

УДК 629.4.028.8

Д. Н. ЛЕОНТЬЕВ, канд. техн. наук, доц. ХНАДУ, Харьков;

А. А. ФРОЛОВ, студент групи АА-31, ХНАДУ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЗКИ НА ДЕМПФЕР КРУТИЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ И СПОСОБ РАСЧЕТА СРЕДНЕЙ КРУТИЛЬНОЙ ЖЕСТКОСТИ

Определены в аналитическом виде взаимосвязи между крутильной жесткостью, крутящим моментом и углом закручивания гасителя колебаний на основе анализа его существующих характеристик. По результатам анализа существующих конструкций гасителей крутильных колебаний и экспериментальным данным приведенных в технической литературе предложены способ определения крутящего момента, передаваемого гасителем крутильных колебаний и способ расчета его средней крутильной жесткости.

Ключевые слова: крутильная жесткость, гаситель крутильных колебаний, ведомый диск сцепления, крутящий момент.

Введение. Для снижения колебаний в трансмиссии автомобиля применяют обычно включенные последовательно гасители колебаний. Они установлены, как правило, в ведомом диске сцепления. Гаситель колебаний (демпфер) представляет собой муфту, упругость которой суммируется с упругостью основной крутильной системы, что изменяет ее собственные частоты и может позволить вывести наиболее опасные резонансные режимы из зоны эксплуатационных скоростей [1]. Главная функция гасителей крутильных колебаний – снижение до минимальной величины инерционных моментов при возникновении резонансных режимов. Различия в конструктивных схемах гасителей колебаний зависят от типа применяемых упругих элементов (пружина, резина) и устройств, создающих момент трения. Наибольшее распространение получили гасители с цилиндрическими пружинами и фрикционными элементами (рис. 1).

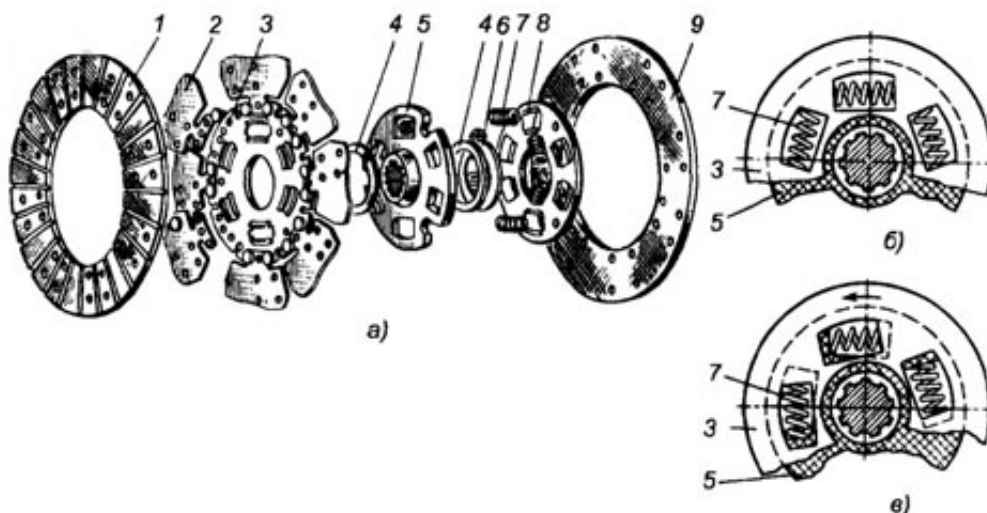


Рисунок 1 – Гаситель крутильных колебаний (а) и его нерабочее (б) и рабочее (в) положения: 1 и 9 – накладки диска; 2 – пластинчатая пружина; 3 – ведомый диск; 4 – фрикционные шайбы; 5 – ступица ведомого диска; 6 – регулировочная шайба; 7 – пружина; 8 – пластина гасителя

© Д. Н. Леонтьев, А. А. Фролов, 2014

Цель и постановка задачи. Целью настоящей работы является определение в аналитическом виде взаимосвязи, между крутильной жесткостью, крутящим моментом и углом закручивания гасителя колебаний на основе анализа его существующих характеристик приведенных в научно-технической литературе.

Материалы исследования. Крутильная жесткость – это величина, численно равная вращающему моменту, который необходим для относительного поворота на угол в один радиан двух сечений образца, находящихся друг от друга на расстоянии в единицу длины [2]. Известно, что такое равенство может быть представлено в математическом виде, как

$$C = \frac{M}{\varphi} \quad (1)$$

Контроль за состоянием гасителя крутильных колебаний производится по его характеристике, позволяющей определить момент трения и степень износа деталей, жесткость пружин и угловое перемещение, при котором гаситель колебаний выключается. Типичная характеристика гасителя крутильных колебаний показана на рис. 2.

