

МЕТОДЫ СОКРАЩЕНИЯ ВРЕМЕНИ УСТАНОВЛЕНИЯ КОЛЕБАНИЙ В ОБЪЕМНОМ РЕЗОНАТОРЕ

Н. А. ЛАШУК, Б. А. СОЛНЦЕВ

(Представлена научным семинаром научно-исследовательского института ядерной физики)

К объемным резонаторам, используемым в физических установках для получения сильных переменных электрических полей, в ряде случаев предъявляются противоречивые требования. С одной стороны, объемные резонаторы должны иметь высокое шунтовое сопротивление R_3 с тем, чтобы необходимая для возбуждения мощность не превышала разумных пределов. С другой стороны, время установления колебаний должно быть меньше некоторой, наперед заданной величины, причем эта величина зачастую может быть значительно меньше той, которая определяется добротностью системы. Обычные методы, рекомендуемые для сокращения времени установления, связаны или с шунтированием резонатора или с его расстройкой относительно частоты возбуждения, в данном случае не могут быть реализованы, так как приводят или к снижению амплитуды колебаний в установившемся режиме при данной мощности возбуждения или к росту мощности питающего генератора, если амплитуда стационарных колебаний задана.

Колебания в резонаторе, как и во всякой колебательной системе, на вход которой подается скачком синусоидальное напряжение, развиваются по закону [1]

$$U(t) = \sqrt{2PR_3}(1 - e^{-\alpha t}) \cos \omega t, \quad (1)$$

где P — подводимая мощность, $\alpha = \frac{\omega}{2Q}$ — затухание системы.

Из этого выражения видно, что напряжение достигнет заданного значения тем быстрее, чем больше подводимая мощность. Если после достижения заданной амплитуды мощность снизить до той величины, которая достаточна для компенсации потерь, амплитуда колебаний не изменится. Таким образом, увеличивая вводимую в начальный момент мощность, возможно добиться сокращения фронта огибающей колебаний. Изменение величины импульса начальной мощности P_g и его длительность позволяют регулировать величину фронта τ_f . Зависимость добавочной мощности от величины требуемого фронта

$$\frac{P_g}{P} = \frac{0,81}{(1 - e^{-2,3\tau_f/\tau})^2}. \quad (2)$$

Здесь $\tau = \frac{4,6Q}{\omega}$ — «естественное» время установления колебаний до уровня $0,9 U_{\max}$. Эта зависимость приведена на рис. 1. Если для возбуждения резонатора используется генератор с независимым возбуждением, необходимая начальная мощность P_g может быть получена импульсной амплитудой модуляции, например, введением мощного импульса напряжения в анодную цепь ламп выходной ступени генератора.

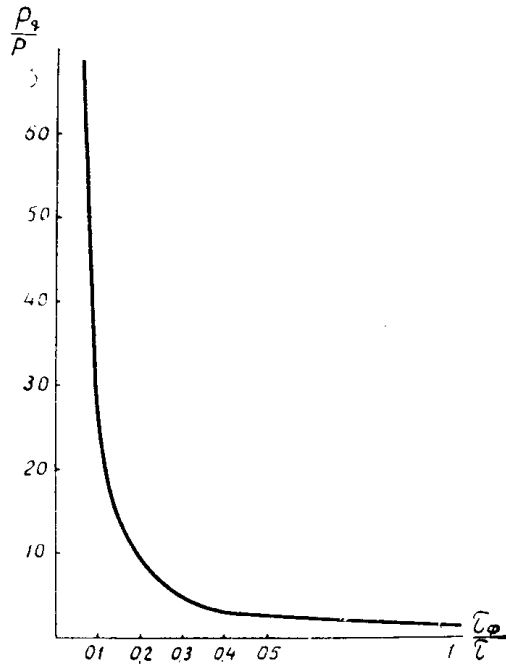


Рис. 1.

$$U(t) = \frac{U}{\sqrt{1 - \left(1 - \frac{U^2}{U_0^2}\right) e^{-2\alpha_3 t}}}. \quad (3)$$

Эквивалентное затухание учитывает влияние лампы и равно

$$\alpha_3 = \frac{1}{2C} \left[S(|K_{oc}| - D) - \frac{1}{R_3} \right], \quad (4)$$

где C — эквивалентная емкость резонатора, K_{oc} — коэффициент обратной связи и D — проницаемость лампы.

