

УДК 621.01

С.А. КОШЕЛЬ, А.В. КОШЕЛЬ

Киевский национальный университет технологий и дизайна

## АНАЛИЗ МЕХАНИЗМА ПЛАТИН ОСНОВОВЯЗАЛЬНОЙ ТРИКОТАЖНОЙ МАШИНЫ

*Выполнен структурный анализ механизма платин основовязальной машины со степенью свободы  $W = 3$  с тремя ведущими кривошипами, который относится к сложному механизму третьего класса четвертого порядка. При таком исследовании был использован метод условной остановки одного ведущего звена (нескольких ведущих звеньев), а также учтены положения курса теории механизмов и машин о свойствах механизмов высших классов изменять (уменьшать) свой класс за счет условного изменения ведущего звена механизма. Для условно других ведущих звеньев исследуемый сложный механизм третьего класса четвертого порядка становится механизмом с последовательно-параллельным присоединением структурных групп второго класса, то есть приобретает вид механизма второго класса, в котором движение условно ведущего звена является неопределенным, а ведомого звена – задается. Полученные результаты структурного анализа механизма платин трикотажной машины позволяют значительно упростить последующие кинематические расчеты и повысить их точность.*

*Ключевые слова:* группа Ассур, механизм, степень свободы, структурный анализ.

S.A. KOSHEL, A.V. KOSHEL

Kyiv National University of Technologies and Design

## ANALYSIS OF THE MECHANISM PLATINUM OF WARP KNITTING MACHINE

### Abstract

*Performed a structural analysis of the mechanism of sinkers warp machine to a degree of  $W = 3$  with three leading cranks, which refers to the complex mechanism of the third class of fourth order. With this study, we used the method of conditional stop by one of the driving member (several major units), and also responds to the rate theory of mechanisms and machines on the properties of the mechanisms of the upper classes to change (decreases) due to the class conditional changes leading link mechanism. To conditionally other leading units analyzed the complex mechanism of the third class of fourth order becomes a mechanism consistent with - parallel connection of structural groups of the second class, that is, becomes a second-class mechanism, in which the motion conditional driving link is uncertain, and the driven member – is given. The obtained results of the structural analysis of the mechanism of sinkers knitting machine can greatly simplify the subsequent kinematic calculations and improve their accuracy.*

*Keywords:* Assur group, mechanism, degree of freedom, structural analysis.

### Постановка проблемы

Для усовершенствования существующего технологического оборудования легкой промышленности и проектирование новых надежных и производительных машин возникает необходимость в выполнении структурно-кинематических исследований механизмов таких машин. Предметом таких исследований являются основные структурные и кинематические параметры механизмов: степень их свободы, структурные группы, из которых они состоят, и последовательность соединения структурных групп в механизмах, угловые скорости и ускорения звеньев механизмов, линейные скорости и ускорения отдельных их точек, законы движения звеньев, особенно тех, которые задают движение рабочим органам технологического оборудования и т.д.

Выполнение технологического процесса требует от оборудования обеспечения движений рабочих органов по заранее заданным траекториям и в соответствии с определенными законами, а максимальная производительность таких машин возможна при значительных скоростях главного вала. Условие увеличения скорости современного технологического оборудования требует от разработчиков и инженеров отказываться в структуре механизмов от структурных групп звеньев с наличием высших кинематических пар. Вместо кулачковых механизмов в современных трикотажных машинах используют шарнирные механизмы петлеобразующих органов с большим количеством звеньев и сложными структурными группами: самый простой шарнирный механизм, который обеспечивает остановку

петлеобразующего органа при повороте главного вала на величину до  $90^\circ$ , состоит из шести подвижных звеньев. Более длительную остановку можно получить с помощью шарнирного механизма с увеличенным количеством подвижных звеньев [1].

#### Объекты и методы исследования

Объектом является структурное исследование механизма третьего класса четвертого порядка, которое учитывает структурную особенность формулы строения механизма изменять вид в зависимости от выбранного ведущего звена. Задача решена с использованием основных положений теории строения механизмов курса теории механизмов и машин.

#### Анализ исследований и публикаций

Структурный анализ механизма позволяет не только установить особенности строения сложного механизма, а указывает на последовательность его дальнейшего исследования. При структурном анализе с помощью формулы строения механизма выясняют в какой последовательности присоединяются структурные группы Ассур к начальному механизму.

Последовательность кинематического исследования механизма совпадает с последовательностью присоединения групп Ассур к ведущему звену механизма. Задача кинематического исследования механизма решается в направлении от заданных кинематических параметров к неопределенным. Кинематическое исследование механизмов второго класса является задачей статически определенной [2].

При кинематическом исследовании механизмов, в состав которых входят группы Ассур третьего класса, последовательность исследований «от ведущего звена» приводит к некоторой неопределенности: при заданных кинематических параметрах точек внешних кинематических пар таких групп определить кинематические параметры точек, совпадающих с внутренними кинематическими парами группы, можно с помощью определенных способов. Метод замкнутых векторных контуров [3] позволяет решить задачу с помощью приближенных математических способов и является достаточно громоздким. Известные способы ложных положений [4] и особых точек Ассур [2] требуют дополнительных графических построений.