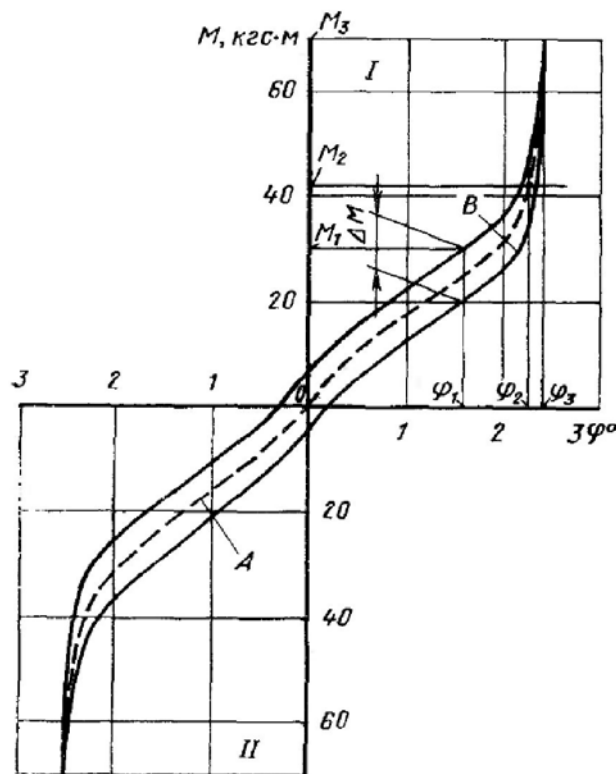


Рисунок 2– Характеристика гасителя колебаний:

I – нагружение в направлении передачи крутящего момента; II – нагружение в направлении, противоположном направлению передачи крутящего момента; А – нелинейный участок, характеризующий предварительное натяжение пружин гасителя колебаний; В – нелинейный участок, характеризующий выключение гасителя колебаний; М1 – крутящий момент (принят условно), при котором определяется момент трения гасителя; М2 – крутящий момент для оценки жесткости пружин гасителя (задан чертежом); М3 – предельный крутящий момент (принят условно) при определении характеристики гасителя; ΔМ – удвоенный момент трения гасителя; φ_1 – угол поворота ступицы при определении момента трения гасителя; φ_2 – контролируемый угол поворота ступицы при заданном крутящем моменте; φ_3 – угол поворота ступицы при предельном крутящем моменте

Момент предварительного сжатия пружин элементов демпфера (M_P) возникает вследствие установки пружин в окна ведомого диска сцепления с некоторым сжатием. Его можно определить с помощью зависимости (1) через максимальный момент двигателя ($M_{E_{\max}}$)

$$M_P = (0,08 \div 0,15) \cdot M_{E_{\max}} . \quad (2)$$

Для графика, изображенного на рис. 1 значение $M_P = 10$ кгс · м.

Момент выключения M_B упругих элементов демпфера возникает в следствии ограничения упоров, которые не дают возможности виткам пружин демпфера касаться друг друга. Определяется в зависимости

$$M_B = (1,2 \div 1,4) \cdot M_{E_{\max}} . \quad (3)$$

Для графика, изображенного на рис. 1 значение $M_B = 45$ кгс · м.

Линия между моментами M_P и M_B , это упругая характеристика демпфера, рабочий участок которого ограничен этими моментами.

Максимальный угол общего сдвига диска-держателя и ступицы в конструкции сцепления представленной на рис. 1 составляет

$$\Delta\varphi_{\max} = 2,5 \text{ град.}$$

Углы закручивания демпфера $\Delta\varphi_P$ и $\Delta\varphi_B$ составляют

$$\Delta\varphi_P = 0,5 \text{ град.}$$

$$\Delta\varphi_B = 2,3 \text{ град.}$$

Суммарная средняя крутильная жесткость пружин, которые устанавливаются в демпфер сцепления, можно определить по зависимости

$$C = \frac{90 \cdot M_P \cdot e^{0,5 \cdot \ln\left(\frac{M_B}{M_P}\right)}}{\pi \cdot (\Delta\varphi_P + \Delta\varphi_B)} \quad (4)$$

с учетом допущения, о том, что момент сил инерции двигателя полностью используется на закручивание валов демпфера в момент выключения сцепления.

Величину крутящего момента M в зависимости от угла поворота демпфера, можно определить с помощью выражения

$$M = M_p \cdot e^{\ln\left(\frac{M_B}{M_p}\right) \frac{(\varphi - \varphi_p)}{(\varphi_B - \varphi_p)}} \quad (5)$$

Результаты расчетов и экспериментальные данные реального гасителя крутильных колебаний, сопоставлены на рис. 3 для удобства анализа.

