

ВОЗМОЖНЫЕ ВАРИАНТЫ КИНЕМАТИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ПЛОСКОГО ШЕСТИЗВЕННОГО МЕХАНИЗМА С ЧЕТЫРЕХЗВЕННОЙ ГРУППОЙ АССУРА

Дворников Л.Т., Пушкарев В.Ю., Колпаков В.О.

Сибирский государственный индустриальный университет, г.Новокузнецк

Ключевые слова: кинематическое исследование, четырехзвенная группа Ассур.

Аннотация. В статье приведены различные подходы к решению задачи кинематического анализа механизма с четырехзвенной группой Ассур.

Настоящее исследование носит методический характер. Покажем все возможные приемы кинематического решения сложных механических систем на примере плоского шестизвенового механизма с четырехзвенной, группой Ассур, показанного на рисунке 1.

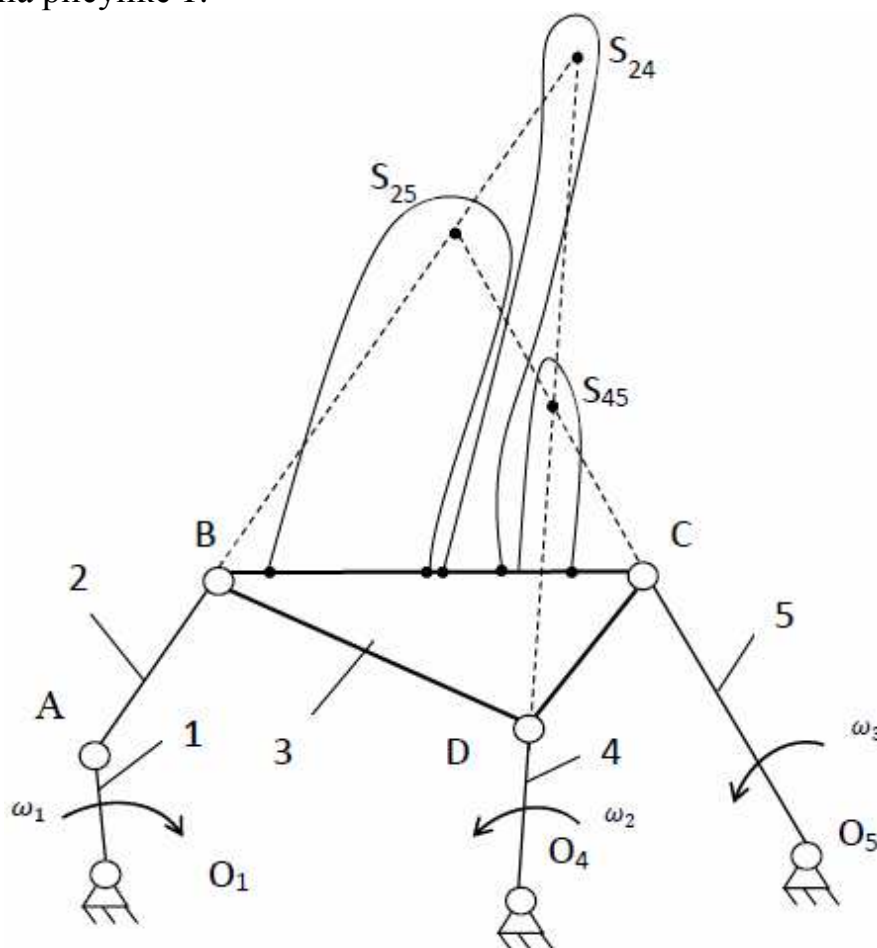


Рис. 1. Кинематическая схема механизма

Используя графо-аналитический метод, построим все возможные планы скоростей для механизма (рисунок 1).

Структурно исследуемый механизм состоит из кривошипа 1 и четырехзвенной группы Ассур (2-3-4-5). Это группа особенна тем, что не распадается на диады. При известной скорости кривошипа ω_1 и длине кривошипа l_{O_1A} , линейная скорость точки А определится как

$$V_A = \omega_1 \cdot l_{O_1A}, \quad \bar{V}_A \perp O_1A. \quad (1)$$

Определение скоростей всех других звеньев невозможно без нахождения особой точки, так называемой точки Ассура. Эти точки появляются на пересечениях линий, продлевающих звенья 2,4,5 трехпарного звена 3. Всего таких точек три, они обозначены соответственно как S_{45} , S_{24} и S_{25} , Особенности этих точек заключаются в том, что, во-первых они являются точками, принадлежащими трехзвенному звену BCD, а во-вторых, скорости всех этих трех точек легко находятся по заданной угловой скорости кривошипа.

