

СКАЧКОВЫЕ ПОВОРОТНЫЕ МЕХАНИЗМЫ В ПОЛИГРАФИЧЕСКОМ МАШИНОСТРОЕНИИ

Механизмы периодического однозначного вращения с паузами нашли самое широкое применение в разнообразных конструкциях производственных машин-автоматов, в частности, в полиграфическом машиностроении. К этой группе механизмов относятся: различные мальтийские механизмы, механизмы неполнозубых колес, дифференциальные эпициклические механизмы, комбинированные кулачково-зубчатые механизмы и др. К механизмам периодического однозначного вращения предъявляются различные требования. В одних случаях требуется удлиненный выстой, во время которого осуществляется технологическая операция, в других — сокращенный.

В связи с расширением автоматизации технологических процессов эти механизмы получают все большее распространение. Они находят широкое применение в цикловых полиграфических автоматах, в качестве механизмов главных приводов конвейеров, каруселей и других поворотных цикловых исполнительных механизмов.

Дискретный характер операций технологических процессов изготовления полиграфической продукции в значительной мере предопределяет цикличность полиграфических машин-автоматов. Совершенствование, в частности, упрощение технологических процессов позволит создать безвыстойные машины-автоматы.

Однако и в этих условиях, когда транспортирующий орган движется непрерывно с постоянной скоростью, механизмы периодического однозначного вращения не теряют своего значения как исполнительные механизмы.

Наряду с расширением создания безвыстойных агрегатов важнейшей задачей является совершенствование цикловых автоматов, выпуск которых в ближайшие десятилетия должен увеличиваться.

Повышение производительности машин-автоматов во многом зависит от надежности работы цикловых механизмов. Дальнейшее совершенствование полиграфической техники требует углубленного исследования механизмов периодического однозначного вращения без пауз и с паузами для выявления возможности их унификации с учетом конкретных особенностей механизмов.

О многообразии механизмов периодического однозначного вращения с паузами или так называемых скачковых поворотных механизмов, применяемых в полиграфическом машиностроении, свидетельствует приведенная ниже обобщенная схема классификации (рис. 1).

Результаты проведенного автором параметрического исследования некоторых механизмов однозначного периодического вращения вкратце освещены ниже.

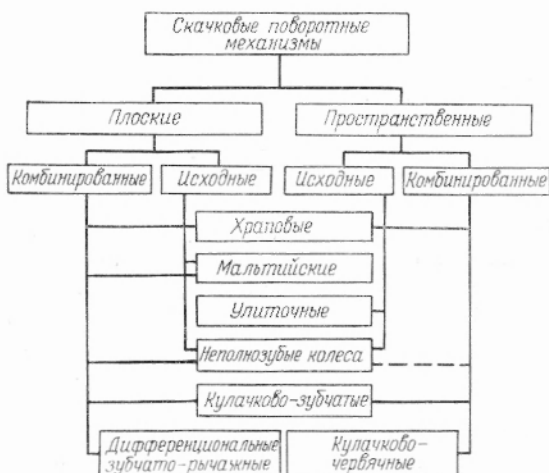
Важнейшими параметрическими характеристиками этих механизмов являются инварианты подобия следующих величин, выражаемые в системе физических модулей I, ω_1, r :

$$\text{константа пика угловой скорости } \omega_{2\text{мн}} = \frac{\omega_{2\text{м}}}{\omega_1};$$

$$\text{константа пика углового ускорения } \varepsilon_{2\text{мн}} = \frac{\varepsilon_{2\text{м}}}{\omega_1^2};$$

$$\text{константа пика кинетической мощности } N_{2\text{мн}} = \frac{N_{\text{кин}\cdot\text{м}}}{I\omega_1^3};$$

$$\text{относительное время движения } \tau = \frac{T_p}{T}, \text{ приведенные ниже.}$$



Обозначения:

$\omega_{2\text{м}}$ — пик угловой скорости ведомого звена;

$\varepsilon_{2\text{м}}$ — пик углового ускорения ведомого звена;

ε_0 — ускорение начальной фазы поворота ведомого звена;

$N_{\text{кин}\cdot\text{м}}$ — пик кинетической мощности;

ω_1 — угловая скорость ведущего равномерно вращающегося звена;

Рис. 1.

