

УДК 653.086

**АНАЛИЗ КРИТЕРИЕВ ВЫБОРА ВАРИАНТОВ
СПОСОБОВ СБОРКИ ЧЕТЫРЕХЗВЕННЫХ
ТРЕХПОВОДКОВЫХ СТРУКТУРНЫХ ГРУПП
В СОСТАВЕ МЕХАНИЗМОВ
ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ МАТЕРИАЛОВ
ШВЕЙНЫХ МАШИН**

*Чижова Е.П., ст. преп., Марковец А.В., д.т.н., проф.
Санкт-Петербургский государственный университет промышленных
технологий и дизайна, г. Санкт-Петербург, Российская Федерация*

Ключевые слова: швейная машина, механизм транспортирования материалов, кинематический анализ, способ сборки.

Реферат. В работе представлены результаты исследования кинематических характеристик механизмов транспортирования материалов швейных машин, в структурной схеме которых имеются четырехзвенные трехповодковые структурные группы, содержащие поступательные кинематические пары. Основное внимание уделено решению задачи выбора варианта способа сборки в процессе аналитического решения задачи о положениях звеньев структурной группы. Предложены аналитические представления критериев варианта способа сборки для исследуемых структурных групп.

В машинах текстильной и легкой промышленности широко используются различные рычажные механизмы. На одном из этапов проектирования таких механизмов решается задача кинематического анализа. В настоящее время для кинематического анализа широко применяются аналитические методы, как правило, основанные на погруппном способе [1]. Указанный способ предполагает наличие математического, алгоритмического и программного обеспечения кинематического анализа отдельных структурных групп, входящих в состав рычажных механизмов. Чаще всего в механизмах используются двухзвенные двухповодковые структурные группы (диады), для которых математические модели и алгоритмы разработаны, имеются пакеты программ для ЭВМ [2]. В ряде механизмов машин используются структурные группы более высокого класса, например, четырехзвенные трехповодковые. Кинематический анализ таких структурных групп является сложной задачей, которая в настоящее время решена не для всех типов структурных групп данного класса.

В механизмах транспортирования материалов современных стачивающе-обметочных швейных машин [2] узел зубчатой рейки, как правило, выполнен в виде трехповодковой четырехзвенной структурной группы. В таких механизмах, как правило, рычаг, несущий зубчатую рейку, входит в состав четырехзвенной трехповодковой структурной группы в качестве базисного звена, присоединенного к выходным звеньям узлов вертикальных и горизонтальных перемещений поступательными и (или) вращательными кинематическими парами. В качестве примера на рисунке 1 представлена схема механизма транспортирования материалов швейных машин конструктивно-унифицированного ряда 51 кл. [3]. Подобные схемы механизмов транспортирования материалов, содержащие трехповодковую группу с поступательными кинематическими парами, также встречаются и в других машинах.

На основании анализа различных конструкций швейных машин авторами были выделены три варианта четырехзвенных трехповодковых структурных групп с поступательными кинематическими парами, применяемые в схемах механизмов транспортирования материалов. Расчетные схемы данных структурных групп представлены на рисунке 2. Указанные схемы отличаются количеством и расположением поступательных кинематических пар относительно базисного звена.

