

нального режима и на 11-й позиции контроллера машиниста и далее был максимальным. Таким требованиям отвечает конструкция головки плунжера, для которой угол шлифовки $\gamma = 25^\circ$, глубина шлифовки $h = 0,55^{+0,01}$ мм, сечение плунжера $- h_{пл} = 10,2$ мм, уменьшение активного хода плунжера $- 1,3$ мм и угол опережения подачи топлива составляет 5 градусов поворота коленчатого вала (второй вариант).

Для определения часового расхода топлива с учётом режимов работы серийного дизеля 10Д100М и модернизированного (первого и второго вариантов) были использованы результаты экспериментальных исследований дизеля 10Д100М при измерении угла опережения подачи топлива ($\varphi = 8,5; 10,5; 12,5^\circ$), а также нагрузочные характеристики топливного насоса с серийной плунжерной парой и плунжерными парами двух вариантов.

Часовой расход топлива с учетом режимов работы серийного дизеля при постоянном угле опережения подачи топлива

$$G_q = \sum_{i=0}^{i=15} G_{mn} \cdot t_n = 97,57 \text{ кг/ч.}$$

Часовая экономия топлива с учетом режимов работы модернизированного дизеля при переменном угле опережения подачи топлива (первый вариант)

$$\Delta G_q = \sum_{i=0}^{i=15} \Delta G_{mn} \cdot t_n = 1,23 \text{ кг/ч.}$$

Экономия топлива составляет

$$\mathcal{E}_1 = \frac{\Delta G_q}{G_q} \cdot 100\% = \frac{1,23}{97,57} \cdot 100\% = 1,26\%.$$

Часовая экономия топлива с учетом режимов работы модернизированного дизеля при переменном угле опережения подачи топлива (второй вариант)

$$G_q = \sum_{i=0}^{i=15} \Delta G_{mn} \cdot t_n = 1,66 \text{ кг/ч.}$$

Экономия топлива составляет

$$\mathcal{E}_2 = \frac{\Delta G_q}{G_q} \cdot 100\% = \frac{1,66}{97,57} \cdot 100\% = 1,7\%.$$

Следовательно, дополнительное конструктивное изменение плунжерной пары позволяет снизить расход топлива на измеритель перевозочной работы тепловозов 2ТЭ10У, М на 0,44 %.

УДК 629-752

ВОЗМОЖНОСТИ И ФОРМЫ РЫЧАЖНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ В СИСТЕМЕ СОЕДИНЕНИЯ ТИПОВЫХ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЗВЕНЬЕВ ВИБРОЗАЩИТНЫХ СИСТЕМ

Ю. В. ЕРМОШЕНКО, А. А. ГОРДЕЕВА, В. А. ЗАРУБИНА

Иркутский государственный университет путей сообщения, Российская Федерация

Рычажные взаимодействия в виброзащитных системах реализуются через включение в колебательные структуры рычагов первого и второго рода. Эти рычаги отличаются друг от друга тем, что в рычагах первого рода входной и выходной сигналы имеют одно и то же направление, хотя по модулю они могут быть разными. В рычаге второго рода направление сигналов при тех же условиях будут разными. Предполагается, что рычаг является прямолинейным стержнем, хотя в практике встречаются рычаги, тело которых может представлять собой плоскую фигуру. В [1] приведены примеры использования рычажных связей в конструкциях и подвесках подвижного состава.

Рассматривается механическая колебательная система с рычагом второго рода и кинематическим возмущением в т. А и т. В, как показано на рисунке 1, а, где L_1 и L_2 – массоинерционные характеристики устройств для преобразования относительного движения (в предположении малых значений масс этих устройств). На рисунке 1, б приведена система такого же типа, но с рычагом первого рода.

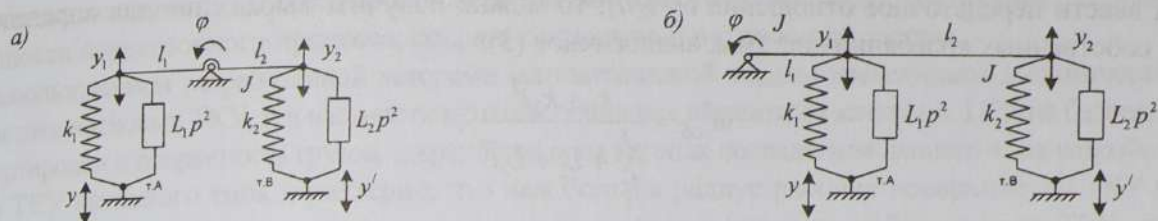


Рисунок 1 – Расчетная схема ВЗС с рычажными связями второго рода (а) и первого рода (б)

Уравнения движения системы имеют вид

$$J\ddot{\varphi} + \varphi(k_1 l_1^2 + k_2 l_2^2) + L_1 l_1^2 \ddot{\varphi} + L_2 l_2^2 \ddot{\varphi} - L_1 l_1^2 \ddot{y} + L_2 l_2^2 \ddot{y}' = k_1 l_1 y - k_2 l_2 y' \quad (1)$$

Примем $y = y'$ и найдем передаточную функцию «угол поворота φ – по смещению y »:

$$W(p) = \frac{\bar{\varphi}}{y} = \frac{l_1(k_1 + L_1 p^2) - l_2(k_2 + L_2 p^2)}{(J + L_1 l_1^2 + L_2 l_2^2)p^2 + k_1 l_1^2 + k_2 l_2^2} \quad (2)$$