I — момент инерции масс ведомого вращающегося звена;

T_p — продолжительность поворота ведомого звена;

T — продолжительность полного кинематического цикла;

B, C, D — соответственно константы пика линейных скорости, ускорения и кинетической мощности в системе модулей I, γ_s, T_p ;

γ_s — угловой размах ведомого звена за период неравномерного движения.

1. **Четырехпазовый внешний мальтийский механизм** применяется

для поворота штанг присосных головок самонакладов тигельных автоматов АТЦ. Качественные характеристики:

$$\begin{aligned} \omega_{2\text{мн}} &= 2,41, \\ \varepsilon_{2\text{мн}} &= 5,40, \\ N_{2\text{мн}} &= 9,96, \\ \tau &= 0,25, \\ \varepsilon_0 &> 0. \end{aligned}$$

Механизм имеет неблагоприятную динамику, а поэтому применим лишь при относительно небольших скоростях.

Достоинством механизма является точная фиксация ведомого звена.

2. Шестипазовый внешний мальтийский механизм применяется для привода поворотного диска зажима главного конвейера агрегата БТГ-2, а также для привода ведущей звездочки цепи главного конвейера агрегатов БО-2, БТГ, БТГ-2.

Качественные характеристики:

$$\begin{aligned} \omega_{2\text{ми}} &= 1,00, \\ \varepsilon_{2\text{ми}} &= 1,35, \\ N_{2\text{ми}} &= 0,99, \\ \tau &= 0,33 \text{ (3)}, \\ \varepsilon_0 &> 0. \end{aligned}$$

Обладает теми же недостатками и преимуществами, что и четырехпазовый.

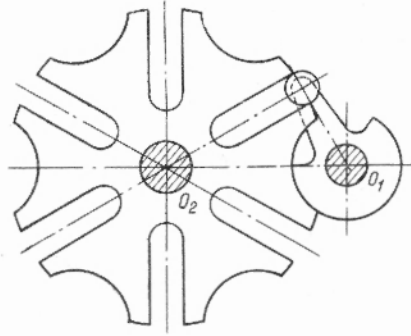


Рис. 3.

3. Восьмипазовый внешний мальтийский механизм применяется для привода карусели машин КМО и автоматов БИП-4.

Качественные характеристики:

$$\begin{aligned} \omega_{2\text{ми}} &= 0,62, \\ \varepsilon_{2\text{ми}} &= 0,69, \\ N_{2\text{ми}} &= 0,31, \\ \tau &= 0,375, \\ \varepsilon_0 &> 0. \end{aligned}$$

Обладает теми же недостатками и преимуществами, что и прочие мальтийские механизмы.

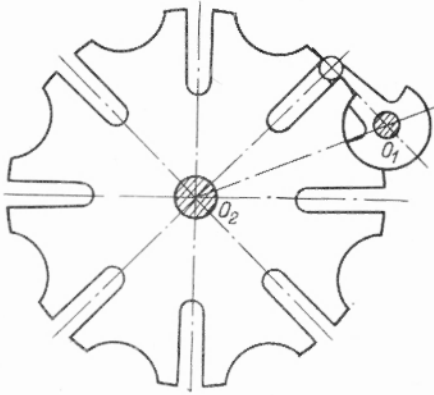


Рис. 4.

4. Комбинированный мальтийский механизм применяется для привода главного конвейера блокообработывающих агрегатов БТГ, БТГ-2, ББГ.

Качественные характеристики:

$$\begin{aligned} \omega_{2\text{ми}} &= 0,613, \\ \varepsilon_{2\text{ми}} &= 0,674, \\ N_{2\text{ми}} &= 0,289, \\ \varepsilon_0 &= 0,407, \\ \tau &= 0,488. \end{aligned}$$

Введение эллиптических колес в систему привода кривошипа несколько улучшило динамические характеристики шестипазового внешнего мальтийского механизма. Однако детали многосвязного привода нагружены значительными инерционными силами, что приводит к их быстрому износу. Механизм технологически сложен.

