**Использование колебаний в технике**

**Колебания** - один из самых распространенных процессов в природе и технике. Колебания бывают механические, электромагнитные, химические, термодинамические и различные другие. Несмотря на такое разнообразие, все они имеют между собой много общего и поэтому описываются одними и теми же дифференциальными уравнениями.

Специальный раздел физики - **теория колебаний** - занимается изучением закономерностей этих явлений. Знать их необходимо судо- и самолетостроителям, специалистам промышленности и транспорта, создателям радиотехнической и акустической аппаратуры. Первыми учеными, изучавшими колебания, были Галилео Галилей (1564...1642) и Христиан Гюйгенс (1629...1692). **Галилей** установил изохронизм (независимость периода от амплитуды) малых колебаний, наблюдая за раскачиванием люстры в соборе и отмеряя время по ударам пульса на руке. **Гюйгенс** изобрел первые часы с маятником (1657) и во втором издании своей монографии «Маятниковые часы» (1673) исследовал ряд проблем, связанных с движением маятника, в частности нашел центр качания физического маятника.

Большой вклад в изучение колебаний внесли многие ученые: английские - У. Томсон (лорд Кельвин) и Дж. Рэлей, русские - А.С. Попов и П.Н. Лебедев, советские - А.Н. Крылов, Л.И. Мандельштам, Н.Д. Папалекси, Н.Н. Боголюбов, А.А. Андронов и другие.

**Свободные колебания**

Среди всевозможных совершающихся вокруг нас механических движений часто встречаются повторяющиеся движения. Любое равномерное вращение является повторяющимся движением: при каждом обороте всякая точка равномерно вращающегося тела проходит те же положения, что и при предыдущем обороте, причем в такой же последовательности и с такой же скоростью.

В действительности не всегда и не при всяких условиях повторение совершенно одинаково. В одних случаях каждый новый цикл очень точно повторяет предыдущий, в других случаях различие между следующими друг за другом циклами может быть заметным. Отклонения от совершенно точного повторения очень часто настолько малы, что ими можно пренебречь и считать движение повторяющимся вполне точно, т.е. считать его периодическим.

Периодическим называется повторяющееся движение, у которого каждый цикл в точности воспроизводит любой другой цикл.

Продолжительность одного цикла называется периодом. Очевидно, период равномерного вращения равен продолжительности одного оборота.

В природе, и особенно в технике, чрезвычайно большую роль играют колебательные системы, т.е. те тела и устройства, которые сами по себе способны совершать периодические движения. «Сами по себе» - это значит, не будучи принуждаемы к этому действием периодических внешних сил. Такие колебания называются, поэтому свободными колебаниями в отличие от вынужденных, протекающих под действием периодически меняющихся внешних сил.

Всем колебательным системам присущ ряд общих свойств:

1. У каждой колебательной системы есть состояние устойчивого равновесия.

2. Если колебательную систему вывести из состояния устойчивого равновесия, то появляется сила, возвращающая систему в устойчивое положение.

3. Возвратившись в устойчивое состояние, колеблющееся тело не может сразу остановиться. Сивухин Д.В. Общий курс физики: учебное пособие для вузов. В 5 т. Т II Термодинамика и молекулярная физика. - 3-е изд., стер. - М. ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 396 с

Более 20 лет назад вибрирование стали применять при изготовлении бетонной смеси. Это дало возможность облегчить труд укладчиков, повысить производительность труда, уменьшить стоимость бетона и улучшить его качество.

Бетон - один из наиболее распространенных строительных материалов. Он является искусственным камнем, который изготовляется из смеси щебня (мелкого камня), песка, цемента и воды, причем связывающим веществом (клеем) служит цемент. Бетон применяется почти во всех видах строительства - в промышленном, гражданском, гидротехническом, дорожном, мостовом, специальном. Многие сооружения строятся целиком из бетона или железобетона, например, плотины, шлюзы, мосты, дороги, посадочные полосы для самолетов, набережные, элеваторы, промышленные и гражданские здания и др.

