

ЯВЛЕНИЕ РЕЗОНАНСА

Дегтярева М.С., Громов Н.А.

научные руководители: ст. преподаватель Шипко Е.М., асс. Фоменко А.И.

Сибирский федеральный университет

Резонанс - явление резкого возрастания амплитуды вынужденных колебаний, которое наступает при приближении частоты внешнего воздействия к некоторым значениям (резонансным частотам), определяемым свойствами системы. Увеличение амплитуды- это лишь следствие резонанса, а причина- совпадение внешней(возбуждающей) частоты с внутренней(собственной) частотой колебательной системы. При помощи явления резонанса можно выделить и усилить даже весьма слабые периодические колебания. Явления, возникающие при резонансе, называют резонансными явлениями.

Характер резонанса существенно зависит от свойств колебательной системы. Простейший случай резонанса наступает при периодическом воздействии на линейную систему, т.е. систему с параметрами, не зависящими от состояния самой системы. Примером линейной системы с одной степенью свободы является масса m , подвешенная на пружине и находящаяся под действием гармонической силы $F = F_0 \cos(\omega t)$ (рис. 1).

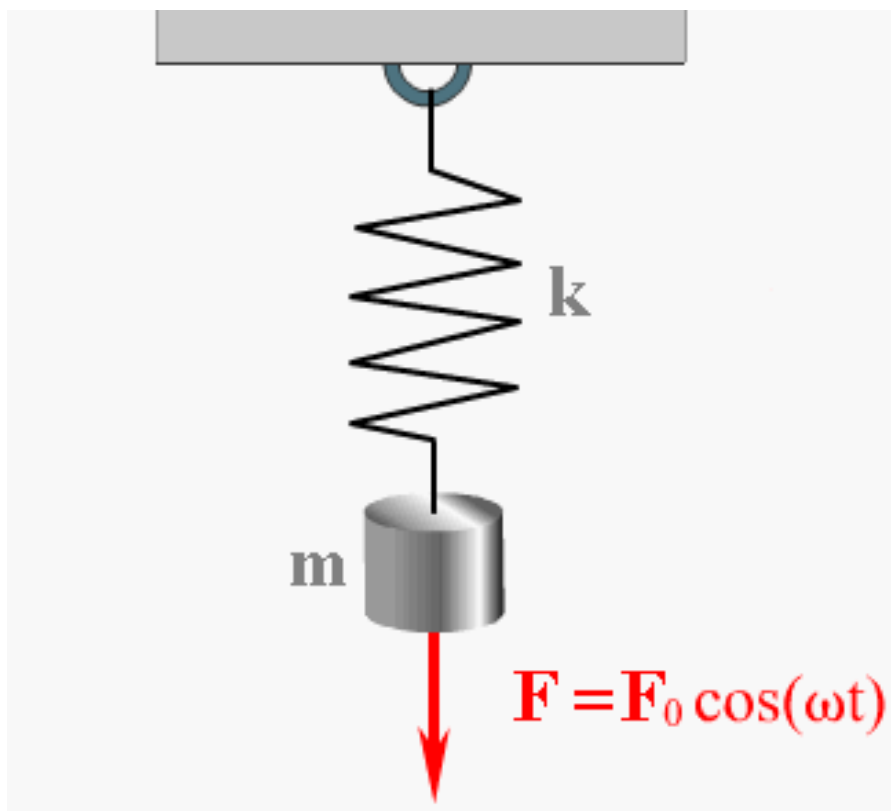
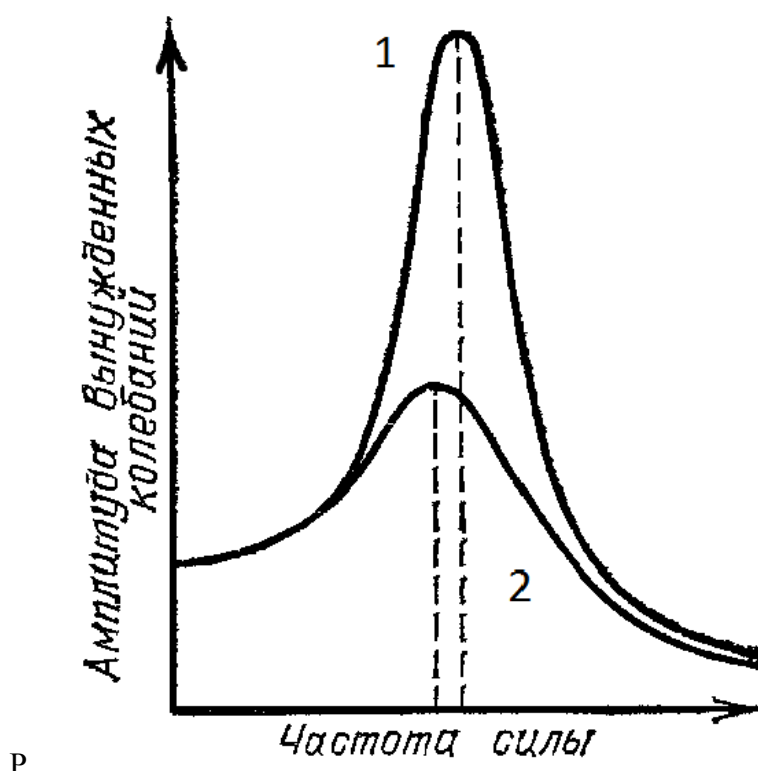


Рис. 1 Пружинный маятник - механическая колебательная система с одной степенью свободы.