Помимо этого метода приведенный механизм может быть решен и другим методом, а именно методом задания ложных скоростей точкам C и D, при этом механизм превращается в обычный диадный. При задании скорости точке C звено 5 становится ведущим и механизм распадается на диады O_1AB и O_4DC , а при задании движения звену 4 механизм распадается на диады O_1AB и O_5CD .

Таким образом, поставленная задача может быть решена одним из пяти описанных выше приемов. Посмотрим поочередно все пять решений, а именно, с использованием точек Ассура S_{45} , S_{24} и S_{25} , а также задав ложные скорости звеньям 4 и 5.

Во всех трех первых решениях исходной скоростью принимается скорость точки A, определяемая по известной угловой скорости звена 1.

1. При выборе у звена 3 точки Ассура S_{45} , ее линейная скорость определится из системы уравнений

$$\begin{cases} \bar{V}_{S_{45}} = \bar{V}_{O_4} + \overline{V_{DO_4} + V_{S_{45}D}}, \\ \bar{V}_{S_{45}} = \bar{V}_{O_5} + \overline{V_{CO_5} + V_{S_{45}C}}, \end{cases}$$

а так как $\bar{V}_{O_4} = \bar{V}_{O_5} = 0$, то и $\bar{V}_{S_{45}} = 0$.

Скорость точки B выразится системой уравнений:

$$\begin{cases} \bar{V}_B = \bar{V}_A + \bar{V}_{BA}, \quad \bar{V}_{BA} \perp AB, \\ \bar{V}_B = \bar{V}_{S_{45}} + \bar{V}_{BS_{45}}, \quad \bar{V}_{BS_{45}} \perp BS_{45}. \end{cases}$$

Скорости остальных точек механизма, а имен D и C найдутся из систем уравнений:

$$\begin{cases} \bar{V}_D = \bar{V}_{DO_4}, \quad \bar{V}_{DO_4} \perp DO_4, \\ \bar{V}_D = \bar{V}_B + \bar{V}_{DB}, \quad \bar{V}_{DB} \perp DB, \end{cases}$$

и

$$\begin{cases} \bar{V}_C = \bar{V}_B + \bar{V}_{CB}, \quad \bar{V}_{CB} \perp CB, \\ \bar{V}_C = \bar{V}_D + \bar{V}_{CD}, \quad \bar{V}_{CD} \perp CD. \end{cases}$$

Полное решение покажем на рисунке 2, где особо выделим скорость \bar{V}_B - жирная прямая, и $\bar{V}_{BS_{45}}$ полужирная прямая.

2. При выборе точки Ассура S_{24} , которая оказывается подвижной, определить скорость точки B становится невозможно, так как линии AB и BS_{24}

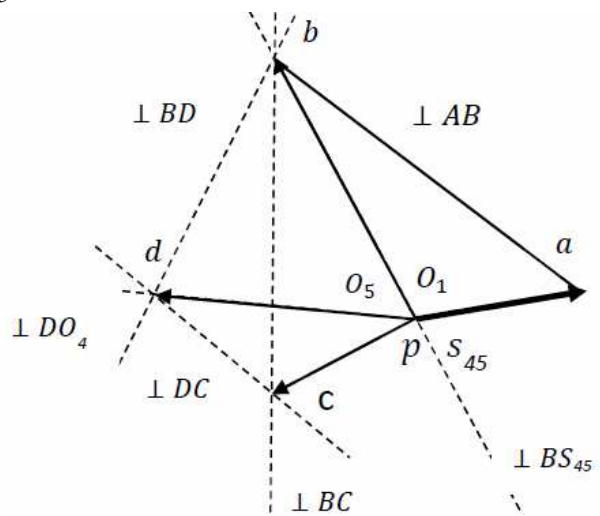


Рис. 2. План скоростей через точку Ассура S_{45}

совпадают. Прежде всего, обратимся к нахождению самой скорости точки S_{24} из системы уравнений

