

2. Маркин Е.И. Использование реактивного программирования при разработке мобильных приложений / Маркин Е.И., Рябова К.М. // Computational nanotechnology. 2016. №2. С. 170-173.
3. Статья Cisco “Цифровое производственное предприятие в Европе”: журнал [Электронный ресурс]. -Режим доступа: http://www.cisco.com/c/dam/m/ru_ru/internet-of-everything-ioe/iac/assets/pdfs/Cisco_Europe_Digital_Manufacturer_ru.pdf свободный. – Загл. с экрана.
4. Официальный сайт ReactiveX: портал [Электронный ресурс] . -Режим доступа: <http://reactivex.io/> свободный. – Загл. с экрана.
5. Маркин Е.И., Рябова К.М., Артюшина Е.А. Разработка web-приложения с использованием архитектуры «клиент-сервер» // Международный студенческий научный вестник. 2016. № 3-1. С. 84-86.
6. Маркин Е.И., Рябова К.М., Воронцов А.А. Межплатформенная технология мобильной разработки React Native // Новая наука: проблемы и перспективы. 2017. №1-2. С. 149-151.
7. Манифест реактивного программирования: портал [Электронный ресурс] . - Режим доступа: <http://www.reactivemanifesto.org/> свободный. – Загл. с экрана.

УДК 621.01

ПОИСК ВОЗМОЖНЫХ СБОРОК ЧЕТЫРЕХЗВЕННЫХ АССУРОВЫХ ГРУПП ЧЕТВЕРТОГО КЛАССА

И.Н. Мацюк¹, Э.М. Шляхов²

¹ кандидат технических наук, доцент кафедры основ конструирования механизмов и машин, Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепро, Украина, e-mail: shlyahove@nmu.org.ua

² доцент кафедры основ конструирования механизмов и машин, Государственное высшее учебное заведение «Национальный горный университет», г. Днепро, Украина, e-mail: shlyahove@nmu.org.ua

Аннотация. Одной из задач синтеза механизмов высоких классов является нахождение сборок структурных групп, входящих в их состав. В работе описана методика поиска возможных сборок четырехзвенных групп Асура четвертого класса с использованием программного продукта Mathcad. Методика основана на представлении такой группы двумя четырехзвенниками и поиске их согласующихся комбинаций.

Ключевые слова: группа Асура четвертого класса, сборка группы, плоский рычажный механизм, модульная программа, Mathcad.

SEARCH OF POSSIBLE ASSEMBLIES OF FOUR-BAR FOURTH CLASS ASSUR GROUPE

Irina Matsyuk¹, Eduard Shlyahov²

¹Ph.D. (Technical), Associate Professor of Machinery Design Fundamentals Department, National Mining University, Dnipro, Ukraine, e-mail: shlyahove@nmu.org.ua

²Associate Professor of Machinery Design Fundamentals Department, National Mining University, Dnipro, Ukraine, e-mail: shlyahove@nmu.org.ua

Abstract. One of the tasks of synthesis of high-class mechanisms is to find assemblies of structural groups that make up their composition. The paper describes a technique for searching of possible assemblies of four-bar fourth class Assur groups. The method is based on the representation of group by two four-bar linkages and the search of their coincident combinations.

Keywords: fourth class Assur group, assembly of Assur group, planar linkage, modular programming, Mathcad.

Введение. Кинематический анализ механизма начинается с определения положения его звеньев при заданном значении его обобщенной координаты. Классический плоский шарнирный четырехзвенник (рис. 1), имеющий в своем составе одну простейшую структурную группу 2-го класса, имеет, как известно, два варианта взаимного расположения шатуна 2 и коромысла 3 относительно стойки 0. Варианты *a* и *b* называют соответственно верхней и нижней сборки.

