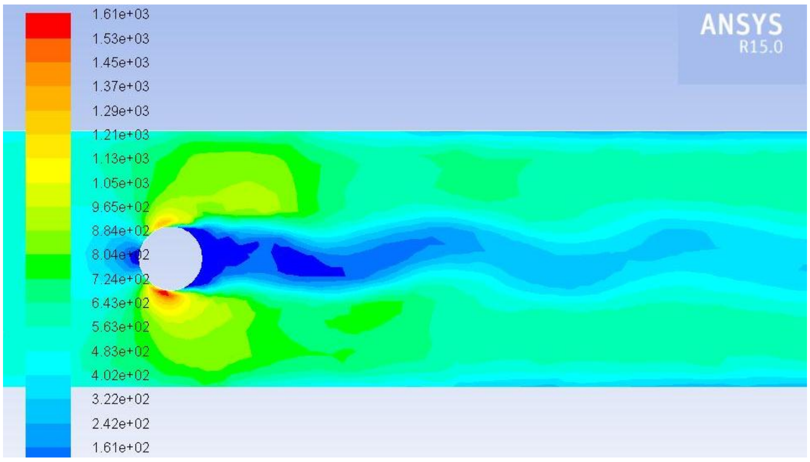

Рисунок 3 – Показания динамических давлений при столкновении потока жидкости с препятсвием в виде окружности

При анализе результатов моделирования столкновения потока с препятствиями в виде геометрических фигур стоит отметить возникновение зоны кавитации с обратным током жидкости за препятствием, которая будет изменять размеры при изменении скорости потока, а также возникновение волнового эффекта (рисунок 3). Причем, стоить отметить, что величина и количество волн изменяются в зависимости от сложности обтекаемости тела. Данный волновой эффект применяется при создании генераторов волн для работы волновых диспергаторов [3].

Литература

1. Информационные технологии программы Союзного государства «Триада». Основные результаты и перспективы : сб. науч. тр. – Минск : ОИПИ НАН Беларуси, 2010. – 304 с.
2. Song X.G., Wang L. Fluid and structural analysis of a large diameter butterfly valve. Journal of Advanced Manufacturing SystemsVol. 8, No. 1 (2009) 81–88с.
3. Ганиев Р.Ф., Украинский Л.Е. Нелинейная волновая маеханика и технологии. – М.: Научно- издательский центр «Регулярная и хаотическая динамика», 2008. – 712 с.

УДК 621.88:634

КАРТИНА УГЛОВЫХ СКОРОСТЕЙ СТЕРЖНЕВОГО МЕХАНИЗМА

Валуца Я. В., ст. преподователь, **Малай Л.Г.**, к.т.н, доцент
Государственный аграрный университетМолдовы

а) План скоростей шарнирного механизма обыкновенно строят на базе теоремы о распределении скоростей в плоском движении [1]. Как известно, она выражает скорость произвольной точки тела как сумму

$$\vec{v} = \vec{v}^{(trl)} + \vec{v}^{(rot)} \qquad (1)$$

поступательной (translation)

$$\vec{v}^{(trl)} = \overrightarrow{v_0} \qquad (2)$$

и вращательной (rotation)

$$\vec{v}^{(rot)} = \vec{\omega} \times \vec{r}\,' \qquad (3)$$

составляющих.

где: $\vec{v}_0$ - задаваемая скорость некоторой точки О тела, называемая полюсом; $\vec{\omega}$ - угловая скорость тела, не зависящая от выбора полюса;

$\vec{r}\,'$ - радиус вращения точки по отношению к полюсу, иначе – направленное расстояние от полюса к точке.

В применении к механизмам эта теорема используется для анализа как шарнирных диад, так и диад с одной внешней поступательной парой, имеющей неподвижную направляющую.

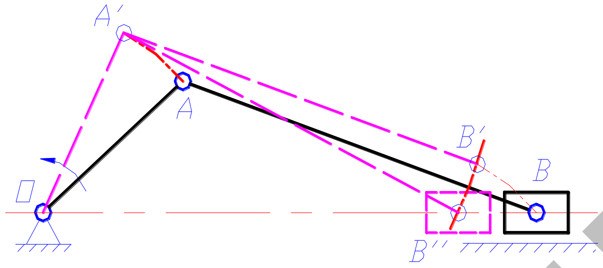

Рисунок 1– Две компоненты плоского движения звена АВ: поступательная А'В' и вращательная А'В''.

Данный рисунок дает представление о составляющих движения твердого тела – шатуна АВ кривошипно-ползунного механизма. При повороте кривошипа ОА в положение ОА' шатун АВ перемещается параллельно самому себе (поступательное движение) в позицию А'В' и одновременно поворачивается (вращательное движение) вокруг точки А' как полюса в позицию А'В'.

