

УДК 621.373; 621.319

ВЛИЯНИЕ АСИНХРОННОЙ СИЛЫ НА ВЗАИМНУЮ СИНХРОНИЗАЦИЮ ГЕНЕРАТОРОВ

С. И. Вексин, И. И. Минакова

(кафедра физики колебаний)

За последние годы в связи с микроминиатюризацией аппаратуры, появлением новых систем оптического и СВЧ-диапазонов, моделированием биологических ритмов возрос интерес к исследованию взаимной синхронизации систем генераторов. Появилось достаточно большое количество работ по данному вопросу. Однако в большинстве случаев в силу сложности задачи исследуются стационарные одночастотные режимы или границы существования таких режимов по перестройке частот в определенных типах ансамблей генераторов. Во многих работах описывается исследование систем со взаимными связями. Исследование многочастотных режимов стало возможно только после развития адекватного метода спектральных составляющих [1, 2]. Одновременно была поставлена задача анализа процессов в более сложных ансамблях с не взаимными перекрестными связями.

Рис. 1. Структурная схема установки

На рис. 1 приведена структурная схема системы четырех генераторов с двенадцатью не взаимными связями, позволяющими изменять соотношения между синхронизирующими и синхронизируемыми генераторами. Принципиальная схема дана на рис. 2. Эта система позво-

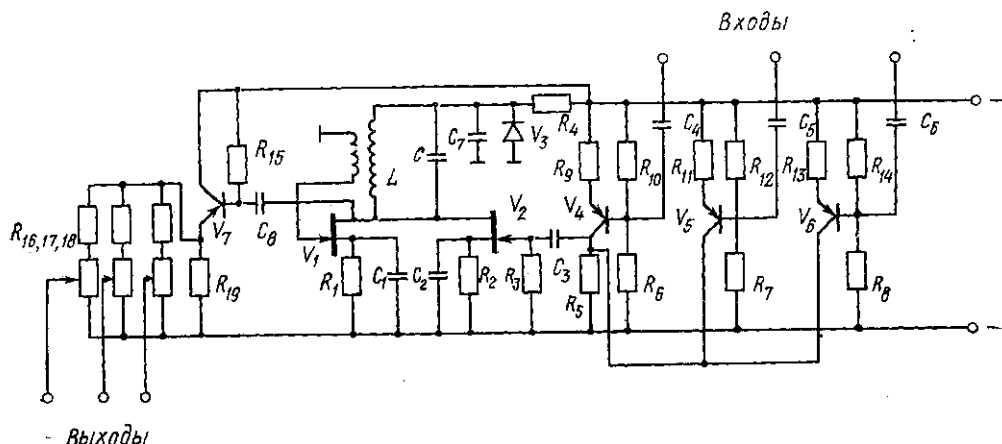


Рис. 2. Принципиальная схема установки: $C_{1-8}=6800$ пФ; $R_{1,2,4}=510$ Ом; $R_3=5$ кОм; $R_5=1$ кОм; $R_{6-8}=20$ кОм; $R_{9,11,13}=180$ Ом; $R_{10,12,14}=1$ кОм; $R_{15}=82$ кОм; $R_{16,17,18}=18$ кОм; $R_{19}=3$ кОм; $V_{1,2}$ — КП302В; V_3 — Д808; V_{4-7} — КТ326Б

ляет изучать как одночастотные, так и многочастотные процессы при различных типах связей — эквивалентных реактивным, резистивным и смешанным.

Уравнения движения в неавтономном режиме для такой системы имеют вид

$$\ddot{x}_i + 2\delta(x_i)\dot{x}_i + \omega_{i0}^2 x_i + k \left[\sum_j \gamma_{ji} (\dot{x}_j + \dot{P}_2) \right] = 0, \quad (1)$$

где $P = P_0 \cos pt$ — гармоническая внешняя сила, действующая только во втором генераторе и равная 0 при $i \neq 2$, ω_{i0} — собственные частоты генераторов, γ_{ji} — коэффициенты связей между генераторами.

Проанализируем простой многочастотный режим. Пусть $i=1, 2$ и вид движения:

$$x_i = A_i \cos \omega t + \lambda_i \cos pt, \quad (2)$$

т. е. рассмотрим асинхронное воздействие [3] на два взаимно синхронизированных генератора с резистивной связью. Тогда для амплитуд и частот могут быть записаны укороченные уравнения

$$\frac{dA_i}{dt} = -\delta_i(A_i, \lambda); \quad \omega^2 = \omega_i^2, \quad (3)$$

где

$$\lambda_{ji} = \frac{k' P_0 \gamma_{ji}}{p^2 - \omega^2} \quad (4)$$

амплитуда вынужденных колебаний в консервативном осцилляторе. Отсюда для стационарного режима можно получить соотношения

$$A_i^2 = A_{i0}^2 - 2\lambda_{ji}^2 = A_{i0}^2 - 2\gamma_{ji} \frac{k P_0}{p^2 - \omega^2}; \quad (5)$$

A_{i0} — амплитуда при $\lambda=0$.

