

УДК 621.83.06

ВЛИЯНИЕ НАЧАЛЬНОГО УГЛОВОГО ПОЛОЖЕНИЯ УСТРОЙСТВА КОНТРОЛЯ ПРЕВЫШЕНИЯ СКОРОСТИ НА ОБОБЩЕННУЮ СИЛУ

А. В. КУЦЕПОЛЕНКО¹Научный руководитель М. Е. ЛУСТЕНКОВ², д-р техн. наук, проф.¹ОАО «Могилевлифтмаш»²Белорусско-Российский университет

Могилев, Беларусь

Для составления уравнений Лагранжа второго рода, описывающих движение элементов кривошипно-коромыслового механизма контроля превышения скорости (рис. 1, а) двухстороннего центробежного ограничителя скорости [1, 2], помимо кинетической энергии, нужно определить действующую на механизм обобщенную силу. Задачей исследований являлось определение обобщенной силы Q_{ψ_1} в относительной системе координат, связанной с корпусом ограничителя скорости, при соответствующем приращении обобщенной координаты ψ_1 (угол поворота шкива) [3]. Силовой анализ проводился с использованием метода возможных перемещений [4].

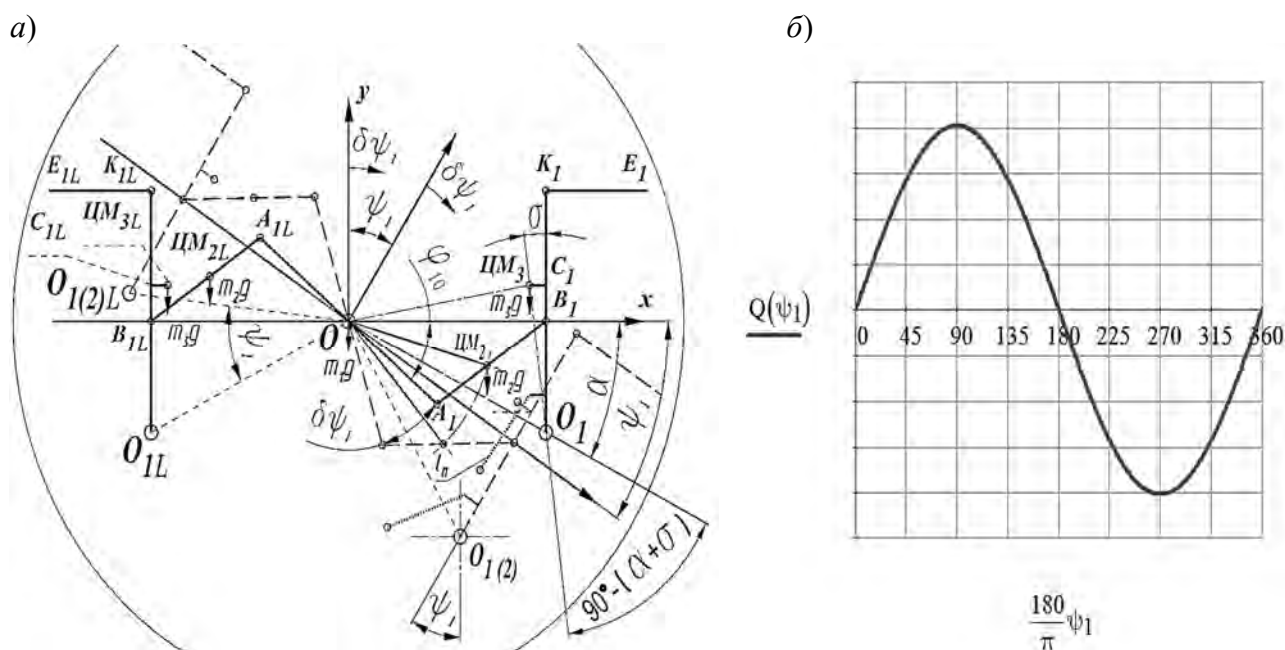


Рис. 1. К анализу обобщенных сил, действующих на механизм, в системе отсчета корпуса ограничителя: а – схема силового взаимодействия; б – график обобщенной силы