Однако традиционный план скоростей не дает непосредственного ответа на практически важный вопрос: какова относительная угловая скорость $\omega^{(r)}$ звеньев, сопряженных вращательной парой? Именно значения относительных скоростей характеризуют работу кинематической пары: нагрев ее элементов, состояние масличного слоя, потери на трение.

б) Чтобы получить наглядное графическое представление о всех угловых скоростях в стержневом механизме следует воспользоваться теоремой о сложении скоростей в относительном движении точки:

$$\vec{v} = \vec{v}^{(e)} + \vec{v}^{(r)}. \tag{4}$$

где: $\vec{v}^{(e)}$ - скорость исследуемой точки в переносном (transportation) движении совместно с некоторой точкой О, принадлежащей другому звену и скорость которой заранее известна;

$\vec{v}^{(r)}$ - скорость исследуемой точки в ее относительном (relative) движении по отношению к точке О.

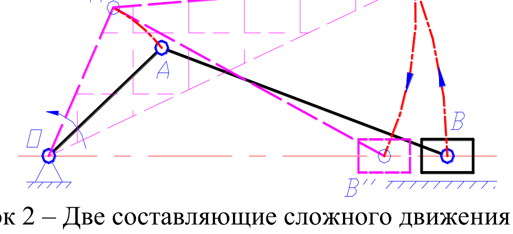

Рисунок 2 – Две составляющие сложного движения точки В: переносная поступательная А'В' и относительная В'В'.

Этот рисунок дает представление о составляющих движения точки В шатуна АВ кривошипно-ползунного механизма. При повороте кривошипа ОА в положение ОА' точка В, будучи как бы скрепленной с кривошипом, перемещается в позицию В' (переносное движение) и одновременно вращается вокруг точки А' (относительное движение) в позицию АВ'. Результат – тот же, но здесь вторая составляющая характеризует взаимодействие элементов шарнира А.

в) Для построения плана скоростей диады 2-3 (рис.3), основанного на векторной сумме (4), необходимо привлечь, наряду со скоростями $\vec{v}_A$ и $\vec{v}_C$ ее концевых точек еще и положения центров вращения О1 и О4 сопряженных (внешних) звеньев 1 и 4 [4].

В сложном движении внутреннего шарнира В по отношению к звену 1 его абсолютная скорость равна

$$\vec{v}_B(1) = \vec{v}_{B1}^{(e)} + \vec{v}_{B1}^{(r)} = \vec{\omega}_1 \times \overrightarrow{O_1B} + \vec{\omega}_{2/1} \times \overrightarrow{AB} \qquad (4)$$

где: $\vec{v}_{B1}^{(e)}$ - переносная скорость точки В в совместном движении с точкой А звена 1;

$\vec{v}_{B1}^{(r)}$ - относительная скорость точки В вокруг точки А.

Аналогично по отношению к звену 4

$$\vec{v}_B(4) = \vec{v}_{B4}^{(e)} + \vec{v}_{B4}^{(r)} = \vec{\omega}_4 \times \overrightarrow{O_4B} + \vec{\omega}_{3/4} \times \overrightarrow{CB} \qquad (5)$$

В итоге уравнение сложного движения точки В принимает вид

$$\vec{\omega}_1 \times \overrightarrow{O_1B} + \vec{\omega}_{2/1} \times \overrightarrow{AB} = \vec{\omega}_2 \times \overrightarrow{O_4B} + \vec{\omega}_{3/4} \times \overrightarrow{CB}. \qquad (6)$$

Оно содержит две неизвестные величины $\omega_{2/1}$ и $\omega_{2/4}$ - угловые скорости звеньев 2 и 3 диады относительно сопряженных звеньев 1 и 4 соответственно. Их значения могут быть найдены из обычного графического решения. Действительно, вначале из полюса ***p*** (рис.3 б) строят векторы

$$\overrightarrow{v_{B1}^{(e)}} = \overrightarrow{\omega_1} \times \overrightarrow{O_1B} \text{ и } \overrightarrow{v_{B4}^{(e)}} = \overrightarrow{\omega_4} \times \overrightarrow{O_4B} \qquad (7)$$

и добавляют к их концам направления векторов $\overrightarrow{v_{B1}^{(r)}} \perp AB$ и $\overrightarrow{v_{B4}^{(r)}} \perp CB$. Точка пересечения последних определяет абсолютную скорость $\overrightarrow{v_B}$ внутреннего шарнира В. Тогда имеем

$$\omega_{2/1} = v_{B1}^{(r)} / AB;\ \omega_{3/4} = v_{B4}^{(r)} / CB. \qquad (8)$$

