

## **Синтез принципиальной схемы модернизированного варианта адаптивной фрикционной муфты с комбинированной обратной связью**

**М.П.Шишкарев, К.О.Кобзев**

Адаптивные фрикционные муфты (далее АФМ) с комбинированной обратной связью относятся к классу АФМ второго поколения [1]. Отличительными особенностями муфт данного класса являются:

- наличие в составе дополнительной фрикционной группы (далееДФГ), которая не охвачена комбинированной обратной связью, как основная фрикционная группа (далее ОФГ), т. е. так называемой «нулевой» обратной связью;
- более высокие, при равных конструктивных параметрах, нагрузочная способность и точность срабатывания.

В ряде работ, посвященных исследованию АФМ с отрицательно-нулевой обратной связью, решаются задачи по установлению оптимальной величины коэффициента усиления (далее КУ) [2], максимизации нагрузочной способности [3], точности срабатывания [4] и др. Вместе с тем, общие вопросы, связанные с установлением оптимальных взаимодействий между отдельными параметрами муфты, и надавленные на ее оптимальное функционирование, в настоящее время еще не решены. Это не позволило создать основы общей теории АФМ с указанной обратной связью [5,6].

В модернизированном варианте адаптивной фрикционной муфты величина распорной силы уменьшается вследствие снижения вращающего момента, который передает дополнительная фрикционная группа, в том числе, при максимальном значении коэффициента трения. Следовательно, для сохранения параметров величины распорной силы необходимо увеличить коэффициент усиления  $S$  [7].

Уточнение относительно физического смысла коэффициента  $n$ . В

принципе он может быть отнесен как к параметру  $R_{cp}$ , так и к параметру  $F_n$  ( $R_{cp}$  - средний радиус поверхностей трения основной фрикционной группы и дополнительной фрикционной группы (изменяет одинаковым для обеих фрикционных групп),  $F_n$  - сила натяжения пружины 9 на рис.1).

Поскольку  $n < 1$ , в первом случае уменьшение величины  $n$  должно носить ограниченный характер, поскольку при ненулевой величине силы  $F_n$  происходит увеличение давления на поверхности трения ДФГ из-за уменьшения площади контакта, а также наблюдается неравномерный износ рабочих поверхностей пар трения основной фрикционной группы и дополнительной фрикционной группы вследствие неодинаковой скорости скольжения и буксования.

Таким образом, далее следует относить коэффициент  $n$  к параметру  $F_n$ , величина которого при варьировании может изменяться в более широких пределах. Последнее позволяет сделать важный вывод о необходимости введения в АФМ принципа отдельного силового замыкания пар трения ОФГ и ДФГ [7].

Вариант адаптивной фрикционной муфты второго поколения, в котором априори силовое замыкание пар трения основной фрикционной группы (ОФГ) и дополнительной фрикционной группы разделено на автономное. При этом усилие замыкания пар трения ДФГ должно быть меньше, чем пар трения ОФГ.

Условием данного силового замыкания является соблюдение принципа независимости, т. е. полного осуществления влияния усилия замыкания одной фрикционной группы на другую фрикционную группу и наоборот [8].

Учитывая, что в базовом варианте АФМ второго поколения (при осуществлении отдельного силового замыкания пар трения ОФГ и ДФГ) один нажимной элемент осуществляет силовое замыкание обеих фрикционных групп, а ДФГ располагается между силовыми нажимными элементами и ОФГ, в новой синтезированной принципиальной схеме АФМ с

раздельным силовым замыканием должно быть введено автономное силовое замыкание пар трения ДФГ.

Принципиальная схема АФМ с раздельным силовым замыканием согласно измененной математической модели показана на рис. 1.

Муфта состоит из соосно расположенных одна относительно другой полумуфты 1 и 2, связанных между собой кинематически при помощи ОФГ, состоящей из фрикционных дисков 3 и 4. Диски 3 соединены со ступицей, состоящей из фрикционных дисков 3 и 4. Диски 3 соединены со ступицей, нажимного диска 5, диски 4 – с барабаном полумуфты 2 [9].

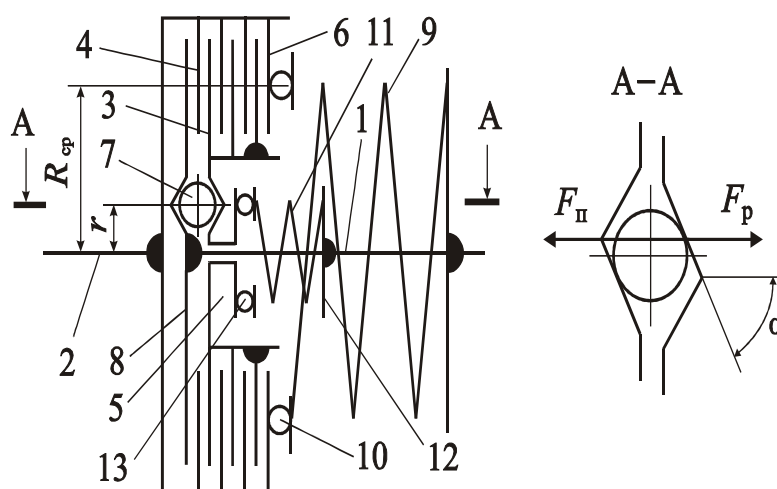


Рис. 1. – Принципиальная схема модернизированного варианта АФМ с комбинированной обратной связью.

