

УДК 62.52

Рычажные связи в динамических взаимодействиях механических колебательных систем с двумя степенями свободы

С.В. Белокобыльский^a, И.С. Ситов^b

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

^arekt@brstu.ru, ^bsitov@yandex.ru

Статья поступила 15.12.2013, принята 20.02.2014

В статье рассматриваются механические колебательные системы, содержащие разнообразные по своим конструктивно-техническим формам и характеру расположения центров поворота рычажные механизмы. Показано, что характер взаимосвязей между входными и выходными параметрами требует соответствующего учета особенностей динамических взаимодействий в таких системах. Установлены связи между перемещениями точек двумерных виброзащитных систем. Отмечено, что использование рычажных связей первого и второго рода приносит в схемы таких виброзащитных систем связи разного вида, поскольку передаточное отношение имеет значение (+) для рычагов второго рода. Приведены зависимости значений частот собственных колебаний системы от величины передаточного отношения рычагов первого и второго рода. Показано, что рычажные связи первого и второго рода по-разному влияют на динамические свойства системы, поскольку реализуют различные виды обратных связей. Определено, что передаточное отношение рычага имеет знак и величину, что предопределяет значения этих параметров для оценки зон устойчивой работы. Учтено, что область устойчивости работы требует отдельного рассмотрения: при рычажных связях второго рода, при определенных сочетаниях параметров, возможны режимы неустойчивости, так как в систему вводятся положительные связи.

Ключевые слова: виброзащитная система, дополнительные связи, рычажные механизмы, рычажные связи, передаточное отношение, частота собственных колебаний, динамическое гашение, устойчивость работы колебательной системы.

Lever-type relations in dynamic interactions of mechanical oscillatory systems with two degrees of freedom

S.V. Belokobilsky^a, I.S. Sitov^b

Bratsk State University, 40 Makarenko St., Bratsk, Russia

^arekt@brstu.ru, ^bsitov@yandex.ru

Received 15.12.2013, accepted 20.02.2014

The article deals with mechanical oscillatory systems with leverage mechanisms of various constructive and technical forms and types of turning centers arrangement. There has been shown that features of dynamic interactions in such systems should be taken into consideration because of the type of interrelations between input and output parameters. Relations between points displacement in two-dimensional vibroprotective systems have been established. It should be mentioned that the use of lever-type relations of the first and second class in vibroprotective systems introduces various relations in their schemes since the transfer ratio has meaning (+) for second class levers. Dependencies of frequency rate of natural system oscillations on the size of the transfer relation of the first and second class levers have been given. It has been shown that first and second class lever relations influence on dynamic properties of system in a different way since they realize different types of feedback. It has been defined that lever transfer relation has its own sign and size that predetermines values of these parameters for an assessment of stable regions. It has been taken into account that the area of stable regions should be considered separately: according to the second class lever relations and to predetermined combination of parameters instable regions are possible as positive relations are being implemented into the system.

Keywords: vibroprotective system, additional relations, leverage mechanisms, lever relations, transfer ratio, frequency of natural oscillations, dynamic damping, constancy of work of oscillatory system.

Введение. Математические модели двумерных систем с дополнительными связями позволяют оценить особенности динамических свойств, что отмечалось в ряде работ [4÷6]. Определенный интерес представляют виброзащитные системы (ВЗС) с двумя степенями свободы [1÷3, 7]. Такие системы достаточно часто встречаются в задачах транспортной динамики, в теории автомобильных подвесок, динамике станочного оборудования.

Рычажные механизмы разнообразны по своим конструктивно-техническим формам и характеру располо-

жения центров поворота. Последнее предопределяет характер взаимосвязей между входными и выходными параметрами, что требует соответствующего учета особенностей динамических взаимодействий. Если расчетная схема имеет рычажные связи, как это показано на рис. 1 а, б, то выражения для кинетической и потенциальной энергии примут соответственно вид для системы с рычагами первого рода:

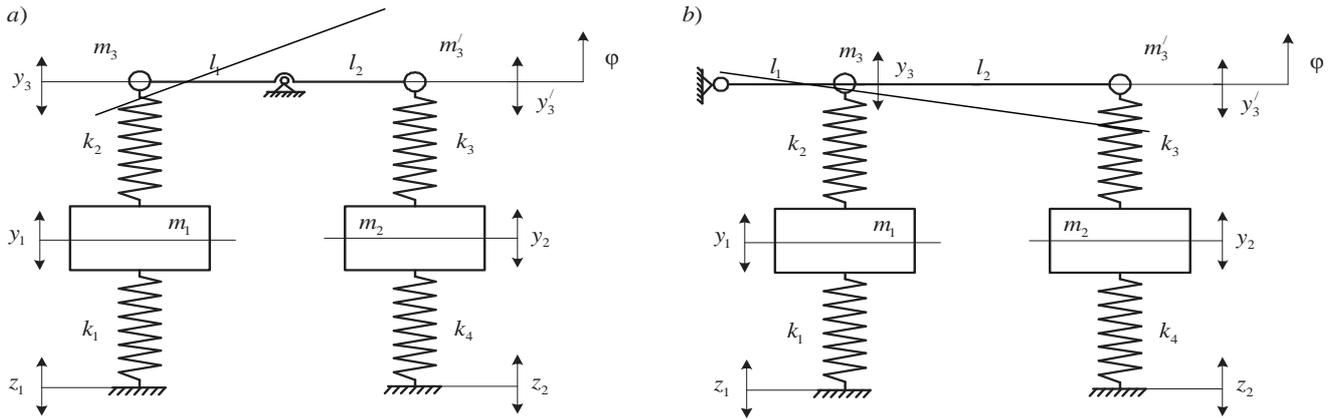


Рис. 1. Расчетные схемы ВЗС с рычажными связями: а) рычаги первого рода; б) рычаги второго рода.

$$T = \frac{1}{2} m_1 \dot{y}_1^2 + \frac{1}{2} m_3 \dot{y}_3^2 + \frac{1}{2} m'_3 (\dot{y}'_3)^2 + \frac{1}{2} m_2 \dot{y}_2^2, \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \Pi = & \frac{1}{2} k_1 (y_1 - z_1)^2 + \frac{1}{2} k_2 (y_3 - y_1)^2 + \\ & + \frac{1}{2} k_3 (y'_3 - y_2)^2 + \frac{1}{2} k_4 (y_2 - z_2)^2; \end{aligned} \quad (2)$$

где $y'_3 = iy_3$, а $i = -l_2 / l_1$; для системы с рычагами второго рода:

$$T = \frac{1}{2} m_1 \dot{y}_1^2 + \frac{1}{2} m_3 \ddot{y}_3^2 + \frac{1}{2} m_2 \dot{y}_2^2 + \frac{1}{2} m'_3 (\dot{y}'_3)^2, \quad (3)$$

$$\begin{aligned} \Pi = & \frac{1}{2} k_1 (y_1 - z_1)^2 + \frac{1}{2} k_2 (y_3 - y_1)^2 + \\ & + \frac{1}{2} k_3 (y_2 - y'_3)^2 + \frac{1}{2} k_4 (y_2 - z_2)^2, \end{aligned} \quad (4)$$

где $y'_3 = iy_3$, а $i = l_2 / l_1$.

Произведем соответствующие преобразования, используя (1)-(4):

$$\frac{\partial T}{\partial \dot{y}_1} = m_1 \dot{y}_1, \quad \frac{\partial T}{\partial \dot{y}_2} = m_2 \dot{y}_2, \quad \frac{\partial T}{\partial \dot{y}_3} = m_3 \dot{y}_3 + m'_3 i^2 \dot{y}_3,$$

$$\frac{\partial \Pi}{\partial y_1} = k_1 y_1 - k_1 z_1 + k_2 y_1 - k_2 y_3,$$

$$\frac{\partial \Pi}{\partial y_2} = k_3 y_2 - k_3 y'_3 + k_4 y_2 - k_4 z_2 = k_3 y_2 - k_3 y_3 \cdot i + k_4 y_2 - k_4 z_2,$$

$$\frac{\partial \Pi}{\partial y_3} = k_2 y_3 - k_2 y_1 + k_3 i^2 y_3 - k_3 y_2,$$

