

В современных высотных зданиях дым и огонь в считанные минуты распространяется по всем этажам через лифтовые шахты и лестничные клетки. Так, 30-этажное здание гостиницы "Хилтон" в г. Лас-Вегасе (США, 1981) в течение 10-15 мин. было охвачено огнем. Пожар возник на 8 этаже. Также быстро распространился пожар в гостинице "Россия" (25 февраля 1977 г.).

Наибольший ущерб приносят пожары на химических и нефтеперерабатывающих предприятиях, лакокрасочных заводах и т.п. Они охватывают прилегающие территории, и для их ликвидации требуется длительное время. Примером тому является пожар вблизи г. Мехико (Мексика, 1984). Столб огня и дыма достигал почти километровой высоты. Практически уничтожен был весь поселок. Причиной явилось короткое замыкание в одной из лабораторий. Крупнейшие пожары произошли в г. Сингапуре (Малайзия, 1972), Маниле (Филиппины, 1982), когда на площади 3-4 га были уничтожены все здания.

ВЫВОДЫ

1. В горячих цехах появляются большие температурные перемещения, приводящие к отклонению конструкций от проектного положения.

2. При наличии связей возникают дополнительные усилия. Они могут привести к искривлению элементов и появлению трещин.

3. Источниками тепловых воздействий являются доменные, сталеплавильные, сталелитейные печи, конвекторы и чугунолитейные вагранки и др.

ЛИТЕРАТУРА

1. Милованов А.Ф., Алимханов Н.Ж. Расчет наклонных сечений изгибаемых элементов из жаростойкого керамзитобетона. // Бетон и железобетон. - 1989. - №10. - С.13-14

2. Жуков В.В., Ремнев В.В. Жаростойкие бетоны и перспективы их применения // Бетон и железобетон, 1995. - №4. - С. 13-16

3. Ильин Н.А. Техническая экспертиза зданий, поврежденных пожаром. - М.: Стройиздат, 1983. - 200 с.

4. Милованов А.Ф. Влияние температуры на бетон // Бетон и железобетон. - 1995. - №4. - С. 9-12.

5. Литвинов Р.Г. Стабилизация развития трещин в изгибаемых железобетонных элементах // Бетон и железобетон. - 1993. - № 6. - С. 27-28.

УДК 531.8

КЛАССИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА И СИЛЫ ИНЕРЦИИ. ПЕТЕРБУРГСКИЙ ПРИНЦИП

Пилявская А.В., студентка группы ВВ-201, Литвинова Э.В., ст. преп.

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Рассмотрена классификация сил инерции и Петербургский (Д'Аламбера) принцип классической механики.

Силы инерции, принцип Германа-Эйлера-Д'Аламбера, неравновесные системы.

Классическая механика — вид механики (раздела физики, изучающего законы изменения положений тел в пространстве со временем и причины, это вызывающие), основанный на законах Ньютона и принципе относительности Галилея. Поэтому её часто называют "Ньютоновской механикой".

Классическая механика подразделяется на:

- статику (которая рассматривает равновесие тел);
- кинематику (которая изучает геометрическое свойство движения без рассмотрения его причин);
- динамику (которая рассматривает движение тел).

Классическая механика даёт очень точные результаты, если её применение ограничено телами, скорости которых много меньше скорости света, а размеры значительно превышают размеры атомов и молекул.

Классическую механику можно использовать для описания движения таких объектов, как волчок и бейсбольный мяч, многих астрономических объектов (таких, как планеты и галактики), и иногда даже многих микроскопических объектов, таких как молекулы.

Классическая механика является самосогласованной теорией, то есть в её рамках не существует утверждений, противоречащих друг другу.

Основным разделом теоретической механики, изучающим движения материальных тел в тесной связи с силовыми взаимодействиями их между собой, а также с физическими полями, является динамика. По классическому определению Ньютона, динамика должна "по явлениям движения распознать силы природы, а затем по этим силам изъяснить остальные движения". Этот тезис Ньютона лежит в основе динамики.

В основе динамики лежат законы, впервые сформулированные Ньютоном и названные им аксиомами, или законами движения (*Axiomata sive leges motus*).

Законы классической механики подтверждаются опытами и наблюдениями, а потому являются объективными законами природы.

Первый закон – закон инерции, установленный Галилеем, характеризует стремление тела сохранить неизменной скорость своего движения или, иначе, сохранить приобретенное им ранее механическое движение.

Спрашивается, что является причиной движения? Под влиянием авторитета Ньютона, утверждавшего, что движение может вызываться только силами, очень хочется ответить – силы! Но какие это силы? Ведь физические (Ньютоновские) силы торможением или ускорением поезда или автобуса не порождаются. Значит, должны быть не физические силы, а силы какой-то иной природы. В механике этим силам дали специальное название – силы инерции и с успехом начали использовать в расчетах механизмов и машин, всегда получая верные, подтверждаемые практикой результаты.

Сила инерции – фиктивная сила, которую можно ввести в неинерциальной системе отсчёта так, чтобы законы механики в ней совпадали с законами инерциальных систем.

В математических вычислениях введения этой силы происходит путём преобразования уравнения

$$F_1 + F_2 + \dots + F_n = ma$$

к виду

$$F_1 + F_2 + \dots + F_n - ma = 0,$$

где F_n – реально действующая сила, а $-ma$ – "сила инерции".

