

И.Д.Эскин, Ю.Н.Лалшов

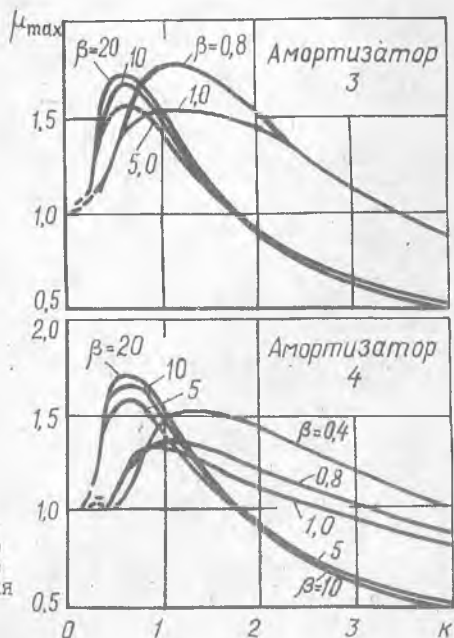
ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ СИСТЕМ КОНСТРУКЦИОННОГО ДЕМПФИРОВАНИЯ ПРИ ИМПУЛЬСНОМ ВОЗБУЖДЕНИИ

В работе приведены результаты расчетного исследования влияния демпфирования и формы петли гистерезиса на поведение вибрационной системы с конструкционным демпфированием при воздействии на нее импульса силы в форме полуволны синусоиды.

В качестве амортизирующих устройств исследуются амортизаторы, рассмотренные в предыдущей статье.

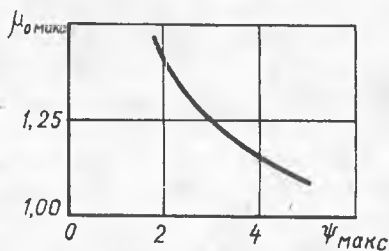
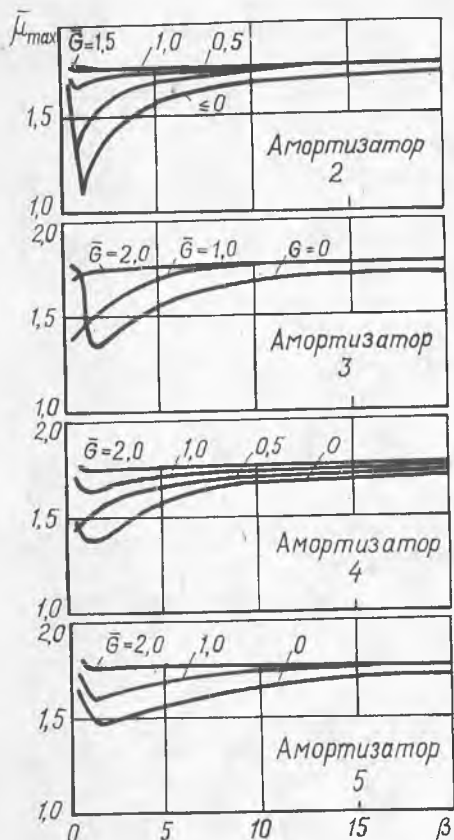
Для оценки влияния формы петли гистерезиса сравнены амортизатор с петлей, очерченной плавными кривыми (№ 3), и с петлей в виде параллелограмма (№ 4) ($\psi_{max} = 2,4$).

Заметные отличия в зависимостях коэффициента динамичности при ударе μ_{max} от безразмерной частоты импульса k этих амортизаторов наблюдаются только при небольших значениях безразмерной амплитуды импульса β и безразмерной постоянной составляющей силы \bar{c} (рис. I).



Р и с. I. Зависимость максимального коэффициента динамичности при ударе от безразмерной частоты импульса для случая $\bar{c}=0$

Зависимость наибольшего значения максимального коэффициента динамичности при ударе ($\bar{\mu}_{max}$) от β имеет минимум ($\bar{\mu}_{0max}$), величина которого для заданного значения \bar{c} полностью определяется величиной максимального коэффициента рассеивания ψ_{max} (рис.2). Причем с ростом ψ_{max} величина $\bar{\mu}_{0max}$ падает, а с ростом \bar{c} растет до значения $\bar{\mu}_{max}$ линейной системы. Это значение достигается при $\bar{c} = 2$, когда в интервале значений $\beta > \beta_{онт}$ величина $\bar{\mu}_{max}$ перестает практически зависеть от β и ψ_{max} .