$$\begin{cases} \overline{V}_{S_{24}} = \overline{V}_A + \overline{V}_{BA} + \overline{V}_{S_{24}B}, & \overline{V}_{BA} + \overline{V}_{S_{24}B} \perp BA, \\ \overline{V}_{S_{24}} = \overline{V}_{O_4} + \overline{V}_{DO_4} + \overline{V}_{S_{24}D}, & \overline{V}_{O_4} = 0, \quad \overline{V}_{DO_4} + \overline{V}_{S_{24}D} \perp O_4D. \end{cases}$$

Теперь, зная скорость точки S_{24} , найдем скорость точки C через известные скорости V_{O_5} и $V_{S_{24}}$ по системе

$$\begin{cases} \overline{V}_C = \overline{V}_{O_5} + \overline{V}_{CO_5}, & \overline{V}_{CO_5} \perp CO_5, \\ \overline{V}_C = \overline{V}_{C_{24}} + \overline{V}_{CS_{24}}, & \overline{V}_{CS_{24}} \perp CS_{24}. \end{cases}$$

При известной скорости точки C , могут быть найдены скорости \overline{V}_B и \overline{V}_D из систем уравнений

$$\begin{cases} \overline{V}_B = \overline{V}_A + \overline{V}_{BA}, & \overline{V}_{BA} \perp AB, \\ \overline{V}_B = \overline{V}_C + \overline{V}_{BC}, & \overline{V}_{BC} \perp BC. \end{cases}$$

и

$$\begin{cases} \overline{V}_D = \overline{V}_{O_4} + \overline{V}_{DO_4}, & \overline{V}_{DO_4} \perp DO_4, \\ \overline{V}_D = \overline{V}_C + \overline{V}_{DC}, & \overline{V}_{DC} \perp DC, \end{cases}$$

На плане скоростей (рисунок 3) выделим жирной и полужирной скорости \overline{V}_A и $\overline{V}_{S_{24}}$.

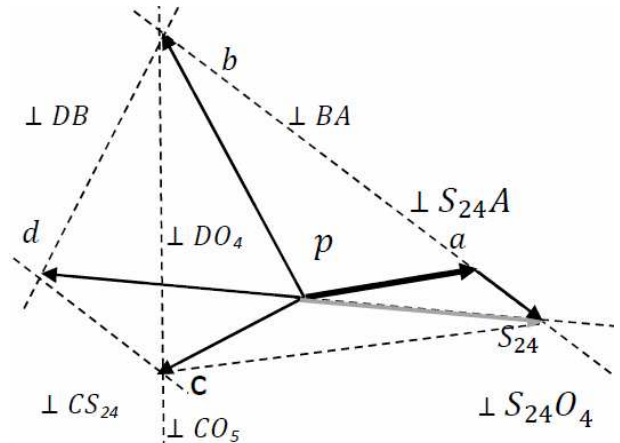


Рис. 3. План скоростей через точку Ассура S_{24}

3. При выборе точки Ассура S_{25} , которая также окажется подвижной, ее скорость может быть определена из системы уравнений

$$\begin{cases} \overline{V}_{S_{25}} = \overline{V}_A + \overline{V}_{BA} + \overline{V}_{S_{25}B}, & \overline{V}_{BA} + \overline{V}_{S_{25}B} \perp AS_{25}, \\ \overline{V}_{S_{25}} = \overline{V}_{O_5} + \overline{V}_{CO_5} + \overline{V}_{S_{25}C}, & \overline{V}_{O_5} = 0, \quad \overline{V}_{CO_5} + \overline{V}_{S_{25}C} \perp O_5C. \end{cases}$$

Далее из системы

$$\begin{cases} \overline{V}_D = \overline{V}_{O_4} + \overline{V}_{DO_4}, & \overline{V}_{DO_4} \perp DO_4, \\ \overline{V}_D = \overline{V}_{S_{25}} + \overline{V}_{DS_{25}}, & \overline{V}_{DS_{25}} \perp DS_{25}, \end{cases}$$

может быть найдена скорость точки D .