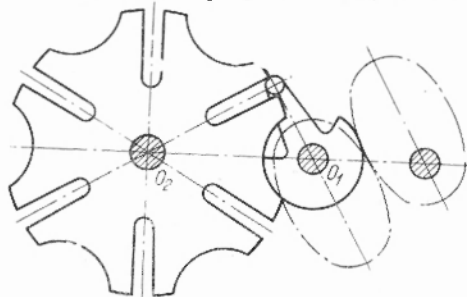


Рис. 5.

5. **Механизм неполнозубых колес с лобовым включением** применяется для поворота отливного колеса строкоотливной наборной машины, привода каретки накатных валиков тигельных машин ТТ-1, привода толкателя полуавтомата для обандероливания пачек тетрадей ЛУП. Включение шестерен сопровождается ударом. Механизм применим при малых скоростях и нагрузках в период включения.

τ — величина варьируемая.

6. **Механизм неполнозубых колес с эпициклоидальным кулисным включением** применяется для привода кривошипных валов боковых и передних ножей трехножевой резальной машины БОП-1, для привода талера плоскочечатного автомата «Поли» фирмы Манн. Качественные характеристики механизма являются функцией геометрического параметра $i = \frac{R_o}{r}$,

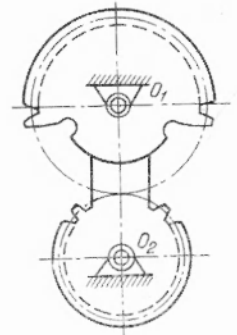


Рис. 6.

где при $i = 1,5 \div 3,0$,

$$\omega_{2\text{мн}} = 1,5 \div 3,0,$$

$$\varepsilon_{2\text{мн}} = 4,97 \div 15,71,$$

$$\Lambda_{2\text{мн}} = 4,58 \div 30,10,$$

$$\tau = 0,718 \div 0,336.$$

Механизм обладает неблагоприятной динамикой, а поэтому применим при относительно небольших нагрузках в период включения и выключения.

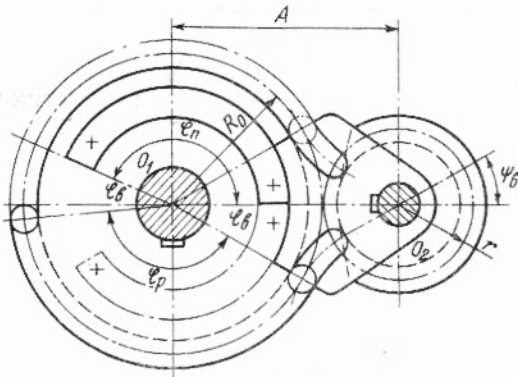


Рис. 7.

7. **Механизм неполнозубых колес с кулачковым включением** применяется для привода кривошипных валов боковых и передних ножей

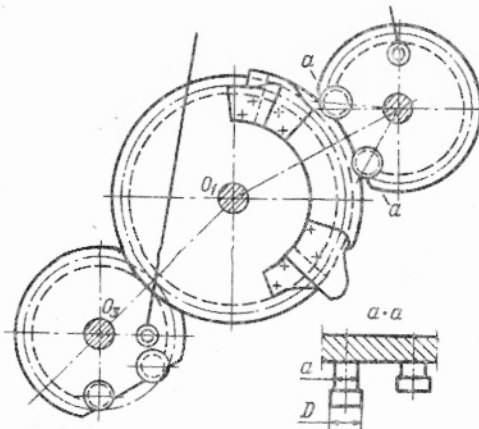


Рис. 8.

трехножевой резальной машины 2ТР, в приводах вращающихся формгрейферов.