После достижения заданной амплитуды импульсные лампы отключаются и дальнейшие колебания поддерживаются основным генератором. В обоих рассмотренных случаях для существенного сокращения фронта требуются большие импульсные мощности в начальный момент. Кроме того, здесь требуется очень точная настройка резонатора на частоту возбуждения. Даже незначительные расстройки резонатора приводят к значительным изменениям фазы в процессе установления колебаний.

Несовпадение фаз основного и вспомогательного автогенератора во втором случае приводит к искажению огибающей колебаний и при разности фаз 180° колебания после выключения автогенератора полностью срываются, а затем возникают снова, но уже под действием основного генератора [1].

В том случае, когда для возбуждения резонатора используется автогенератор, более эффективным является способ, основанный на его ударном возбуждении. Уже из выражения (3) видно, что время установления колебаний в генераторе существенно зависит от амплитуды начальных колебаний U_0 . Если резонатор является контуром генератора, то начальное напряжение можно получить за счет быстрого заряда или разряда емкости резонатора или за счет протекания импульса тока

через петлю, индуктивно связанную с резонатором. Эти два случая схематически изображены на рис. 2. Если, например, в схеме рис. 2, а источник E заряжает емкость резонатора до напряжения, равного амплитуде напряжения в установившемся режиме, или если генератор тока рис. 2, б обеспечивает ток, величина которого равна амплитуде тока в установившемся режиме, при одновременном включении анодного тока и поджигании тиратрона в автогенераторе не будет происходить переходного процесса по амплитуде — стационарные колебания устано-

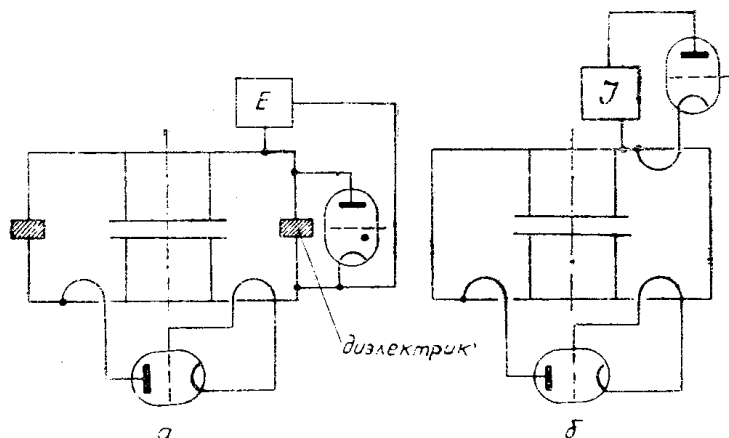


Рис. 2.

вятся мгновенно. Анализ процессов, происходящих в этом случае, показывает, что не будет также и переходного процесса по фазе. Это и понятно, так как основной причиной как изменения амплитуды, так и изменения фазы в процессе установления колебаний в автогенераторе является изменение эквивалентного затухания α_s . В рассматриваемом случае автогенератор сразу ставится в условиях, при которых $\alpha = 0$, что как раз и отвечает условию стационарности режима.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. С. Виницкий, П. И. Евдокимов. Особенности переходных процессов в резонансном контуре при манипуляции фазы колебаний и при манипуляции параметров контура. Радиотехника т. 14, № 7, 1959.
2. И. С. Гоноровский. Основы радиотехники. Связьиздат, 1957.