Для удобства укладки бетонная смесь должна быть достаточно подвижной. С другой стороны, чтобы получить наиболее плотный и прочный бетон, требуется применение жесткой смеси (с малым содержанием воды). Эта важная техническая задача разрешена благодаря применению вибраторов. Вибратором называют механизм, совершающий частые колебания, которые сообщаются частицам бетонной смеси, и под их влиянием частицы колеблются так, что центр колебаний непрерывно смещается в направлении большего уплотнения. Подвижная бетонная смесь затекает вовсе углы формы и хорошо ее заполняет.

Ведущую роль в деле применения вибрирования бетонной массы занимает у нас гидротехническое строительство. На крупнейшей гидротехнической стройке - Волгострое (1936-1940 гг.) весь объем бетона (более 2 млн. кубических метров) уложен с применением вибрирования.

В настоящее время укладка бетона вибрированием носит массовый характер и является весьма эффективным средством повышения качества материала. Основным преимуществом вибрированного бетона является возможность хорошо уплотнить бетонную смесь с меньшим содержанием воды. Вследствие большой плотности вибрированного бетона последний более стоек против воздействия вредных примесей в атмосфере и в воде, нежели бетон ручной укладки.

Водопоглощение вибрированного бетона составляет только 3% против 7% для трамбованного бетона того же состава. Значительно повышается водонепроницаемость, что имеет громадное значение при устройстве водохранилищ, труб и т.п. Вибрированный бетон более стоек против износа, чем бетон ручной укладки. Это объясняется большей его плотностью. Сцепление с арматурой в вибрированном бетоне на 60-80% лучше, чем при ручной укладке.

Прочность на сжатие при одинаковом расходе цемента на 100% выше. Прочность вибрированного бетона на удар в 1,5-1,9 раза больше прочности трамбованного бетона. Матвеев А.Н., Механика и теория относительности: Учеб. для студентов вузов / А.Н. Матвеев. --3-е изд. -- М.: ООО «Издательский дом «ОНИКС 21 век»: 000 «Издательство «Мир иОбразование», 2003. -- 232 с.

Усадка вибрированного бетона значительно меньше и может достигать 50% от величины усадки бетона ручной кладки. Этим снижается опасность появления трещин. Экономия цемента при переходе на укладку бетонной смеси вибраторами оценивается в пределах от 10 до 25% , что имеет громадное народнохозяйственное значение.

**Использование вибрации при литье**

Для получения чугунного литья высокого качества иногда бывает целесообразно применять вибрирование расплавленного чугуна с целью удаления вредных газов и шлака. Ковш с расплавленным чугуном помещают на специальную виброплатформу, приводимую в колебательное движение с помощью вибраторов.

Вибрация ковша, а следовательно, и находящегося в нем жидкого чугуна способствует выделению имеющихся в чугуне газов, а также всплытию более легких веществ, представляющих собой шлаковые включения, которые затем могут быть удалены с поверхности ковша. Отлитые детали из очищенного таким образом чугуна получаются более высокого качества, как с точки зрения меньшего ослабления пузырями, так и с точки зрения уменьшения шлаковых включений, которые ухудшают качество чугунного литья.

**Использование колебаний для сортировки сыпучих материалов**

В ряде отраслей техники находят широкое применение сортировочные машины и устройства, основанные на использовании колебательных движений. Таковы молотилки, веялки и другие сельскохозяйственные машины, применяемые для сортировки зерна. Сита веялок и молотилок, на которые попадает зерно, подлежащее сортировке, совершают вынужденные боковые или продольные колебания, обеспечивающие возвратно-поступательное движение зерна по рабочей поверхности сита и вследствие этого сортировку зерна. Эти колебания, как правило, вызываются действием кривошипно-шатунных механизмов. Савельев, И.В. Курс физики: в 3т.: Т.2: Электричество. Колебания и волны. Волновая оптика / И.В. Савельев.-4-е изд. стер. - СПб.; М. Краснодар: Лань.-2008.- 256 .

Аналогичное использование колебательных процессов распространено в угольной промышленности на обогатительных фабриках, где применяются специальные машины-грохоты, основное назначение которых заключается в обезвоживании каменных углей, в подготовительном грохочении, т.е. в разделении угля на классы перед обогащением, в сортировке для получения товарных сортов и др. Подобный механизм можно использовать даже в сказках, например: «Золушка», когда мачеха заставила ее перебирать горох и пшено. Вот тут то и мог помочь такой механизм