тогда уравнения движения примут вид:

$$\begin{cases} m_1 \ddot{y}_1 + y_1 (k_1 + k_2) - k_2 y_3 = k_1 z_1, & (5) \\ m_2 \ddot{y}_2 + y_2 (k_3 + k_4) - k_3 y_3 i = k_4 z_2, & (6) \\ m_3 \ddot{y}_3 (m_3 + i^2 m'_3) + y_3 (k_2 + k_3 i^2) - y_2 k_3 i - k_2 y_1 = 0. & (7) \end{cases}$$

Для системы с рычагами второго рода получим:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial \Pi}{\partial y_1} &= k_1 y_1 - k_1 z_1 + k_2 y_1 - k_2 y_3, \\ \frac{\partial \Pi}{\partial y_2} &= k_3 y_2 - k_3 i y_3 + k_4 y_2 - k_4 z_2, \\ \frac{\partial \Pi}{\partial y_3} &= k_2 y_3 - k_2 y_1 + k_3 i^2 y_3 - k_3 i y_2. \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

и соответственно – уравнения движения в виде:

$$m_1 \ddot{y}_1 + y_1 (k_1 + k_2) - k_2 y_3 = k_1 z_1, \quad (9)$$

$$m_2 \ddot{y}_2 + y_2 (k_3 + k_4) - k_3 i y_3 = k_4 z_2, \quad (10)$$

$$\ddot{y}_3 (m_3 + i^2 m'_3) + y_3 (k_2 + k_3 i^2 y_3) - y_2 k_3 i - k_2 y_1 = 0. \quad (11)$$

Сопоставления показывают, что уравнения (5) и (9) идентичны, также как и уравнения (4), (10) и (7), (11). Однако в отмеченных уравнениях (6), (10) и (7), (11) имеется разница, которая проявляется в особенностях действия рычажных связей: у рычагов первого рода (рис. 1 а) передаточное отношение $i = -\frac{l_2}{l_1}$, что свиде-

тельствует не только о масштабировании взаимодействия, но и о перемене знака; во втором случае, что связано с рычагами второго рода $i = l_2 / l_1$ – «масштабирование» сохраняется, но изменения направления движения не происходит. Следует оговориться, что рычаги первого и второго рода в этом случае рассматриваются как прямолинейные стержни. В принципе, от этого положения можно отступить и принять во внимание возможность использования изогнутых Г-образных рычагов, тогда необходимо учитывать рычажные взаимодействия, имеющие свою специфику, для соотношения векторов скорости движения.

На рис. 2 представлены двумерные модели виброзащитных систем, в свою очередь, представленных на рис. 1 а, б соответственно. Из уравнения (11) можно установить связи между перемещениями точек механической системы:

$$y_3 = \frac{k_2 y_1 + k_3 i y_2}{M p^2 + k_0}, \quad (12)$$

где $M = m_3 + m'_3 i^2$, $k_0 = k_2 + k_3 i^2$.

Перепишем уравнения (5), (6) в виде:

$$m_1 \ddot{y}_1 + y_1 (k_1 + k_2) - \frac{k_2 (k_2 y_1 + k_3 i y_2)}{M p^2 + k_0} = k_1 z_1, \quad (13)$$

$$m_2 \ddot{y}_2 + y_2 (k_3 + k_4) - \frac{k_3 (k_2 y_1 + k_3 i y_2)}{M p^2 + k_0} = k_4 z_2. \quad (14)$$

Отметим, что использование рычажных связей первого и второго рода приводит в схемы связи разного вида, поскольку передаточное отношение i имеет значение (+) для рычагов второго рода.

Для рычажных связей второго рода в отношении (9) и (10) получим, в конечном итоге, уравнения вида (13), (14). Однако в них имеется разница: когда они используются для описания систем с рычагами первого рода $i = -\frac{l_2}{l_1}$, что формирует отрицательную связь между

парциальными блоками (рис. 2). При рычажных взаимодействиях второго рода $i = l_2 / l_1$, формируется не отрицательная, а положительная перекрестная связь между парциальными системами. В свою очередь, из выражения (7), (11) имеем следующую систему и соотношений, и уравнений:

$$\bar{y}_3 = \frac{k_2 y_1 + k_3 i y_2}{M p^2 + k_0}, \quad (15)$$

тогда:

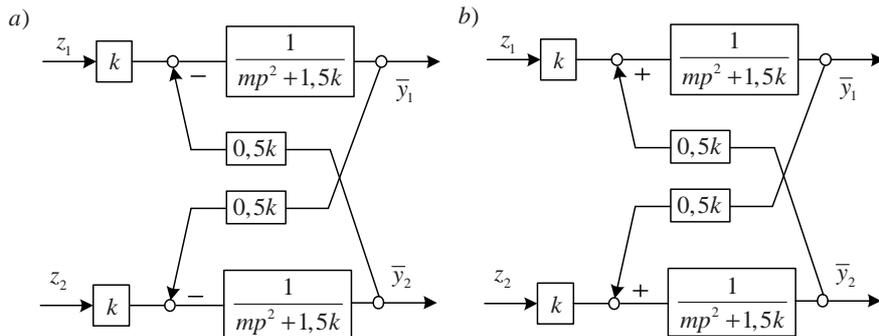


Рис. 3. Структурные схемы двумерной ВЗС, соответствующей расчетным схемам на рис. 1 а, б: а) используется рычаг первого рода; б) используется рычаг второго рода

Рассмотрим систему уравнений (13), (14):

$$m \ddot{y}_1 + 2k y_1 - \frac{k(y_1 + i y_2)}{2k} = k z_1, \quad (18)$$

$$m \ddot{y}_2 + 2k y_2 - \frac{k^2 i (y_1 + i y_2)}{2k} = k z_2. \quad (19)$$

или:

$$m \ddot{y}_1 + y_1 (1,5k) - 0,5i k y_2 = k z_1, \quad (20)$$

$$m_1 \ddot{y}_1 + y_1 (k_1 + k_2) - \frac{k_2 (k_2 y_1 + k_3 i y_2)}{M p^2 + k_0} = k_1 z_1, \quad (16)$$

$$m_2 \ddot{y}_2 + y_2 (k_3 + k_4) - \frac{k_3 (k_2 y_1 + k_3 i y_2)}{M p^2 + k_0} = k_4 z_2. \quad (17)$$

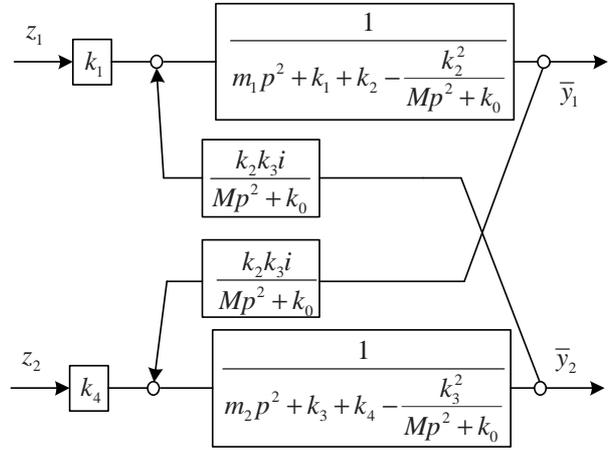


Рис. 2. Двумерная структурная схема системы, расчетная схема которой приведена на рис. 1 а, б: $i = -l_2 / l_1$ – соответствует системе с рычагами первого рода; $i = l_2 / l_1$ – соответствует системе с рычагами второго рода

Для изучения особенностей влияния рычажных связей примем, что $m_3 = m'_3 = 0$, $k_1 = k_2 = k_3 = k_4 = k$, $M = 0$, $k_0 = 2k$.

В этом случае парциальные блоки будут одинаковыми, но перекрестные связи (рис. 3 а, б) будут разными, поэтому будут разными частотные уравнения.

$$m \ddot{y}_2 + y_2 (2k - 0,5k i^2) - 0,5k i y_1 = k z_2. \quad (21)$$

Если принять передаточное отношение $i = -1$, то получим:

$$m \ddot{y}_1 + 1,5k y_1 + 0,5k y_2 = k z_1, \quad (22)$$

$$m \ddot{y}_2 + 1,5k y_2 + 0,5k y_1 = k z_2. \quad (23)$$

При $i = 1$ имеем соответственно:

$$m\ddot{y}_1 + 1,5ky_1 - 0,5ky_2 = kz_1, \quad (24)$$

$$m\ddot{y}_2 + 1,5ky_1 + 0,5ky_2 = kz_2. \quad (25)$$

Используя (22), (23), найдем главные частоты колебательной системы с рычагом первого рода (рис. 3 а) –