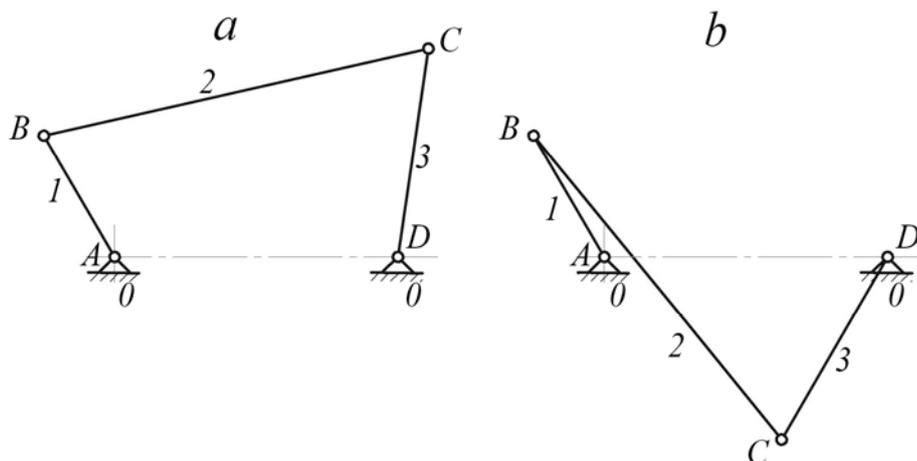


Рисунок 1 – Сборки шарнирного четырехзвенника

С увеличением класса структурной группы и количества звеньев в ней возрастает и число возможных комбинаций взаимного расположения звеньев.

Графический метод нахождения сборок реализуется без проблем для групп 2-го класса (метод засечек). Для групп 3-го и 4-го классов поиск их сборок графически представляет значительные сложности [1].

В.А. Зиновьев в работе [2] для определения сборок механизмов высоких классов использовал аналитический метод, базирующийся на замене стержневых звеньев механизма соответствующими векторами. Численное решение векторных уравнений замкнутости контуров механизма позволяет найти варианты его сборок.

Э.Е. Пейсах в [3] показал, что для четырехзвенных структурных групп 3-го и 4-го классов максимальное число сборок равняется шести. Причем число сборок определяется наличием действительных корней полинома шестой степени.

К настоящему времени численные методы являются наиболее употребимыми для определения вариантов сборок. Математические выражения для этого могут быть либо в виде систем нелинейных уравнений, либо в виде алгебраических уравнений. Их получают различными способами, среди которых наибольшее распространение получил метод замкнутых векторных контуров [4].

Решение задач поиска сборок производят с помощью современных компьютерных математических программ таких, как Mathcad [5, 6] или Maple [7]

В работах [8, 9] группу высокого класса разбивают на простые группы второго класса, а затем поиск сборок производится численно итерационным методом.

В [6] для поиска сборок четырехзвенной группы Ассура 3-го класса с вращательными кинематическими парами размыкают один из внутренних шарниров группы. Затем строят траектории точек, которые образовались в результате размыкания шарнира, и по количеству точек пересечения траекторий определяют количество сборок. Точные параметры конкретной сборки находят численно, используя приближенные значения координат точек пересечения траекторий в качестве начальных приближений для решения соответствующих уравнений в программе Mathcad.

Поиск вариантов сборок структурных групп высоких классов становится в настоящее время весьма актуальным, поскольку наметилась устойчивая тенденция применения механизмов с такими группами в современных конструкциях машин. В этой связи можно указать, например, на ряд патентов Российской Федерации (№ 2538108, № 2232637 и № 2332260) в которых предлагается использование механизмов 4-го, 5-го и даже 6-го классов соответственно в конструкциях дробильных машин. Из нескольких вариантов

возможных сборок необходимо выбрать один, наиболее соответствующий заданной технологической задаче.

Цель настоящей работы – разработка алгоритма поиска сборок структурной группы 4-го класса.

