

УДК 620.1.052.3

ББК 34.41

Д-53

Дмитренко Екатерина Валериевна, кандидат технических наук, доцент кафедры безопасности жизнедеятельности ФГБОУ ВПО Кубанский государственный технологический университет;

Сухинин Валерий Николаевич, кандидат технических наук, доцент кафедры технической механики ФГБОУ ВПО Кубанский государственный технологический университет;

Трущенко Елена Николаевна, кандидат технических наук, доцент кафедры технической механики ФГБОУ ВПО Кубанский государственный технологический университет, т.: 8772525534.

СТЕНД ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ЗАТУХАНИЯ КРУТИЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ РЕЗИНОВОГО УПРУГОГО ЭЛЕМЕНТА (рецензирована)

В работе проведен анализ конструкции специального стенда для исследования крутильных колебаний упругого резинового элемента фрикционной предохранительной муфты привода системы азимутальной ориентации (САО) груза для вертолета Ка-32.

Ключевые слова: упругий резиновый элемент, фрикционная предохранительная муфта, привод, система азимутальной ориентации груза, вертолет.

Dmitrenko Ekatherina Valerievna, Candidate of Technical Sciences, assistant professor of the Department of Life Safety of FSBEI HPE "Kuban State Technological University";

Sukhinin Valery Nicholaevich, Candidate of Technical Sciences, assistant professor of the Department of Technical Mechanics of FSBEI HPE "Kuban State Technological University";

Truschenko Elena Nicholaevna, Candidate of Technical Sciences, assistant professor of the Department of Technical Mechanics of FSBEI HPE "Kuban State Technological University".

STAND FOR DETERMINING DAMPING FACTOR OF TORSION VIBRATIONS OF RUBBER ELASTIC ELEMENT (reviewed)

The article analyzes the construction of a special stand for the study of torsion vibrations of an elastic rubber element of friction safety clutch system of azimuthal orientation (SAO) of cargo for the Ka-32 helicopter.

Keywords: elastic rubber element, friction safety clutch, the drive, system of azimuthal orientation of cargo, helicopter.

Анализ работы системы азимутальной ориентации (САО) груза для вертолета Ка-32, разработанной НПК ПАНХ для производства монтажных работ, выявил ряд отказов, следствием которых может стать разрушение элементов привода САО.

Одним из способов предохранения элементов привода САО от перегрузки при крутильных колебаниях груза на гибкой подвеске является включение в систему фрикционной предохранительной муфты (ФПМ) с резиновым упругим элементом. ФПМ предохраняет привод САО от опасных перегрузок, снижает динамические нагрузки за счет уменьшения жесткости системы, а также способствует интенсивному затуханию крутильных колебаний, что эффективно сказывается на точности и скорости производства строительно-монтажных работ.

Резиновый упругий элемент представляет собой диск, который приклеивается или привулканизируется на стальные поверхности и вполне может размещаться в вертлюгах штатных подвесок вертолетов среднего и тяжелого классов. Это подтверждено расчетами габаритов резинового упругого элемента на сжатие.

Наиболее распространенным материалом, используемым для ФПМ, является резина, применяемая в качестве амортизаторов. В проводимых испытаниях был использован резиновый диск реальной ФПМ.

На рисунке 1 показана схема установки для экспериментального определения коэффициента затухания крутильных колебаний резинового упругого элемента. Осевая нагрузка F_y создавалась с помощью гидравлического пресса. При этом нагрузка F_y передается от штока 1 пресса через динамометр 2 (типа ДОСМ-1) на проставку 3, установленную на упорный подшипник 4. Последний опирается на секторный рычаг 5, который передает нагрузку на резиновый упругий элемент 7. Далее нагрузка передается на диск 8, который приварен к основанию 9. При этом осевую нагрузку воспринимают все вышеперечисленные элементы, кроме оси 6. Ось 6 применяется для

