

УДК 621.01

Зиялиев Кадырбек Жанузакович

д.т.н., профессор,

Иссык-Кульский государственный университет им. К. Тыныстанова

Зиялиев Кадырбек Жанузакович

т.и.д., профессор,

К. Тыныстанов атындагы Ысык-Көл мамлекеттик университети

Ziyaliev Kadyrbek Zhanuzakovich

Doctor of Technical Sciences, Professor,

Issyk-Kul State University named after K.Tynystanov

Чинбаев Омурбек Конопияевич

научный сотрудник,

Иссык-Кульский государственный университет им. К. Тыныстанова

Чинбаев Омурбек Конопияевич

илимий кызматкер,

К. Тыныстанов атындагы Ысык-Көл мамлекеттик университети

Chinbaev Omurbek Konopiyaevich

researcher,

Issyk-Kul State University named after K.Tynystanov

Дюшембаев Жээнбек Жакшылыкович

научный сотрудник,

Иссык-Кульский государственный университет им. К. Тыныстанова

Дюшембаев Жээнбек Жакшылыкович

илимий кызматкер,

К. Тыныстанов атындагы Ысык-Көл мамлекеттик университети

Dyushembaev Jeenbek Zhakshylykovich

researcher,

Issyk-Kul State University named after K.Tynystanov

ПРИВЕДЕНИЕ СИЛ И МАСС ЗВЕНЬЕВ ШАРНИРНО - РЫЧАЖНОГО УДАРНОГО МЕХАНИЗМА

Аннотация: В данной научной статье рассмотрены особенности динамического анализа шарнирно-рычажных ударных механизмов с переменным приведенным моментом инерции с учетом приведенных сил тяжести звеньев.

Ключевые слова: механизм, момент инерции, звенья, динамический анализ, приведение сил, приведение масс.

УРГУЛООЧУ ШАРНИРЛУУ-РЫЧАГДЫК МЕХАНИЗМДЕРДИН ЗВЕНОЛОРУНУН КЕЛТИРИЛГЕН ООРДУК КҮЧТӨРҮ

Аннотация: Бул илимий макалада өзгөрүлмөлүү инерциялык моменттүү ургулоочу шарнирлүү-рычагдык механизмдердин звенелорунун келтирилген оордук күчтөрүн эске алуу менен динамикалык анализин жүргүзүүнүн өзгөчөлүктөрү каралган.

Негизги сөздөр: механизм, инерция моменти, звенолор, динамикалык анализ, күчтөрдү келтирүү, массаларды келтирүү.

REDUCTION OF FORCES AND MASSES OF LINKS OF A HINGED LEVER IMPACT MECHANISM

Annotation: In this scientific article researched the features of the dynamic analysis of hinged-lever hammer mechanisms with a variable reduced moment of inertia, taking into account the reduced gravity forces of the links.

Keywords: mechanism, moment of inertia, links, dynamic analysis, reduction of forces, reduction of masses.

Обычно при составлении динамической модели шарнирно-рычажных механизмов приведенными моментами сил тяжести пренебрегают, полагая, что они незначительны по сравнению с главными моментами сил инерции. Но в ударных машинах с массивным коромыслом силы тяжести подвижных звеньев оказывают значительное влияние на движение звеньев. Хотя среднее значение суммарного приведенного момента сил тяжести звеньев за один цикл равно нулю, внутри цикла в зависимости от положения звеньев он может оказывать значительное сопротивление движению звеньев или наоборот его направление может совпасть с приведенным движущим моментом двигателя. Кроме этого, их влияние зависит от расположения ударного механизма относительно горизонтальной поверхности и от расположения центров масс звеньев относительно самих звеньев [1].

Шарнирно-четырёхзвенный исполнительный механизм ударной машины нагружен движущим моментом M_d , приложенным к кривошипу и силами тяжести кривошипа G_1 , шатуна G_2 и G_3 коромысла, приложенными к центрам тяжести соответствующих звеньев. Рассмотрим общий случай, когда шарнирно-четырёхзвенный механизм конструктивно расположен в корпусе машины под углом γ и сама машина наклонена на угол ψ относительно горизонтальной поверхности (рис. 1).

