



УДК 621.3(0758)

© 2008

Член-корреспондент НАН України А. Е. Божко


О возможности воспроизведения прямоугольного управляющего импульса электромагнитным вибровозбудителем

On the basis of the singularis expansion of a jump-like function, the possibility to reproduce a rectangular pulse with the help of an electromagnetic vibroexciter is investigated.

При применении электромагнитных вибровозбудителей (ЭМВ) в технологических процессах, в испытательных комплексах [1] во многих случаях необходимо воспроизведение прямоугольных импульсов. Такая задача не является тривиальной по причине того, что входная (электрическая) система ЭМВ при превышении индуктивного сопротивления над активным и механическая колебательная система являются инерционными. Кроме того, если учесть сингулярное (особое) разложение скачкообразной функции [2], то и сам прямоугольный импульс является деформированным с некоторым изменением своих переднего и заднего фронтов.

В связи с таким объяснением напрашивается вопрос о принципиальной возможности воспроизведения ЭМВ прямоугольного импульса. Для решения такой задачи примем во внимание два типа ЭМВ: а) прямоугольный управляющий импульс формируется источником напряжения (ИН); б) тот же импульс формируется источником тока (ИТ). Рассмотрим а и б варианты.

ЭМВ с ИН характеризуется тем, что индуктивное сопротивление x_L входной электрической цепи значительно больше активного (резистивного) сопротивления R .

На рис. 1 приведена общая схема ЭМВ, где М — магнитопровод; Я — якорь; О — объект восприятия удара; ЭО — электрическая обмотка; Пр — пружины; РМ — реактивная масса; δ — воздушный зазор; U — управляющее напряжение; К — корпус;  — фундамент.

Как видно из рис. 1, ЭМВ включает в себя электрическую, магнитную и механическую части, а также систему управления, формирующую U . Дифференциальное уравнение электрической части следующее:

$$U = Ri + L \frac{di}{dt}, \quad (1)$$

где R — резистор; L — индуктивность; i — ток в ЭО.

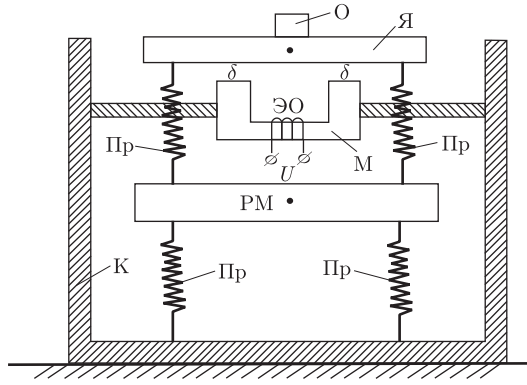


Рис. 1

Так как в нашем случае U является прямоугольным импульсом, то с учетом сингулярного разложения скачкообразной функции [2]

$$U = U(1 - e^{-\alpha t}) + e^{-\alpha t} \sum_{k=1}^n U_{ak} \cos \omega_k t - U[1 - e^{-\alpha(t-\tau)}] - e^{-\alpha(t-\tau)} |U| \sum_{k=1}^n U_{ak} \cos[\omega_k(t - \tau)], \quad (2)$$

$$\sum_{k=1}^n U_{ak} = 1; \quad U_{a1} = \frac{U}{\pi}; \quad U_{ak} = \frac{U_{a1}}{k}; \quad k = \frac{\omega_k}{\omega_1},$$

где α — коэффициент затухания; t — время; τ — длительность прямоугольного импульса; U_{ak} — амплитуда k -й гармоники; ω_k — круговая частота k -й гармоники ($\omega_k = 2\pi f$, f_k — частота, Гц).