$\omega_{1,2}^2 = \frac{2k}{m}$, то есть главные частоты равны. Для случая

(25) имеем соответственно – (рис. 3 б) $\omega_{1,2}^2 = \frac{k}{m}$. Частотное уравнение системы в соответствии с рис. 3 а, б имеет вид:

$$A = \left(m_1 p^2 + k_1 + k_2 - \frac{k_2^2}{Mp^2 + k_0} \right) \times \left(m_2 p^2 + k_3 + k_4 - \frac{k_3^2 i^2}{Mp^2 + k_0} \right) \pm \frac{k_3^2 k_2^2 i^2}{(Mp^2 + k_0)^2}. \quad (26)$$

Знак (–) перед последним членом выражения (26) соответствует рычажной связи первого рода, а знак (+) отражает положительную обратную связь, вводимую рычагом второго рода. Если принять $i = -1$, то можно получить частотное уравнение:

$$A(m p^2 + 1,5k)(m p^2 + 2k - 0,5k) - 0,25k^2 = 0, \quad (27)$$

Тогда

$$A = m^2 p^4 + m p^2 k(1,5 + 2 - 0,5k_1^2) + 3k^2 - 0,75ki^2 - 0,25ik^2,$$

откуда:

$$A = (m p^2 + 1,5k)^2 - 0,25k^2 = 0. \quad (28)$$

$$m^2 p^4 + 3m p^2 k + 2,25k^2 - 0,25k^2 = 0. \quad (29)$$

$$(\omega_{\text{соб}1,2}^2)^2 = \frac{3k}{2m} \pm \sqrt{\frac{ak^2 - 8k^2}{4m^2}} = \frac{3k \pm k}{2m}. \quad (30)$$

Таким образом, собственные частоты системы (рис. 1 а) имеют вид:

$$\omega_{1,\text{соб}}^2 = \frac{k}{m}, \quad (31)$$

$$\omega_{2,\text{соб}}^2 = \frac{2k}{m}, \quad (32)$$

Если связь реализуется рычагом второго рода, то уравнение частот (26) изменяется, так как связь будет носить положительный характер, поэтому:

$$A = (m p^2 + 1,5k)^2 + 0,25k^2 = 0, \quad (33)$$

тогда:

$$(\omega_{1,2}^{\text{соб}})^2 = \frac{3k}{2m} \pm \sqrt{\frac{9k^2 - 10k^2}{4m}}, \quad (33')$$

что свидетельствует об условиях неустойчивости (при $i = 1, k_1 = k_2 = k_3 = k_4 = 0, M = 0$). Запишем из (26), что при $i = 1$, то есть при рычаге второго рода:

$$A = (m p^2 + 1,5k)(m p^2 + 2k - 0,5k i^2) + (k^2 i) \cdot 0,25 = 0. \quad (34)$$

Преобразуем (34) к виду:

$$A = m^2 p^4 + m p^2 \cdot k(3,5 - 0,5i^2) + k^2(3 - 0,5i^2) = 0, \quad (35)$$

откуда:

$$(\omega_{1,2,\text{соб}}^2)^2 = \frac{k(3,5 - 0,5i^2)}{2m} \pm \sqrt{\frac{k^2(3,5 - 0,5i^2) - 4k^2(3 - 0,5i^2)}{4m^2}}, \quad (36)$$

или:

$$(\omega_{1,2,\text{соб}}^2)^2 = \frac{k(3,5 - 0,5i^2)}{2m} \pm \frac{k}{4m} \sqrt{(i^4 - 6i^2 + 1)}. \quad (37)$$

Если $i^4 - 6i^2 + 1 = 0$, то:

$$(i_{1,2}^2)^2 = 3 \pm \sqrt{8}, \quad (38)$$

тогда найдем две частоты собственных колебаний:

$$\omega_{1,\text{соб}}^2 = \frac{k}{2m} (2 - 0,5\sqrt{8}); \quad \omega_{2,\text{соб}}^2 = \frac{k}{2m} (2 + 0,5\sqrt{8}). \quad (39)$$

Таким образом, не при всех значениях $i \neq 0$ можно найти частоты собственных колебаний системы. Для определения диапазона приемлемых i построим график зависимости частот собственных колебаний от передаточного отношения i .

