

УДК 621.001.5

**АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ, СТРУКТУРЫ  
И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗБЫТОЧНЫХ СВЯЗЕЙ  
БОЕВОГО МЕХАНИЗМА СТАНКА СТБ**

**ANALYSIS OF CONSTRUCTION, STRUCTURE  
AND DETERMINATION OF REDUNDANT CONSTRAINTS  
OF PICKING MECHANISM OF STB LOOM**

*А.А. ДЖОМАРТОВ, В.А. СОСНИН*

*A.A. JOMARTOV, V.A. SOSNIN*

(Институт механики и машиноведения им. У.А. Джолдасбекова, Республика Казахстан)

(Institute of Mechanics and Mechanical Engineering  
named after U.A. Joldasbekov, Republic of Kazakhstan)

E-mail: legsert@mail.ru

*Исследована конструкция боевого механизма ткацкого станка СТБ. Проведен структурный анализ и определены избыточные связи боевого механизма ткацкого станка СТБ. Установлено что, боевой механизм ткацкого станка СТБ содержит избыточные связи и является статически неопределимой системой. Для устранения избыточных связей в боевом механизме предлагается использовать в соединении его звеньев шаровый шарнир.*

*The design of the picking mechanism of STB loom is investigated. Structural analysis was carried out and redundant links of the picking mechanism of the STB loom are determined. It is established that the picking mechanism of the STB loom contains redundant constraints and is a statically indeterminate system. To eliminate excessive connections in the picking mechanism, it is proposed to use in the combination of its links a ball joint.*

**Ключевые слова:** боевой механизм, ткацкий станок СТБ, избыточные связи, шаровый шарнир.

**Keywords:** picking mechanism, STB loom, redundant constraints, ball joint

Общий вид боевого механизма станка СТБ [1], [2] показан на рис. 1. Боевой механизм на рис. 1 изображен в исходном положении, перед рабочим ходом (разрядкой) в

котором торсион 9 закручен, и весь механизм удерживается в исходном положении благодаря силовому замку, в который попадают звенья 4, 3 и 2 в результате принуди-

тельного перевода через мертвое положение, при зарядке (закручивании) торсиона.

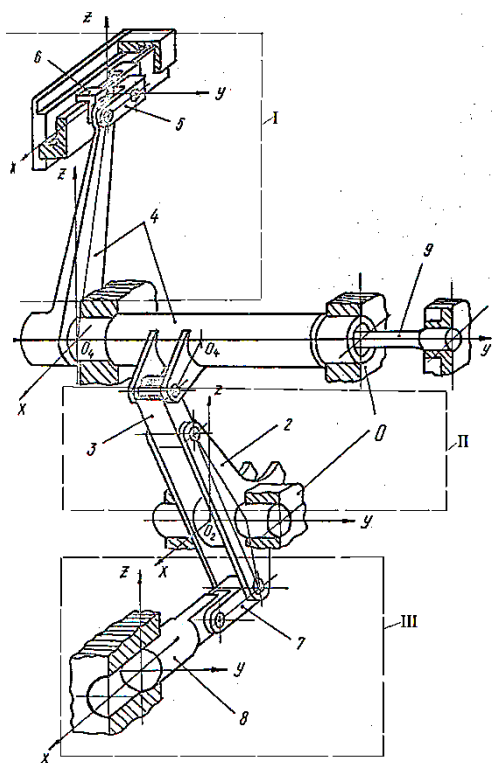


Рис. 1

Конструктивно ведущее звено 4 механизма состоит из полого вала 4" с проушинами и насаженного на его консоли боевого рычага 4' (погонялки) и торсиона 9, поворачивающего полый вал с боевым рычагом на угол  $\varphi$ .

Полый вал установлен в двух разнесенных опорах скольжения и связан с торсионом, второй конец которого закреплен неподвижно. Жестко связанные между собой полый вал и торсион образуют статически неопределимый вал ступенчато-переменного сечения с участками равной податливости на изгиб и кручение.

Группы ведомых звеньев механизма (6,5) и (3,2,7,8) присоединены к полому валу несимметрично относительно друг друга в параллельных плоскостях, перпендикулярных оси вращения вала, а звенья 4,5,6 относительно друг друга.

Соединения всех звеньев, подвижных звеньев между собой, со стойкой являются вращательными парами 5-го класса, выполненными по второму классу точности, с параллельными осями. Два ведомых звена,

гонок 6 и плунжер 8, составляют со стойкой 0 соответственно прямоугольную и цилиндрическую поступательные пары 5-го класса, также выполненные по второму классу.