Материал и результаты исследований. Покажем суть этого алгоритма на примере группы Ассура, схема которой приведена на рис. 2 а. Группа включает в себя два базисных звена (2 – ABC и 5 – DEF) и два шатуна (3 – BD и 4 – CE).

Геометрические параметры группы: $x_A = 0$; $y_A = 0$; $x_F = -1м$; $y_F = 1м$; $l_{2a} = 0,25м$; $l_{2b} = 0,35м$; $l_3 = 0,95м$; $l_4 = 1,15м$; $l_{5a} = 0,6м$; $l_{5b} = 0,3м$; $\alpha = \angle BAC = 30^\circ$; $\beta = \angle DFE = 34,327^\circ$.

Разобьем группу на два шарнирных четырехзвенника ABDF (рис. 2 б) и ACEF (рис. 2 в).

Векторная интерпретация этих четырехзвенников изображена на рис. 3. Назначим в этих четырехзвенниках кривошипами звенья 2 а и 2 б. В качестве выходных звеньев примем звенья 5 а и 5 б. Если теперь построить функции положения для обоих механизмов, то учитывая, что звенья 2 а, 2 б и 5 а, 5 б есть элементы соответственно второго и пятого звеньев, можно графически определить совпадающие комбинации, которые и будут признаками сборок группы.