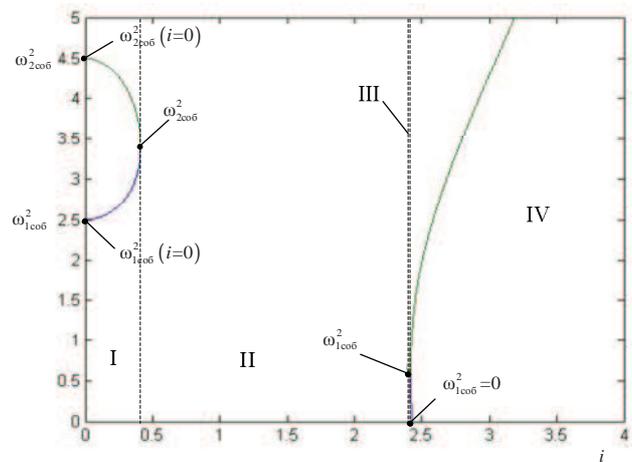


Рис. 4. Зависимости значений частот собственных колебаний системы от величины передаточного отношения рычага первого рода: I – зона нормальной работы; II – зона неустойчивости; III – зона приближения к режиму динамического гашения; IV – зона неустойчивости, когда наблюдаются неустойчивые колебания одной из масс

Границы значений частот определяются из выражения (36). При этом должно выполняться условие:

$$i^4 - 6i^2 + 1 \geq 0. \quad (40)$$

Отметим, что информация о свойствах справедлива для условий $k_1 = k_2 = k_3 = k_4 = k$ и $M = 0$. Но важен сам факт возможности потери устойчивости при положительной связи, реализуемой рычагом первого рода в расчетных схемах, соответствующих рис. 1 а. На рис. 4 можно выделить ряд характерных точек: в зоне I ре-

лизуется режим, когда $i = 0$, что в физическом смысле означает равенство нулю одного из плеч рычага первого рода, в этом случае для колебательной системы необходимо ввести ограничение, что $i \rightarrow 0$, но не равняется нулю; граница зоны I определяется частотой, равной $\omega^2 = \frac{k}{2m}(2 - 0,5\sqrt{8})$ – в данной точке мы наблюдаем первое главное колебание системы, и при дальнейшем увеличении i осуществляется переход в II – зону неустойчивой работы. При достижении значения частоты $\omega^2 = \frac{k}{2m}(2 + 0,5\sqrt{8})$ наблюдается второе главное колебание и происходит переход в III зону работы, которая завершается значением $i = \sqrt{7}$, что соответствует режиму динамического гашения. Дальнейшее увеличение i приводит к неустойчивой работе колебательной системы (неустойчивое колебание одной из масс).

Характерные точки на рис. 4 можно определить, используя зависимость, приведенную на рис. 5.

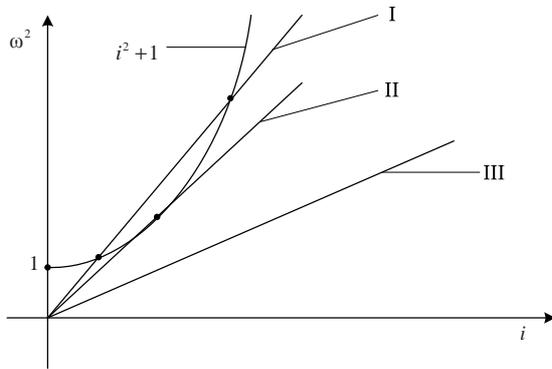


Рис. 5.

Если связь реализуется рычагом второго рода и имеет отрицательный характер, то:

$$A = m^2 p^4 + mp^2 k(3,5 - 0,5i^2) + k^2(3 - 0,5i^2) = 0, \quad (41)$$

откуда:

$$(\omega_{1,2\text{соб}}^2)^2 = \frac{(3,5 - 0,5i^2)}{2m} \pm \sqrt{\frac{(35 - 0,5i^2)^2 - 4(3 - i^2)}{4}} \quad (42)$$

или:

$$\omega_{1,2\text{соб}}^2 = \frac{(3,5 - 0,5i^2)k}{2m} \pm \frac{k}{4m} \sqrt{(i^4 + 0,5i^2 + 1)}. \quad (43)$$

Характерный вид имеет зависимость $\omega_{1\text{соб}}^2$ и $\omega_{2\text{соб}}^2$ в функции передаточного отношения i аналогично, как и для рычага первого рода.