Качественные характеристики механизмов неполнозубых колес с кулачковым включением являются функцией выбранного закона периодического движения, величины углов включения ведущего $\psi_{\text{вкл}}$ и ведомого $\psi_{\text{вкл}}$ колес, установленной величины параметра:

$$\xi_0 = \frac{\psi_{\text{вкл}}}{\pi};$$

$$\omega_{2\text{мн}} = B \frac{\varphi_{\text{вкл}}}{\psi_{\text{вкл}}};$$

$$\varepsilon_{2\text{мн}} = C \frac{\left[\left(1 - \frac{1}{B} \right) \xi_0 + \frac{1}{B} \right]^2}{2\pi \xi_0 \tau^2};$$

$$N_{2\text{мн}} = D \frac{\left[\left(1 - \frac{1}{B} \right) \xi_0 + \frac{1}{B} \right]^3}{2\pi \xi_0 \tau^3},$$

τ — величина варьируемая.

Механизм имеет более благоприятную динамику и применим в быстроходных машинах. Однако он несколько сложнее предыдущего.

8. **Комбинированный кулачково-зубчатый механизм** применяется для привода валиков подачи марли в марлевой секции блокообработывающих агрегатов БТГ, привода транспортера блокообжимных пресов БМД-2.

Качественные характеристики являются функцией угла поворота ведомого звена $\frac{2\pi}{z}$ и заданного закона периодического движения ведомого звена.

$$\omega_{2\text{мн}} = \frac{B}{\tau z};$$

$$\varepsilon_{2\text{мн}} = \frac{C}{2\pi z^2 \tau^2};$$

$$N_{2\text{мн}} = \frac{D}{2\pi z^2 \tau^3};$$

τ — величина варьируемая.

Механизм применим при относительно невысоких требованиях к точности фиксации ведомого звена.

9. **Комбинированный кулачково-зубчатый механизм** применен для привода карусели девятипозиционного штриховального автомата «Смайт». Вал O_2 связан с ведущей шестерней посредством управляемой поводковой муфты (на рисунке не показанной) при движении рейки в одном направлении.

Качественные характеристики:

$$\omega_{3\text{мн}} = \frac{B}{9\tau};$$

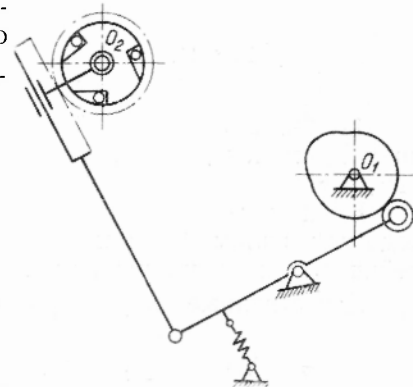


Рис. 9.

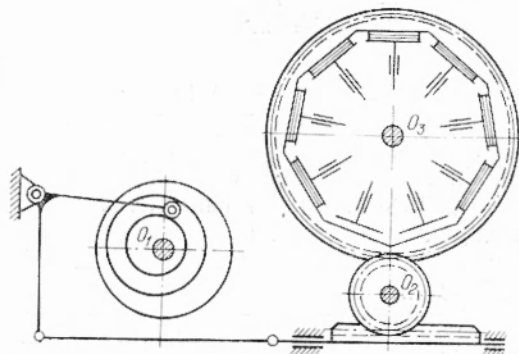


Рис. 10.

$$\varepsilon_{3\text{ми}} = \frac{C}{18\pi\tau^2};$$

$$N_{3\text{ми}} = \frac{D}{16 \cdot 2 \pi \tau^3};$$

τ — величина варьируемая.

Механизм перспективен для быстроходных машин-автоматов. Недостаток — относительная сложность компоновки.

10. **Комбинированный кулачково-зубчатый механизм** применен для привода конвейера капально-приклеечного автомата «Смайт». Зубчатый сектор соединяется с ведомой шестерней при движении его в одном направлении.