С учетом (2) уравнение (1) приобретает вид

$$U(1 - e^{-\alpha t}) + e^{-\alpha t} |U| \sum_{k=1}^n U_{ak} \cos \omega_k t - U[1 - e^{-\alpha(t-\tau)}] e^{-\alpha(t-\tau)} |U| \times \sum_{k=1}^n U_{ak} \cos[\omega_k(t - \tau)] = Ri + L \frac{di}{dt}. \quad (3)$$

В первую очередь нас интересует формирование ЭМВ переднего фронта воспроизводимого импульса, которое, исходя из уравнения (3), можно рассматривать поэтапно, т. е. вначале управляющего импульса, после переднего фронта (на вершине во время $0-\tau$) и в конце импульса на его спаде. В связи с такой поэтапностью представим уравнение (3) для первого этапа в виде

$$U = U(1 - e^{-\alpha t}) + |U| e^{-\alpha t} \sum_{k=0}^n U_{ak} \cos \omega_k t = U = Ri + L \frac{di}{dt}. \quad (4)$$

Искомой величиной в (4) является электрический ток $i(t)$. Будем находить $i(t)$, решая (4) операционным методом с использованием изображения Карсона [3]. Такое решение будет

относиться и к общему случаю, когда активное и индуктивное сопротивления соизмеримы. В случае ИН $x_L \gg R$ и (4) приобретает вид

$$U = U(1 - e^{-\alpha t}) + e^{-\alpha t} \sum_{k=0}^n U_{ak} \cos \omega_k t = L \frac{di}{dt},$$

откуда

$$i(t) = \frac{1}{L} \int \left[U(1 - e^{-\alpha t}) + e^{-\alpha t} \sum_{k=0}^n U_{ak} \cos \omega_k t \right] dt. \quad (5)$$

В случае ИТ $R \gg x_L$ и из (4)

$$i(t) = \frac{1}{R} \left[U(1 - e^{-\alpha t}) + e^{-\alpha t} \sum_{k=0}^n U_{ak} \cos \omega_k t \right]. \quad (6)$$

Из (5) получаем

$$\begin{aligned} i(t) &= \frac{U}{L} \left(t + \frac{\ell^{-\alpha t}}{\alpha} \right) \Big|_0^t + \left[\ell^{-\alpha t} \frac{|U|}{L} \sum_{k=1}^n \frac{\omega_k^2 U_{ak}}{\alpha^2 + \omega_k^2} \left(\frac{1}{\omega_k} \sin \omega_k t - \frac{\alpha}{\omega_k^2} \cos \omega_k t \right) \right] \Big|_0^t = \\ &= \frac{U}{L} \left\{ \left[t - \frac{1}{2}(1 - \ell^{-\alpha t}) \right] + (1 - \ell^{-\alpha t}) \sum_{k=1}^n \frac{U_{ak} \omega_k}{\alpha^2 + \omega_k^2} \left[\sin \omega_k t + \frac{\alpha}{\omega_k} (1 - \cos \omega_k t) \right] \right\}. \quad (7) \end{aligned}$$

В общем случае решение (4) в изображениях Карсона следующее:

$$i(p) = \frac{U\alpha}{L(p+\alpha)(p+\delta)} + \frac{|U|}{L} \sum_{k=1}^n \frac{U_{ak} p(p+\alpha)}{(p+\alpha)[(p+\alpha)^2 + \omega_k^2]}, \quad (8)$$

где $\delta = R/L$ – коэффициент затухания в электрической цепи.

Оригинал (8) имеет вид (определен по таблицам [3])

$$\begin{aligned} i(t) &= \frac{U\alpha}{L} \left[\frac{1}{\alpha\delta} + \frac{1}{\alpha - \delta} \left(\frac{1}{\alpha} \ell^{-\alpha t} - \frac{1}{\delta} \ell^{-\delta t} \right) \right] + \frac{|U|}{L} \sum_{k=1}^n \frac{U_{ak}}{(\alpha - \delta)^2 + \omega_k^2} \times \\ &\times \{ (\alpha - \delta) \ell^{-\delta t} + \ell^{-\alpha t} [\omega_k \sin \omega_k t - (\alpha - \delta) \cos \omega_k t] \}. \quad (9) \end{aligned}$$

Проверим физическую правильность выражений (6), (7), (9) с учетом свойства скачкообразной функции [4]

$$1(t) = \begin{cases} 1 & \text{при } t \geq 0 \\ 0 & \text{при } t < 0 \end{cases} \quad (10)$$

ее сингулярного разложения

$$1(t) = (1 - e^{-\alpha t}) + e^{-\alpha t} \sum_{k=1}^n U_{ak} \cos \omega_k t. \quad (11)$$