На рис. 6 имеются характерные точки, которые совпадают с рычагами первого рода: в зоне I реализуется режим, когда $i \rightarrow 0$, в зоне II при значении $i = \sqrt{7}$ наступает режим динамического гашения. В свою очередь, дальнейшее увеличение i приводит к неустойчивой работе колебательной системы.

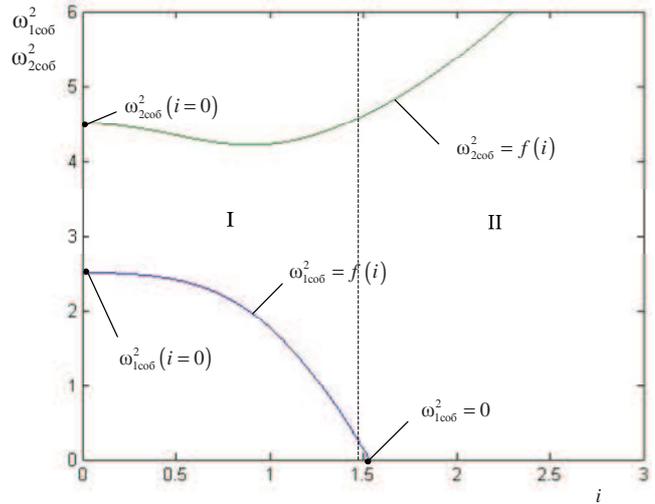


Рис. 6. Зависимости значений частот собственных колебаний системы от величины передаточного отношения рычага второго рода: I – зона устойчивой работы; II – зона неустойчивости

Выводы

Таким образом, рычажные связи первого и второго рода по-разному влияют на динамические свойства системы, поскольку реализуют различные виды обратных связей. Отметим, что передаточное отношение рычага имеет знак и величину, что предопределяет значения этих параметров для оценки зон устойчивой работы. Рычажные связи первого рода вносят отрицательную связь. Однако область устойчивости работы требует отдельного рассмотрения: при рычажных связях второго рода, при определенных сочетаниях параметров, возможны режимы неустойчивости, так как в систему вводятся положительные связи.

Литература

1. Ситов И.С. Динамика взаимодействия брусового вибрационного рабочего органа бетоноотделочной машины с обрабатываемой средой: дис. ...канд. техн. наук. Братск, 2008. 192 с.
2. Белокобыльский С.В., Ситов И.С. Особенности структуры вибрационного поля двумерного объекта в системе обобщенных координат (смещение – угол поворота) и соответствующих координатам обобщенных сил // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2008. № 1. С. 18-22.
3. Гозбенко В.Е. Управление динамическими свойствами механических колебательных систем. Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та. 2000. 412 с.
4. Яглом И.М. Математические структуры и математическое моделирование. М.: Сов. Радио, 1980. 144 с.
5. Елисеев С.В., Упырь Р.Ю. Особенности параллельных соединений в механических цепях // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2007. Вып. 2 (14). С. 102-113.
6. Белокобыльский С.В., Ситов И.С. Приведенные жесткости двумерных систем // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2007. № 16. С. 6-10.
7. Белокобыльский С.В., Елисеев С.В., Кашуба В.Б. Математическое моделирование в механических колебательных системах. Мехатронные подходы // Проблемы машиностроения и автоматизации. 2011. № 3. С. 70-78.

References

1. Sitov I.S. Dynamics of interaction of the bar-shaped vibration movable operating element of concrete vibrating machine with processed environment: Dissertation for the degree of Candidate of Technical Science. Bratsk, 2008. 192 p..
2. Belokobylsky S.V., Sitov I.S. Structural features of a vibration field of two-dimensional object in joint coordinate system (shift – sweep

angle) and in joint forces corresponding to coordinates // *Sovremennye tehnologii. Sistemnyj analiz. Modelirovanie*. 2008. No. 1. P.18-22.

