

## ТЕХНОЛОГИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ

**УДК 621.83.069.2**

**Л.В. Шенкман, С.Н. Козлова**

### **ХРАПОВЫЕ МЕХАНИЗМЫ СВОБОДНОГО ХОДА БЛОЧНОЙ КОНСТРУКЦИИ**

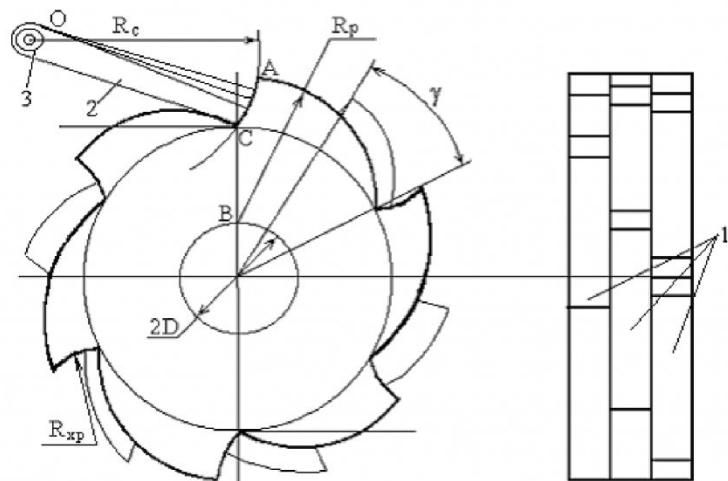
Механизмы свободного хода (МСХ) любой конструкции играют роль механического диода, обеспечивая передачу крутящего момента в одном направлении. Широкий спектр конструкций таких механизмов (роликового, сухарного, клинового и эксцентрикового типов) говорит об обширной области применения таких механизмов в промышленности. Они находят применение в приводах стартеров, трансмиссиях станков, в комплексных гидротрансформаторах, задних мостах автомобилей с блокирующимся дифференциалом и т.д.

В связи с развитием механических бесступенчатых инерционно-импульсных передач, где механизмы свободного хода несут наибольшую нагрузку [1], выяснилась неудовлетворительная надежность и низкий КПД существующих МСХ. Это объясняется тем, что все вышеупомянутые

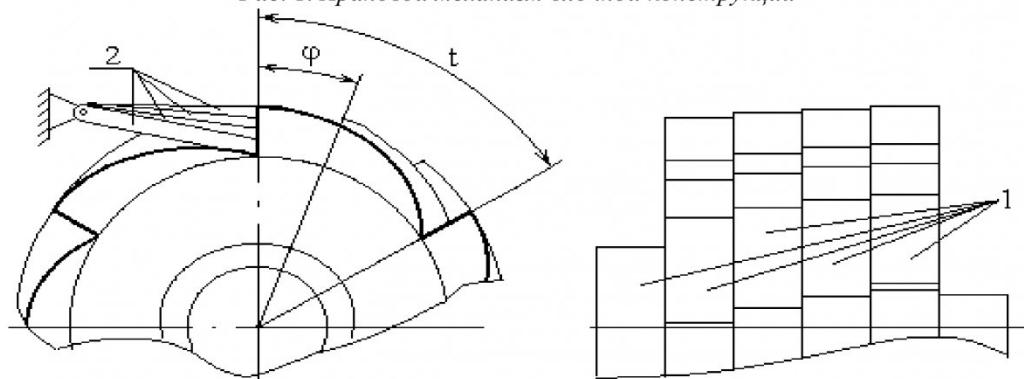
МСХ работают по принципу фрикционного замыкания. Единственная разновидность механического диода, замыкающегося с помощью тангенциальных сил – это храповые МСХ. Недостатки таких МСХ: большие усилия поджима собачек, невысокие допустимые обороты храповиков и низкая прочность зуба храповика при малых шагах зубьев. Включение храповых МСХ сопровождается большими ударными нагрузками.

Как альтернативу вышеупомянутым МСХ следует рассматривать блочную конструкцию МСХ, свободную от недостатков храповых МСХ и обладающую их преимуществами. Это оригинальная конструкция, не использовавшаяся и не исследовавшаяся ранее.

Конструкция храпового МСХ блочного типа [2] представлена на рис. 1.



*Рис. 1. Храповой механизм блочной конструкции*



*Рис. 2. Блочный МСХ из четырех секций*

Храповик состоит из нескольких дисков с зубьями постоянного шага. Профиль зубьев образован окружностью радиусом  $R_p$  с центром, отстоящим от оси храповика на величину  $D$ . Диски жестко соединены между собой так, что зуб последующего диска смещен относительно предыдущего в одну сторону на величину  $\gamma = t/n$ , где  $n$  – число дисков. Таким образом, этот МСХ обладает храповиком с малым шагом зубьев, но последние благодаря своим размерам способны выдерживать большие ударные нагрузки. Торец АС зуба храповика образован окружностью радиусом  $R_c = OC$ . Каждому диску соответствует своя собачка 2, прижимаемая к зубу храповика отдельной пружиной 3.