ДФГ муфты состоит из фрикционных дисков 6 и 7. Диски 6 соединены со ступицей стакана 8, диски 7 – с барабаном полумуфты 2[10].

Стакан 8 соединен со ступицей нажимного диска 5 с помощью шлицевого соединения, которое позволяет стакану перемещаться в осевом направлении относительно нажимного диска. За счет этого обеспечивается исключение передачи осевого усилия на нажимной диск от замыкания пар трения ДФГ. Для достижения указанной цели используется также осевой упор 9, жестко закрепленный на ступице полумуфты 1. Во время работы стакан 8 опирается на упор 9.

Управляющее устройство (далее УУ) обратной связи АФМ состоит из тел качения 10, которые размещены в скошенных гнездах, выполненных на взаимобращенных торцах нажимного диска 5 и упорного диска 11, жестко закрепленного на ступице полумуфты 1 (см. рис. 1, сечение А-А) [10,11].

Силовое замыкание пар трения ОФГ осуществляется при помощи пружины 12, поставленной с предварительным натяжением и опирающейся своим правым торцом на упор 9.

Силовое замыкание пар трения ДФГ осуществляется при помощи пружины 13, поставленной в муфту с предварительным натяжением.

Для уменьшения трения между пружиной 12 и нажимным диском 5, а также между пружиной 13 и стаканом 8 установлены соответственно упорные подшипники 14 и 15.

Выводы. Предложена принципиальная схема модернизированного варианта АФМ второго поколения на основе формализации распределения силовых факторов при замыкании пар трения ОФГ и ДФГ, позволяющая упростить конструкцию муфты по сравнению с базовым вариантом.

#### **Литература:**

1. Шишкарев М.П. Адаптивные фрикционные муфты. Исследование, конструкции и расчет [Текст]: Науч. издание. – Ростов н/Д: Изд-во РГАСХМ, 2002. – 228 с.
2. Saripalli S. Landing a Helicopter on a Moving Target [Текст] // Robotics and Automation. IEEE International Conference, 2007, pp. 2030 - 2035.
3. Gavrilets V., Martinos I., Mettler B., Feron E. Control logic for automated aerobatic flight of miniature helicopter [Текст] // Navigation and Control Conference. AIAA Guidance, 2002, pp. 385-394.
4. Шигаев М.В., Евдокимов С.В., Истомина Т.В., Сафронов А.И., Левин Ю.Ю., Ерофеев В.А. Обоснование использования метода импульсной лазерной сварки на производстве систем доставки коронарных стентов [Электронный ресурс] // «Инженерный вестник Дона», 2011, №4. Режим

доступа: <http://ivdon.ru/magazine/archive/n4y2011/518> (доступ свободный) - Загл. с экрана. – Яз.рус.

5. Бузало Н.А., Гайджуков П.П., Кожихов А.Г. Исследования сжатых перфорированных стоек и совершенствование их конструктивной формы [Электронный ресурс]// «Инженерный вестник Дона», 2009, №2. – Режим доступа: <http://ivdon.ru/magazine/archive/n2y2009/129> (доступ свободный) - Загл. с экрана. – Яз.рус.

6. Шишкарев М.П. Точность срабатывания адаптивных фрикционных муфт [Текст] / Вестн. машиностроения. – 2005. – № 12. – С. 17–18.

7. Шишкарев М.П. Об ограничениях при выборе параметров некоторых типов адаптивных фрикционных муфт [Текст]// Вестн. машиностроения. – 2001. – № 7. – С. 8–11.

8. Шишкарев М.П. Теоретические основы применения комбинированной обратной связи в адаптивных фрикционных муфтах [Текст]// Вестн. машиностроения. – 2005. – № 7. – С. 16–19.

9. Шишкарев М.П. Математические модели адаптивного фрикционного контакта твердых тел второго поколения [Текст]// Математические методы в технике и технологиях: Сб. тр. XVIII Междунар. науч. конф. В 10 т. Т. 5. Секция 5 «Компьютерная поддержка производственных процессов» / Под общ. ред. В.С. Балакирева – Казань: изд-во Казанского гос. технол. ун-та, 2005. – С. 72–76.

10. Шишкарев М.П. Комплексная оценка эксплуатационных характеристик адаптивных фрикционных муфт [Текст]// Вестн. машиностроения. – 2006. – № 4. – С. 29–30.

11. Шишкарев М.П. Математическая модель устойчивости движения привода с адаптивной фрикционной муфтой [Текст]// Математические методы в технике и технологиях: Сб. тр. XV Междунар. науч. конф. В 10 т. Т. 8. Секция 8 «Компьютерная поддержка технологических процессов и производственных

систем» / Под общ. ред. В.С. Балакирева. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2002. – С. 70–75.