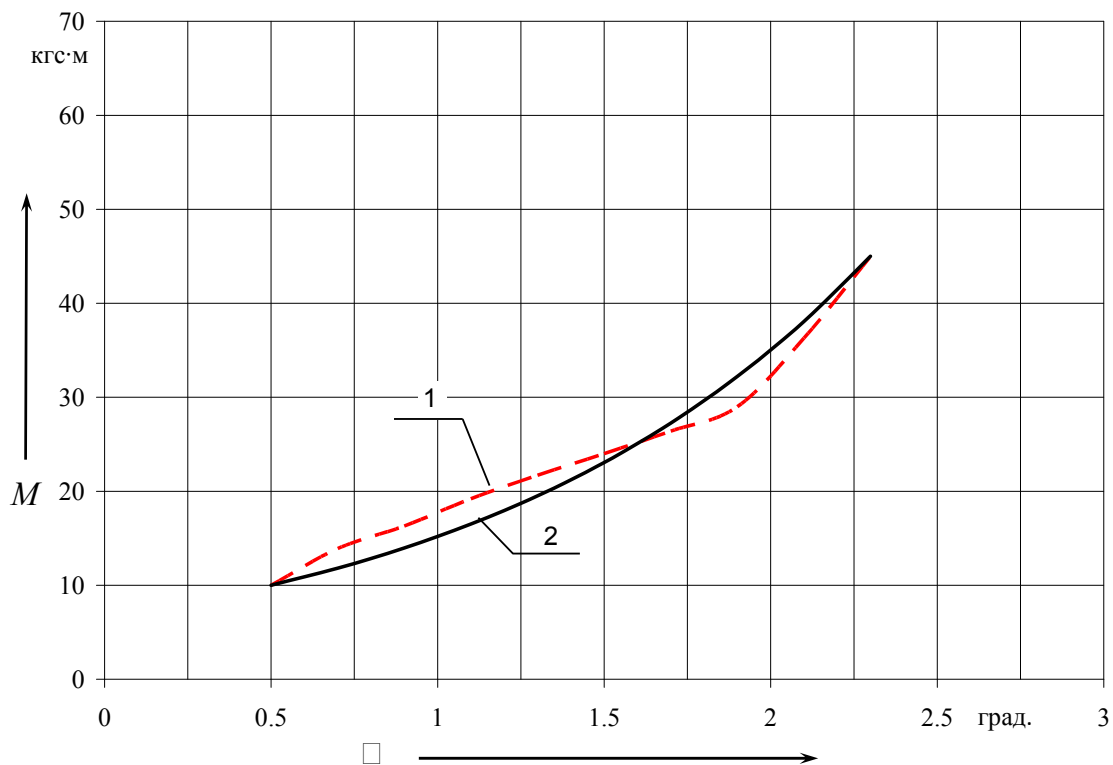


Рисунок 3 – График зависимости изменения моментов от угла закручивания демпфера:
1 – экспериментальная кривая; 2 – теоретическая кривая построенная по формуле (5)

Результаты имитационного моделирования показали хорошую сходимость теоретически рассчитанного передаваемого крутящего момента гасителем крутильных колебаний с экспериментальными данными. Погрешность расчетов не превышает 8 %.

Выводы.

1. Представленные зависимости (4) и (5) позволяют с погрешностью не более 8% описать рабочий процесс демпфера крутильных колебаний сцепления, который

передает момент при закручивании демпфера в момент касания фрикционных накладок ведомого диска сцепления с одной стороны к маховику, а с другой – к ведущему диску сцепления.

2. Зависимость для расчета средней крутильной жесткости пружин, которые установлены в демпфер сцепления, позволяют оценить работу сцепления в момент буксования и спроектировать демпфер позволяющий снизить динамические нагрузки в трансмиссии при быстрых включениях сцепления в режиме экстренного торможения с подключенным двигателем.

Список литературы: 1. Конструирование и расчет автомобиля: Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Автомобили и тракторы»/П.П. Лукин, Г.А. Гаспаряни, В.Ф. Родионов. – М. Машиностроение, 1984. – 376 с., ил. 2. Конструкция, основы теории и расчета автомобиля : Учебник для машиностроительных техникумов по специальности «Автомобилестроение». – М.: Машиностроение, 1978. – 351 с., ил.

Поступила в редколлегию 25.10.2013

УДК 629.4.028.8

Определение нагрузки на демпфер крутильных колебаний и способ расчета средней крутильной жесткости / Д. Н. Леонтьев, А. А. Фролов // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Автомобіле- та тракторобудування. – Х. : НТУ «ХПІ», 2014. – № 8 (1051). – С. 143-147. – Бібліогр.: 2 назв. – ISSN 2078-6840.

За результатами аналізу існуючих конструкцій гасителів крутильних коливань та експериментальними даними наведених у технічній літературі запропоновано спосіб визначення крутного моменту, що передається гасителем крутильних коливань і спосіб розрахунку його середньої жорсткості на кручення.

Ключові слова: крутильна жорсткість, гаситель крутильних коливань, ведений диск зчеплення, крутний момент.

Determination of the load on air-cushion torsional fluctuations and way of the calculation average torsional to acerbity / D. N. Leontev, A. A. Frolov // Bulletin of NTU «KhPI». Series: Car- and tractorbuilding. – Kharkiv : NTU «KhPI», 2014. – № 8 (1051). – P. 143-147. – Bibliogr.: 2. – ISSN 2078-6840.

By results of the analysis of the existing structures of torsional vibration dampers and experimental data given in the technical literature proposed method of definition of the torque to be transferred torsional vibration damper, and the way to calculate its average torsional stiffness.

Key words: torsional stiffness, torsional vibration damper, clutch disc, torque.