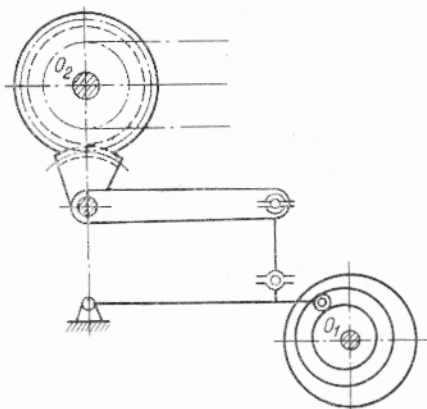


Рис. 11.

Качественные характеристики:

$$\omega_{2\text{ми}} = \frac{B}{z\tau};$$

$$\varepsilon_{2\text{ми}} = \frac{C}{2\pi z \tau^2};$$

$$N_{2\text{ми}} = \frac{D}{2\pi z^2 \tau^3};$$

τ — величина варьируемая.

Обладает теми же преимуществами, что и механизм, изображенный на рис. 10.

11. **Пространственный комбинированный кулачково-зубчатый механизм** применен для поворота блока крыльев книговставочной машины «Родас».

Блок крыльев соединяется с ведомым валом O_2 при движении рейки в одном направлении.

Качественные характеристики:

$$\omega_{2\text{ми}} = \frac{B}{3\tau};$$

$$\varepsilon_{2\text{ми}} = \frac{C}{6\pi\tau^2};$$

$$N_{2\text{ми}} = \frac{D}{18\pi\tau^3};$$

τ — величина варьируемая.

Механизм обладает неблагоприятной динамикой. Применим в относительно тихоходных машинах.

12. **Комбинированный кулачково-червячный механизм** применен для вывода брошюр подборочно-швейно-крытвенно-резального агрегата БКГ-2.

Качественные характеристики являются функцией выбранного закона периодического движения, оптимального коэффициента сокращения диаграммы ускорений $\varepsilon_{\text{опт}}$, коэффициента

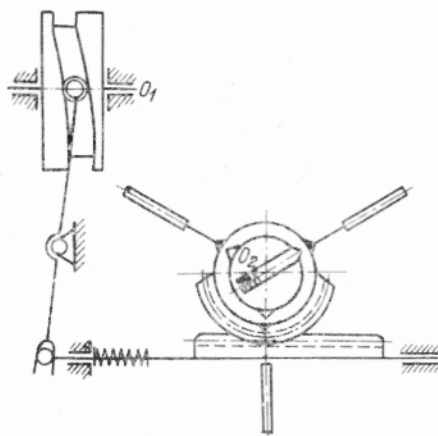


Рис. 12.

$$\xi = \frac{\varepsilon_{\text{онг}} + B(1 - \varepsilon_{\text{онг}})}{B(1 - \varepsilon_{\text{онг}})};$$

$$\omega_{2\text{мн}} = \frac{B(1 - \varepsilon_{\text{онг}})}{z(\tau - \varepsilon_{\text{онг}})};$$

$$\varepsilon_{2\text{мн}} = C \frac{(1 - \tau)^2 (1 - \varepsilon)^2}{2\pi z (\tau - \varepsilon)^2} \cdot \xi;$$

$$N_{2\text{мн}} = D \frac{(1 - \tau)^2 (1 - \varepsilon)^3}{\pi z^2 (\tau - \varepsilon)^3} \cdot \xi;$$

τ — величина варьируемая.

Механизм обладает хорошими динамическими характеристиками. Недостаток — относительно низкий к. п. д.

Перспективен для быстроходных механизмов при относительно небольших нагрузках и числе позиций $z > 6$.

13. Улиточный механизм применен в конвертных машинах.

Качественные характеристики:

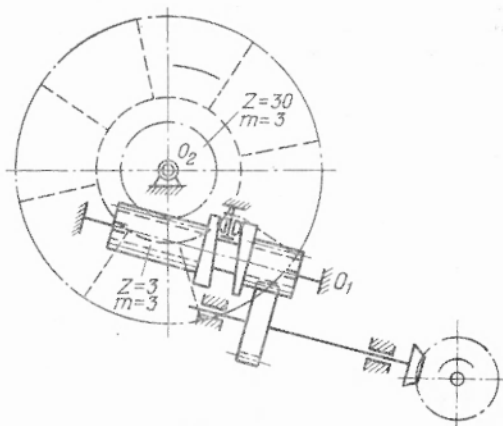


Рис. 13.

