

Р и с. 5. Экспериментальные АЧХ поршневой газостатической опоры с нелинейностью типа насыщения в активной цепи

го устройства. 1982. - 31 с. Рукопись представлена Куйбышевск. авиац. ин-том. деп. в ВИНТИИ 25.11.82. № 5629-82.

2. Самсонов В.Я., Чегодаев Д.В. исследование динамических характеристик некоторых типов опор с внешним наддувом. - В сб.: вибрационная прочность и надежность двигателей и систем летательных аппаратов. Куйбышев: КуАИ, 1980, вып. 7, с. 131-137.

3. А.с. №953291 (СССР). Газостатическое разгрузочное устройство. /А.В.Белоусов, Д.В.Чегодаев, В.Я.Самсонов и др. - Опубл. в БИ, 1982, № 31.

4. Кузнецов А.В., Завт Б.С., Якимец М.А. демпфирование пневморессор при вынужденных колебаниях. - В со.: пневматическое подвешивание в вагонах городского и магистрального транспорта. М., 1970, с.33-35.

5. Солодовников В.В., Усков А.С. Статистический анализ объектов. - М.: Машгиз, 1960. - 320 с.

Удк 620.178.311.6

А.А.Тройников

О ПРИБЛИЖЕННОМ ПОДОБИИ ПЕТЕЛЬ ГИСТЕРЕЗИСА ИЗДЕЛИЙ ИЗ МАТЕРИАЛА МР

Приведение к безразмерному виду петель гистерезиса, описывающих упругодемпфирующие свойства изделий из МР, иногда затрудняется нарушением подобия процессов нагрузки и разгрузки вблизи границ рабочего диа-

ли их работоспособность в условиях гармонического и случайного возбуждения, подтвердили возможность эффективного регулирования жесткостных и амплитудно-частотных характеристик гидро- и газостатических виброзащитных систем.

Л и т е р а т у р а

1. Белоусов А.И., Самсонов В.Я., Чегодаев Д.В. исследование нелинейной модели активного газостатическо-

пазона. Эти расхождения могут быть вызваны разницей граничных условий при испытаниях, погрешностями при изготовлении образцов или какими-либо другими причинами. Разброс характеристик затрудняет решение поставленной задачи, поскольку не всегда удастся определить границу подобия или неподобия процессов. Известно, что строгое выполнение всех ограничительных условий дает полную гарантию подобия. Эти условия можно считать необходимыми, когда речь идет о точном подобии, и не всегда необходимыми, когда рассматривается вопрос о приближенном подобии [1].

Введением понятия приближенного подобия стирается граница между подобием и неподобием различных процессов, эти понятия становятся частными случаями приближенного подобия. В общем случае два процесса можно привести в соответствие так, что они в безразмерном виде будут иметь хотя бы одну общую точку. Тогда вопрос о приближенном подобии процессов может рассматриваться только в соответствии с заданной степенью точности. Определение области существования приближенного подобия при заданной степени искажения сводится к отысканию коэффициентов подобных преобразований.

В случае точного подобия для отыскания коэффициентов подобных преобразований петель гистерезиса можно воспользоваться достаточным условием подобия [2]

$$\left(\frac{K_{x_1}}{K_{x_2}}\right)^i \frac{K_{y_2}}{K_{y_1}} = \frac{B_i}{A_i}, \quad (1)$$

где A , B - коэффициенты полинома;
 K_{x_1}, K_{x_2} - коэффициенты подобных преобразований по оси абсцисс,
 K_{y_1}, K_{y_2} - коэффициенты подобных преобразований по оси ординат;
 i - номер члена полинома.

Если точное подобие не установлено, то сразу применить условие (1) нельзя, поскольку не безразлично, какие члены полинома будут выбраны для определения коэффициентов подобных преобразований. Причина состоит в том, что переменная, которая в одних условиях оказывает решающее влияние на ход процесса, в других - полностью утрачивает это влияние.

В этом легко убедиться на примере упругой характеристики втулочного элемента из материала МР, записанной в виде полинома

$$Y = 6,16x + 4,89x^2 - 1,48x^3 + 0,178x^4 - 0,09x^5$$

Численные значения каждого члена полинома при изменении переменной в пределах 0,5 - 20 сведены в таблице:

x	y	Ax	Bx^2	Cx^3	Dx^4	Ex^5
0,50	4,12	3,08	1,22	0,18	0,01	0,00
1,12	11,27	6,93	6,18	2,10	0,28	0,01
2,53	29,31	15,59	31,32	24,00	7,30	0,94
5,69	59,02	35,00	158,00	273,00	187,00	54,00
12,81	212,00	78,00	802,00	3116,00	4796,00	3127,00
20,00	875,00	118,00	1800,00	10517,00	2429,00	23746,00

При малых значениях независимой переменной основное влияние на ход процесса оказывают первые члены, а при больших значениях переменной — последние.

Возвращаясь к подобию петель гистерезиса, необходимо отметить, что если коэффициенты преобразования определяются по первым двум членам полинома, то степень искажения процессов по отношению к подобным преобразованиям окажется незначительной при малых значениях аргумента и будет возрастать при его больших значениях. Если же коэффициенты преобразования определяются по последним членам полинома, то наибольшее расхождение будет наблюдаться в начале процессов, а наименьшее — в конце.