При номинальной скорости перемещения лифта выходные звенья находятся в сложенном (нерабочем) положении, а расстояния от центра вращения шкива (точка O) до центров масс одноименных звеньев исследуемого механизма одинаковы. Относительно оси вращения шкива шатуны расположены симметрично, а входное звено – коаксиально, поэтому работа его веса и суммарная работа весов шатунов равны нулю. Однако центры масс выходных звеньев

не лежат на одной линии с центром вращения шкива, а начальное положение шкива может быть произвольным (на рис. 1, *а* показано начальное положение – частный случай). Определим обобщенную силу Q_{ψ_1} в системе координат корпуса ограничителя как функцию $f(\psi_1)$ от начального положения шкива $\psi_1 \in [0^\circ; 360^\circ]$:

$$Q_{\psi_1} = f(\psi_1) = (OO_1 \cdot \cos(\alpha + \psi_1) + O_1C_1 \cdot \sin(\psi_1) - C_1ЦМ_3 \cdot \cos(\psi_1)) \cdot m_3g \cdot \delta\psi_1 - \\ - (OO_{1L} \cdot \cos(\alpha - \psi_1) - O_{1L}C_{1L} \cdot \sin(\psi_1) - C_{1L}ЦМ_{3L} \cdot \cos(\psi_1)) \cdot m_3g; \quad (1)$$

$$Q_{\psi_1} = f(\psi_1) = 2 \cdot m_3g \cdot [O_1C_1 - \sin(\alpha)] \cdot \sin(\psi_1), \quad (2)$$

где m_3 – масса выходного звена; α – угол, определяющий положение центра вращения выходного звена O_1 относительно центра вращения входного звена O ; $O_{1L}C_{1L}$, O_1C_1 – вертикальные координаты центров масс выходных левого и правого звеньев соответственно; $C_{1L}ЦМ_{3L}$, $C_1ЦМ_3$ – горизонтальные координаты центров масс выходных левого и правого звеньев соответственно.

Зависимость обобщенной силы от углового положения шкива (рис. 1, *б*) имеет периодический характер. Это будет приводить к циклическому изменению чувствительности ограничителя скорости, что может влиять на точность его срабатывания [5]. Для повышения точности срабатывания представляется перспективным снижение амплитуды изменения обобщенной силы, влияющей на динамику процесса и прочность элементов [6], или учет характера изменения обобщенной силы при размещении упоров в ограничителе скорости.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Полезная модель ВУ 12899, МПК В 66В 5/04 (2006.01). Двухсторонний ограничитель скорости лифта : № 20210321 : заявлено 13.12.2021 : опубл. 30.06.2022 / Куцеполенко А. В., Подымако М. Э., Дондик С. А., Сеницын Г. С., Князев К. Н. ; заявитель ОАО «Могилевский завод лифтового машиностроения». – 9 с.
2. **Куцеполенко, А. В.** Геометрический анализ шарнирного механизма центробежного ограничителя скорости лифта с двумя выходными звеньями / А. В. Куцеполенко // Механика машин, механизмов и материалов. – 2024. – № 4 (69). – С. 61–69.
3. **Бать, М. И.** Теоретическая механика в примерах и задачах : в 2 т. Т. 2: Динамика / М. И. Бать, Г. Ю. Джанелидзе, А. С. Кельзон. – 3-е изд., стер. – М. : Наука, 1966. – 663 с.
4. **Лустенков, М. Е.** Силовой анализ передач с промежуточными телами качения / М. Е. Лустенков // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2016. – № 10. – С. 26–31.
5. **Куцеполенко, А. В.** Уравновешивание сил тяжести рабочих органов центробежных ограничителей скорости лифтов / А. В. Куцеполенко // Машиностроение : сб. науч. тр. – Минск : БНТУ, 2024. – Вып. 35. – С. 167–176.
6. **Lustenkoy, M. E.** Analysis of contact strength of spherical roller transmission with double-row pinion / M. E. Lustenkoy, A. N. Moiseenko // IOP Conf. Series: International Conference on Mechanical Engineering and Modern Technologies (MEMT 2020). – 2021. – Vol. 1118 (2021) 012006. – 6 p.