центрирования рычага 5 относительно диска 8. Усилие F_t , создаваемое винтом 10, передается через динамометр 11 (типа ДОСМ-0,1) на толкатель 12 и затем передается на секторный рычаг 5, смещение Δ которого в горизонтальной плоскости фиксируется индикатором 13. При этом создаваемый внешний момент равен произведению усилия F_t на расстояние R :

$$M = F_t \cdot R \quad (1)$$

Под действием внешнего момента M рычаг 5 перемещается на величину Δ на длине R_1 , при этом угол поворота φ рычага относительно основания равен:

$$\varphi = \arctg \frac{\Delta}{R_1} \quad (2)$$

В ходе эксперимента по определению коэффициента затухания θ производилось нагружение и разгружение резинового упругого элемента моментом M при постоянной осевой нагрузке F_y . Сила F_t фиксировалась при каждом изменении Δ на 1 мм. Всего было произведено три опыта при трех различных F_y .

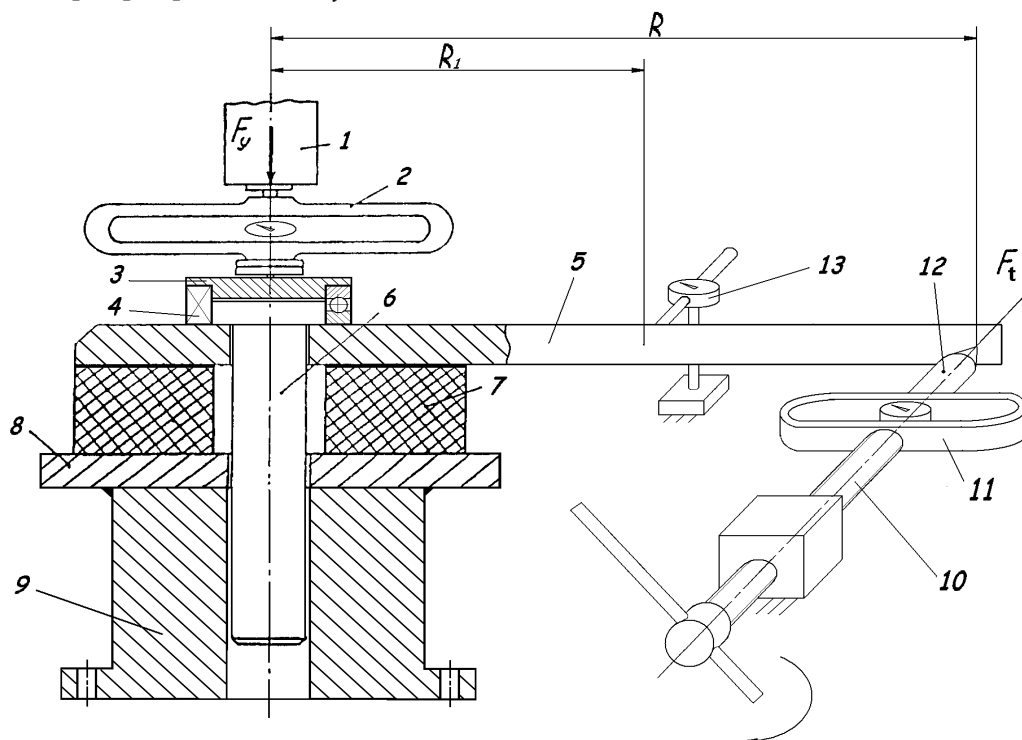


Рис. 1. Стенд для экспериментального определения коэффициента затухания крутильных колебаний резинового упругого элемента: 1 – шток прессы; 2 – динамометр ДОСМ-1; 3 – проставка; 4 – упорный подшипник; 5 – секторный рычаг; 6 – ось; 7 – резиновый упругий элемент; 8 – диск; 9 – основание; 10 – винт; 11 – динамометр ДОСМ-0,1; 12 – толкатель; 13 – индикатор часового типа

В результате экспериментов были получены графики нагрузки-разгрузки представленные на рисунках 2, 3, 4 и были получены значения θ_1 , θ_2 , θ_3 соответственно для каждого из опытов. Коэффициент затухания θ определялся по формуле:

$$\theta = \frac{A_1}{A_1 + A_2}, \quad (3)$$

где A_1 , A_2 – соответственно площадь петли гистерезиса и площадь, ограниченная кривой разгрузки и осью абсцисс.