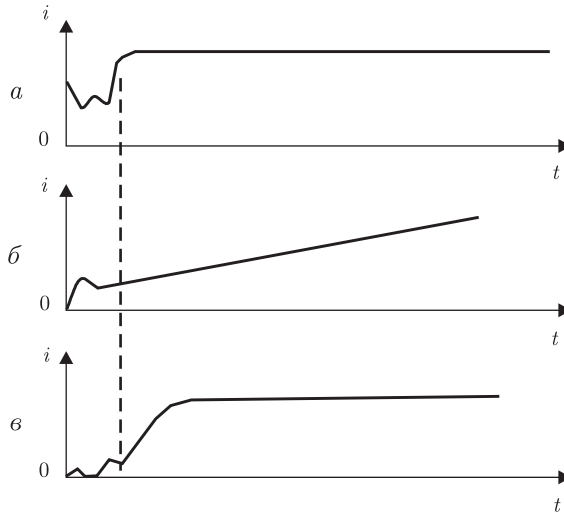


Рис. 2

При $t = 0$ (10) = 1; (11) = $\sum_{k=1}^n U_{ak} = 1$; при $t = \infty$ (10) = 1; (11) = 1; при $\alpha = \infty$ (11) = (10). Подобными свойствами с учетом характера электрической цепи должны обладать токи $i(t)$, выраженные соотношениями (6), (7), (9).

При $t = 0$ (6) = $\frac{|U|}{R} \sum_{k=1}^n U_{ak} = d \frac{U}{R}$; (7) = $\frac{U}{\alpha L} \left(1 - \sum_{k=1}^n \frac{U_{ak}}{1 + \omega_k^2/\alpha^2} \right)$. При $\alpha^2 \gg \omega_k^2$, что так и есть, $\sum_{k=1}^n \frac{U_{ak}}{1 + \omega_k^2/\alpha^2} = 1$ и (7) = 0, что соответствует интегралу от прямоугольного импульса в начале его развития. При $t = 0$ (9) = 0. Далее при $t = \infty$ (6) = U/R ; (7) = ∞ (при $\tau = \infty$ (7) = $U\tau/L$); (9) = U/R . При $\alpha = \infty$ (6) = U/R ; (7) = $(U/L)t$; (9) = $U/L\delta \times \left(1 - \frac{1}{1 - \delta/\alpha} e^{-\delta t} \right) = \frac{U}{R} (1 - e^{-\delta t})$, так как $\delta/\alpha = 0$.

Итак, данная проверка показала правильность решения и соответствие (10) и (11). Графики токов $i(t)$, соответствующих выражениям (6), (7), (9), изображены на рис. 2, а, б, в соответственно.

Как видно из этих рисунков, токи (7), (9) медленно нарастают в системе ЭМВ по сравнению с током (6). Полученные токи $i(t)$, выраженные через (6), (7), (9), проходя по обмотке ЭО в магнитопроводе М, наводят магнитный поток Φ в соответствии с законом полного тока [5]

$$iw = \frac{\Phi}{G}, \quad G = \frac{\mu_0 S}{2\delta}, \quad (12)$$

где w — число витков обмотки ЭО; G — магнитная проводимость в ЭМВ; μ_0 — магнитная проницаемость воздуха; S — площадь поперечного сечения полюса М у воздушного зазора δ . Из (12) видно, что $\Phi(t)$ пропорционален $i(t)$. Тяговое усилие ЭМВ записывается выражением [1]

$$F = \frac{\Phi^2(t)}{\mu_0 S} = \frac{\mu_0 S}{4} \left(\frac{iw}{\delta} \right)^2. \quad (13)$$

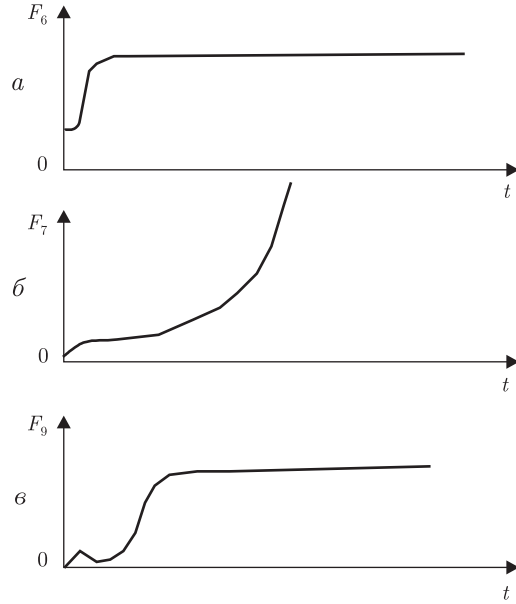


Рис. 3

Подставляя (13) в (6), (7), (9), получим для рассматриваемых случаев выражения тяговых усилий соответственно