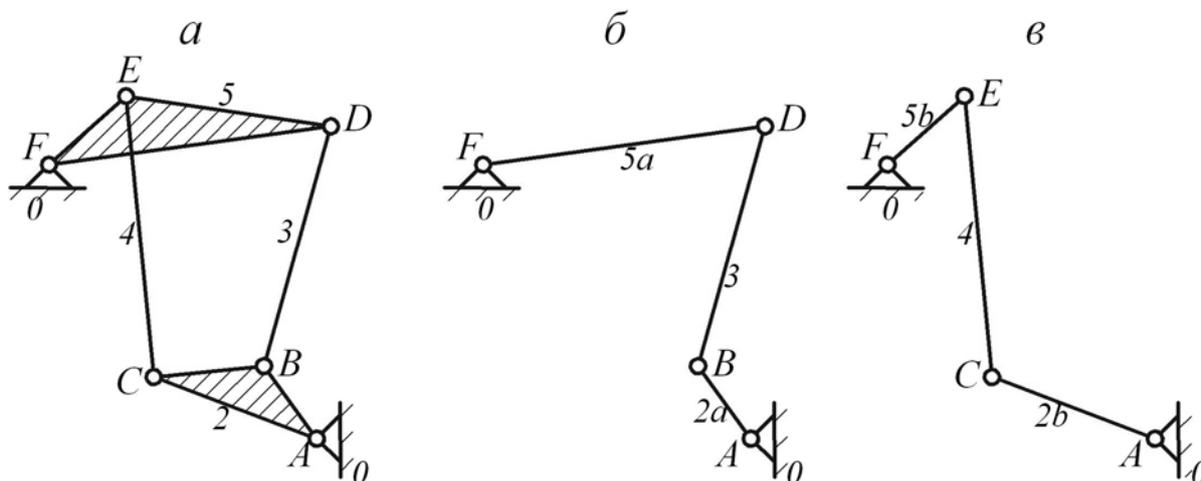


Рисунок 2 – Группа Ассура 4-го класса

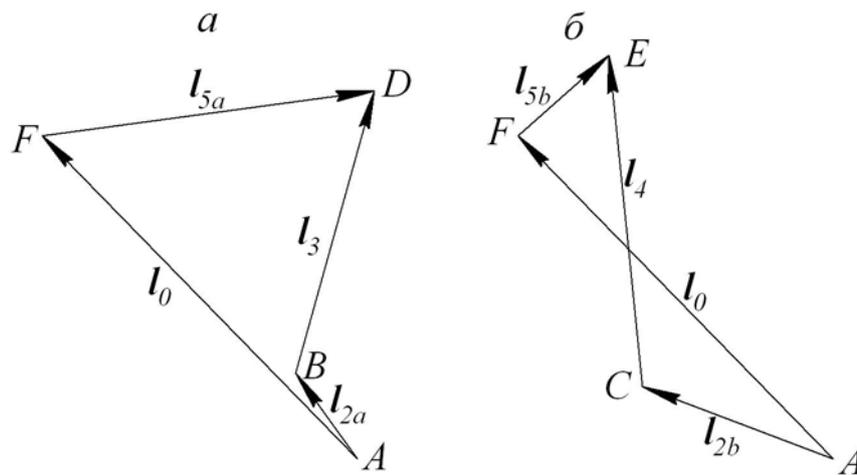


Рисунок 3 – Векторное представление четырехзвенников из звеньев группы: а – ABDF; б – ACEF

Для решения поставленной задачи воспользуемся многофункциональным пакетом прикладных программ Mathcad-11. Далее все математические выкладки будут представлены, как фрагменты документов этой программы.

Начнем с рассмотрения первого четырехзвенника ABDF. Отрезок AF (рис. 3) заменим вектором, параметры которого

$$l_0 := \sqrt{(x_F - x_A)^2 + (y_F - y_A)^2} \quad l_0 = 1.414$$

$$\phi_0 := \pi + \operatorname{atan} \left[\frac{(y_F - y_A)}{(x_F - x_A)} \right] \quad \phi_0 = 135 \text{ deg}$$

С помощью средств модульного программирования пакета Mathcad составим пользовательскую функцию, определяющую зависимость угла поворота звена 5 *a* от угла поворота звена 2 *a*. Эта зависимость и есть функция положения рассматриваемого четырехзвенника.

$$\phi_{5a}(\phi_{2a}) := \begin{cases} l_{bf} \leftarrow l_0 \cdot \exp(i\phi_0) - l_{2a} \cdot \exp(i\phi_{2a}) \\ \phi_{35} \leftarrow \begin{cases} \arccos \left[\frac{l_{5a}^2 + l_3^2 - (|l_{bf}|)^2}{2 \cdot l_{5a} \cdot l_3} \right] & \text{if } l_3 + l_{5a} > |l_{bf}| \\ \text{break} & \text{otherwise} \end{cases} \\ \phi_5 \leftarrow \begin{cases} \arg \left(\frac{l_{bf}}{l_3 \cdot \exp(i\phi_{35}) - l_{5a}} \right) & \text{if } As_1 = 1 \\ \arg \left(\frac{l_{bf}}{l_3 \cdot \exp(-i\phi_{35}) - l_{5a}} \right) & \text{if } As_1 = 2 \end{cases} \end{cases}$$

В первой строке данной функции определяется вектор, соединяющий точки В и F, для записи которого используются комплексные числа. Во второй строке находится угол между векторами l_3 и l_{5a} при выполнении условия превышения суммы длин звеньев 3 и 5 модуля вектора l_{bf} . В последней строке определяется угол ϕ_{5a} для двух вариантов сборки четырехзвенника ABDF (рис. 4).