При найденной скорости точки D скорость точки C найдём из системы

$$\begin{cases} \overline{V}_C = \overline{V}_{O_5} + \overline{V}_{CO_5}, & \overline{V}_{CO_5} \perp CO_5, \\ \overline{V}_C = \overline{V}_D + \overline{V}_{CD}, & \overline{V}_{CD} \perp CD, \end{cases}$$

а скорость точки B из - системы

$$\begin{cases} \overline{V}_B = \overline{V}_A + \overline{V}_{BA}, & \overline{V}_{BA} \perp AB, \\ \overline{V}_B = \overline{V}_C + \overline{V}_{BC}, & \overline{V}_{BC} \perp BC. \end{cases}$$

В том случае, когда исследователь не владеет методом точек Ассура, задача может быть решена методом задания ложных скоростей, например скоростей

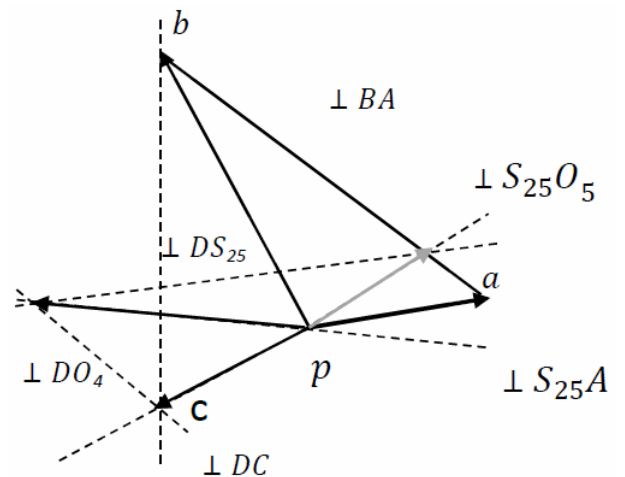


Рис. 4. План скоростей через точку Ассура S_{25}

точек С или D. При этом механизм оказывается диадным, то есть содержащим в своем составе две двухзвенные группы Ассра.

В примерах 4 и 5 показано использование такого метода.

4. Зададимся ложной, пока еще не известной, скоростью точки D, $\vec{V}_D \perp O_4D$ в виде вектора pd , масштаб которого не известен.

При этом скорость точки С, найдется из системы уравнений

$$\begin{cases} \vec{V}_C = \vec{V}_D + \vec{V}_{CD}, & \vec{V}_{CD} \perp CD, \\ \vec{V}_C = \vec{V}_{CO_5}, & \vec{V}_{CO_5} \perp CO_5, \end{cases}$$

По известным скоростям точек С и D можно найти скорость точки В из системы

$$\begin{cases} \vec{V}_B = \vec{V}_C + \vec{V}_{CB}, & \vec{V}_{CB} \perp BC, \\ \vec{V}_B = \vec{V}_D + \vec{V}_{BD}, & \vec{V}_{BD} \perp BD. \end{cases}$$

Теперь по известной скорости точек В и O_1 становится возможным найти скорость точки А

$$\begin{cases} \vec{V}_A = \vec{V}_{AO_1}, & \vec{V}_{AO_1} \perp O_1A, \\ \vec{V}_A = \vec{V}_B + \vec{V}_{AB}, & \vec{V}_{AB} \perp BA. \end{cases}$$

Если теперь полученный вектор разделить на истинную заданную скорость точки А, то определится масштаб векторного плана.

5. Аналогично примеру 4 можно задать ложную скорость точке С. При этом скорость точки D определится системой уравнений

$$\begin{cases} \vec{V}_D = \vec{V}_C + \vec{V}_{CD}, & \vec{V}_{CD} \perp DC, \\ \vec{V}_D = \vec{V}_{DO_4}, & \vec{V}_{DO_4} \perp O_4D. \end{cases}$$

Далее, аналогично примеру, приведённому выше, определяем скорости точек В и А из систем уравнений

$$\begin{cases} \vec{V}_B = \vec{V}_C + \vec{V}_{CB}, & \vec{V}_{CB} \perp BC, \\ \vec{V}_B = \vec{V}_D + \vec{V}_{BD}, & \vec{V}_{BD} \perp BD, \\ \vec{V}_A = \vec{V}_{AO_1}, & \vec{V}_{AO_1} \perp O_1A, \\ \vec{V}_A = \vec{V}_B + \vec{V}_{AB}, & \vec{V}_{AB} \perp BA. \end{cases}$$

Зная истинную скорость точки А, можно определить масштаб плана.