Кинематическая цепь боевого механизма является разветленно-замкнутой с одним ведущим звеном 4 и двумя ведомыми звеньями 6 и 8. Состоит она из трех связанных контуров I, II, III, каждый из которых представляет собой четырехзвенный механизм с общими для каждого двух смежных контуров звеньями 4 и 2 и кинематическими парами  $O_2, O_4$ .

Структурная формула механизма выглядит так:

$$\text{II}(6,5) \leftarrow \text{I}(4) \rightarrow \text{II}(3,2) \rightarrow \text{II}(7,8). \quad (1)$$

Согласно [3] количество избыточных связей  $q$  механизма определяется по формуле:

$$q = W + 6k - f, \quad (2)$$

где  $W = 1$  – степень свободы механизма;  $k$  – число "независимых" контуров;  $f$  – сумма степеней свободы кинематических пар всего механизма, которая подсчитывается по формуле:

$$f = 5P_1 + 4P_2 + 3P_3 + 2P_4 + P_5, \quad (3)$$

где  $P_i$  – число кинематических пар  $i$  го класса.

Здесь под "независимыми" контурами подразумеваются контуры, отличающиеся от соседних контуров звеном или кинематической парой. Их число определяется по формуле:

$$k = p - n, \quad (4)$$

где  $p$  – общее число кинематических пар механизма;  $n$  – количество подвижных звеньев механизма.

Для нахождения общего количества избыточных связей  $q = 9$  между выделенными контурами I, II, III общего числа степеней свободы кинематических пар всего механизма  $f = 10$  представим в виде суммы

линейных подвижностей по направлению осей X, Y, Z и суммы угловых скоростей по данным осям:

$$f = S_x + S_y + S_z + \varphi_x + \varphi_y + \varphi_z. \quad (5)$$

На рис. 2 показана схема, составленная согласно формуле (5), в которой число колонок соответствует числу выделенных контуров  $k = 3$ , а в столбцах колонок по вертикали размещены линейные  $S_x, S_y, S_z$  и угловые  $\varphi_x, \varphi_y, \varphi_z$  подвижности кинематических пар каждого контура. При этом подвижности кинематических пар  $O_2, O_4$  отнесены соответственно к одному из выделенных контуров. Взаимная замена и распределение избыточных подвижностей кинематических пар каждого контура показаны на рис. 2 ломаными стрелками. Отсутствие одной из подвижностей указывает на натяг и избыточную связь. Наличие двух подвижностей одного вида указывает на общую или местную подвижность в контуре механизма [3].

Контур и подвижности - W.f					
Контур I		Контур II		Контур III	
линейные	угловые	линейные	угловые	линейные	угловые
$S_x = 1$	$\varphi_x = 0$	$S_x = 0$	$\varphi_x = 0$	$S_x = 1$	$\varphi_x = 0$
$S_y = 0$	$\varphi_y = 2$	$S_y = 0$	$\varphi_y = 4$	$S_y = 0$	$\varphi_y = 2$
$S_z = 0$	$\varphi_z = 0$	$S_z = 0$	$\varphi_z = 0$	$S_z = 0$	$\varphi_z = 0$
$\varphi_{II} = 3$		$\varphi_{II} = 3$		$\varphi_{II} = 3$	
Избыточные связи $q=9$					

Рис. 2

Известно, что к избыточным связям могут быть отнесены также некоторые размеры подвижных соединений механизма, выполненные с высокой точностью (малыми зазорами) и ограничивающих местную подвижность отдельных звеньев. В существующем боевом механизме все кинематические пары выполнены по второму классу точности, то есть с малыми зазорами. При неизбежных погрешностях взаимного расположения базовых поверхностей деталей (звеньев), таких как неперпендикулярность, непараллельность, перекосы осей и т.п., указанные виды избыточных

связей могут проявляться во время работы механизма в том, что его движение будет сопровождаться:

а) нагружением звеньев, которые соответствуют виду избыточных связей, накладываемых одноподвижными парами 5-го класса;

б) деформациями звеньев вне плоскости их движения, натягами и односторонним износом в подвижных соединениях.

Перечисленные явления объясняются тем, что в существующем механизме недостает двух подвижных пар 4-го класса и трех подвижных пар 3-го класса, допускающих угловую подвижность звеньев относительно осей X, Z, кроме контура III, где имеется одноподвижная цилиндрическая пара 5-го класса (плунжер-гильза), которая допускает поворот звена 8 (плунжера) вокруг оси X при деформациях и перекосах звеньев 2 и 7.

Таким образом, боевой механизм ткацкого станка СТБ содержит избыточные связи и при силовом анализе его следует рассматривать как статически неопределимую систему.

Полное устранение избыточных связей нецелесообразно, так как недостаточное количество связей в кинематической цепи механизма приведет к появлению излишних пассивных подвижностей и неопределенности движения отдельных звеньев [1].