Стремление максимально уменьшить шаг храповика МСХ привело к созданию еще ряда модификаций блочных МСХ. Так благодаря поиску конструкции МСХ с минимальным обратным ходом при обратном импульсе появился механизм, показанный на рис. 2.

Конструкция представляет собой дальнейшую модификацию предыдущего варианта. Здесь храповик состоит из четырех дисков 1 с шагом зубьев  $t$ . Смещение каждого диска на угол  $\varphi = t/n$  относительно соседнего позволяет получить минимальный зазор между торцем зуба храповика и собачкой при возникновении обратного импульса.

Особенностью конструкции [3], изображенной на рис. 3 является торец АВ профиля зуба храповика, выполненный по логарифмической спирали, описываемой уравнением:

$$r = ce^{\beta/f},$$

где  $r$  – длина собачки.  $\beta$  – угол поворота собачки,  $f$  – коэффициент трения между торцами зуба храповика и собачки.

Торец собачки выполнен ступенчатым, длина каждой ступени определяется из соотношения  $t/n$ , а высота ступени  $h=H/n$ , где  $n$  – число принятых ступеней.

Подобная конструкция обеспечивает надежное замыкание собачки с зубом храповика даже в том случае, если между торцем собачки и торцем

зуба образуется угол при условии, что  $\operatorname{tg} \alpha \leq f$ . Кроме того, МСХ сработает даже если собачка войдет в замыкание с зубом только одной или двумя ступенями.

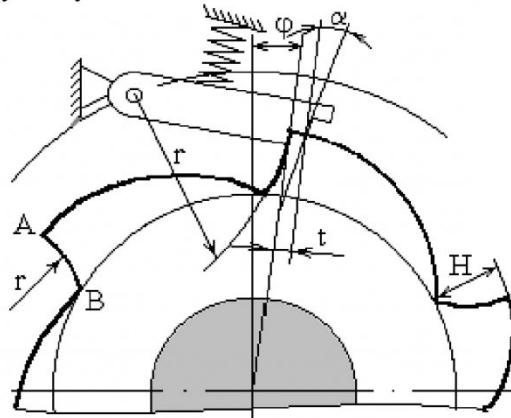


Рис. 3. МСХ со ступенчатой собачкой

На рис. 4. показан храповой МСХ [4] с еще меньшим обратным ходом храповика.

Каждый храповой диск 1 этого механизма имеет зубья, выполненные с угловым шагом  $t=360/z$ , где  $z$  – число зубьев храпового диска.

Диски, как и в предыдущих конструкциях, жестко соединены между собой и каждому из них соответствует свой пакет 2 собачек 3, установленных с шагом  $\theta = \gamma/m$ , где  $\gamma$  – угловой шаг собачек в одном пакете;  $m$  – число собачек в пакете.

Пакеты собачек так же, как и в предыдущих конструкциях, жестко соединены между собой, причем торец собачек предыдущего пакета смещен относительно торца собачек последующего пакета на величину  $\varphi = \theta/m$ .

После сборки весь механизм обеспечивает минимальный обратный ход:

$$t=360/(z \cdot m^2).$$

Однако самый малый обратный ход храпового МСХ блочного типа можно обеспечить с помощью конструкции, приведенной на рис. 5.

Храповик 1 этого МСХ имеет  $n$  зубьев с шагом  $t=360/n$ . Размеры зубьев определяются из условия прочности. На корпусе 3 располагается  $(n+1)$  собачек 2, имеющих шаг:

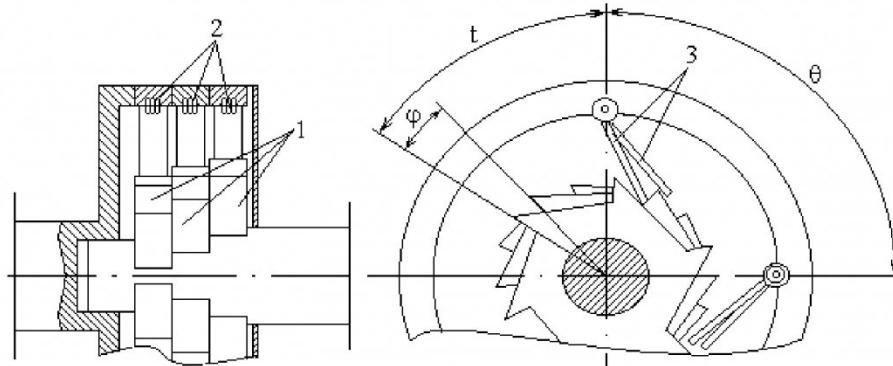


Рис. 4. Выходной МСХ блочного типа

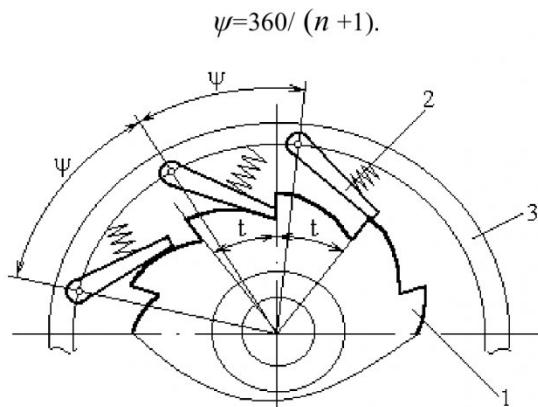


Рис. 5. MCX с собачками различной длины.

