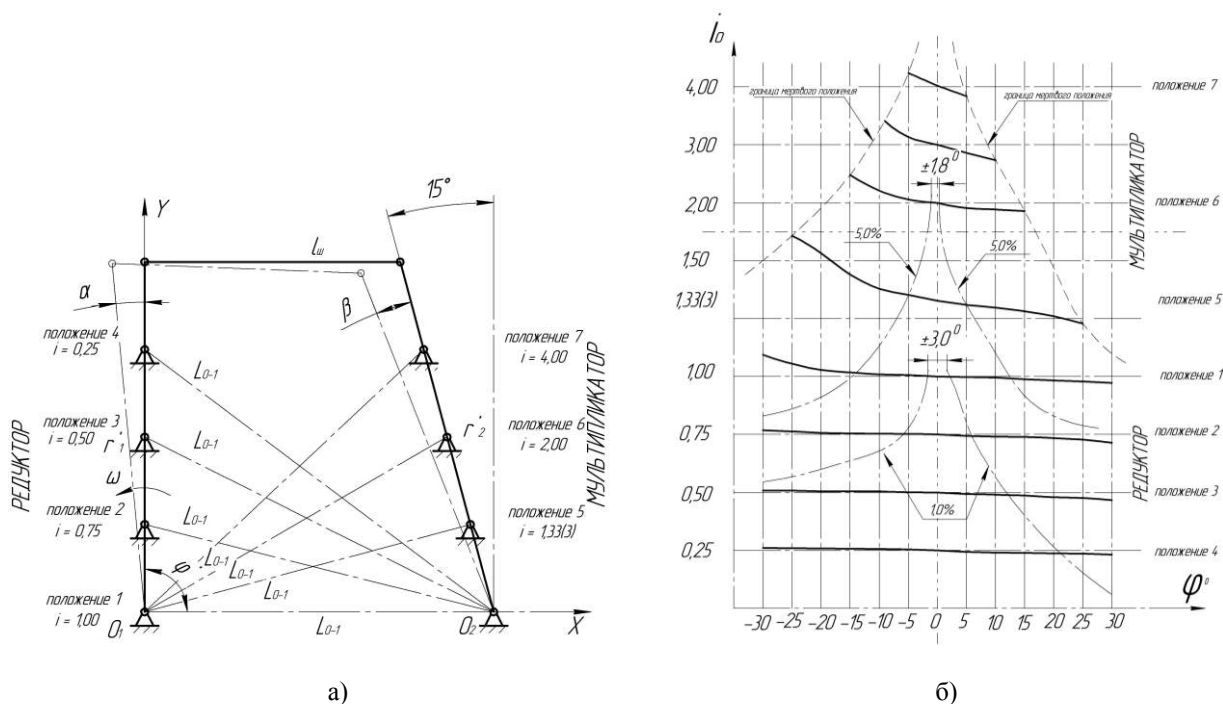


Рис. 4

Очевидно, что искажение симметрии начального положения механизма приводит к резкому и асимметричному изменению его "передаточных" свойств.

В качестве мультипликатора данный четырехзвенник может быть использован только как асимметричный с искажением движения до 50% и при передаточном отношении не более 1,3. А в качестве редуктора – при передаточном отношении $i_0 \leq 0,75$.

Использование подобного четырехзвенника (рис. 4-а) при $i_0 \approx 1$ и при угле поворота ведущего рычага r_2 на угол φ больше $\pm 15^\circ$ приводит к асимметрии движения больше, чем на $-5\% \div +5\%$. Поэтому такие четырехзвенники могут использоваться в качестве передач, обеспечивающих, в случае необходимости, асимметричное искажение движения выходного звена исполнительного механизма.

Номограммы I, II и III позволяют комплексно оценить пределы и возможность использования рассмотренных типов четырехзвенников в качестве элементов как кинематических схем ЗОМ, так и других исполнительных механизмов текстильных машин. Эти номограммы позволяют оценить форму и величину искажения движения при использовании рычажно-стержневых систем в передачах движения,

то есть там, где движение по конструктивным и/или технологическим соображениям нельзя выполнить с помощью тросов, валликов и шестерен.

Для любых как плоских рациональных механизмов, так и (псевдоплоских) [2] передач с избыточными связями по приведенной методике может быть составлена подобная номограмма, развернутая на требуемом угле качания ведущего звена $\pm \varphi$ и передаточного отношения i_0 .

ВЫВОДЫ

1. Предложена классификация четырехзвенников, используемых в качестве элементов кинематических схем привода рабочих органов текстильных машин.

2. Предложен способ определения возможности использования четырехзвенников различных видов и форм в качестве элементов кинематических схем с оценкой степени искажения движения их ведомых звеньев путем построения номограмм передаточного отношения механизма в движении.

3. Показана возможность использования четырехзвенников канонической формы частного и общего положений для преобразования (редуцирования и мультипли-

цирования) движения ведущего звена механизма в движение рабочего органа с определенным направлением искажения и требуемой степенью точности.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Гордеев В.А.* Динамика механизмов отпуска и натяжения основы ткацких станков. – М.: Легкая индустрия, 1965.

2. *Макаров В.А., Хозина Е.Н., Гаврилов А.Н.* Классификация зевобразующих механизмов по

структурным звеньям и избыточным кинематическим связям. // Изв. вуз. Технология текстильной промышленности. – 2011, №2.

3. *Лебзак А.В.* Разработка подсистем автоматизированного проектирования кулачково-рычажного зевобразовательного механизма скоростных ткацких станков типа СТБ. – М.: МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2004.

Рекомендована кафедрой технологических машин и оборудования. Поступила 03.04.12.
