

ВЛИЯНИЕ РЕЗОНАНСА НА ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА

Митина О.В., Калматаева Э.В.

Самарский Государственный Технический Университет

INFLUENCE OF RESONANCE ON HUMAN ACTIVITY

Mitina O.V., Kalmataeva E.V.

Samara State Technical University

научный руководитель ст. преп. каф. ОФиФНГП Янковская Т.В.

Наблюдая за теми или иными катастрофами, думаем, все задумывались о причинах их происхождения. Так вот одной из причин является резонанс. Мы решили подробно рассмотреть это явление, в связи с его актуальностью.

Цель работы: изучить явление резонанса и рассмотреть его негативные последствия в виде техногенных катастроф.

Актуальность: резонанс в колебательных системах имеет не только научное, но и важное практическое значение: любая механическая система под действием периодически изменяющейся силы совершает вынужденные колебания, а при совпадении вынужденных и собственных колебаний в системе может возникнуть резонанс. Во многих случаях явление резонанса необходимо для работы системы. Но в некоторых случаях режим резонанса может быть аварийным и приводить к катастрофическим последствиям.

Суть явления резонанса: многократное усиление эффекта от воздействия на объект при совпадении частоты внешнего воздействия с собственной частотой объекта.

Резонанс в колебательных системах имеет не только научное, но и важное практическое значение: любая механическая система под действием периодически изменяющейся силы совершает вынужденные колебания, а при совпадении вынужденных и собственных колебаний в системе может возникнуть резонанс. Во многих случаях явление резонанса необходимо для работы системы. Но в некоторых случаях режим резонанса может быть аварийным и приводить к катастрофическим последствиям [1].

Мы рассмотрели актуальные воздействия влияния резонанса на повседневную жизнь человека.

Всем известен тот факт, что любой мост представляет собой колебательную систему, которая может совершать свободные колебания с определённой частотой. Исходя из этого мы решили произвести расчет динамической модели Южного моста в г. Самара методом конечных элементов в программе Femap с решателем Nastran. Рассматриваемая автодорожная эстакада построена на Южном шоссе в городе Самара. Полная длина эстакады составляет 487 м. Габарит проезда предусматривает 4 полосы движения шириной по 3,5 м, две полосы безопасности шириной по 1,0 м, а также тротуар шириной 1 м. Учитывая эти параметры, составили динамические модели при воздействии на него разными частотами [3].

Для построения динамической модели пролетного строения были применены двумерные элементы Plate (пластина), одномерные элементы Beam (балка) и объёмные элементы Solid (объёмный конечный элемент). С помощью разработанной динамической

модели получить собственные частоты и формы колебаний пролетного строения и опор эстакады. Для определения собственных частот мы использовали уравнение Лагранжа 2-го рода для неконсервативной системы со многими степенями свободы, которое имеет вид $\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}(t)} \right) + \frac{\partial \Pi}{\partial q(t)} + \frac{\partial R}{\partial \dot{q}(t)} = F(q, q', t)$ (1), где $q(0) = q_0$ и $q'(0) = q'_0$

Π - потенциальная энергия упругой системы; $\Pi = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n k_{ij} \cdot q_i \cdot q_j$ (2)

T - кинетическая энергия упругой системы; $T = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n m_{ij} \cdot \dot{q}_i \cdot \dot{q}_j$ (3)

R - диссипативная функция упругой системы; $R = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} \cdot \dot{q}_i \cdot \dot{q}_j$ (4)

q – вектор обобщенных перемещений.

Подставив в уравнение Лагранжа 2-го рода (1) выражения для потенциальной (2), кинетической (3) энергий и диссипативной функцией Релея (4) получим уравнения малых вынужденных колебаний системы со многими степенями свободы в матричном виде

$$M \frac{d^2 q}{dt^2} + c \frac{dq}{dt} + Kq = F(q, q', t) \quad (5) \leftrightarrow \sum_{j=1}^n m_{ij} \cdot \ddot{q}_j + \sum_{j=1}^n c_{ij} \cdot \dot{q}_j + \sum_{j=1}^n k_{ij} \cdot q_j = f(q, q', t) \quad (5')$$

Собственные колебания системы - колебания без демпфирования

$$M \frac{d^2 q}{dt^2} + Kq = 0 \quad (6) \leftrightarrow \sum_{j=1}^n m_{ij} \cdot \ddot{q}_j + \sum_{j=1}^n k_{ij} \cdot q_j = 0 \quad (6')$$

Решение уравнений малых собственных колебаний

$$q_i(t) = v_i \cos(\omega t - \varphi) \quad (7)$$

Подставляя (7) в уравнение (6') получаем однородную систему для определения собственных частот и форм колебаний $\sum_{j=1}^n (k_{ij} - \omega^2 m_{ij}) \cdot v_j = 0$ (8')

Анализ собственных частот и форм колебаний

В данной работе произведено определение собственных частот и форм колебаний автодорожной эстакады и ее опор (Рис.1 и Рис2.).

