

ВЫБОР ФОРМЫ НАГРУЗОЧНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ АДАПТИВНЫХ ФРИКЦИОННЫХ МУФТ С РАЗДЕЛЬНЫМ СИЛОВЫМ ЗАМЫКАНИЕМ

Рамазанов Д.А.

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Аннотация. Установлено, что в условиях практики возможно применение адаптивных фрикционных муфт второго поколения с раздельным силовым замыканием, имеющих две различные формы нагрузочной характеристики: в виде кривой, монотонно возрастающей в интервале значений коэффициента трения; в виде кривой, имеющей точку максимума внутри указанного интервала, исключая его граничные значения. Показано, что на выбор типа адаптивной фрикционной муфты и ее технико-эксплуатационных характеристик влияют, в основном, значение номинального вращающего момента и заданная предельная масса привода. Сформулированы три основных требования, предъявляемые к адаптивным фрикционным муфтам, работающим в составе привода машины.

Ключевые слова: адаптивная фрикционная муфта, раздельное силовое замыкание, нагрузочная характеристика, форма, вращающий момент, коэффициент усиления.

SELECTION OF THE SHAPE OF THE LOAD CHARACTERISTICS OF ADAPTIVE FRICTION COUPLINGS WITH SEPARATE POWER CLOSURE

Ramazanov D. A.

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

Abstract. It is established that in practice it is possible to use adaptive friction clutches of the second generation with a separate power circuit, having two different forms of load characteristics: in the form of a curve monotonically increasing in the range of values of the coefficient of friction; in the form of a curve having a maximum point within the specified interval, excluding its boundary values. It is shown that the choice of the type of adaptive friction clutch and its technical and operational characteristics are mainly influenced by the value of the nominal torque and the specified maximum mass of the drive. Three main requirements for adaptive friction clutches operating as part of the machine drive are formulated.

Keywords: adaptive friction clutch, separate power circuit, load characteristic, shape, torque, gain.

Состояние вопроса. Созданные в последнее время конструкции адаптивных фрикционных муфт (АФМ) с раздельным силовым замыканием могут иметь, в зависимости от значений конструктивных параметров, три различные формы нагрузочной характеристики, т. е. зависимости предельного вращающего момента муфты от значения коэффициента трения между фрикционными элементами, передающими нагрузку [1, 2]:

- кривая 1 (рис. 1), монотонно возрастающая в интервале значений коэффициента трения $f_{\min} \dots f_{\max}$ (где f_{\min} и f_{\max} – соответственно минимальный и максимальный коэффициенты трения);
- кривая 2, монотонно убывающая в указанном интервале значений коэффициента трения;
- кривая 3, достигающая максимума внутри указанного интервала значений коэффициента трения, за исключением его граничных значений.

В работах [3, 4] отмечается, что форма нагрузочной характеристики АФМ (первый и второй конструктивные варианты) зависит от значения коэффициента усиления (КУ) отрицательной обратной связи. В частности, третья форма нагрузочной характеристики (кривая 3) может иметь разновидности, в зависимости от значений КУ (рис. 2):

- кривая 1, для которой характерно равенство друг другу вращающих моментов при минимальном и максимальном значениях коэффициента трения;
- кривая 2 с асимметрией влево (относительно кривой 1), для которой характерно следующее неравенство:

$$T_{f_{\min}} > T_{f_{\max}},$$

где $T_{f_{\min}}$, $T_{f_{\max}}$ – предельные вращающие моменты АФМ соответственно при минимальном и максимальном значениях коэффициента трения;

– кривая 3 с асимметрией вправо (относительно кривой 1), для которой характерно следующее неравенство:

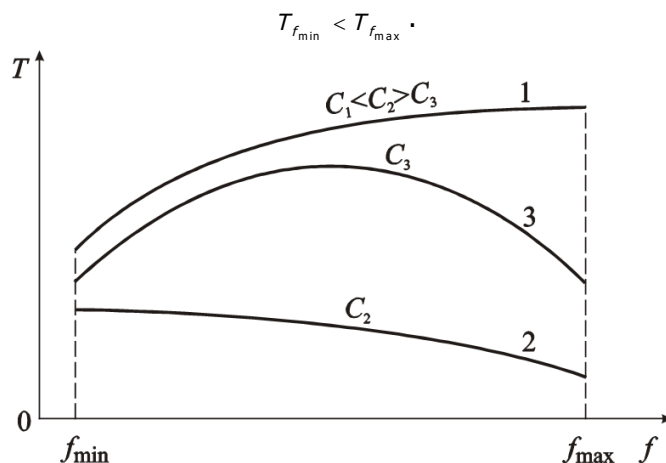


Рисунок 1 - Формы нагрузочной характеристики АФМ второго поколения с отдельным силовым замыканием

Режим работы АФМ, для которого нагрузочные характеристики представлены кривыми, изображенными на рис. 2, называется «особым» режимом. Соотношения между значениями КУ C , при которых достигаются различные формы нагрузочных характеристик, имеют следующий вид:

– по рис. 1:

$$C_1 < C_2 > C_3, \\ C_1 < C_3,$$

где C_1, C_2, C_3 – КУ соответственно для первой, второй и третьей форм нагрузочной характеристики;

– по рис. 2:

$$C_1 < C_2, \\ C_1 > C_3.$$

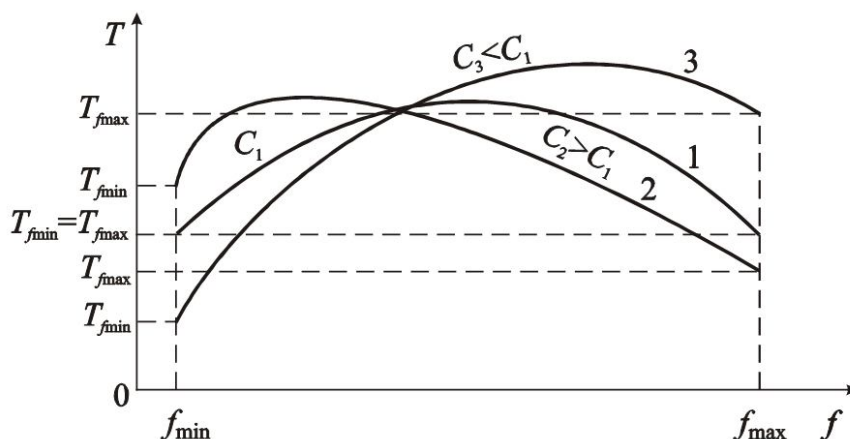


Рисунок 2 - Варианты третьей формы нагрузочной характеристики АФМ второго поколения с отдельным силовым замыканием

Как показали исследования, с увеличением КУ повышается точность срабатывания АФМ и уменьшается их номинальная нагрузочная способность [5, 6]. Следовательно, АФМ, работающая в «особом» режиме (кривая 3, рис. 1, и кривая 1, рис. 2), обладает более высокой точностью срабатывания по сравнению с АФМ, нагрузочная характеристика которой соответствует кривой 1 (рис. 1) и кривым 2 и 3 (рис. 2).

Что касается нагрузочной характеристики АФМ, которой соответствует кривая 2 (рис. 1), данная форма достигается за счет больших значений КУ ($C > 18...20$), причем точность срабатывания муфт не превышает точность срабатывания при форме нагрузочной характеристики, представленной кривой 3 (рис. 1).

Таким образом, каждая из рассчитанных форм нагрузочной характеристики отличается не только соответствующей кривой, но и номинальной нагрузочной способностью, точностью срабатывания, а также совокупностью данных эксплуатационных показателей.

Постановка задачи исследования. Установление факторов, влияющих на выбор формы нагрузочной характеристики АФМ с отдельным силовым замыканием.

Решение задачи. При выборе типа АФМ и ее эксплуатационных характеристик учитываются следующие исходные данные:

- значение номинального вращающего момента, действующего в месте установки АФМ в приводе машины;
- предельная масса и габаритные размеры привода машины.

Первое исходное данное влияет на нагрузочную способность АФМ, второе исходное данное непосредственно связано с точностью срабатывания муфты.

Последнее объясняется тем, что, согласно данным работ [7, 8], точность срабатывания предохранительных муфт влияет на массу деталей и узлов привода машины следующим образом: повышение точности срабатывания предохранительных муфт приводит к снижению действующих в приводе максимальных нагрузок и, следовательно, к возможности уменьшения размеров и массы деталей привода.

Из всех классов предохранительных муфт АФМ являются единственными их представителями, точность срабатывания которых можно назначать в процессе расчета и проектирования. Изменение точности срабатывания АФМ осуществляется исключительно за счет варьирования значения КУ [9, 10].

Исследование показало, что для первой формы нагрузочной характеристики АФМ с отдельным силовым замыканием (рис. 1, кривая 1) характерна более высокая, чем для третьей формы (рис. 1, кривая 3) номинальная нагрузочная способность при более низкой точности срабатывания [11, 12].

Вторую форму нагрузочной характеристики АФМ (рис. 1, кривая 2) далее рассматривать не будем, поскольку вследствие больших значений КУ, при помощи которых получается данная форма, номинальная нагрузочная способность муфты невысока, что делает ее практически непригодной для использования в приводах машин [13, 14].

Кроме указанных выше исходных данных для выбора типа предохранительной муфты, обычно предъявляются требования к радиальным и осевым габаритным размерам муфты, поскольку особенно осевые габаритные размеры влияют на общие габаритные размеры привода и машины в целом.