3. Gozbenko, V.E. Operation of dynamic properties of mechanical oscillatory systems. Irkutsk: Izd-vo Irkut. gos. un-ta., 2000. 412 p.

4. Yaglom I.M. Mathematical structures and mathematical modelling. M.: Sov. Radio, 1980. 144 p.

5. Eliseev S.V., Upry R.Yu. Features of parallel connections in mechanical chains // *Sovremennye tehnologii. Sistemnyj analiz. Modelirovanie*. 2007. No 2 (14). P.102-113.

6. Belokobylsky S.V., Sitov I.S. Reduced stiffness of two-dimensional systems // *Sovremennye tehnologii. Sistemnyj analiz. Modelirovanie*. 2007. No. 16. P.6-10.

7. Belokobylsky S.V., Eliseev S.V., Kashuba V.B. Mathematical modelling in mechanical oscillatory systems. *Mechatronic approaches // Problemy mashinostroenija i avtomatizacii*. 2011. No. 3. P.70-78.

8. Belokobylsky S.V. Dynamics of dry friction systems and its application to mining mechanics tasks: monograph, M. 2002. 209 p.

УДК 621.311

Экспериментальные исследования влияния параметров бетоноотделочной машины с электромагнитным активатором на показатели качества изделий

С.Н. Герасимов^a, В.А. Коронатов^b, Е.В. Ефимова^c, И.О. Клушин^d

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

^asdm_gerasimov@rambler.ru, ^bkortavik@mail.ru, ^csima_efimova@mail.ru ^dsdm_alybeliw@mail.ru

Статья поступила 10.12.2013, принята 12.02.2014

Бетонные изделия должны обладать высокой точностью геометрических размеров, чистой обработкой и ровностью поверхности, достаточной адгезией для обеспечения возможности покрытия их отделочными материалами, трещиностойкостью. В статье представлены результаты экспериментальных исследований. Целью исследований являлось повышение качества обработки незатвердевшей поверхности железобетонных изделий. Объектом исследования является процесс обработки бетонной поверхности дисковым рабочим органом с электромагнитным воздействием. За параметр, характеризующий данный процесс, принято качество заглаживаемой поверхности (размах шероховатости). Задача эксперимента – достижение минимальной шероховатости обрабатываемой поверхности при возможных комбинациях факторов, влияющих на процесс. Факторы, определяющие процесс заглаживания: магнитная индукция, жесткость бетонной смеси, скорость заглаживания, частота вращения диска.

Ключевые слова: шероховатость, магнитная индукция, жесткость бетонной смеси, поверхность, скорость заглаживания, формирование, строительство.

Pilot studies of influence of parameters of concrete-finishing machine with electromagnetic activator on indicators of product quality

S.N. Gerasimov^a, V.A. Koronotov^b, E.V. Efimova^c, I.O. Klushin^d

Bratsk state university, 40 Makarenko st., Bratsk, Russia

^asdm_gerasimov@rambler.ru, ^bkortavik@mail.ru, ^csima_efimova@mail.ru ^dsdm_alybeliw@mail.ru

Received 10.12.2013, accepted 12.02.2014

Concrete products have to possess high precision of the geometrical sizes, processing purity and surface flatness, and sufficient adhesion so to be covered with finishing materials, and crack resistance. The article deals with the results of pilot studies. The research purpose was to improve processing quality of the unconsolidated surface of ferroconcrete products. The research object is processing of a concrete surface with disk working body of electromagnetic influence. For the parameter characterizing this process, the quality of a smoothed-down surface (scope of a roughness) has been accepted. Experiment task is to achieve the minimum roughness of a processed surface at possible combinations of the factors influencing on the process. The factors defining the process of smoothing are magnetic induction, rigidity of concrete mix, smoothing-down velocity, frequency of disk rotation.

Keywords: roughness, magnetic induction, rigidity of concrete mix, concrete surface, smoothing-down velocity, formation, construction.

Введение. Проведенные теоретические исследования, а также изучение разнообразных видов дисковых бетоноотделочных машин [2, 3, 5] позволили устано-

вить и конкретизировать значения основных параметров, соответствующих определенному качеству изделий, отформованных из бетонных смесей. Таким обра-