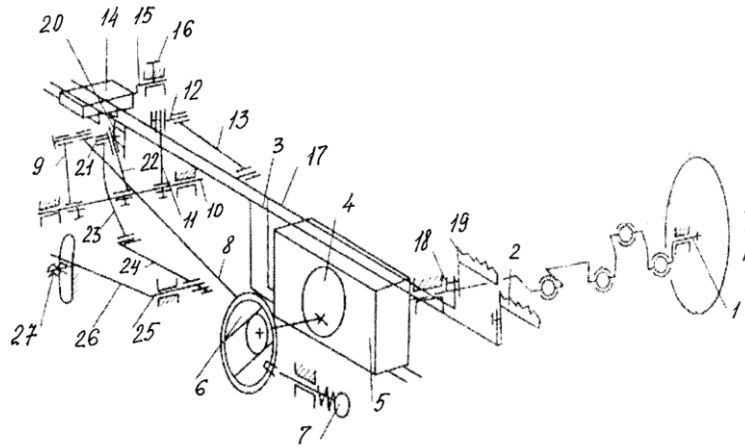


Рисунок 1

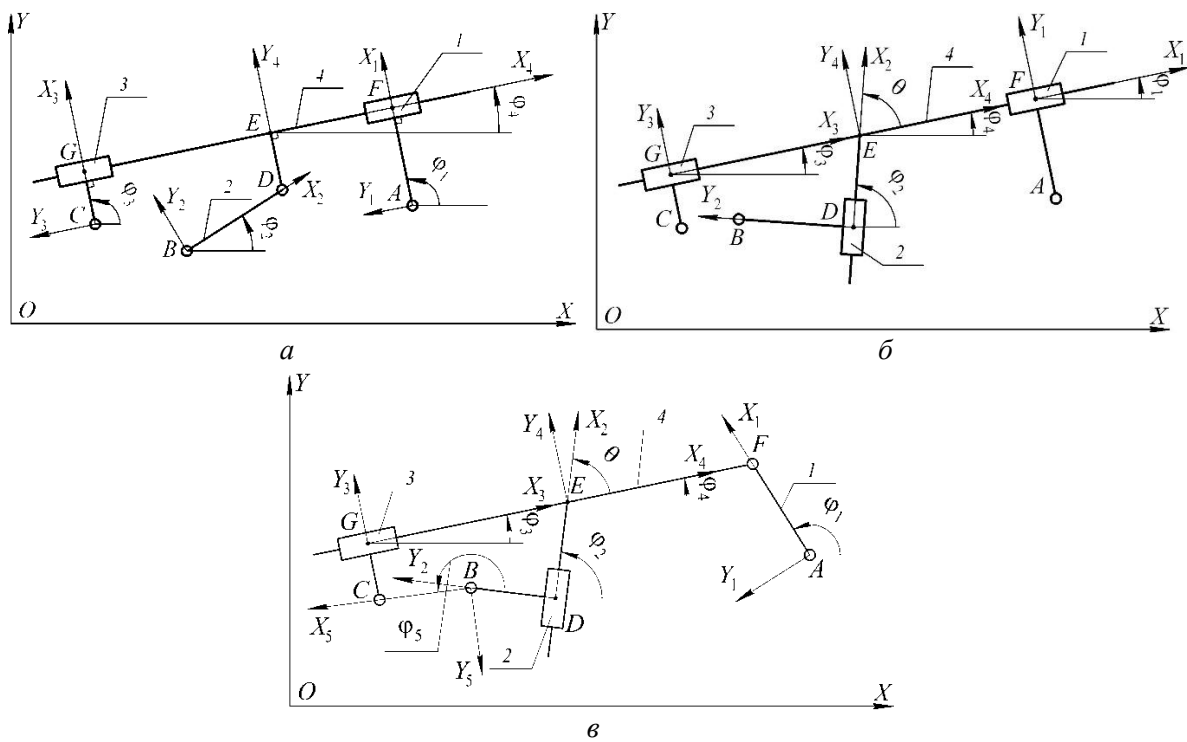


Рисунок 2

Ранее в работах [4, 5] были рассмотрены задачи кинематического анализа указанных структурных групп. В указанных работах было показано, что решение задачи о положениях звеньев рассматриваемых структурных групп может быть получено на основании решения следующих систем нелинейных уравнений:

– для расчетной схемы на рисунке 2 а

$$\left. \begin{aligned} X_B + L_2 \cos \varphi_2 - L_{DE} \sin \varphi_4 &= X_A - L_1 \sin \varphi_4 - L_{41} \cos \varphi_4, \\ Y_B + L_2 \sin \varphi_2 + L_{DE} \cos \varphi_4 &= Y_A + L_1 \cos \varphi_4 - L_{41} \sin \varphi_4, \\ X_A - L_1 \sin \varphi_4 - L_{41} \cos \varphi_4 &= X_C - L_3 \sin \varphi_4 + L_{42} \cos \varphi_4, \\ Y_A + L_1 \cos \varphi_4 - L_{41} \sin \varphi_4 &= Y_C + L_3 \cos \varphi_4 + L_{42} \sin \varphi_4, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

здесь неизвестными являются величины φ_2 , φ_4 , L_{41} и L_{42} ;