Установлено, что среднее значение коэффициента затухания составило $\theta = 0,502$, причем величина θ несколько уменьшается при возрастании нагрузки F_y . Величина θ входит в выражение для максимального крутящего момента M_{max}^T на выходном валу привода САО:

$$M_{max}^T = C \cdot e^{-\frac{\theta \tau}{4}} \cdot \frac{\omega_{(0)}}{p}, \quad (4)$$

где C – эквивалентный коэффициент жесткости системы; τ – средний период крутильных колебаний; $\omega_{(0)}$ – начальная угловая скорость; p – частота крутильных колебаний.

Выражение (4) следует применять при расчете вала САО на прочность при кручении.

Величина $e^{-\theta \frac{\tau}{4}}$, входящая в формулу (4), может значительно изменяться. Для сравнения, в экспериментальных условиях при производстве монтажных работ, проводимых НПК ПАНХ, при периоде крутильных колебаний груза на внешней подвеске вертолета Ка-32 $\tau = 19$ с были получены следующие значения коэффициента затухания: $\theta = 0,0439$ и $\theta = 0,502$.

Тогда получаем

при $\theta = 0,0439$, $e^{-0,0439 \frac{19}{4}} = 0,812$,

а при $\theta = 0,502$, $e^{-0,502 \frac{19}{4}} = 0,092$.

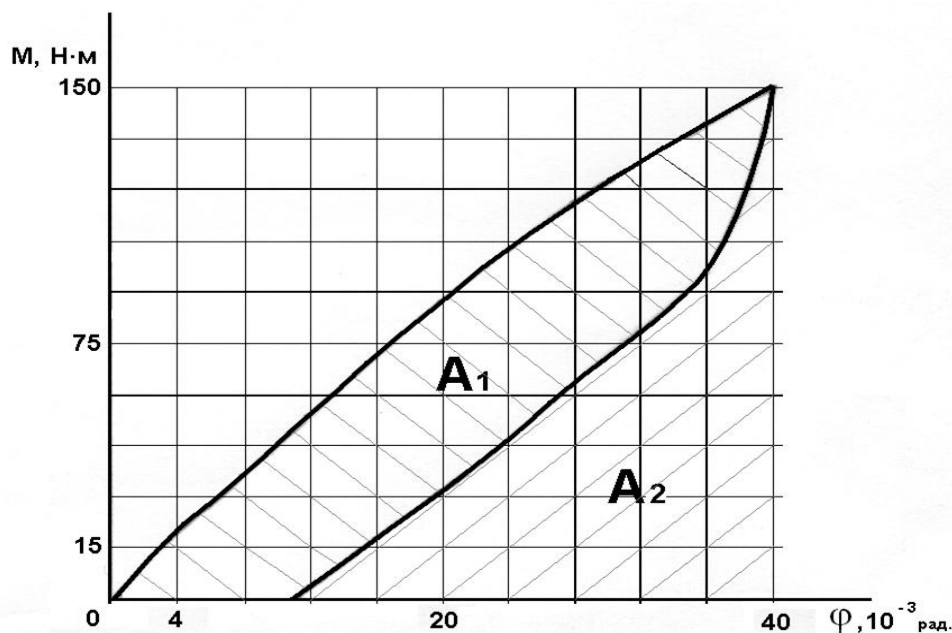


Рис. 2. График нагрузки-разгрузки резинового упругого элемента моментом M при $F_y = 0,3$ кН