$$F_6(t) = \frac{\mu_0 S}{4} \left(\frac{Uw}{R\delta} \right)^2 \left[(1 - \ell^{-\alpha t}) + \ell^{-\alpha t} \sum_{k=1}^n U_{ak} \cos \omega_k t \right]^2, \quad (14)$$

$$F_7(t) = \frac{\mu_0 S}{4} \left(\frac{Uw}{L\delta} \right)^2 \left\{ t + \frac{\ell^{-\alpha t}}{\alpha} + \ell^{-\alpha t} \sum_{k=1}^n \frac{\omega_k^2}{\alpha^2 + \omega_k^2} U_{ak} \left(\frac{\sin \omega_k t}{\omega_k} - \frac{\alpha}{\omega_k} \cos \omega_k t \right) \right\}^2, \quad (15)$$

$$F_9(t) = \frac{\mu_0 S}{4} \left(\frac{Uw}{L\delta} \right)^2 \left\langle \frac{1}{\alpha\delta} + \frac{1}{\alpha - \delta} \left(\frac{1}{\alpha} \ell^{-\alpha t} - \frac{1}{\delta} \ell^{-\delta t} \right) + \sum_{k=1}^n \frac{U_{ak}}{(\alpha - \delta) + \omega_k^2} \{ (\alpha - \delta) \ell^{-\delta t} + \ell^{-\alpha t} [\omega_k \sin \omega_k t - (\alpha - \delta) \cos \omega_k t] \} \right\rangle^2. \quad (16)$$

График тяговых усилий F_6 , F_7 , F_9 изображен на рис. 3. Тяговые усилия (14), (15), (16) в соответствующих ЭМВ возбуждают механическую часть, состоящую из Я + О, Пр, РМ и представляющую собой колебательную систему с двумя степенями свободы. Для определения координат перемещения подвижной системы ЭМВ представим на рис. 4 механическую схему этой системы, где $m_я$, $m_р$ — массы Я + О и РМ соответственно; $c_я$, $c_р$ — коэффициенты жесткости (упругости); $b_я$, $b_р$ — коэффициенты диссипации (демпфирования); $x_я$, $x_р$ — перемещения $m_я$ и $m_р$ соответственно; F — тяговое усилие.

Демпфирование в ЭМВ создается в результате трения подвижной части о воздух. Дифференциальные уравнения движения подвижной части в соответствии с рис. 4 запишем в виде

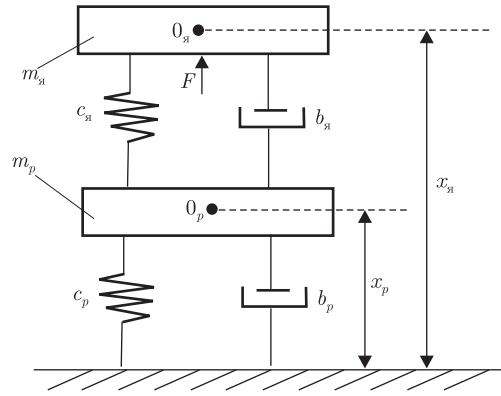


Рис. 4

$$\left. \begin{aligned} m_я \frac{d^2 x_я}{dt^2} + b_я \frac{dx_я}{dt} + c_я x_я &= F + b_я \frac{dx_p}{dt} + c_я x_p, \\ m_p \frac{d^2 x_p}{dt^2} + (b_я + b_p) \frac{dx_p}{dt} + (c_я + c_p) x_p &= b_я \frac{dx_я}{dt} + c_я x_я. \end{aligned} \right\} \quad (17)$$