– для расчетной схемы на рисунке 2 б

$$\left. \begin{aligned} X_C + k_3 L_3 \sin \varphi_1 + L_{GE} \cos \varphi_1 &= X_A + k_1 L_1 \sin \varphi_1 - L_{EF} \cos \varphi_1, \\ Y_C - k_3 L_3 \cos \varphi_1 + L_{GE} \sin \varphi_1 &= Y_A - k_1 L_1 \cos \varphi_1 - L_{EF} \sin \varphi_1, \\ X_B + k_2 L_2 \sin(\varphi_1 + \theta) + L_{DE} \cos(\varphi_1 + \theta) &= X_A + k_1 L_1 \sin \varphi_1 - L_{EF} \cos \varphi_1, \\ Y_B - k_2 L_2 \cos(\varphi_1 + \theta) + L_{DE} \sin(\varphi_1 + \theta) &= Y_A - k_1 L_1 \cos \varphi_1 - L_{EF} \sin \varphi_1, \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

здесь неизвестны величины φ_1 , L_{GE} , L_{EF} , L_{DE} , ($k_i = \pm 1$, $i = \overline{1,3}$ – коэффициенты, определяющие положение шарниров A , B и C в положительной или отрицательной области осей FY_1 , BY_2 и GY_3);

– для расчетной схемы группы на рисунке 2 *в*

$$\left. \begin{aligned} X_B + Y_{2B} \sin(\varphi_3 + \theta) + X_{2E} \cos(\varphi_3 + \theta) &= X_C + Y_{3C} \sin \varphi_3 + X_{3E} \cos \varphi_3, \\ Y_B - Y_{2B} \cos(\varphi_3 + \theta) + X_{2E} \sin(\varphi_3 + \theta) &= Y_C - Y_{3C} \cos \varphi_3 + X_{3E} \sin \varphi_3, \\ X_C + Y_{3C} \sin \varphi_3 + (X_{3E} + L_{EF}) \cos \varphi_3 &= X_A + L_1 \cos \varphi_1, \\ Y_C - Y_{3C} \cos \varphi_3 + (X_{3E} + L_{EF}) \sin \varphi_3 &= Y_A + L_1 \sin \varphi_1, \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

здесь неизвестны φ_1 , φ_3 , X_{2E} и X_{3E} .

Решение систем уравнений (1) и (2) сводится [5] к двум квадратным уравнениям, а система уравнений (3) – к алгебраическому уравнению четвертой степени [4]. Исходя из анализа решений систем (1)–(3) с учетом возможных вариантов задания исходных параметров может быть сделан вывод о том, что способ сборки таких групп определяется, во-первых, количеством решений соответствующей системы уравнений, а во-вторых, вариантами расположения шарниров относительно систем координат, жестко связанных с поступательными кинематическими парами.

В докладе на основе компьютерного моделирования исследуемых структурных групп предлагаются критерии выбора вариантов сборки, представленные в аналитической форме записи. Это позволяет осуществлять выбор конкретной сборки при автоматизированном анализе механизма на ЭВМ, а также может быть использовано при решении задач синтеза механизмов.

Список использованных источников

1. Пейсах, Э. Е. Система проектирования плоских рычажных механизмов [Текст] / Э. Е. Пейсах, В. А. Нестерова ; под ред. К. В. Фролова. – М. : Машиностроение, 1988. – 232 с.
2. Марковец, А. В. Кинематический анализ механизмов транспортирования материалов швейных машин : монография [Текст] / А. В. Марковец, Л. С. Мазин. – СПб. : СПГУТД, 2006. – 312 с.
3. Франц, В. Я. Оборудование швейного производства [Текст] / В. Я. Франц. – М. : Изд. центр «Академия», 2002. – 488 с.
4. Чижова, Е. П. Аналитическое исследование кинематических характеристик четырехзвенной трехповодковой структурной группы с поступательными парами в составе механизма транспортирования материалов швейной машины / Е. П. Чижова, А. В. Марковец, Т. А. Луганцева // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна. Серия 1: Естественные и технические науки. – 2017. – № 5. – С. 13–18.
5. Марковец, А. В. Особенности кинематики четырехзвенной трехповодковой структурной группы с поступательными парами применительно к задачам проектирования швейных машин / А. В. Марковец, П. В. Колесников, В. М. Кольцова // Вестник научно-технического развития. – 2011. – № 11 (51). – С. 20–28.