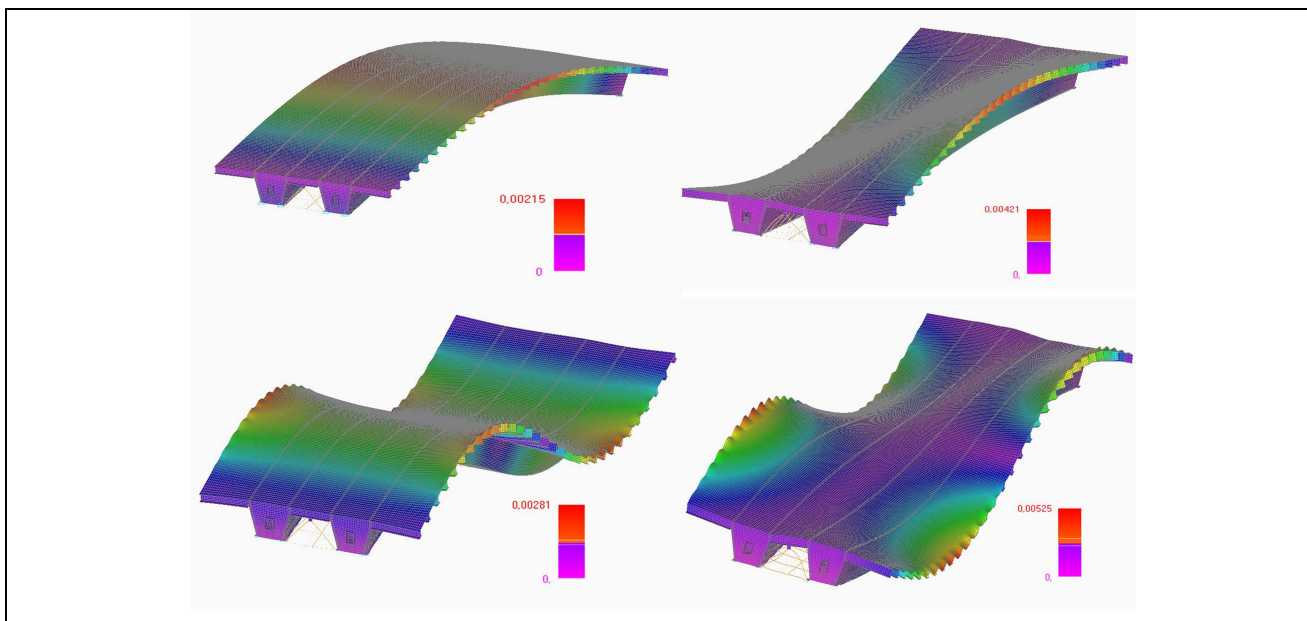


Рис. 1. Собственные формы колебаний пролетного строения, возникающие при частоте 1,9; 4,3; 6,4; 8,8 Гц

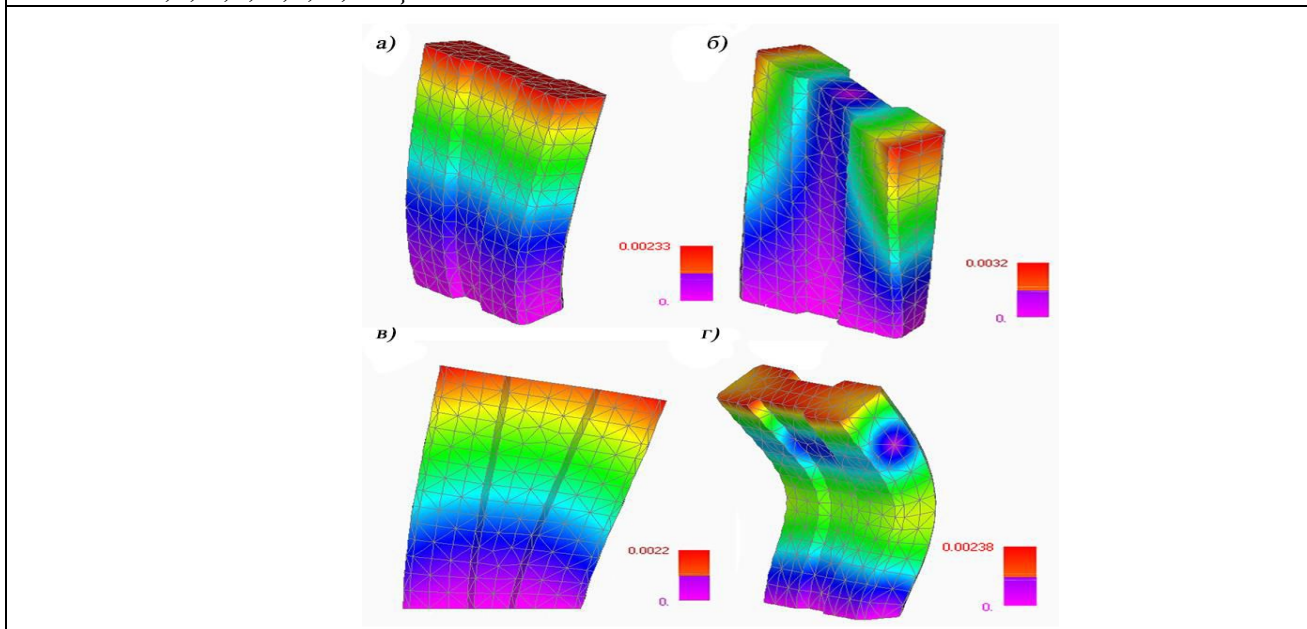


Рис. 2. Собственные формы колебаний опоры эстакады, возникающие при частотах 18,45,50,102 Гц

