Обратимся ещё раз к рисунку 53. Перемещая шарик из точки О (положения равновесия) в точку В, мы растягиваем пружину. При этом мы совершаем некоторую работу по пре­ одолению силы её упругости, благодаря чему пружина приобретает потенциальную энергию. Если теперь отпустить шарик, то по мере его приближения к точке О деформация пружины и потенциальная энергия маятника будут уменьшаться, а скорость и кинетическая энергия - увеличиваться.

Допустим, что потери энергии на преодоление сил трения при движении маятника пренебрежимо малы. Тогда, согласно закону сохранения энергии, полную механическую энергию маятника (т.е. Еп + Ек ) в любой момент времени можно считать одинаковой и равной той потенциальной энергии, которую мы изначально сообщили пружине, растянув её на длину отрезка ОВ. При этом маятник мог бы совершать колебания сколь угодно долго с постоянной амплитудой, равной ОВ.

Так было бы, если бы при движении не было никаких потерь энергии.

Но реально потери энергии всегда есть. Механическая энергия расходуется, например, на совершение работы по преодолению сил сопротивления воздуха, переходя при этом во внутреннюю энергию. Амплитуда колебаний постепенно уменьшается, и через некоторое время колебания прекращаются. Такие колебания называются затухающими (рис. 66).

Чем больше силы сопротивления движению, тем быстрее прекращаются колебания. Например, в воде колебания затухают быстрее, чем в воздухе (рис. 66, а, б).

До сих пор рассматривались свободные колебания, т.е. колебания, происходящие за счёт начального запаса энергии.

Свободные колебания всегда затухающие, так как весь запас энергии, первоначально сообщённый колебательной системе, в конце концов уходит на совершение работы по преодолению сил трения и сопротивления среды (т.е. механическая энергия переходит во внутреннюю). Поэтому свободные колебания почти не имеют практического применения.

Чтобы колебания были незатухающими, необходимо восполнять потери энергии за каждый период колебаний. Это можно осуществить, воздействуя на колеблющееся тело периодически изменяющейся силой. Например, каждый раз подталкивая качели в такт их колебаниям, можно добиться того, чтобы колебания не затухали.

Колебания, совершаемые телом под действием внешней периодически изменяющейся силы, называются вынужденными колебаниями.

Внешняя периодически изменяющаяся сила, вызывающая эти колебания, называется вынуждающей силой.

Если на покоящиеся качели начать действовать периодически меняющейся вынуждающей силой, то в течение некоторого времени амплитуда вынужденных колебаний качелей будет возрастать, т.е. амплитуда каждого последующего колебания будет больше, чем предыдущего. Увеличение амплитуды прекратится тогда, когда энергия, теряемая качелями на преодоление силы трения, станет равна энергии, получаемой ими извне (за счёт работы вынуждающей силы).

В большинстве случаев постоянная частота вынужденных колебаний устанавливается не сразу, а спустя некоторое время после их начала.

Когда амплитуда и частота вынужденных колебаний перестают меняться, говорят, что колебания установились.

Частота установившихся вынужденных колебаний равна частоте вынуждающей силы.

Вынужденные колебания могут совершать даже тела, которые не являются колебательными системами, например, игла швейной машины, поршни в двигателе внутреннего сгорания и многие другие. Колебания таких тел тоже происходят с частотой вынуждающей силы.

Вынужденные колебания - незатухающие. Они происходят до тех пор, пока действует вынуждающая сила.