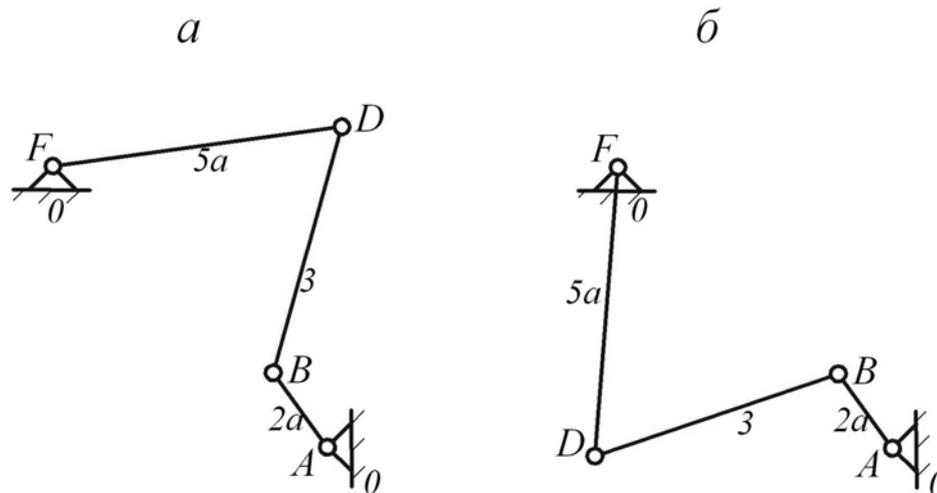


Рисунок 4 – Два варианта сборки четырехзвенника ABDF:
а – сборка $As_1 = 1$; б – сборка $As_1 = 2$

Аналогично выглядит пользовательская функция, связывающая углы ϕ_{5b} и ϕ_{2b} для четырехзвенника ACEF.

$$\phi_{5b}(\phi_{2a}) := \begin{cases} |l_{cf} \leftarrow l_0 \cdot \exp(i \cdot \phi_0) - l_{2b} \cdot \exp[i \cdot (\phi_{2a} + \alpha)] \\ \phi_{45} \leftarrow \begin{cases} \arccos \left[\frac{l_{5b}^2 + l_4^2 - (|l_{cf}|)^2}{2 \cdot l_{5b} \cdot l_4} \right] & \text{if } l_4 + l_{5b} > |l_{cf}| \\ \text{break otherwise} \end{cases} \\ \phi_{51} \leftarrow \begin{cases} \arg \left(\frac{l_{cf}}{l_4 \cdot \exp(i \cdot \phi_{45}) - l_{5b}} \right) & \text{if } As_2 = 1 \\ \arg \left(\frac{l_{cf}}{l_4 \cdot \exp(-i \cdot \phi_{45}) - l_{5b}} \right) & \text{if } As_2 = 2 \end{cases} \end{cases}$$

Построим графики этих функций с учетом условия $\phi_{5b} = \phi_{5b} + \beta$ для комбинации $As_1 = 1$ и $As_2 = 1$ (рис. 5).

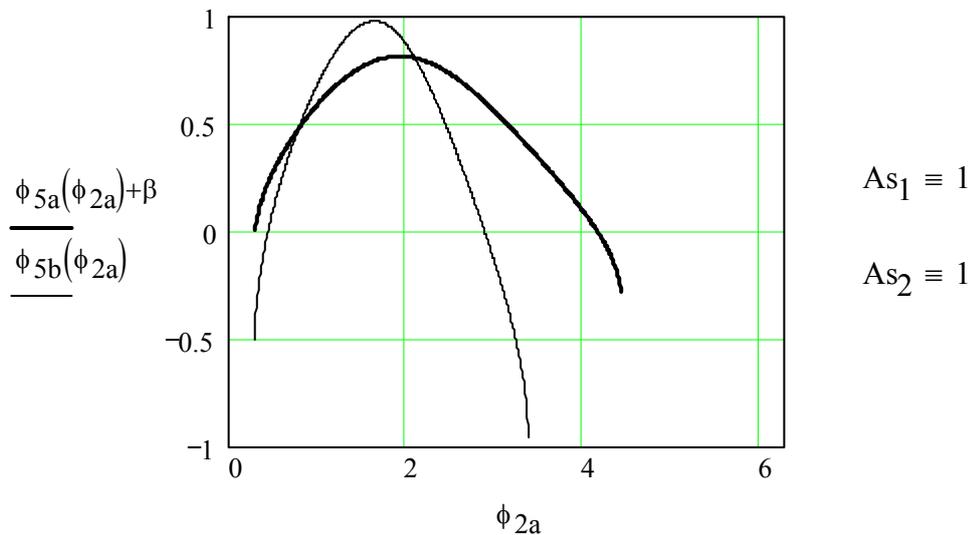


Рисунок 5 – Функции положения для четырехзвенников ABDF и ACEF

Две точки пересечения кривых на графике свидетельствуют о наличии двух сборок группы 4-го класса при заданной комбинации сборок четырехзвенников. Для нахождения первой сборки в качестве начального приближения угла ϕ_{2a} можно принять 1 рад, а для второй – 2 рад. Найдем эти сборки с помощью решающего блока Given – Find.