Из выражения (2) можно определить частоту собственных колебаний системы

$$\omega_{\text{соб}}^2 = \frac{k_1 l_1^2 + k_2 l_2^2}{(J + L_1 l_1^2 + L_2 l_2^2)} = \frac{k_1 + k_2 i^2}{\frac{J}{l_1^2} + L_1 + L_2 i^2} \quad (3)$$

а также частоты динамического гашения

$$\omega_{\text{дин}} = \frac{k_1 l_1 - k_2 l_2}{L_1 l_1 - L_2 l_2} = \frac{k_1 - k_2 i}{L_1 - L_2 i} \quad (4)$$

Отметим, что в обычной системе режим динамического гашения наступает на частоте меньшей, чем частота резонанса. Рычажная связь привносит через отрицательные знаки членов выражении (4), что отражает в физическом плане действие переносимых сил инерции и особенности конструктивно-технических форм ВЗС. Отношение частот R можно определить выражением

$$R = \frac{(k_1 + k_2 i^2)(L_1 - L_2 i)}{\left(\frac{J}{l_1^2} + L_1 + L_2 i^2\right)(k_1 - k_2 i)} \quad (5)$$

где $i = l_2/l_1$ (знак учтен при выводе уравнения).

Передаточная функция системы при $y = y'$ имеет виде

$$W(p) = \frac{\bar{\varphi}}{y} = \frac{p^2(L_1 l_1 - L_2 l_2) + k_1 l_1 - k_2 l_2}{(J + L_1 l_1^2 + L_2 l_2^2)p^2 + k_1 l_1^2 + k_2 l_2^2} \quad (6)$$

что дает возможность оценить характер влияния рычажных связей второго рода на динамические свойства ВЗС подобного типа, по сравнению с обычными системами, совершающими прямолинейные, а не качательные движения. Аналогичным образом рассматривается система, представленная на рисунке 1, а; дифференциальное уравнение движения

$$\ddot{\varphi}(J + L_1 l_1^2 + L_2 l_2^2) + \varphi(k_1 l_1^2 + k_2 l_2^2) = L_1 l_1^2 \ddot{y} + L_2 l_2^2 \ddot{y}' + k_1 l_1 y + k_2 l_2 y' \quad (7)$$

Передаточная функция системы в этом случае при $y = y'$ примет вид

$$W(p) = \frac{\bar{\varphi}}{y} = \frac{p^2(L_1 l_1 + L_2 l_2) + k_1 l_1 + k_2 l_2}{(J + L_1 l_1^2 + L_2 l_2^2)p^2 + k_1 l_1^2 + k_2 l_2^2} \quad (8)$$

Если ввести передаточное отношение $i = l_2/l_1$, то можно получить выражение для определения частоты собственных колебаний системы, аналогичное (3):

$$\omega_{\text{соб}}^2 = \frac{k_1 + k_2 i^2}{\frac{J}{l_1^2} + L_1 + L_2 i^2}, \quad (9)$$

а также частоту динамического гашения

$$\omega_{\text{дин}} = \frac{k_1 + k_2 i}{L_1 + L_2 i}, \quad (10)$$

которое будет отличаться от (4).

Отношение частот имеет соответственно вид

$$R = \frac{(k_1 + k_2 i^2)(L_1 + L_2 i)}{\left(\frac{J}{l_1^2} + L_1 + L_2 i^2\right)(k_1 + k_2 i)}, \quad (11)$$

откуда следует, что R будет всегда меньше единицы, в отличие от выражения (6). Вычислительное моделирование и сопоставление двух систем, имеющих в своем составе рычаги второго и первого родов, дают следующую информацию:

1 В обеих системах частоты собственных колебаний будут одинаковыми так же, как и частотные уравнения системы. Однако последнее нельзя утверждать по отношению к системам, имеющим другую конфигурацию, потому что передаточные отношения рычагов второго и первого рода принципиально отличаются знаками.

2 Отличия заключаются в том, что в системах будут различные частоты динамического гашения и различные зависимости этих частот от параметров системы.

3 Система с рычагом второго рода обладает режимом, в котором при сочетании параметров $k_1 = k_2 i$ и $L_1 = L_2 i$ возможно своеобразное «самозаклинивание» системы.

4 Так как отношение R изменяется в пределах $0 \leq R \leq \infty$, то это дает возможность получения соответствующих характеристик с частотами динамического гашения до и после режимов резонанса.

5 При рычагах второго и первого рода оба типа ВЗС «запираются» на высоких частотах, однако уровни запираения будут различными.

6 Отмеченные различия при введении рычагов первого и второго рода (или влияния сочленений) проявляются в схемах с кинематическим возмущением. При силовых возмущениях рычаги первого и второго рода (это следует из рассмотрения передаточных функций) будут обладать одними и теми же частотными свойствами, хотя и иметь различное конструктивное исполнение системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Динамический синтез в обобщенных задачах виброзащиты и виброизоляции технических объектов / С. В. Елисеенко [и др.]. – Иркутск : Изд-во Иркутского гос. ун-та, 2008. – 523 с.

УДК 629.44

НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОНСТРУКЦИИ ГРАВИТАЦИОННЫХ ТКУ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ТРАНСПОРТИРОВКИ ДЛИННОМЕРНЫХ ГРУЗОВ

А. Д. ЖЕЛЕЗНЯКОВ, С. М. ВАСИЛЬЕВ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Современный уровень развития вычислительной техники позволяет совершенствовать научные основы проектирования гравитационных ТКУ за счёт реализации более адекватных математических моделей и изучения закономерностей, характерных для динамики данных устройств, что в ко-