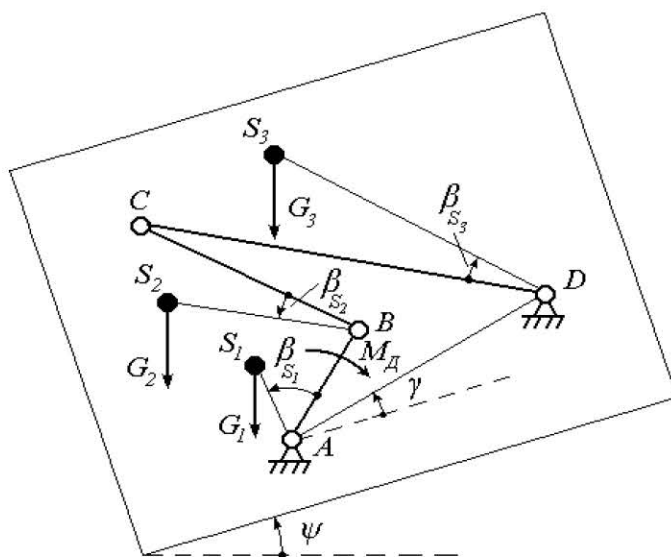


Рис. 1. Схема расположения шарнирно-четырёхзвенного механизма относительно горизонтальной плоскости.

Суммарный приведенный момент сил тяжести звеньев и движущего момента определяется по формуле [2]:

$$M_{\Sigma}^{PP} = M_D^{PP} + M_{G_1}^{PP} + M_{G_2}^{PP} + M_{G_3}^{PP}, \quad (1)$$

где M_D^{PP} – движущий момент двигателя, приведенный к кривошипу; $M_{G_1}^{PP}$, $M_{G_2}^{PP}$ и $M_{G_3}^{PP}$ – приведенные моменты сил тяжести соответственно кривошипа, шатуна и коромысла. Для определения этих моментов рассмотрим расчетную схему, приведенную на рис. 2. Следует заметить, что скорости и моменты считаются положительными, если они направлены против часовой стрелки, и отрицательными, если они направлены по часовой стрелке.

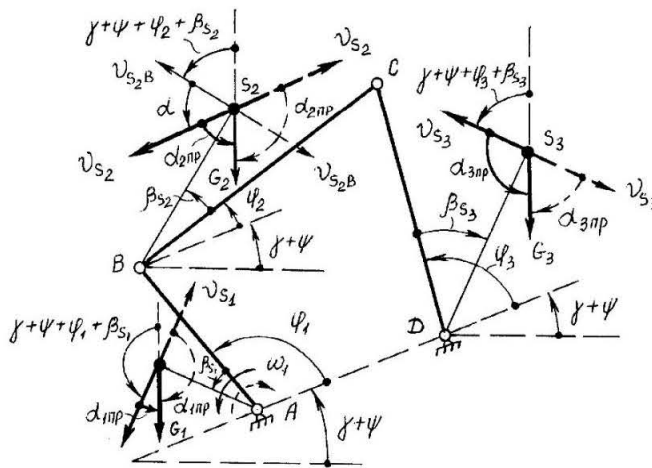


Рис. 2. Расчетная схема для определения приведенных моментов сил тяжести звеньев шарнирно-четырёхзвенного механизма.

На основе расчетной схемы (рис. 2) составим уравнение для определения приведенного момента силы тяжести G_1 кривошипа:

$$M_{G_1}^{np} = G_1 \frac{v_{S_1}}{|\omega_1|} \cdot \cos \alpha_{1PP}, \quad (2)$$

где $\alpha_{1PP} = \frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{2} \cdot \text{sgn}(\omega_1) - \gamma - \psi - \varphi_1 - \beta_{S_1}$.

Приведенный момент силы тяжести шатуна определяется по формуле [2]

$$M_{G_2}^{np} = G_2 \frac{v_{S_2}}{\omega_1} \cdot \cos \alpha_{2PP}, \quad (3)$$

где $\alpha_{2PP} = \frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{2} \cdot \text{sgn}(\omega_2) - \gamma - \psi - \varphi_2 - \beta_{S_2} - \alpha$. (4)

На рис. 3 приведена расчетная схема для определения угла α . Из этой схемы следует, что в одном и том же положении механизма, но при различных положениях центра тяжести шатуна, например в точке S_2 или S_2^* , угол α может иметь положительное (α) или отрицательное (α^*) значение [2].