Как видно из (17), колебания РМ влияют на $x_я$. Причем поскольку $x_p(t) = x_{ap} \sin(\omega t - \varphi_p)$, где x_{ap} — амплитуда; ω — круговая частота; φ_p — угол сдвига между $x_я$ и x_p , то x_p из-за $(-\varphi_p)$ уменьшает действие F на якорь, особенно на интервале переднего фронта управляющего импульса $U(t)$. Исходя из этого, такое влияние можно скомпенсировать, например, с помощью активной виброзащиты [6, 7] либо путем исключения из ЭМВ реактивной массы РМ. Тогда (17) приобретает вид

$$m_я \frac{d^2 x_я}{dt^2} + b_я \frac{dx_я}{dt} + c_я x_я = F. \quad (18)$$

Решение (18) с учетом (14), (15), (16) можно находить операционным методом с использованием изображений Карсона [3]

$$x_я(p) = \frac{F_l(p)}{m_я p^2 + b_я p + c_я}, \quad l = 6, 7, 9. \quad (19)$$

Однако, анализируя выражения (14), (15), (16) и рис. 3, б, в, видим, что из-за превышения индуктивного сопротивления (x_L) над активным (R) как токи $i_7(t)$, $i_9(t)$, так и соответствующие им тяговые усилия F_7 , F_9 при подаче прямоугольного импульса на вход ЭМВ изменяются медленно, т. е. передний фронт этих величин не является крутым, что, в конечном итоге, при действии F_7 , F_9 на подвижную систему ЭМВ не позволяет воспроизвести ЭМВ прямоугольный импульс. А это значит, что, чтобы не загромождать данную работу многочисленными математическими соотношениями, связанными с (19) при F_l , $l = 7, 9$, рационально использовать в дальнейшем только F_6 .

Вначале раскроем скобки в (14). Тогда

$$\begin{aligned} F_6 = A_6 \left[1 + \ell^{-2\alpha t} + \ell^{-2\alpha t} \left(\sum_{k=1}^n U_{ak} \cos \omega_k t \right)^2 + 2\ell^{-\alpha t} \sum_{k=1}^n U_{ak} \cos \omega_k t - \right. \\ \left. - 2\ell^{-2\alpha t} \sum_{k=1}^n U_{ak} \cos \omega_k t - 2\ell^{-\alpha t} \right], \end{aligned} \quad (20)$$

где

$$A_6 = \frac{\mu_0 S}{4} \left(\frac{Uw}{R\delta} \right)^2.$$

В свою очередь,

$$\ell^{-2\alpha t} \left(\sum_{k=1}^n U_{ak} \cos \omega_k t \right)^2 = \ell^{-2\alpha t} \sum_{k=1}^n (U_{ak} \cos \omega_k t)^2 + 2\ell^{-2\alpha t} \sum_{\substack{k=1 \\ l \neq k \\ l=1}}^{C_n^2} U_{ak} U_{al} \cos \omega_k t \cos \omega_l t,$$

где C_n^2 — число сочетаний из n по два ($C_n^2 = n(n-1)/2$).

Таким образом, (20) имеет вид

$$F_6(t) = A_6 \left[1 + \ell^{-2\alpha t} + \ell^{-2\alpha t} \sum_{k=1}^n (U_{ak} \cos \omega_k t)^2 + 2\ell^{-2\alpha t} \sum_{\substack{k=1 \\ l \neq k \\ l=1}}^n U_{ak} U_{al} \cos \omega_k t \cos \omega_l t + \right. \\ \left. + 2\ell^{-\alpha t} \sum_{k=1}^n U_{ak} \cos \omega_k t - 2\ell^{-2\alpha t} \sum_{k=1}^n U_{ak} \cos \omega_k t - 2\ell^{-\alpha t} \right]. \quad (21)$$

Изображение $F_6(p)$, соответствующее (21), запишем следующим соотношением:

$$F_6(t) = A_6 \left[1 + \frac{p}{p+2\alpha} - \frac{2p}{p+\alpha} + \frac{1}{2} \sum_{k=1}^n U_{ak}^2 \frac{p}{p+2\alpha} + \frac{1}{2} \sum_{k=1}^n U_{ak}^2 \frac{p(p+2\alpha)}{(p+2\alpha)^2 + 4\omega_k^2} + \right. \\ \left. + 2 \sum_{k=1}^n \frac{p(p+\alpha)U_{ak}}{(p+\alpha)^2 + \omega_k^2} - 2 \sum_{k=1}^n U_{ak} \frac{p(p+2\alpha)}{(p+\alpha)^2 + \omega_k^2} + \right. \\ \left. + 2 \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq l \\ l=1}}^{C_n^2} U_{ak} U_{al} \frac{p(p+2\alpha)}{(p+2\alpha)^2 + (\omega_k - \omega_l)^2} + 2 \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq l \\ l=1}}^{C_n^2} U_{ak} U_{al} \frac{p(p+2\alpha)}{(p+2\alpha)^2 + (\omega_k + \omega_l)^2} \right] \quad (22)$$