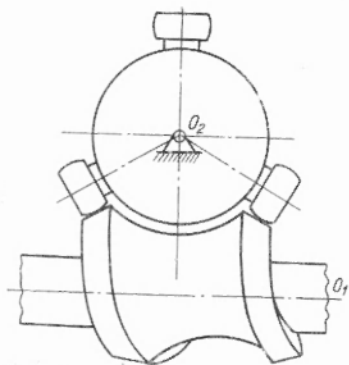


Рис. 11.

$$\omega_{2\text{мн}} = \frac{B}{3\tau};$$

$$\varepsilon_{2\text{мн}} = \frac{C}{6\pi\tau^2};$$

$$N_{2\text{мн}} = \frac{D}{18\pi\tau^3};$$

τ — величина варьируемая.

Механизм обладает хорошими динамическими характеристиками. Недостаток — относительная сложность изготовления и сравнительно низкий к. п. д.

Применен в быстроходных машинах-автоматах при незначительных нагрузках.

Отметим, что истинная динамика рассматриваемых механизмов существенно отличается от описания её элементарными формулами теории механизмов и машин, идеализирующими условия работы механических систем. В действительности на механику систем накладываются конкретные условия: упругие деформации звеньев и неизбежно возникающие в системе собственные и вынужденные упругие колебания; координатные неточности сборки и, в частности, наличие зазоров в кинематических сопряжениях; неравномерность хода машины и др.

Поэтому нередки случаи, когда механизмы, хорошо зарекомендовавшие себя в одних условиях, оказываются непригодными в других условиях.

Для выбора оптимального механизма периодического однозначного вращения с учетом конкретных условий необходимо накопление качественных характеристик (константы пиков скорости, ускорения, кинетической мощности, суммарных крутящих моментов, мгновенные и сум-

марные к.п.д., коэффициенты динамичности, габаритные характеристики, относительная металлоемкость и др.).

Автором настоящей статьи на кафедре полиграфических машин УПИ проведено параметрическое аналитическое исследование внешних мальтийских механизмов, механизмов неполнозубых колес, кулачково-червячных механизмов, дополняемое соответствующими экспериментальными исследованиями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Н. И. Артоболевский, Н. И. Левитский, С. А. Черкудинов. Синтез плоских механизмов, Машгиз, 1958.
2. С. Н. Кожевников. Элементы механизмов, Оборонгиз, 1949.
3. Н. В. Сперанский. Проектирование мальтийских механизмов, Изд-во АН СССР, 1960.
4. Е. Г. Нахапетян. Исследование динамики правильных мальтийских механизмов станков-автоматов. Труды семинара по ТММ, т. XIV, вып. 53, 1953.
5. Э. И. Шехвиц. Исследование механизмов периодического пворота столов и барабанов в машинах-автоматах. В кн. «Автоматизация машиностроительных процессов», т. II, Изд-во АН СССР, 1959.
6. А. С. Черкудинов, Л. Б. Майсюк. Эпициклический механизм привода главного транспортера агрегата БТГ. Отчет ин-та машиноведения, 1963.
7. Л. К. Белозерский, Г. П. Смирнов. Переплетно-брошюровочные машины, «Искусство», 1960.
8. К. В. Тир. Комплексный расчет кулачковых механизмов, Машгиз, 1958.
9. К. В. Тир. Метод инвариантов подобия в механике машин. Автореферат докторской диссертации, Львов, 1963.

MECHANISMS OF PERIODICAL AND SIMPLE ROTATION OF SOME POLYGRAPHIC AUTOMATIC MACHINES

M. E. FISHIN

The parametric investigation of some mechanisms of simple and periodic rotation is made. It is necessary to accumulate the qualitative characteristics enumerated in this article, for choosing an optimum mechanism of periodic and simple rotation with regard for concrete conditions.