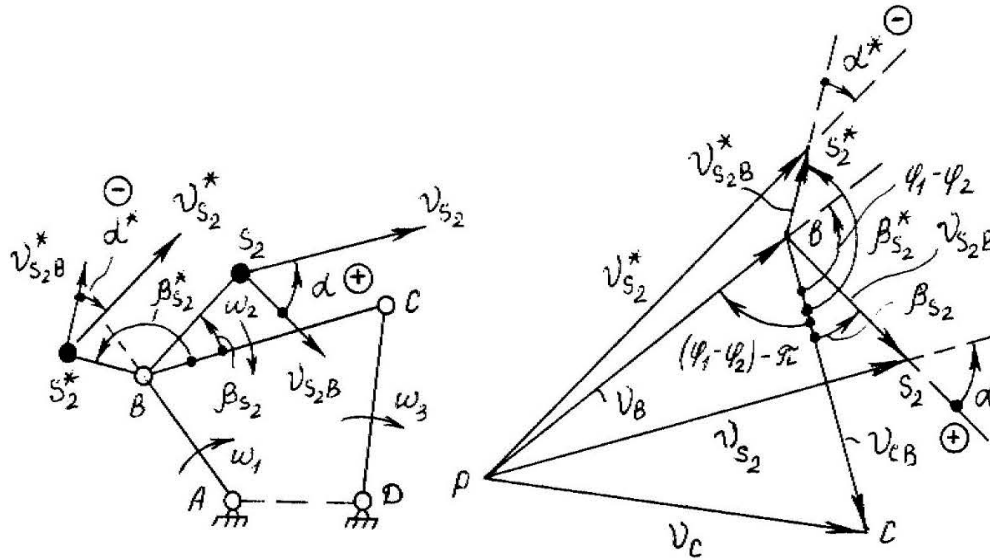


Рис. 3. Расчетная схема для определения угла α .

Проанализировав различные положения шарнирно-четырёхзвенных механизмов, можем записать следующую формулу для определения угла α :

$$\alpha = \arccos \left(\frac{v_{S_2B}^2 + v_{S_2}^2 - v_B^2}{2 |v_{S_2B}| \cdot v_{S_2}} \right) \cdot \text{sgn}(u_{31} u_{21}). \tag{5}$$

Приведенный момент силы тяжести коромысла определяем по формуле:

$$M_{G_3}^{IP} = G_3 \frac{V_{S_3}}{|\omega_3|} \cdot u_{31} \cos \alpha_{3IP}, \tag{6}$$

где $\alpha_{3IP} = \frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{2} \cdot \text{sgn}(\omega_3) - \gamma - \psi - \varphi_3 - \beta_{S_3}.$ (7)

Заменим шарнирно-четырёхзвенный механизм его динамической моделью, т.е. сосредоточим в ней инертность всех звеньев механизма. В качестве звена привода выберем кривошип [2]. Тогда суммарный приведенный момент инерции модели определяется по формуле

$$I_{Mex}^{np} = I_{1A} + I_2^{np} + I_3^{np}, \quad (8)$$

где I_{1A} – момент инерции кривошипа относительно оси вращения А;

I_2^{np} – приведенный момент инерции шатуна;

I_3^{np} – приведенный момент инерции коромысла.

Так как шатун совершает плоскопараллельное движение, его приведенный момент инерции определяется по формуле

$$I_2^{np} = m_2 \left(\frac{v_{S_2}}{\omega_1} \right)^2 + I_{2S} u_{21}^2, \quad (9)$$

где m_2 – масса шатуна;

v_{S_2} – скорость центра тяжести шатуна;

ω_1 – угловая скорость кривошипа;

I_{2S} – момент инерции шатуна относительно оси, проходящей через центр масс S_2 ;

u_{21} – передаточное отношение угловых скоростей шатуна и кривошипа.

Приведенный момент инерции коромысла определяется по формуле

$$I_3^{np} = I_{3D} u_{31}^2, \quad (10)$$

где I_{3D} – момент инерции коромысла относительно оси вращения D;

u_{31} – передаточное отношение угловых скоростей коромысла и кривошипа.

Подставляя (9) и (10) в (8), получим суммарный приведенный момент инерции ударного механизма [2]:

$$I_{Mex.}^{pp} = I_{1A} + m_2 \left(\frac{v_{S_2}}{\omega_1} \right)^2 + I_{2S} u_{21}^2 + I_{3D} u_{31}^2. \quad (11)$$

Литература:

1. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин. – М.: Наука, 1988. – 638 с.
2. Зиялиев К.Ж. Кинематический и динамический анализ шарнирно-четырёхзвенных механизмов переменной структуры с созданием машин высокой мощности. - Бишкек: Илим, 2005.