Как получить незатухающие колебания, — те, которые могут длиться неограниченно долго? Для этого на колебательную систему должна действовать внешняя периодическая сила. Такие колебания называются вынужденными. Работа внешней силы над системой обеспечивает приток энергии к системе извне, который не дает колебаниям затухнуть, несмотря на действие сил трения. Например, раскачивание ребенка на качелях. Качели — это маятник, т. е. колебательная система с определенной собственной частотой. Если начать в правильном ритме подталкивать качели, то можно без большого напряжения раскачать их очень сильно. При этом произойдет накопление результатов действия отдельных толчков, и амплитуда колебаний качелей станет большой. В этом случае возникает возможность увеличения амплитуды колебаний системы, способной совершать почти свободные колебания, при совпадении частоты внешней периодической силы с собственной частотой колебательной системы. Спустя некоторое время колебания качелей приобретут установившийся характер: их амплитуда перестанет изменяться со временем. При установившихся вынужденных колебаниях частота колебаний всегда равна частоте внешней периодически действующей силы. Резонанс Как амплитуда установившихся вынужденных колебаний зависит от частоты внешней силы? При увеличении частоты внешней силы амплитуда колебаний постепенно возрастает. Она достигает максимума, когда частота вынужденных колебаний становится равной частоте внешней периодически действующей силы. При дальнейшем увеличении частоты амплитуда установившихся колебаний уменьшается.

 Резкое возрастание амплитуды вынужденных колебаний при совпадении частоты изменения внешней силы, действующей на систему, с частотой ее свободных колебаний называется резонансом.



 Почему возникает резонанс? При резонансе внешняя сила действует в такт со свободными колебаниями. Ее направление совпадает с направлением скорости маятника, поэтому эта сила совершает только положительную работу. При установившихся колебаниях положительная работа внешней силы равна по модулю отрицательной работе силы сопротивления. Большое влияние на резонанс оказывает трение в системе. Чем меньше коэффициент трения, тем больше амплитуда установившихся колебаний. Изменение амплитуды вынужденных колебаний в зависимости от трения:



кривая 1 - минимальное трение, кривая 3 — максимальное трение. Возрастание амплитуды вынужденных колебаний при резонансе выражено тем отчетливее, чем меньше трение в системе. При малом трении резонанс «острый», а при большом «тупой». Согласно закону сохранения энергии вызвать в системе колебания с большой амплитудой при небольшой внешней силе можно только за продолжительное время. Если трение велико, то амплитуда колебаний будет небольшой, и для установления колебаний не потребуется много времени. Воздействие резонанса и борьба с ним Если колебательная система находится под действием внешней периодической силы, и если частота этих периодических усилий совпадает с частотой свободных колебаний системы, то может наступить резонанс и резкое увеличение амплитуды колебаний. Любое упругое тело, будь то мост, вал двигателя, корпус корабля, представляет собой колебательную систему и характеризуется собственными частотами колебаний. В то же время железо, сталь и другие материалы при переменных нагрузках со временем теряют прочность, после чего внезапно разрушаются. Обычно принимаются специальные меры, чтобы не допустить наступления резонанса или ослабить его действие. Для этого увеличивают трение или же добиваются, чтобы собственные частоты колебаний не совпадали с частотой внешней силы. Известны случаи, когда приходилось перестраивать океанские лайнеры, чтобы уменьшить вибрацию. Или при переходе через мост воинским частям запрещается идти в ногу, т.к. строевой шаг приводит к периодическому воздействию на мост.