$$\begin{aligned} \phi_{2a} &:= 1 \quad \text{Given} \\ \phi_{5a}(\phi_{2a}) + \beta &= \phi_{5b}(\phi_{2a}) \quad \phi_{2a} := \text{Find}(\phi_{2a}) \\ \phi_{2a} &= 0.778 \quad \phi_{2a} = 44.58 \text{ deg} \end{aligned}$$

$$\phi_{2a} := 2 \quad \text{Given}$$

$$\phi_{5a}(\phi_{2a}) + \beta = \phi_{5b}(\phi_{2a}) \quad \phi_{2a} := \text{Find}(\phi_{2a})$$

$$\phi_{2a} = 2.094$$

$$\phi_{2a} = 120 \text{ deg}$$

Соответствующие сборки группы изображены на рис. 6.

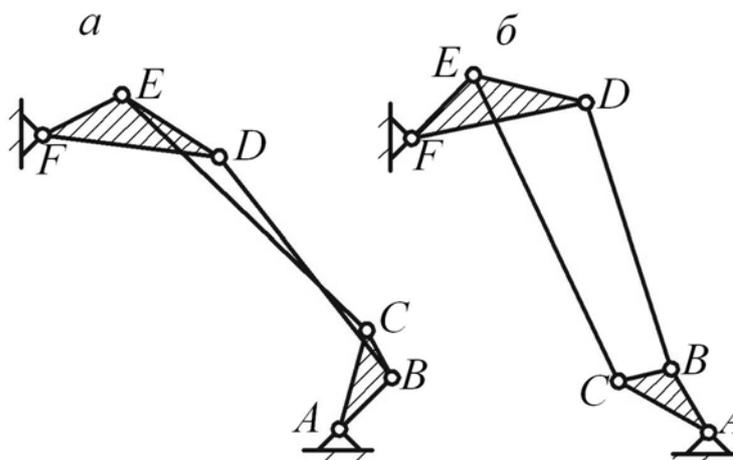


Рисунок 6 – Сборки группы: а - $\phi_{2a} = 44,58^\circ$; б - $\phi_{2a} = 120^\circ$

Для остальных трех комбинаций As_1 и As_2 функции положения четырехзвонников ABDF и ACEF приведены на рис. 7.