Отсюда следует, что наличие внешнего асинхронного воздействия будет существенно влиять на обе амплитуды, а соотношение амплитуд определяет наличие синхронного режима и его частоты. Таким путем может быть рассмотрен более сложный трехчастотный режим, когда движение можно представить в виде

$$x_i = A_i \cos \omega_i t + \lambda_i \cos pt + A_j \cos \omega_j t. \quad (6)$$

При этом предполагается, что добротность контуров генераторов и связи таковы, что нельзя пренебречь в контуре каждого генератора спектральными составляющими с частотами «чужих» генераторов. В этом случае расчет по укороченным уравнениям позволяет проследить влияние асинхронного воздействия на спектр движения в системе.

Эксперимент, проведенный на установке, соответствующей структурной схеме рис. 1, при несимметричных связях между двумя генераторами (II и III) и действию внешней силы на генератор II, позволил качественно проверить теоретические расчеты. На рис. 3, где приведены зависимости ω_i от p , можно выделить несколько областей. Область 1—2 соответствует случаю движения (6). Наличие асинхронного воздействия вызыва-

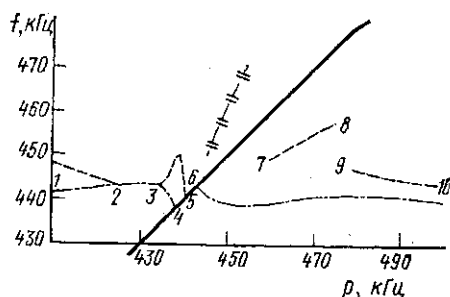


Рис. 3. Частоты спектральных составляющих: ——— первый генератор, — — — второй генератор, внешняя сила, — · — · — комбинационная частота

ет изменение амплитуд и соответственно частот обоих генераторов вплоть до перехода в области 2—3 к режиму, описываемому формулой (2).

При дальнейшем увеличении λ_i за счет приближения к резонансу движение также может быть представлено в виде (2), однако в области 4—5 одна из амплитуд A_i становится равной 0. И, наконец, в области 5—6 устанавливается режим полной синхронизации, когда все $A_i=0$. Область частот ρ выше точки b характеризуется более сложными спектрами.

Экспериментально также было проведено исследование зависимости ширины полосы полной синхронизации от амплитуды внешнего воздействия P_0 . Получено значительное увеличение полосы при λ_i , сравнимых с A_i .

Таким образом, теоретическое и экспериментальное исследование асинхронного воздействия на два взаимно связанных генератора показывает, что в этом случае в отличие от асинхронного воздействия на одиночный генератор происходит изменение амплитуд и частот обоих генераторов. Такие изменения могут приводить к изменению режима и соответствующего ему спектра.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Карпов В. В., Минакова И. И. Вестн. Моск. ун-та. Сер. Физ. Астрон., 1976, 17, № 3, с. 356. [2] Карпов В. В. Вестн. Моск. ун-та. Сер. Физ. Астрон., 1978, 19, № 2, с. 24. [3] Теодорчик К. Ф. Автоколебательные системы. М.—Л.: ГИТТЛ, 1952, с. 250.

Поступила в редакцию
02.10.81

ВЕСТН. МОСК. УН-ТА. СЕР. 3. ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ, 1982, Т. 23, № 5

УДК 532.73:536.42

КОЭФФИЦИЕНТ ДИФфуЗИИ БИНАРНОЙ РАССЛАИВАЮЩЕЙСЯ СИСТЕМЫ ВДОЛЬ КРИВОЙ СОСУЩЕСТВОВАНИЯ

Н. И. Чернова, С. В. Казаков, Фарук Эль Мекви (Египет)

(кафедра молекулярной физики)

Основное внимание при исследовании коэффициента диффузии в двойных жидких смесях уделяется обычно его температурной зависимости в окрестности критической точки расслаивания [1]. Имеются экспериментальные данные по зависимости коэффициента диффузии от концентрации вдали от этой точки [2]. Однако остается много неясностей в характере температурной и концентрационной зависимостей диффузии в сильно неидеальных системах и в частности в области состояний вдоль кривой сосуществования.

Целью настоящей работы является изучение свойств коэффициента взаимной диффузии бинарной жидкой системы вдоль кривой сосуществования, определение характера сингулярной зависимости коэффициента диффузии от концентрации, определение параметров этой сингулярности с помощью экспериментальных данных о кривой сосуществования.

Коэффициент диффузии определялся по спектрам биения рассеянного излучения с применением техники гетеродинного детектирования [3, 4] в системе нитробензол — гептан с концентрацией, близкой к критической ($x=52,11\pm 0,01$ мас. % нитробензола). Критическая кон-