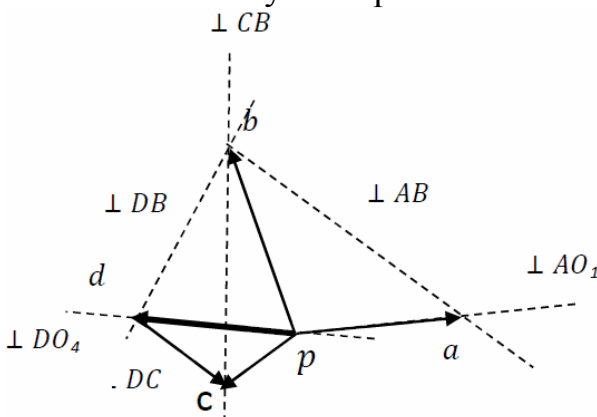


Рис. 5. План скоростей при заданной скорости точки D звена O_4D

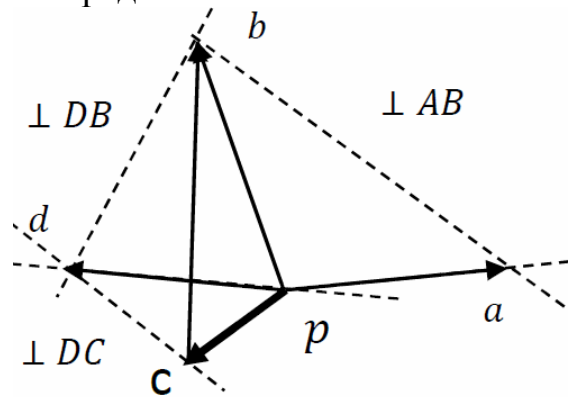


Рис. 6. План скоростей при заданной скорости точки С звена O_5C

Таким образом, скорости всех точек исследуемого механизма могут быть определены пятью разными способами.

Выполненное исследование шестизвенного механизма может явиться методическим пособием для решения механизмов с более сложными группами Ассура.

Список литературы

1. Артоболевский И.И. Теория механизмов. – М.: Наука, 1967. – 720с.

Сведения об авторах:

Дворников Леонид Трофимович – д.т.н., профессор, профессор кафедры механики и машиностроения, СибГИУ, г.Новокузнецк;

Пушкарев Валерий Юрьевич – студент, СибГИУ, г.Новокузнецк;

Колпаков Владимир Олегович – студент, СибГИУ, г.Новокузнецк.

POSSIBLE OPTIONS FOR KINEMATIC STUDIES OF PLAIN SIX-LINK MECHANISM WITH FOUR LINK GROUP OF ASSUR

Dvornikov L.T., Pushkarev V.Yu., Kolpakov V.O.

Keywords: kinematic research, four-link Assur's group.

Abstract. The article presents various approaches to solving the problem of kinematic analysis of the mechanism with four-link group of Assur.

УДК 531.8

<https://doi.org/10.26160/2307-342X-2019-7-49-52>

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ ДЛЯ РАСЧЕТА МЕХАНИЗМА ПРЕССОВАНИЯ

Ахтямов А.В.

*Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова,
г.Белгород*

Ключевые слова: вариационные принципы механики, принцип Даламбера, уравнения Лагранжа.

Аннотация. Рассматриваются методы расчета плоского механизма на примере расчета механизма прессования. Даются результаты расчета.

В данной статье мы не будем подробно останавливаться на описании вариационных принципов механики. Они есть в специальной литературе. Мы покажем их применение к расчету реального механизма прессования прессы для производства силикатного кирпича [1]. Рассчитать любой реальный механизм – значит уметь найти скорости и угловые скорости его звеньев, динамические реакции, возникающие в связях, наложенных на звенья механизма.

Основой для расчета любого механизма является его кинематическая схема. Она представляет собой механическую модель реального механизма.

Рассмотрим кинематическую схему механизма прессования, представленную на рисунке 1.