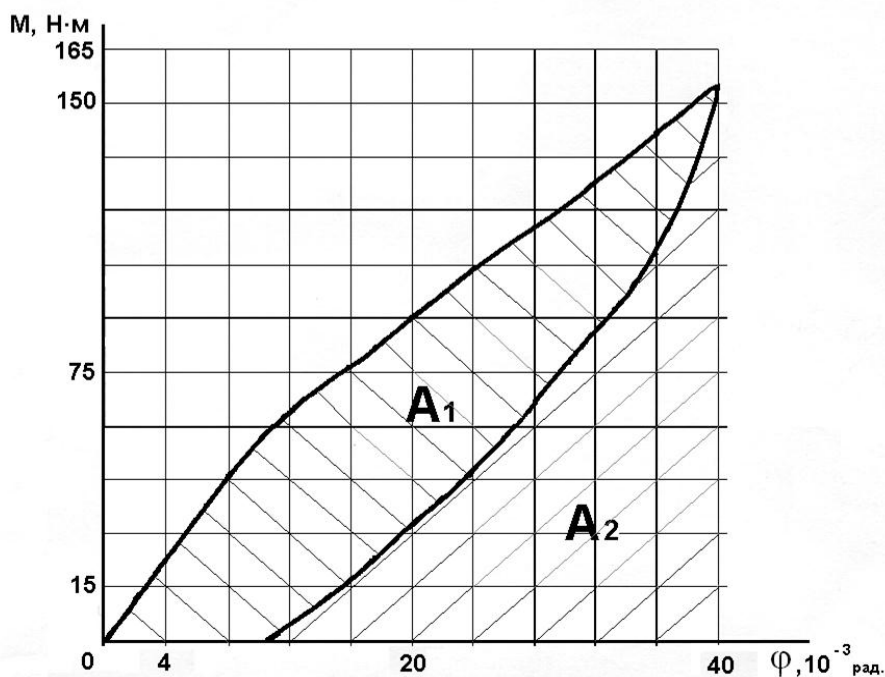


Рис. 3. График нагрузки-разгрузки резинового упругого элемента моментом M при $F_y = 0,4$ кН

Таким образом, были получены $\theta_1, \theta_2, \theta_3$ соответственно для каждого из опытов.

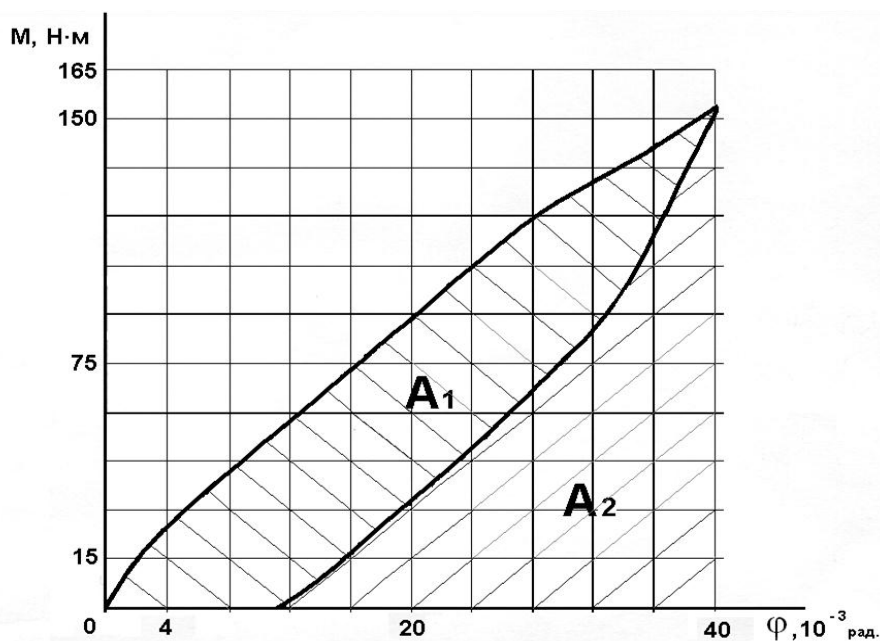


Рис. 4. График нагрузки-разгрузки резинового упругого элемента моментом M при $F_y = 0,5кН$

На основании проведенных исследований установлено, что применение во фрикционной предохранительной муфте упругого резинового элемента позволяет получить ряд преимуществ при производстве строительно-монтажных работ с использованием вертолета.

Во-первых, происходит уменьшение максимального крутящего момента на выходном валу привода САО.

Во-вторых, происходит интенсивное затухание колебаний, что предотвращает раскачивание груза на внешней подвеске.

В-третьих, повышается точность и уменьшается операционное время монтажа.

В-четвертых, уменьшаются динамические нагрузки при вертикальных колебаниях груза.

ФПМ с резиновым упругим элементом испытана и внедрена Научно-производственной компанией по применению авиации в народном хозяйстве (НПК ПАНХ, г. Краснодар) в практику строительно-монтажных работ с применением вертолета Ка-32.