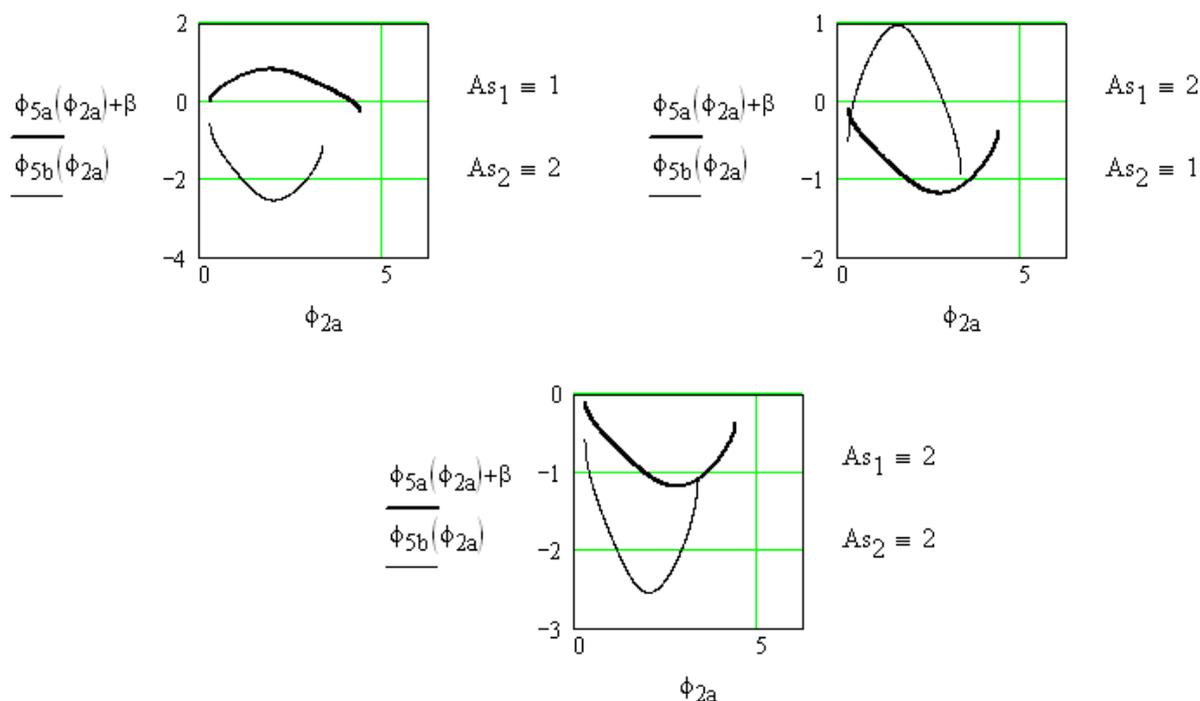


Рисунок 7 – Функции положения четырехзвонников для трех комбинаций As_1 и As_2

Нетрудно видеть, что в приведенных на рис. 7 вариантах имеются лишь две сборки. Одна при $As_1 = 2$ и $As_2 = 1$, и вторая при $As_1 = 2$ и $As_2 = 2$. Комбинация $As_1 = 1$ и $As_2 = 2$ не имеет ни одной сборки.

На рис. 8 изображены сборки группы, соответствующие вышеупомянутым комбинациям, составляющих её четырехзвенников.

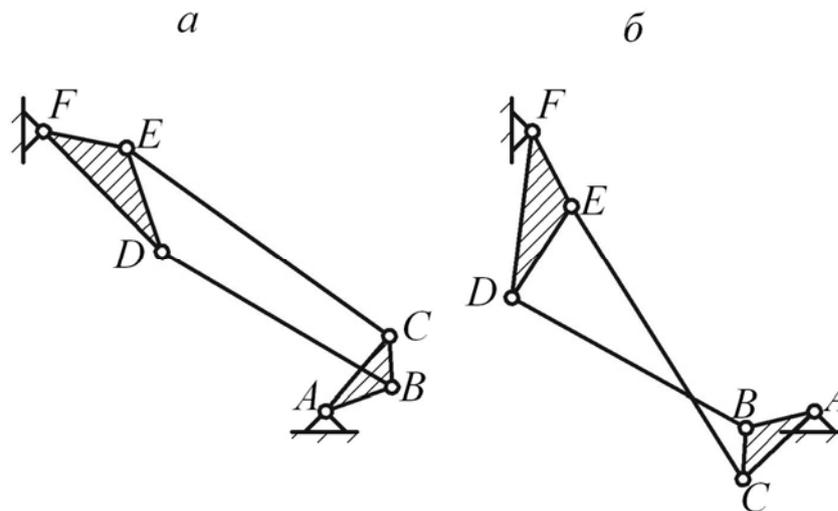


Рисунок 8 – Сборки группы: а – $\phi_{2a} = 19,76^\circ$; б - $\phi_{2a} = 193,7^\circ$

Таким образом, для рассматриваемой группы при заданных координатах её внешних кинематических пар имеется четыре сборки.