На графике (рис.2) показаны резонансные кривые, дающие зависимость амплитуды вынужденных колебаний от их частоты, т.е. частоты силы, действующей на систему.

Эти кривые соответствуют малому и большому затуханию. Первая имеет узкий и высокий максимум, вторая низкий и пологий. Следует обратить внимание на то, что первая кривая всюду проходит выше второй, т.е. при всякой частоте силы амплитуда вынужденных колебаний тем больше, чем меньше затухание, но при точном резонансе различие амплитуд в случаях малого и большого затухания особенно велико. Кроме того, максимум кривой 2 несколько сдвинут влево от максимума кривой 1, т.е. соответствует немного меньшей частоте силы. Это связано с увеличением периода свободных колебаний при возрастании затухания.

Резонансные кривые дают значения установившейся амплитуды. Колебания с такой амплитудой устанавливаются не сразу, а в течение некоторого времени от того момента, когда сила начала действовать на систему.



ис 2. Резонансные кривые при малом затухании (1) и при большом затухании (2)

Резонанс играет очень большую роль в самых разнообразных явлениях. Причем в одних – полезную, в других – вредную.

Резонансные явления могут вызвать необратимые разрушения в различных механических системах. В основе работы механических резонаторов лежит преобразование потенциальной энергии в кинетическую.

Неуравновешенность машин и двигателей (недостаточная центровка, прогиб вала) является причиной того, что при работе этих машин возникает периодическая сила, действующая на опору машины – фундамент, корпус корабля и т. п. Период силы может совпасть при этом с периодом свободных колебаний опоры или, например, с периодом колебаний самого вращающегося вала. Получается резонанс, и вынужденные колебания могут быть настолько сильны, что разрушают фундамент, ломают валы и т. д. Во всех таких случаях принимаются специальные меры, чтобы избежать резонанса

или ослабить его действие (расстройка периодов, увеличение затухания – демпфирование и др.).

Явление резонанса находит широкое применение в технике.

Предотвращение или нейтрализация резонанса – рассогласование собственной частоты системы с частотой внешнего действия или организация противодействия.

Существует несколько возможностей исключения вредного действия резонанса:

1. Изменение частоты собственных колебаний.
2. Взаимонейтрализация двух (или более) вредных действий.
3. Введение второго внешнего действия в противофазе к вредному.
4. Самонейтрализация вредного действия путем его разделения на два, сдвига одного из них по фазе и их столкновение.
5. Самонейтрализация вредного действия путем введения дополнительных грузов со смещающимся центром тяжести.
6. Ликвидация источника внешнего действия.

Использование резонанса – согласование частоты внешнего действия с собственной частотой системы или её элемента. С наибольшей амплитудой колеблются объекты при точном совпадении частот. При этом извне затрачивается минимум энергии на поддержание резонанса, а внутрь системы поступает максимум из подводимой энергии.

Явление резонанса используется в различных отраслях промышленности: горнодобывающей, металлургической, в машиностроении и строительстве.

Известно, что под действием резонанса при частотах до 100 Гц происходит релаксация остаточных напряжений в металлах. На этом основан вибрационный метод снижения и перераспределения остаточных напряжений в сварных и крупногабаритных металлических конструкциях. Сущность этого метода заключается в создании в конструкции переменных напряжений определенной величины с помощью специальных вибровозбудителей (вибраторов). Переменные напряжения суммируются с остаточными, при этом возникает явление вибропластичности, которое способствует снижению и перераспределению напряжений. По данным исследований вибрационный способ обработки повышает усталостную выносливость сварных конструкций на 25 – 35%. Виброобработку целесообразно и экономически выгодно применять на ремонтных предприятиях, где нет возможности термообработки для снятия сварочных напряжений.

В горном деле применение механизма резонансного разрушения открывает новые возможности в разработке методов и средств дробления и измельчения горных пород. Вибрационно–резонансные машины применяются для транспортировки сыпучих материалов, резонансные грохоты (классификаторы) – для разделения мелких фракций, вибромельницы – для разрушения материалов.

Резонансный метод используется в элементах систем вибрационного и геомеханического мониторинга грунтовых сред.