

Из рис.2 видно, что максимальные уровни звуковых давлений зафиксированы при работе редуктора с неправильно выставленным контактным пятном. Шумовой фон возрастает в пределах всего нормируемого спектра на 16÷25 дБ. Анализ всех кривых спектров шума неисправностей редуктора позволил сделать вывод, что их шумоизлучение главным образом обусловлено работой шестеренчатых передач (при разных дефектах кривые спектров шума имеют близкую по форме конфигурацию).

У ТЭД максимальные уровни звуковых давлений зафиксированы при их работе с рассыпанными подшипниками. Этот дефект способствует приросту шумоизлучения на 10÷15 дБ в пределах всего нормируемого спектра. Дебаланс якоря двигателя и погнутость вала влияют на увеличение шумоизлучения в низкочастотном диапазоне 63÷125 Гц, где уровни звуковых давлений возрастают на 5÷8 дБ. Неотполированность и конусность коллектора способствуют приросту шума в высокочастотном диапазоне 2000÷8000 Гц на 6÷13 дБ.

Знание спектров шума основных неисправностей тягового привода позволит автоматизировать процесс контроля технического состояния тягового привода трамвая, что, в свою очередь, благотворно скажется на снижении отрицательного воздействия шума на водителей, кондукторов, пассажиров и окружающую среду.

1. Исследование шумовибрационных характеристик рельсового подвижного состава ХТТУ и разработка рекомендаций по снижению их вредного воздействия, тема №21/76. Промежуточный отчет. – Харьков: ХИИКС, 1978.

2. Тимошенко С.П., Янг Д.К. и др. Колебания в инженерном деле. – М.: Машиностроение, 1985.

Получено 12.12.2001

УДК 530.19

В.Э.АБРАКИТОВ, канд. техн. наук
Харьковская государственная академия городского хозяйства

СИСТЕМА КОНСТАНТ ПОДОБИЯ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ФИЗИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ МАТЕРИАЛЬНОГО МИРА

Предложена система констант, используемых при построении моделей исследуемых объектов, которые должны как можно более достоверно отражать поведение этих объектов в натуре.

Для сугубо прикладных целей, таких как физическое и аналоговое

моделирование процессов распространения звука на городской территории и в помещениях, (для решения задачи прогнозирования их шумового режима и разработки шумозащитных мероприятий [1]), а также для моделирования процессов распространения света (для решения задачи оптимизации условий освещения в помещениях) и т.п. потребовалось разработать систему критериев и констант подобия, связывающих сходные физические величины в модели и натуре. Эта система использовалась при построении моделей исследуемых объектов, которые должны как можно более достоверно отражать поведение тех самых объектов в натуре.

Исходя из [4], моделирование есть метод исследования сложных процессов на моделях с применением методов теории подобия (изучающей условия подобия физических явлений) при постановке и обработке эксперимента. Согласно этой теории [4] "два явления называются подобными, если все количественные характеристики одного из них получаются из соответствующих количественных характеристик другого путем умножения их на постоянные числа" (константы подобия, называемые также «масштабами моделирования»), одинаковые для всех однородных величин", если они качественно одинаковые и характеризуются равными значениями некоторых безразмерных параметров (определяющих критериев подобия), составленных из физических и геометрических величин, характеризующих эти явления". Изучение какого-либо процесса методом аналогии осуществляется путем экспериментального исследования качественного другого физического процесса, описываемого такими же по форме математическими уравнениями (так называемое "математическое моделирование", в отличие от "физического", при котором физические процессы одинаковые). При этом предполагается, что все процессы (полное подобие) или наиболее существенные (локальное подобие) в любой момент исследования и в любой точке отличаются от соответствующих параметров натурального явления в определенное число раз.

Международная система единиц СИ устанавливает семь основных единиц физических величин и три дополнительных, а все остальные единицы, называемые производными, образованы по уравнениям связи между физическими величинами. Из этого следует, что в применявшейся нами системе имелось семь основных констант подобия (взаимосвязь между параметрами модели (индекс m) и натуре (индекс n), выраженная посредством их, представлена в таблице), а остальные необходимые константы подобия (для производных величин) образовывались по уравнению связи между физическими величинами.

Константы подобия к основным единицам СИ

Наименование	Обозначение	Единица	Константа подобия	Взаимосвязь между параметрами модели (м) и природы (н)	Нумерация формул
Длина	L	м	c_L	$L_m = c_L \cdot L_n$	(1)
Масса	M	кг	c_m	$M_m = c_m \cdot M_n$	(2)
Время	T	с	c_T	$T_m = c_T \cdot T_n$	(3)
Сила тока	I	А	c_I	$I_m = c_I \cdot I_n$	(4)
Температура	Q	К	c_Q	$Q_m = c_Q \cdot Q_n$	(5)
Количество вещества	N	Моль	c_N	$M_m = c_N \cdot N_n$	(6)
Сила света	J	кд	c_J	$J_m = c_J \cdot J_n$	(7)