и выражение (19) при подстановке в него (22) имеет вид

$$x_{\text{я}}(p) = \frac{A_6}{m_{\text{я}} p^2 + b_{\text{я}} p + c_{\text{я}}} + \frac{A_6}{m_{\text{я}} p^2 + b_{\text{я}} p + c_{\text{я}}} \left[\frac{p}{p+2\alpha} - \frac{p}{p+\alpha} \sum_{k=1}^m U_{ak}^2 + \right. \\ \left. + \frac{1}{2} \sum_{k=1}^m U_{ak}^2 \frac{p(p+2\alpha)}{(p+2\alpha)^2 + 4\omega_k^2} + 2 \sum_{k=1}^m \frac{p(p+\alpha)U_{ak}}{(p+\alpha)^2 + \omega_k^2} - 2 \sum_{k=1}^m U_{ak} \frac{p(p+2\alpha)}{(p+2\alpha)^2 + \omega_k^2} + \right. \\ \left. + 2 \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq l \\ l=1}}^{C_n^2} U_{ak} U_{al} \frac{p(p+2\alpha)}{(p+2\alpha)^2 + (\omega_k - \omega_l)^2} + 2 \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq l \\ l=1}}^{C_n^2} U_{ak} U_{al} \frac{p(p+2\alpha)}{(p+2\alpha)^2 + (\omega_k + \omega_l)^2} \right]. \quad (23)$$

Оригинал первого слагаемого в (23) следующий:

$$x_{я1}(t) = \frac{A_6}{C_{я}} \left[1 - \ell^{-\frac{b_{я}}{2m_{я}}t} \left(\cos \omega_0 t + \frac{b_{я}}{2\omega_0 m_{я}} \sin \omega_0 t \right) \right], \quad (24)$$

где

$$\omega = \sqrt{\frac{c_{я}}{m_{я}} - \left(\frac{b_{я}}{2m_{я}} \right)^2}, \quad \frac{C_{я}}{m_{я}} > \left(\frac{b_{я}}{2m_{я}} \right)^2.$$

При $t = 0$ $x_{я1}(0) = 0$, $t = \infty$ $x_{я1}(\infty) = A_6/C_{я}$.

Как видим, несмотря на то что первая составляющая в (20) является безынерционной, подвижная система ЭМВ обрабатывает эту составляющую с искажением переднего фронта в сторону уменьшения его фронта в сторону уменьшения его крутизны. То есть, удар как таковой с помощью управления ЭМВ $U(t)$ в виде прямоугольного импульса, судя по первой составляющей в (24), ЭМВ произвести не может. Оригинаты остальных составляющих, соответствующих изображению (23), тем более инерционнее, чем первая составляющая, и поэтому крутой передний фронт ими воспроизвести также невозможно. А в целом это значит, что с помощью управляющего прямоугольного импульса ЭМВ подвижной системой (якорем) создать удар не может. Однако выход в плане создания ЭМВ удара имеется, если использовать конструктивно на пути движения якоря (Я) к магнитопроводу (М) в воздушном зазоре дополнительную деталь в виде матрицы, о которую будет ударяться якорь (Я). Этим самым будет формироваться удар на платформе ЭМВ, но этот удар будет отставать от входного прямоугольного импульса $U(t)$ на величину времени t_{Δ} движения якоря (Я) от начального положения до матрицы. Эта величина t_{Δ} определяется из уравнения

$$t_{\Delta} \left(\cos \omega_0 t_{\Delta} + \frac{b_{я} t_{\Delta}}{2\omega_0 m_{я}} \sin \omega_0 t_{\Delta} \right) = \frac{2m_{я}}{b_{я}} \left[1 - \frac{(\delta - \Delta)C_{я}}{A_6} \right]. \quad (25)$$

Из (25) видно, что чем больше A_6 , тем меньше t_{Δ} , т. е. для уменьшения t_{Δ} необходимо увеличить величину входного напряжения U .