#### Формулировка цели исследований

Целью работы является структурное исследование механизма третьего класса четвертого порядка, используемого в основовязальной машине для обеспечения движения платин по определенному закону, с учетом свойства механизмов высших классов менять свой класс в зависимости от выбранного начального механизма.

#### Результаты и их обсуждение

Рассмотрим механизм платин, используемый в основовязальной машине, структурная схема которого представлена на рис. 1.

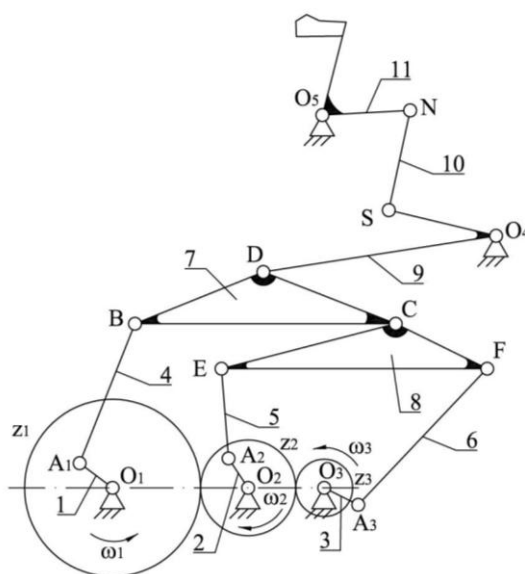


Рис. 1. Структурная схема механизма платин основовязальной машины

Три кривошипа  $O_1A_1$ ,  $O_2A_2$ ,  $O_3A_3$ , движение которых взаимосвязаны с помощью трех зубчатых колес  $z_1, z_2, z_3$ , образующих рядовую зубчатую передачу. Зубчатое колесо  $z_1$  вместе с кривошипом  $O_1A_1$  приводится в движение ведущим валом машины, при этом колесо  $z_2$  и кривошип  $O_2A_2$  имеет двойную, а зубчатое колесо  $z_3$  вместе с кривошипом  $O_3A_3$  – тройную угловую скорость по сравнению с угловой скоростью кривошипа  $O_1A_1$ .

Движение платин петлеобразующего механизма задается шатуном ВДС, который в свою очередь приводится в движение тремя кривошипами, вращающимися с разными по величине и направлению угловыми скоростями.

Механизм состоит из одиннадцати подвижных звеньев ( $n = 11$ ) и пятнадцати вращательных кинематических пар ( $P_5 = 15$ ), поэтому степень свободы его равна три:  $W=3n-2P_5-P_4=3\cdot 11-2\cdot 15-0=3$ . Ведущими звеньями являются кривошипы 1, 2, 3, поэтому формула строения механизма по Ассур [2] имеет вид, представленный на рис. 2, а сам механизм относится к сложному механизму третьего класса.



Рис. 2. Формула строения

Для определения кинематических параметров механизма с несколькими ведущими звеньями используют метод условной остановки одного ведущего звена (нескольких ведущих звеньев), который позволяет выяснить влияние одного ведущего звена, оставшегося подвижным, на кинематические параметры других ведомых звеньев механизма. Затем за условно неподвижное (неподвижные) ведущее звено выбирают другое (другие) звено и анализ повторяют. После того, как выяснено влияние каждого из ведущих звеньев на кинематические параметры ведомых звеньев, рассчитывают абсолютные величины кинематических параметров ведомых звеньев как алгебраическую сумму отдельно определенных параметров, появление которых вызвано независимым движением каждого отдельно взятого ведущего звена.

Для нашего случая исследования необходимо сначала условно остановить звенья 2, 3 и установить влияние ведущего кривошипа 1 на движение ведомых звеньев механизма, а затем повторить анализ при условии попарно остановленных звеньев 1, 3 и 1, 2 для того, чтобы рассчитать кинематические параметры ведомых звеньев, вызванные движением, соответственно, кривошипов 2 и 3.

Использование аналитического метода кинематического исследования такого механизма связано с значительным количеством векторных замкнутых контуров и, как следствие, сложности систем алгебраических уравнений, которые для групп Ассур третьего класса могут быть решены только приближенными математическими методами [3]. Упростить исследование можно с помощью графоаналитических методов анализа механизмов [2, 4], применение которых для нашего случая связано с определенными трудностями, вызванными тем, что кинематические пары В, С, Е, F образуются соединением в этих точках попарно двух шатунов, соответственно: 4, 7; 7, 8; 5, 8; 6, 8, поэтому траектории этих точек являются неопределенными. Такая неопределенность движения точек, совпадающих с кинематическими парами сложных звеньев 7, 8, приводит к значительному усложнению дальнейших расчетов: решить задачу кинематического исследования механизма можно с применением определенных методов анализа, которые являются не всегда удобными по причине своей громоздкости.