Вместе с тем, чтобы не осложнять работу измерением переменных радиусов O_1B и O_4B, примем во внимание, что скорость $\vec{v}_{B1}^{(r)}$ точки В вокруг точки А как элемента кинематической пары звена 1 совпадает по направлению с вращательной компонентой $\vec{v}_{B/A}^{(rot)}$ точки В по отношению к точке А как полюсу:

$$dir = (\overrightarrow{v_{B1}^{(r)}}) = dir(\overrightarrow{v_{B/A}^{(rot)}}) \qquad (9)$$

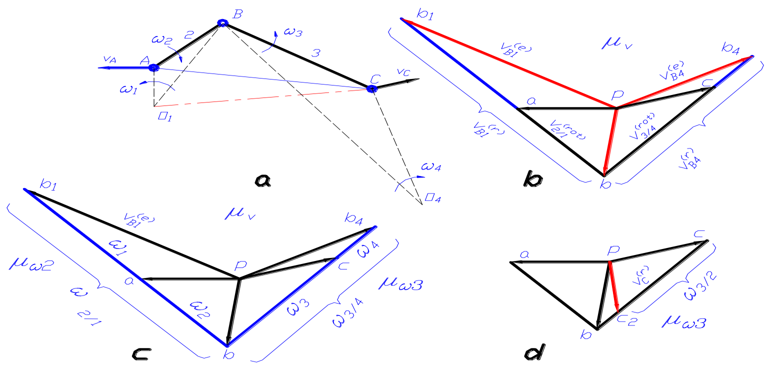

Рис.3. Построение полного плана скоростей диады
a – кинематическая схема диады; *b* – компоненты движения внутреннего шарнира B;
c – план угловых скоростей; *d* – относительная угловая скорость в диаде.

Значит, для получения вектора $\vec{v}^{(r)}_{B1}$ достаточно дополнить традиционный план скоростей ***pabc*** вектором $\overline{pb_1}$, перпендикулярным линии O_1B: точка b_1 его пересечения с линией $\overline{ba} \perp AB$ (линией относительных скоростей) определяет обе составляющие $\vec{v}^{(e)}_{B1}$ и $\vec{v}^{(r)}_{B1}$ движения точки В по отношению к звену 1.

По тому же свойству точка b_4 на пересечении линий $\overline{pb_4} \perp O_4B$ и $\overline{bc} \perp BC$ определяет составляющие $\vec{v}^{(e)}_{B4}$ и $\vec{v}^{(r)}_{B4}$ движения точки В по отношению к звену 4.

Отрезки $\overline{ab}$ и $\overline{cb}$ отражают каждая в определенном масштабе абсолютные угловые скорости

$$\omega_2 = \frac{\overline{ab} \cdot \mu_v}{l_2} = \overline{ab} \cdot \mu_{\omega 2} \quad \text{и} \quad \omega_3 = \frac{\overline{cb} \cdot \mu_v}{l_3} = \overline{cb} \cdot \mu_{\omega 3} . \qquad (10)$$

где μ_v - масштабный коэффициент плана скоростей;

$$\mu_{\omega 2} = \mu_v / l_2 \text{ и } \mu_{\omega 3} = \mu_v / l_3 \qquad (11)$$

масштабные коэффициенты по определению угловых скоростей звеньев диады.

Обратим внимание, что отрезки $\overline{ab_1}$ и $\overline{cb_4}$ отражают в соответствующих масштабах угловые скорости внешних звеньев 1 и 4. Так, из теоремы сложения угловых скоростей

$$\vec{\omega}_{2/1} = \vec{\omega}_2 + \vec{\omega}_1 \qquad (12)$$

выводим

$$\vec{\omega}_1 = \vec{\omega}_{2/1} - \vec{\omega}_1 ; \qquad (13)$$

откуда в отрезках плана скоростей вытекает следующая разность:

$$\omega_1 = (\overline{bb_1} - \overline{ab})\mu_{\omega 2} = \overline{ab_1}\mu_{\omega 2} . \qquad (14)$$

Поэтому же

$$\omega_4 = \overline{cb_4}\mu_{\omega 3} \qquad (15)$$

Литература

1. Лойцеанский, Л.Г., Лурье, А.И. Курс теоретической механики. Том I Статика и кинематика. Москва, 1982, 532 с.
2. Бутенин, Н.В., Лунц, Я.Л., Меркин, Д.Р. Курс теоретической механики. Том I. Москва, «Наука», 1985, 240с.
3. Артоболевский, И.И. Теория механизмов и машин. М. 1975, 640с