Более рациональным является устранение некоторых избыточных связей, выявленных в результате анализа существующей конструкции механизма. Решение этой задачи применительно к боевому механизму, с учетом требований серийного производства станков СТБ, возможно путем:

1) увеличения зазоров в некоторых кинематических парах с тем, чтобы повысить местную угловую подвижность отдельных звеньев относительно осей X, Z и устранить натяги между ними;

2) замены некоторых одноподвижных кинематических пар 5-го класса на кинематические пары 4-го и 3-го классов.

Для устранения натягов между направляющей планкой, гонком, шатуном и головкой боевого рычага (звенья 0, 6, 5, и 4 контура I), возникающих при деформациях и

перемещениях боевого рычага, гонок 6 и шатун 5 должны иметь свободу угловых перемещений относительно осей X, Z без натягов, что достигается увеличением зазоров в кинематических парах 06, 65, 54.

С целью устранения передачи нагрузок между полым валом (ведущим звеном 4) и коромыслом (звено 2) от деформаций изгиба полого вала в контуре II необходимо произвести замену одноподвижной пары 43, 5-го класса на трехподвижную шаровую пару 3-го класса, исходя из требования внесения минимальных изменений в существующую конструкцию механизма так, чтобы:

- 1) общее количество кинематических пар контура оставалось неизменным;
- 2) из общего числа кинематических пар контура две пары, относящиеся к стойке  $O_2, O_4$ , оставались одноподвижными парами 5-го класса;
- 3) во избежание неопределенности движения серьги (звено 3) одна из двух пар, относящихся к серьге и намечаемая к замене, должна быть на класс ниже другой.

На рис. 3 показана серьга (звено 3) боевого механизма: а) – с обычными шарнирами; б) – с шаровым шарниром.

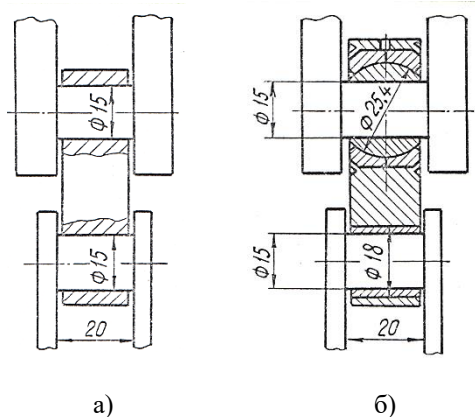


Рис. 3

Учитывая перечисленные условия и используя методику [3], заменим одну пару 5-го класса 43 в серьге (рис. 3-а) на пару 3-го класса (рис. 3-б). Тогда по формуле (3) степень свободы в контуре II:

$$f_{II} = P_5 + 3P_3 = 3 + 3 = 6. \quad (6)$$

И согласно формуле (2) количество избыточных связей  $q$  в контуре II механизма будет равно:

$$q_{II} = W_{II} + 6k - f_{II} = 1,$$

где  $W_{II} = 1, k = 1, f_{II} = 6$

Количество избыточных связей  $q$  в контуре II механизма уменьшается на 2, что устраняет передачу поперечной нагрузки на опоры оси коромысла (проушины корпуса масляного буфера) одновременно в двух направлениях от деформации изгиба полого вала, а также от перекосов при сборке.

## ВЫВОДЫ

1. Выполнен анализ конструкции и структуры боевого механизма ткацкого станка СТБ и определены избыточные связи. Установлено, что боевой механизм ткацкого станка СТБ содержит избыточные связи и при силовом анализе его следует рассматривать как статически неопределимую систему.

2. Для устранения избыточных связей в боевом механизме ткацкого станка СТБ предлагается использовать в серьге шаровый шарнир.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Арнаутков П.Н., Варнаков М.Я. Ткацкие автоматические станки СТБ. – М.: Легкая индустрия, 1972.
2. Уалиев Г.У., Джомартов А.А. Динамика механизмов ткацких станков-автоматов СТБ. – Алматы: Тауар, 2003.
3. Решетов Л.Н. Конструирование рациональных механизмов. – М.: Машиностроение, 1972.

## REFERENCES

1. Arnautov P.N., Varnakov M.Ya. Tkatskie avtomaticheskie stanki STB. – M.: Legkaya industriya, 1972.
2. Ualiev G.U., Dzhomartov A.A. Dinamika mekhanizmov tkatskikh stankov-avtomatov STB. – Almaty: Tauar, 2003.
3. Reshetov L.N. Konstruirovaniye ratsional'nykh mekhanizmov. – M.: Mashinostroeniye, 1972.

Рекомендована Ученым советом. Поступила 28.05.18.