Все обозначения, размерности и формулы взаимосвязи между физическими величинами соответствуют системе СИ и взяты из [2, 4]. Ниже приведены некоторые из выведенных соотношений. Так, например, площади сходных элементов в модели S_m и натуре S_n связаны между собой соотношением

$$S_m = c_L^2 \cdot S_n. \quad (8)$$

Объемы сходных элементов в модели V_m и натуре V_n связаны как

$$V_m = c_L^3 \cdot V_n. \quad (9)$$

Плотности сходных элементов в модели ρ_m и натуре ρ_n

$$\rho_m = M_m/V_m = c_m \cdot M_n / (c_L^3 \cdot V_n) = c_m \cdot c_L^{-3} \cdot \rho_n. \quad (10)$$

Скорости сходных элементов модели v_m и природы v_n

$$v_m = L_m/T_m = c_L \cdot L_n / (c_T \cdot T_n) = c_L \cdot c_T^{-1} \cdot v_n. \quad (11)$$

Ускорение сходных элементов модели a_m и природы a_n

$$a_m = \Delta v_m / \Delta T_m = c_L \cdot c_T^{-1} \cdot \Delta v_n / (c_T \cdot \Delta T_n) = c_L \cdot c_T^{-2} \cdot a_n, \quad (12)$$

где Δv_m , Δv_n – изменение скорости за время ΔT_m , ΔT_n подчиняется (11), а ΔT – (3).

Длины волны излучения в модели λ_m и натуре λ_n , исходя из общеизвестного требования подобия к моделям волновых процессов – соблюдения равенства отношения линейных размеров L к длине волны λ в модели и натуре (что очень важно для моделирования явления дифракции), связаны между собой соотношением

$$L_m/\lambda_m = L_n/\lambda_n = \text{const} - \text{требования подобия} \quad (13)$$

$$\lambda_m = c_L \cdot \lambda_n. \quad (14)$$

Частоты излучения в модели f_m и в натуре f_n (если v_m и v_n – скорости распространения волны в модели и в натуре)

$$f_m = v_m/\lambda_m = c_L \cdot c_T^{-1} \cdot v_n / (c_L \cdot \lambda_n) = c_T^{-1} \cdot v_n / \lambda_n = c_T^{-1} \cdot f_n. \quad (15)$$

Такая система охватила весь спектр физических величин, требуе-

мых для построения достоверных моделей; выше и ниже приведены лишь некоторые (наиболее важные) из них.

В частности, силы в модели F_M и натуре F_N связаны между собой соотношениями

$$F_M = M_M \cdot a_M = c_m \cdot M_N \cdot c_L \cdot c^2_T \cdot a_N = c_m \cdot c_L \cdot c^2_T \cdot F_N. \quad (16)$$

Величины механических работ при прямолинейном движении тела на пути длиной L_M, L_N – в модели A_M и натуре A_N

$$A_M = F_M \cdot L_M = c_m \cdot c_L \cdot c^2_T \cdot F_N \cdot c_L \cdot L_N = c_m \cdot c^2_L \cdot c^2_T \cdot A_N. \quad (17)$$

Величины мощности в модели N_M и натуре N_N

$$N_M = A_M / T_M = c_m \cdot c^2_L \cdot c^2_T \cdot A / (c_T T) = c_m \cdot c^2_L \cdot c^3_T \cdot N_N, \text{ Вт}. \quad (18)$$

Величина энергии сходных элементов в модели E_M и в натуре E_N связаны между собой соотношением

$$E_M = c_m \cdot c^2_L \cdot c^2_T \cdot E_N. \quad (19)$$

Размерность должна быть одинакова с размерностью работы A , так как энергия – это «запас работы».

Интенсивности упругих (например, звуковых) волн в модели I_M и натуре I_N должны быть связаны соотношением:

$$I_M = \rho v_M Y_M^2 (2\pi)^2 f_M^2 / 2 = c_m \cdot c^3_L \cdot \rho \cdot c^3_T \cdot c^3_L \cdot v_N \cdot c^2_L \cdot Y_M^2 (2\pi)^2 \cdot c^1_T \cdot f_N / 2 = c_m \cdot c^3_T \cdot I_N.$$

1. Абрамитов В.Э. Аналоговое моделирование при решении задач борьбы с шумом: Дисс... канд. техн. наук. – Днепропетровск, 1995. – 157 с.

2. Денгуб В.М., Смирнов В.Г. Единицы величин: Словарь-справочник. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 240 с.

3. Куклинг Х. Справочник по физике / Пер. с нем. – М.: Мир, 1985. – 520 с.

4. Политехнический словарь / Под ред. Артаболевского И.И. – М.: Сов. энциклопедия, 1977. – 608 с.

Получено 12.12.2001

УДК 628.517.2

И.А.МАЛОГОЛОВЕЦ, Ю.И.ЖИГЛО, канд. техн. наук
Харьковская государственная академия городского хозяйства

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО СНИЖЕНИЮ ШУМА КОМПРЕССОРНОЙ СТАНЦИИ

Выполнены сравнительные исследования по снижению шума компрессорных станций за счет устройства трубчатых и пластинчатых глушителей.

Проектирование глушителей шума для компрессорных установок следует производить для конкретного источника на основании акустического расчета. Выполним такой расчет для компрессорной установки, оборудованной компрессором типа 2ВМ 2.5-12/9 при использовании трубчатого и пластинчатого глушителя. Уровни звуковой мощности компрессора приведены в табл.1.