

УДК 621.833.5:621.51

## ДИНАМИКА ПОРШНЕВОГО КОМПРЕССОРА С ПЛАНЕТАРНЫМ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫМ МЕХАНИЗМОМ

Н. А. ПОЛИВОДА, М. М. ЩЕТИНИН, А. А. ПРИХОДЬКО

Кубанский государственный технологический университет

Краснодар, Россия

Энергия сжатого воздуха широко применяется в автомобильной индустрии, ремонтных мастерских, сервисных службах для работы различного пневматического инструмента: гайковертов, дрелей, отрезных и шлифовальных машин, при проведении операций мойки, покраски, пескоструйной обработки [1]. Получение сжатого воздуха в поршневом компрессоре реализуется путем преобразования вращательного движения вала электродвигателя в возвратно-поступательное движение поршня, которое чаще всего осуществляется посредством кривошипно-ползунного механизма, основными недостатками которого являются большие габариты и малый коэффициент объема привода, невозможность полного уравнивания механической системы.

Известны конструкции планетарных передач, реализующих возвратно-поступательное движение, и примеры машин на их основе [2]. Зубчатые механизмы являются одним из самых компактных типов передач, обеспечивающих высокую нагрузочную способность.

Целью работы является динамический анализ поршневого компрессора с исполнительным механизмом возвратно-поступательного действия, полученным путем объединения планетарного механизма с эллиптическими зубчатыми колесами [3] и передачи «зубчатое колесо – зубчатая рейка». Конструкция компрессора (без корпуса) показана на рис. 1.

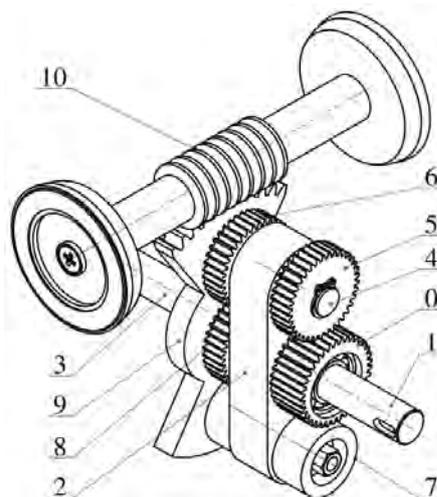


Рис. 1. Конструкция предлагаемого планетарного зубчатого механизма компрессора: 0 – солнечное эллиптическое зубчатое колесо (неподвижно); 1 – входной вал; 2 – водило; 3 – выходной вал; 4 – вал сателлита; 5, 6 – эллиптические шестерни сателлита; 7 – противовес; 8 – эллиптическое колесо; 9 – зубчатый сектор; 10 – зубчатая рейка с поршнями

Анализируемый компрессор имеет следующие параметры (обозначения звеньев по рис. 1):  $I_{об} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ ,  $I_1 = 2,747 \cdot 10^{-6} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ ,  $I_2 = 460,168 \cdot 10^{-6} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ ,  $I_3 = 2,543 \cdot 10^{-6} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ ,  $I_4 = 1,709 \cdot 10^{-6} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ ,  $m_4 = 70 \text{ г}$ ,  $I_5 = I_6 = I_8 = 15,042 \cdot 10^{-6} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ ,  $m_5 = m_6 = 76 \text{ г}$ ,  $m_7 = 222 \text{ г}$ ,  $I_9 = 533,681 \cdot 10^{-6} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ ,  $m_{10} = 661 \text{ г}$ , диаметр поршня  $D = 64 \text{ мм}$ , допускаемый коэффициент неравномерности вращения  $[\delta] = 0,15$ . Частота вращения вала электродвигателя составляет 1500 об/мин. Исследование проведено при давлении нагнетания  $p_n = 9 \text{ атм}$ .

Динамический анализ проводился путем приведения всех масс и моментов к звену приведения (входному валу 1) и замены реального механизма одно-массовой динамической моделью. В результате анализа методом энергомасс получены требуемый из условия равенства работ движущих сил и сил сопротивления момент двигателя  $M_d = 12,316 \text{ Н} \cdot \text{м}$  и закон движения звена приведения  $\omega_1(\varphi_1)$  (рис. 2).

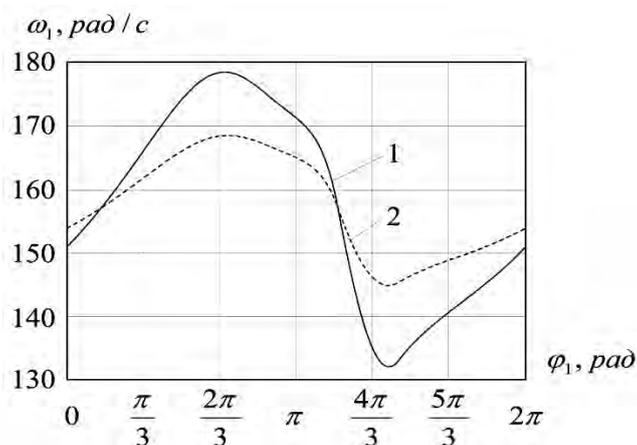


Рис. 2. Графики изменения угловой скорости звена приведения без установки (1) и с установкой (2) маховика

Как видно из графика угловой скорости, для снижения неравномерности вращения вала двигателя до допускаемого значения  $[\delta] = 0,15$  в данной машине требуется установить маховик. Рассчитан момент инерции маховика ( $I_{\max} = 1,29 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ ) и получен закон движения звена приведения с учетом установки маховика, анализ которого показывает снижение неравномерности вращения до допускаемых пределов.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Пластилин, П. И.** Поршневые компрессоры: в 2 т. Т. 1: Теория и расчет / П. И. Пластилин. – Москва: Колос, 2000. – 456 с.
2. **Massimo, С.** Experimental analysis and thermo-fluid-dynamic simulation of a reciprocating compressor with non-conventional crank mechanism / С. Massimo, G. Bonaventura // Energy Procedia. – 2017. – Vol. 126. – P. 1139–1146.
3. Планетарный механизм преобразования вращательного движения в возвратно-вращательное: пат. RU 2616457 / А. А. Приходько, А. И. Смелягин. – Оpubл. 17.04.2017.