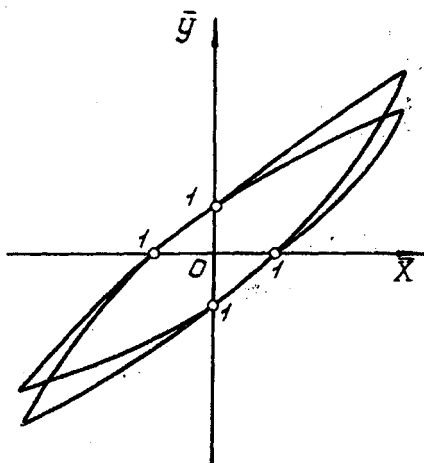
Чтобы определить коэффициенты преобразования, в равной степени удовлетворяющие всем требованиям точности, и в количественной форме оценить степень искажения, следует вычислить все возможные величины коэффициентов подобных преобразований, группируя соответствующие члены полиномов полярно и подставляя их сочетания в уравнение (1). Затем, осреднив полученный результат, находим единые значения коэффициентов подобных преобразований для всего процесса.

анализ особенностей подобного преобразования петель гистерезиса модели из МР показывает, что степень искажения в значительной мере зависит от условий, при которых определяются коэффициенты подобных преобразований. Если их выбирают из условия $x=0$, $y=0$ (как отрезки, отсекаемые от осей координат процессами нагрузки и разгрузки, рис.1), то наилучшее совпадение процессов будет наблюдаться в непосредственной близости к осям координат и по мере удаления от них расхождение будет увеличиваться. Если коэффициенты подобных преобразований определяют из условия $x=x_0$, $y=y_0$ (как координаты концов

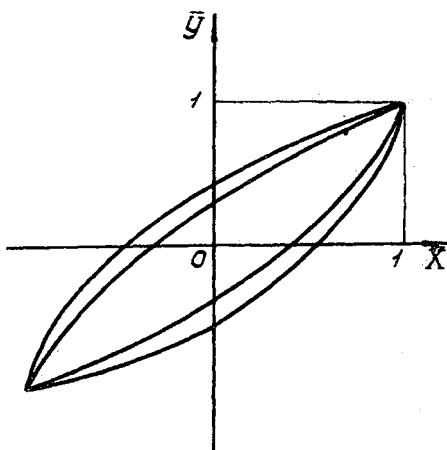
петли или координаты отдельного процесса на границе рассматриваемой области, рис. 2), то совпадение будет достигнуто на концах четки и по мере приближения к осям координат появится расхождение процессов.

При экспериментальных исследованиях, когда степень искажения не превышает погрешности измерений, обнаружить отклонение от точного подобия невозможно. Следовательно, пока степень искажения находится в пределах точности эксперимента, приближенное подобие практически тождественно точному. При циклическом деформировании изделий из материала МР в направлении силы прессования установлено, что до значений 0,65 от предельной деформации образца имеет место точное подобие; при больших деформациях речь может идти только о приближенном подобии.

Таким образом, критерием приближенного подобия является степень искажения, а коэффициенты подобных преобразований выбираются из условий, обеспечивающих либо одинаковую точность во всей области существования процесса, либо повышенную точность в определенной области в соответствии с условиями конкретной задачи.



Р и с.1. Выбор коэффициентов подобных преобразований в середине рабочей области



Р и с.2. Выбор коэффициентов подобных преобразований на границе рабочей области

Л и т е р а т у р а

1. Гухман А.А. Введение в теорию подобия. - М.: Высшая школа, 1973. - 295 с.

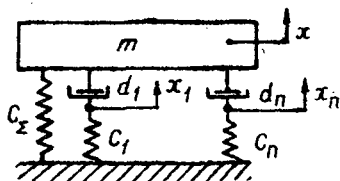
2. Лазуткин Г.В., Трубин В.Н., Тройников А.А. О подобии диссипативных систем по упругофрикционным характеристикам. - Науч.тр./Куйбыш. авиац. ин-т, 1975, вып. I(69). Вибрационная прочность и надежность двигателей и систем летательных аппаратов, с. 50-52.

УДК 621.822.5

Д.Е.Чегодаев

ОПТИМАЛЬНОЕ СООТНОШЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ УПРУГОДЕМПФЕРНОЙ СВЯЗИ РЕЛАКСАЦИОННОЙ ПОДВЕСКИ

Многие задачи динамики объектов на вязкоупругом основании или пневмогидравлических опорах сводятся к модели релаксационного демпфирования (рис.1). Уравнение движения массы m в этом случае



$$m\ddot{x} + \sum_{i=1}^n R_i + C_{\Sigma} x = 0, \quad (1)$$

где R_i - реакция i -й связи;
 C_{Σ} - суммарная статическая жесткость связи.

Р и с. 1. Упругодемпферная связь релаксационной подвески

Выразив значение R_i через параметры демпфирования d_i и жесткости C_i в соответствующей связи, получим его изображение по Лапласу:

$$R_i = \frac{C_i d_i s}{C_i + d_i s} \tilde{x}, \quad (2)$$

где $s = \frac{d}{dt}$ - оператор Лапласа;
 C_i, d_i - коэффициенты жесткости и демпфирования i -й связи.

Таким образом, уравнение (1) с учетом (2) можно представить в следующем виде:

$$ms^2 + C_{\Sigma} + \sum_{i=1}^n \frac{C_i d_i s}{C_i + d_i s} = 0. \quad (3)$$