В этом случае минимальный обратный ход MCX составляет:

$$\varphi_{\min} = \frac{360}{n(n+1)}.$$

Если такие блоки храповиков, собачек и корпусов в количестве  $K$  соединять по принципу кон-

Храповой MCX любой конструкции обладает высокой жесткостью при включении. Настолько высокой, что эта жесткость значительно превышает таковую у всех MCX фрикционного типа. При замыкании храпового MCX возникают высокие нагрузки на все его элементы, в частности, на собачки, оси собачек и пружины.

В связи с этим была разработана конструкция, способная выдерживать эти нагрузки и обеспечивающая достаточную надежность MCX. В этом механизме, изображенном на рис. 6, осью собачки 1 является сама собачка с соответствующим профилем ее закрепления в обойме храповика 2. При работе инерционного трансформатора поджим собачек к зубьям храповика осуществляется за счет центробежных сил инерции, увеличивающихся с ростом частоты вращения обоймы храповика.

Наиболее нагруженная область применения храпового MCX блочной конструкции – работа в составе бесступенчатой механической инерцион-

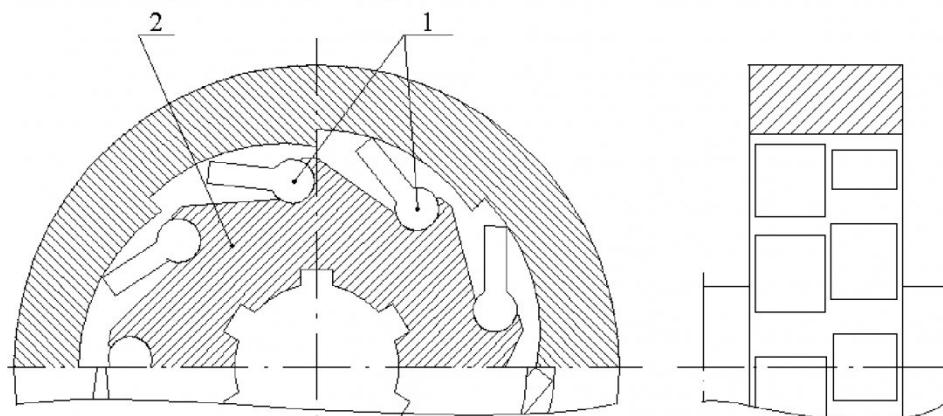


Рис. 6. MCX без осей собачек

струкции, показанной на рис. 2, можно получить минимальный обратный ход:

$$\varphi_{\min} = \frac{360}{n(n+1) \cdot K},$$

для опытной конструкции с параметрами  $n = 9$ ,  $K = 3$ :  $\varphi_{\min} = 1,33^\circ$ .

но-импульсной передачи. MCX блочной конструкции обладает малым шагом замыкания, но при этом обеспечивается прочность зуба храповика при обратном импульсе. Экспериментальные исследования показали, что данная конструкция может работать при высоких оборотах и выдерживать большие ударные нагрузки.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баженов С.П. Бесступенчатые передачи тяговых и транспортных машин. ЛГТУ, Липецк, 2003 г.
2. Свид. №5227 РФ МКИ F16H 27/02 Микрохраповый механизм. /Бондалетов В.П., Леонов А.И. Заявл. 23.07.96 г. Опубл. 16.10.97 г. бюлл. №10 – 2с.
3. Свид. №13405 РФ МКИ F16H 27/02 Микрохраповый механизм. /Бондалетов В.П., Любкин А.В., Крылов С.В. Заявл. 16.03.99г. Опубл. 10.04.2000г. бюлл. №10 – 2с.
4. Свид. №12445 РФ МКИ F16H 27/02 Блок микрохраповых механизмов. /Бондалетов В.П. и др. Заявл. 11.05.99г. Опубл. 10.01.2000г. бюлл. №1 – 2с.

Авторы статьи

Шенкман

Людмила Владиславовна,  
канд. техн. наук, доцент каф. теории  
и конструирования машин (Ковров-  
ская гос. технологическая академия),  
e-mail: [kgtatikm@mail.ru](mailto:kgtatikm@mail.ru)

Козлова

Светлана Николаевна,  
канд. техн. наук, доцент каф. теории  
и конструирования машин (Ковров-  
ская гос. технологическая академия),  
e-mail: [kgtatikm@mail.ru](mailto:kgtatikm@mail.ru)