Таким образом, на основании проведенного исследования приходим к выводу, что ЭМВ при наличии пружин Пр, прикрепленных к якорю Я и корпусу К, не может воспроизвести точно прямоугольный импульс. При отсутствии этих пружин ($C_{я} = 0$) выражение (24) принимает вид

$$x_{я1}(t) = \frac{A_0}{0} 1 - \frac{b_{я}}{2m_{я}} t \left(\cos \omega_0 t + \frac{b_{я}}{2\omega_0 m_{я}} \sin \omega_0 t \right) = \infty.$$

Заметим, что проведенный анализ воспроизведения ЭМВ переднего фронта управляющего прямоугольного импульса показал, что вычисление в данной работе величины импульса на его вершине при $t \leq \tau$ и на заднем фронте $t \geq \tau$ не является необходимым из-за полученной ранее ясности о возможности ЭМВ с источником тока (ИТ), особенно при $C_{я} = 0$, воспроизведения прямоугольного импульса. ЭМВ с источником напряжения в принципе не могут воспроизвести прямоугольный импульс, но удар на подвижную часть (Я + О) осуществить могут при условии, что $C = 0$, и в воздушном зазоре находится матрица, о которую ударяется якорь Я. В этом случае начало механического удара не совпадает

с началом движения подвижной системы ЭМВ. ЭМВ с источником тока при $C = 0$ может воспроизводить серию ударов якоря о матрицу с частотой, значительно большей, чем ЭМВ с источником напряжения.

1. *Вибрации в технике* / Под ред. проф. Э.Э. Лавендела. – Москва: Машиностроение, 1981. – 512 с.
2. *Божко А. Е.* Новая интерпретация переходных процессов в электрических цепях // Доп. НАН України. – 2004. – № 9. – С. 83–87.
3. *Гинзбург С. Г.* Методы решения задач по переходным процессам в электрических цепях. – Москва: Сов. радио, 1959. – 404 с.
4. *Андре Анго.* Математика для электро- и радиоинженеров. – Москва: Наука, 1965. – 780 с.
5. *Бессонов Л. А.* Теоретические основы электротехники. – Москва: Высш. шк., 1978. – 528 с.
6. *Божко А. Е.* Об активной виброзащите в электромагнитных виброиспытательных стендах // Доп. НАН України. – 2005. – № 2. – С. 80–83.
7. *Божко А. Е., Личкатый Е. А.* Управляемая виброзащита электромагнитных вибростендов // Пробл. машиностроения. – 2005. – 8, № 2. – С. 39–44.

*Институт проблем машиностроения
им. А. Н. Подгорного НАН Украины, Харьков*

Поступило в редакцию 23.07.2007

УДК 681.62:655

© 2008

Член-корреспондент НАН України **В. В. Грицик, І. І. Кравець,
О. М. Лозинський, Ю. В. Опотьяк, Ю. П. Пінкевич**

Високоєфективна багатоканальна система контролю параметрів телевізійних та радіомовних передавачів

The modern state of radio engineering meters and measuring systems made by CIS countries for the control over TV and broadcast transmitter parameters is analyzed. The lacks of the existent systems are indicated. New approaches and a highly effective multichannel measuring system for broadcast transmitters based on these approaches and developed by the authors are described. The perspective ways of development and improvement of the system are indicated.

Постановка проблеми. Забезпечення якісного функціонування телевізійного та радіомовлення неможливе без коректного функціонування радіопередавального обладнання, що реалізується шляхом систематичного проведення регламентних вимірювань з використанням спеціалізованих радіотехнічних вимірювальних пристроїв. Для підвищення ефективності використання телерадіопередавального обладнання, надійного функціонування необхідно поряд з регламентними вимірюваннями проводити його постійний інформаційний моніторинг та забезпечувати оперативне проведення ремонтних робіт. Застосування розроблених авторами підходів [1, 2] і їх опробування на практиці при створенні низки складних розосереджених нарощуваних систем збору та обробки інформації дозволило у короткий час створити високоєфективну багатоканальну систему контролю параметрів телевізійних та радіомовних передавачів.

Аналіз існуючих систем. Проведений аналіз показав, що сьогодні на передавальних центрах України відсутні системи вітчизняного виробництва для оперативного контролю