Для выяснения последовательности определения скоростей и ускорений точек механизма используем свойство механизмов высшего класса менять класс при условном изменении начального механизма [5]. Чтобы установить влияние движения ведущего звена 1 на кинематические параметры ведомых звеньев механизма, считаем другие ведущие звенья 2, 3 неподвижными. Формула строения механизма приведена на рис. 3.

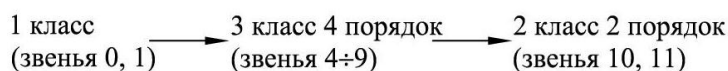


Рис. 3. Формула строения

Исследуем механизм в последовательности, которая обусловлена другим условно возможным ведущим звеном, которое входит в состав группы Ассур третьего класса. Если за начальный механизм выбрать совокупность звеньев 3, 6 – формула строения механизма имеет вид, приведенный на рис. 4.



Рис. 4. Формула строения

Если ведущим звеном условно выбрать звено 5, то изменения в формуле строения наблюдаются в структурной группе, которая непосредственно присоединена к начальному механизму (рис.5).



Рис. 5. Формула строения

Для обоих случаев условно других ведущих звеньев исследуемый механизм становится механизмом с последовательно - параллельным присоединением структурных групп второго класса, то есть приобретает вид механизма второго класса, в котором движение условно ведущего звена 6 (рис. 4) или звена 5 (рис. 5) являются неопределенными, а ведомого звена 1 – задаются. Решить задачу определения кинематических параметров всех звеньев механизма со степенью свободы  $W = 1$  можно при условии заданных параметров движения одного звена (необязательно ведущего) [6, 7].

Для определения влияния движения звена 2 на кинематические параметры других звеньев механизма считаем звенья 1, 3 условно неподвижными. Формула строения механизма повторяет формулу, приведенную на рис. 3, при условии, что ведущим звеном является кривошип 2. Для случаев других условно возможных начальных механизмов имеем формулы строений, представленных на рис. 6 и рис. 7.



Рис. 6. Формула строения

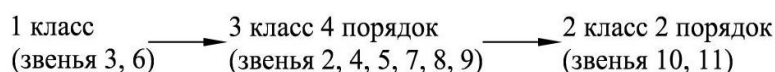


Рис. 7. Формула строения

Из анализа полученных формул строения (рис. 6, 7) делаем вывод: устанавливать влияние движения кривошипа 2 на кинематические параметры других звеньев механизма будем осуществлять в последовательности, определяемой формулой строения, представленной на рис. 6. Это поясняется тем,

что в этом случае будем иметь дело с механизмом, в структуре которого находятся группы Ассура только второго класса.

По аналогии с вышеприведенным, формулы строения механизма, позволяющие выяснить последовательность определения кинематических параметров звеньев механизма в зависимости от движения кривошипа 3 для двух вариантов иных условно ведущих звеньев, имеют вид формул, показанных на рис. 8 и рис. 9.



Рис. 8. Формула строения

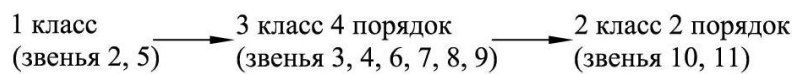


Рис. 9. Формула строения

Для исследования кинематических параметров звеньев механизма, в зависимости от движения кривошипа 3, преимущество, по понятной причине, предоставляем формуле, приведенной на рис. 8.

Последовательность анализа механизма высшего класса со степенью свободы больше единицы, которая была приведена на примере механизма, обеспечивающего движение платин основовязальной трикотажной машины, можно, по нашему мнению, использовать для аналогичных исследований механизмов других технологических машин легкой промышленности и машин других отраслей производства, в которых применяются механизмы со сложными структурными группами Ассура.

### Выводы

Выполнено структурное исследование механизма платин трикотажной основовязальной машины, который является механизмом третьего класса четвертого порядка с тремя ведущими кривошипами с помощью методов условной остановки ведущих звеньев и условного изменения начального механизма. Полученные результаты позволяют значительно упростить кинематический анализ такого механизма и увеличить точность расчетов.

### Список використаної літератури

1. Гарбарук В.Н. Проектирование трикотажных машин. – Л.: Машиностроение, 1980. – 472 с.
2. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин / И.И. Артоболевский – М.: Наука., 1988. – 640 с.
3. Зиновьев В.А. Курс теории механизмов и машин / В.А. Зиновьев - М.: Наука., 1972 – 384 с.
4. Баранов Г.Г. Курс теории механизмов и машин / Баранов Г.Г. – М.: Машиностроение, 1975 – 494 с.
5. Кошель С.О., Кошель Г.В. Структурний аналіз плоских механізмів третього класу // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – 2013 – №2. – С. 26-34.
6. Кошель С.О., Кошель Г.В. Визначення швидкостей точок плоского механізму з структурними групами третього класу графічним способом // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – 2013 – №3.

Кошель С.О., Кошель Г.В. Визначення прискорення точок плоского механізму з структурними групами третього класу графоаналітичним способом // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – 2013 – № 3 (тематичний випуск) – С. 280-284.