Выводы. Предложенный алгоритм поиска реализованный на базе программного продукта Mathcad позволяет просто и надежно находить все возможные сборки четырехзвенной Ассуровой группы четвертого класса. Алгоритм может быть использован на стадии синтеза механизмов, в составе которых имеются подобные группы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Джолдасбеков У.А. Графо-аналитические методы анализа и синтеза механизмов высоких классов. – Алма-Ата, 1983, 256 с.
2. Зиновьев В.А. Аналитические методы определения положений механизмов высоких классов. – В кн.: Тр. семинара по ТММ. М.: Из-во АН СССР, 1949, с.VI, вып. 22, С. 61-74.
3. Пейсах Э.Е. Определение положений звеньев трехповодковой и двухповодковой четырехзвенных групп Ассура с вращательными парами. – Машиноведение, 1985, № 5, С. 55-61.
4. Kolovsky M.Z., Evgrafov A.N., Semenov Yu.A., Slousch A.V. Advanced Theory of Mechanisms and Machines. Springer – Verlag Berlin Heidelberg New York, 2000, 394 p.
5. Кіницький Я.Т. Аналітичне дослідження кінематики механізмів III класу з використанням системи Mathcad / Я.Т. Кіницький, М.В. Марченко, В.О. Харжевський // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2013. – № 6. – С. 7-10.



6. Мацюк И.Н., Шляхов Э.М. Определение кинематических и кинетостатических параметров плоских стержневых механизмов сложной структуры// Современное машиностроение. Наука и образование: Материалы 3-й Международ. науч.-практ. конференции. / Под ред. М.М. Радкевича и А.Н. Евграфова. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2013. – С. 788 – 796.

7. Дракунов Ю.М., Змейкова Т. А. «Определение числа сборок группы Ассура 3-го класса в системе MAPLE» // Матер. Умеждународ.конфер. «Проблемы механики современных машин». – Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2012. – Т.3.–с.125-129.

8. Зінченко О.І. Кінематичний аналіз механізму високого класу з використанням бібліотеки підпрограм аналізу груп другого класу / О. І. Зінченко // Вісник Нац. техн. ун-ту "ХПІ" : зб. наук. пр. Темат. вип. : Машинознавство та САПР. – Харків : НТУ "ХПІ". – 2009. – № 12. – С. 90-97.

9. Čavić, M., Kostić, M., Zlokolica, Kinematic analysis and synthesis of complex mechanisms with high class kinematic group. Machine design, Vol.2(2010), pp. 187-192.

УДК 004.58

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕСТИРОВАНИЯ ЗНАНИЙ С ПОМОЩЬЮ СРЕДСТВ DHTML

И.В. Пономарев¹, Д.А. Шишкин²

¹кандидат технических наук, доцент кафедры электронных вычислительных машин, Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара, г. Днепр, Украина, e-mail: piv169@yandex.ua

²студент группы KI-16с-2, кафедра электронных вычислительных машин, Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара, г. Днепр, Украина, e-mail: kc101.shishkin@gmail.com

Аннотация. В работе проанализированы существующие сайты тестирования знаний, технологии на которых они написаны, и разработано специализированное программное обеспечение, позволяющее эффективно генерировать тесты и проводить проверку на корректность ответов с использованием технологии DHTML.

Ключевые слова: HTML, CSS, JavaScript, DHTML, DOM, онлайн-тесты.

DEVELOPING SOFTWARE OF TESTING KNOWLEDGE BY USING DHTML TECHNOLOGIES

Igor Ponomarev¹, Dmytro Shyshkin²

¹Ph.D., Associate Professor, Computer systems engineering department, Dnepr National University named after Oles' Honchar, Dnepr, Ukraine, e-mail: piv169@yandex.ua

²Student, Computer systems engineering department, Dnepr National University named after Oles' Honchar, Dnepr, Ukraine, e-mail: kc101.shishkin@gmail.com