Р и с. 3. Зависимость величины $\bar{\mu}_{0max}$ от максимального значения коэффициента рассеивания амортизатора

Во всех рассмотренных случаях величина безразмерной амплитуды импульса $\beta_{онт}$, соответствующая коэффициенту динамичности при ударе $\bar{\mu}_{0max}$, лежит в интервале $\beta < 1,5$.

Наличие минимума у кривой $\bar{\mu}_{max} \beta$ объясняется существованием максимума у зависимости коэффициента рассеивания ψ от безразмерной амплитуды силы, действующей на амортизатор β_0 . Этими же физическими причинами в случае вынужденных колебаний объясняется наличие минимума у зависимости резонансного значения коэффициента динамичности от без-

Р и с. 2. Зависимость наибольшего значения максимального коэффициента динамичности при ударе от безразмерной амплитуды импульса

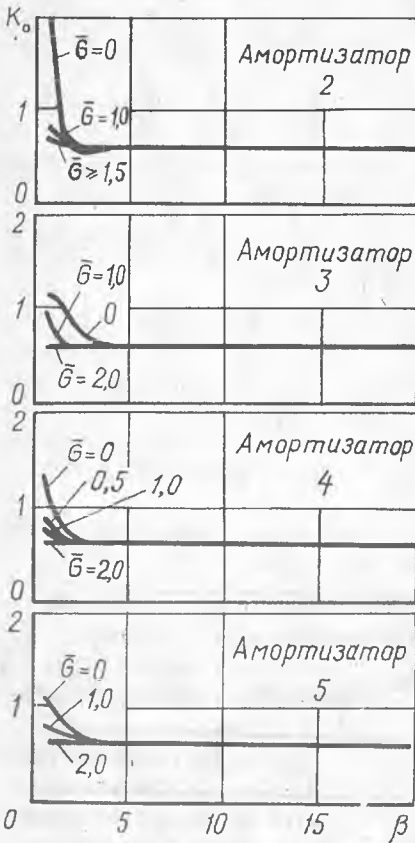
размерной амплитуды возбуждающей силы. Однако область значений β , где демпфирование оказывает заметное влияние на величину $\bar{\mu}_{max}$ при ударе, несколько шире ($\beta < 4$), чем при вынужденных колебаниях ($\beta < 1,3$), что объясняется кратковременностью действия импульса.

Небольшой объем статьи не дает возможности привести здесь зависимости $\zeta_{0max}(k, \beta, \bar{c})$, $\eta_{0max}(k, \beta, \bar{c})$, $\mu_{max}(k, \beta, \bar{c})$ всех исследованных амортизаторов. Поэтому приведем только зависимости безразмерной частоты k_0 , соответствующей значению $\bar{\mu}_{max}$ и безразмерной частоты $k_{ли}$, ограничивающей снизу область эффективной виброизоляции ударов и соответствующей значению $\mu_{max}=1$, от параметров β и \bar{c} (рис. 4 и 5). Знание этих зависимостей для широкого круга амортизаторов наряду с зависимостями $\bar{\mu}_{max}(\beta, \bar{c})$ оказывается существенным для правильного выбора амортизатора.