Таким образом, собственные частоты пролетного строения эстакады достаточно низки и находятся в диапазоне от 2 до 10 Гц. В этом же диапазоне находятся и собственные частоты колебаний большегрузных автомобилей, поэтому их движение по мосту может быть достаточно опасным.

Так же, если при работе двигателей совпадут частоты их колебаний с собственной частотой колебаний корпуса самолета, а размах колебаний будет увеличиваться, то самолет просто может рассыпаться в воздухе. Известны случаи, когда приходилось перестраивать океанские лайнеры, чтобы уменьшить вибрацию.

Вращающиеся части машин, валы двигателей самолетов и кораблей невозможно абсолютно точно уравновесить. В результате они испытывают переменную нагрузку, совершая и вызывая вынужденные колебания всей системы (например, самолета). Различные части системы или система в целом могут прийти в резонанс с вынуждающей силой, что может привести к их разрушению или повреждению [2].

Резонанс так же немаловажную роль играет в биоритме человека. Смена привычной частотной обстановки внешних воздействий может вызвать десинхронизацию, что ведет к дисфункции систем и органов. В частности, это может быть одной из причин длительной адаптации при переезде на большие расстояния, т.к. каждой широте присущ свой набор частот. Поэтому длительность адаптации может определяться тем, насколько основательна частотная перестройка организма. Этим же может объясняться реакция людей и животных на магнитные бури. То есть реакция идет не на скачок геомагнитного поля, с которым ассоциируется буря, а на появление или исчезновение резонансных для организма частот непосредственно до начала магнитной бури или во время ее развития [1].

Сравнение собственных частот кровеносной системы с экспериментально найденными биоэффективными частотами внешней среды. Таким образом, для кровеносной системы различных млекопитающих имеется полное совпадение резонансных частот капилляров. Но очевидно, что собственные частоты других осцилляторов для человека и животных не могут совпадать по всему спектру в силу различных размеров.

Вычисленные собственные частоты кровеносной системы в сравнении с экспериментально найденными биоэффективными частотами внешней среды.

I - человек, II-собака, крупная крыса.	$V, \text{ м/с}$	$L, \text{ м}$	$\nu_0, \text{ Гц}$	Экспериментальные данные (частота отклика), Гц и n (теор.)
I. вена	0.08-0.15	2	0.04 - 0.08	0.02 ($n=3$); 0.06 ($n=2$)
I. артерия	0.2 - 0.5	2	0.1 - 0.25	0.2 ($n=1$); 0.5-0.6 ($n=1$)
I. капилляр	0.0005 - 0.002	$6 \cdot 10^{-4}$	0.83 - 3	1-2 ($n=2$); 5-6 ($n=1$)
II. вена	0.15 - 0.25	0.4	0.4 - 0.6	0.5-0.6 ($n=2$)
II. артерия	0.6 - 0.9	0.15	4-6	8-11 ($n=1$)
II. капилляр	0.0005 - 0.002	$6 \cdot 10^{-4}$	0.83 - 3	1-2 ($n=2$); 5-6 ($n=1$)

Заключение: как видно по нашим исследованиям, эффект резонанса может служить причиной возникновения техногенные катастроф и землетрясений, т.к. они имеют гравитационно-резонансное происхождение. Например, при резонансе начинается рост амплитуды колебаний, и при достаточной добротности, а также при достаточном весе вибратора амплитуда колебаний в земной толще может возрасти настолько, что будет превзойден порог упругости пород, В результате произойдет мгновенное разрушение поверхности и механизм резко провалится в землю [2].

Резонанс может оказывать и положительное влияние, например, МРТ организма, которая помогает получить томографические медицинские изображения для исследования внутренних органов и тканей; либо резонансно-частотная терапия, приводящая к разрушению микроорганизмов на клеточном уровне и лечению организма. В то же время среди негативных влияний на человека организм может быть отмечены: вегето-сосудистая дистония, проблемы со зрением снижение чувствительности, проблемы с обменом веществ.

Список литературы:

1. Майер В.В. Резонанс против резонанса.- Москва-Квант,2007-13с.
2. Данилов И. Общая электротехника с основами электроники.- Просвещение,2005-48с.
3. Майер В.В., Вараксина Е.И. Параметрические колебания маятника: Потенциал.- Москва-Квант,2011-5с.