Таким образом, итогом изложенного является следующее:

- при ограниченных осевых и габаритных размерах выбранный тип АФМ должен обеспечивать передачу заданного номинального вращающего момента;
- точность срабатывания выбранного типа АФМ должна обеспечивать надежную защиту привода машины от перегрузок и поломок деталей и узлов привода;
- точность срабатывания выбранного типа АФМ должна также обеспечивать требования к заданной совокупной массе деталей и узлов привода машины.

Перечисленные требования, предъявляемые к выбору типа АФМ, непосредственно зависят от формы нагрузочной характеристики муфты.

Результаты исследования могут быть использованы при расчетах и проектировании конструктивных вариантов АФМ второго поколения с отдельным силовым замыканием, а также для компоновочных решений приводов машин и выбора формы нагрузочной характеристики АФМ в зависимости от требуемых условий эксплуатации привода машины.

Выводы:

1. В условиях практики возможно применение АФМ второго поколения с отдельным силовым замыканием, имеющих две различные формы нагрузочной характеристики:

- в виде кривой, монотонно возрастающей в интервале значений коэффициента трения $f_{\min} \dots f_{\max}$;
- в виде кривой, имеющей точку максимума внутри указанного интервала, исключая его граничные значения.

2. На выбор типа АФМ и ее технико-эксплуатационных характеристик влияют, в основном, значение номинального вращающего момента и заданная предельная масса привода.

3. Сформулированы три основных требования, предъявляемые к АФМ, работающим в составе привода машины.

Список использованных источников

1. Шишкарёв, М.П. Адаптивные фрикционные муфты второго поколения. Исследование, конструкции и расчет. Монография // М.П. Шишкарёв, А.А. Лущик, А.Ю. Угленко. – Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2013. – 236 с.

2. Шишкарёв, М.П. Выбор формы нагрузочной характеристики первого конструктивного варианта

адаптивной фрикционной муфты с отдельным силовым замыканием / М.П. Шишкарёв, А.А. Луцкич / В сборнике: Состояние и перспективы развития сельскохозяйственного машиностроения. Материалы 7-й Международ. науч.-практ. конф., в рамках 17-й Международной агропромышленной выставки «Интерагромаш-2014», Ростов н/Д, 2014. – С. 206–209.

3. Шишкарёв, М.П. Точность срабатывания адаптивной фрикционной муфты второго поколения (модифицированной) // М.П. Шишкарёв, А.А. Луцкич, А.Ю. Угленко // Материалы 6-й научно-практической конференции «Инновационные технологии в машиностроении и металлургии», Ростов н/Д, 2014. – С. 118–130.

4. Шишкарёв, М.П. Исследование режима перегрузки АФМ второго поколения (базовый вариант) / М.П. Шишкарёв // В сборнике: Состояние и перспективы развития сельскохозяйственного машиностроения. Сборник статей 8-й международной научно-практической конференции в рамках 18-й международной агропромышленной выставки «Интерагромаш-2015». 2015. С. 182–186.

5. Повышение нагрузочной способности и точности срабатывания адаптивных фрикционных муфт / М.П. Шишкарёв // Сборка в машиностроении, приборостроении. – 2010. – № 5. – С. 18–24.

6. Оптимальный способ настройки предохранительных фрикционных муфт / М.П. Шишкарёв // Вестн. машиностроения. – 2006. – № 3. – С. 16–19.

7. Обоснование наибольшей точности срабатывания адаптивных фрикционных муфт / М.П. Шишкарёв, Чан Ван Дык // Трение и смазка в машинах и механизмах. – 2015. – № 11. – С. 20–26.

8. Уровень перегрузки при срабатывании адаптивных фрикционных муфт / М.П. Шишкарёв // Вестн. машиностроения. – 2006. – № 2. – С. 13–15.

9. Анализ переходного периода адаптивных фрикционных контактов в условиях положительного прироста коэффициента трения / М.П. Шишкарёв // Изв. вузов. Машиностроение. – 2000. – № 3. – С. 14–17.

10. А. с. 1055915 СССР, МПК³ F 16 D 7/02, F 16 D 13/04. Предохранительная фрикционная муфта / М.П. Шишкарёв (СССР). – № 3475963/25–27; Заявлено 28.07.82; Опубл. 23.11.83. Бюл. № 43. – 6 с.: ил.

11. Компонентные решения приводов машин с адаптивными фрикционными муфтами / М.П. Шишкарёв // Вестн. машиностроения. – 2003. – № 7. – С. 7–12.

12. Анализ способов настройки предохранительных фрикционных муфт / М.П. Шишкарёв // Вестник машиностроения. – 2009. – № 8. – С. 29–32.

13. Влияние точности срабатывания адаптивных фрикционных муфт на массу привода машины / М.П. Шишкарёв // Сборка в машиностроении, приборостроении. – 2008. – № 3. – С. 6–12.

14. Влияние величины коэффициента усиления на массу адаптивных фрикционных муфт / М.П. Шишкарёв // Сборка в машиностроении, приборостроении. – 2017. – № 2. – С. 88–93.

Работа выполнена в рамках инициативной НИР.