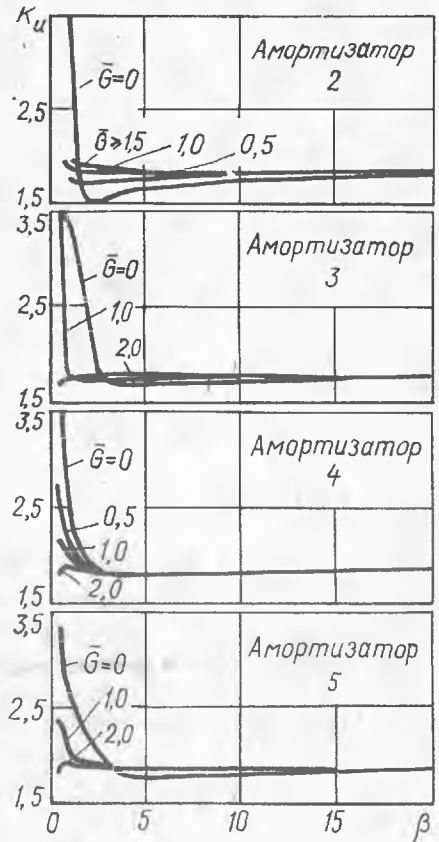
Важным с точки зрения обеспечения усталостной прочности амортизатора, стабильности его упруго-фрикционных характеристик, надежности работы амортизируемой аппаратуры является не только обеспечение небольших (допустимых) значений величин коэффициента динамичности при ударе μ_{max} , максимальной силы, действующей на амортизатор, и его максимального смещения, но и достаточно большой скорости нарастания и затухания величин ζ_0 , η_0 , μ .

Скорость нарастания и затухания коэффициента динамичности при ударе в работе оценивалась величинами $\sigma_1 = \frac{\mu_1}{\mu_{max}}$ и $\sigma_2 = \frac{\mu_2}{\mu_{max}}$. Здесь μ_1 - большее из двух значений коэффициента динамичности на размахах, соседних с размахом системы с μ_{max} ; μ_2 - значение коэффициента динамичности на размахе, следующим за размахом с μ_1 . Причем, чем меньше величины σ_1 и σ_2 , тем выше скорость нарастания или затухания коэффициента динамичности при ударе.

Как показало расчетное исследование (рис. 6), рост демпфирования (ψ_{max}) заметно снижает величины σ_1 и σ_2 в области значений $\beta < 10$, которая значительно шире области значений этого параметра ($\beta < 4$), где демпфирование оказывает заметное влияние на величину $\bar{\mu}_{max}$. Так как изменение параметра \bar{c} аналогичным образом влияет на значения μ_{max} , μ_1 и μ_2 ; отношения величин σ_1 и σ_2 практически не зависят от изменения параметра \bar{c} . Так, кривые, представленные на рис. 6, построенные для случая $\bar{c} = 2$, аналогичны кривым для случая $\bar{c} = 0$ и других значений этого параметра.

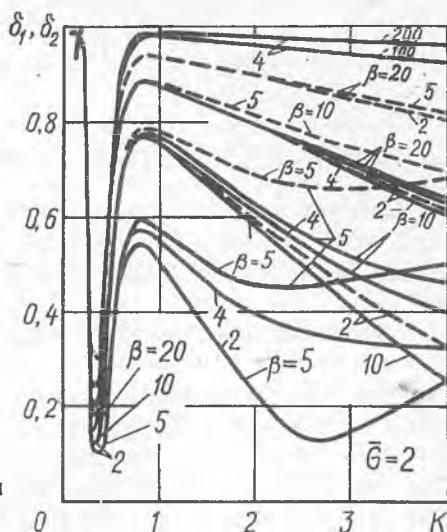


Р и с. 4. Зависимость безразмерной частоты импульса k_0 от безразмерной амплитуды импульса



Р и с. 5. Зависимость безразмерной частоты k_u от безразмерной амплитуды импульса

Начиная со значения $\beta \approx 200$, кривые $\sigma_1(k, \beta)$ и $\sigma_2(k, \beta)$ мало зависят от значения безразмерной амплитуды импульса (рис. 6).



Р и с. 6. Зависимость величин δ_1 и δ_2 от безразмерной частоты импульса для случая $\bar{\delta} = 2$

Как видно из рис. 6, исследуемый класс амортизаторов при значении максимального коэффициента рассеивания $\psi_{max} = 3 - 5$ в области, определяемой параметрами $\beta \leq 5$, $k = 2 \div 4$ и лежащей внутри области эффективной виброизоляции удара, обеспечивает достаточно хорошую скорость нарастания и затухания коэффициента динамичности ($\delta_1 \leq 0,65$ и $\delta_2 < 0,30$ для $\psi_{max} = 3$ и $\delta_1 \leq 0,6$ и $\delta_2 < 0,25$ для $\psi_{max} = 5$).