Закон инерции про инерционные системы отсчёта гласит, что *без влияния неуравновешенных сил тело будет сохранять свою скорость или неподвижность*. В качестве примера силы инерции можно рассмотреть *простую* силу инерции, которую можно ввести в равноускоренной системе отсчёта:

Пусть у нас есть быстро останавливающийся автобус. Все тела в нём будут нарушать закон инерции – они будут иметь тенденцию продолжать движение, и пассажирам придётся крепко держаться за поручни, чтобы не упасть вперёд, и оставаться неподвижными на своих местах относительно автобуса. Но если предположить, что всем пассажирам приходится противодействовать некой силе, то можно будет объяснить эту тенденцию её действием. Такую силу и назвали силой инерции. С введением этой силы закон инерции в автобусе восстановится – тела можно считать подвергающимися действию этой силы, и тогда они будут вести себя в полном соответствии со вторым законом Ньютона. Т.е. если пассажиры приложат к себе относительно поручней дополнительную мускульную силу, противоположную силе инерции, то останутся на своих местах.

Среди сил инерции выделяют следующие:

– *простую* силу инерции, которую мы только что рассмотрели;

- центробежную силу, объясняющую стремление тел улететь от центра во вращающихся системах отсчёта;
- силу Кориолиса, объясняющую стремление тел сойти с радиуса при радиальном движении во вращающихся системах отсчёта;

С точки зрения общей теории относительности, гравитационные силы в любой точке – это силы инерции в данной точке искривлённого пространства Эйнштейна (см. принцип эквивалентности).

Упоминания об ускорении, порождаемом взаимным влиянием переносного и относительного движений, имеются в трудах Л. Эйлера и "короля математиков" К. Гаусса, однако ускорение это было названо кориолисовым в честь французского ученого–механика Г. Кориолиса (1792–1843), который начал практически учитывать его при расчетах механизмов и машин. Кориолисово ускорение и соответствующие ему Кориолисовы силы инерции лежат в основе удивительных свойств вращающихся тел и многих явлений природы.

Уравнения движения или условия равновесия можно получить, используя не законы Ньютона, а общие положения, которые называются принципами механики.

Принципом Германа–Эйлера–Д’Аламбера называют общий метод, при помощи которого уравнениям динамики по форме придается вид уравнений статики.

В 1716г. Я. Германом (1678–1733), академиком Петербургской Академии наук, установлен принцип механики, дающий общий метод, с помощью которого уравнениям динамики придается по форме вид уравнений статики, получивший название петербургского принципа (метод кинетостатики).

В 1737г. Л. Эйлер обобщил этот принцип и применил его для изучения колебаний гибких тел. В 1743г. Д’Аламбер высказал принцип, получивший название начала Д’Аламбера, послуживший базой построения механики систем, подчиненных связям. Начало Д’Аламбера позволило расширить применение принципа Германа–Эйлера на случай сложных систем, состоящих из значительного числа связанных между собой тел.



Рис. 1

Лагранж (1736–1813) связал принцип Германа–Эйлера–Д’Аламбера с общим принципом статики – принципом возможных перемещений и придал ему удобную для практического применения форму [2].

Принцип Д’Аламбера – в механике: один из основных принципов динамики, согласно которому, если к заданным (активным) силам, действующим на точки механической системы, и реакциям наложенных связей присоединить силы инерции, то получится уравновешенная система сил.

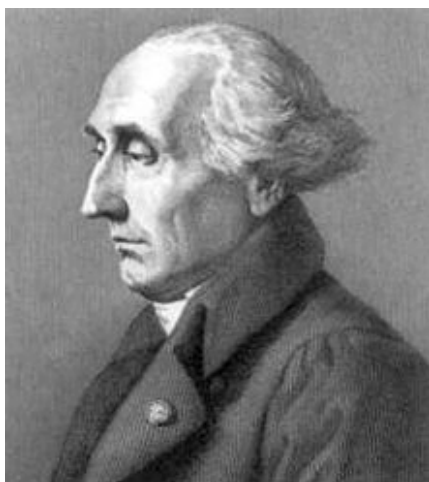


Рис. 2. Жозеф Луи Лагранж



Рис. 3. Жан Лерон Д'Аламбер

Из данного принципа следует, что для каждой i -той точки системы

$$F_i + N_i + J_i = 0,$$

где F_i – действующая на эту точку активная сила, N_i – реакция наложенной на точку связи, J_i – сила инерции, численно равная произведению массы m_i точки на её ускорение w_i и направленная противоположно этому ускорению ($J_i = -m_i w_i$, см. второй закон Ньютона).

Д’Аламберову силу инерции не следует смешивать с реальными физическими силами. Д’Аламберова сила инерции не имеет источника своего возникновения – другого тела. Она вводится условно в ходе математических преобразований основного уравнения динамики, чтобы придать уравнениям динамики вид условия или уравнения равновесия.

Следовательно, прикладывая силу инерции к движущейся материальной точке, мы можем говорить лишь об условном равновесии, приложенных к ней сил. Однако такое понимание динамического уравнения движения позволяет, используя уравнения равновесия статики, составлять динамические уравнения. Этот метод составления уравнений движения и называется *методом кинестатики*.

Так как принцип справедлив для любого мгновения времени, оси координат могут быть инерциальными или неинерциальными, неподвижными или подвижными. Важно лишь то, чтобы ускорение точки было определено в инерциальной системе координат или в абсолютном движении.

Принцип Д’Аламбера и основанный на нем метод кинестатики устанавливают единый подход к исследованию движения несвободной материальной точки и несвободной материальной системы вне зависимости от вида связей, налагаемых на их движение. Этот подход заключается в придании динамическим уравнениям вида уравнений равновесия или вида уравнений статики, что позволяет при решении задач динамики применять простые и наглядные приемы и методы статики.

Принцип Д’Аламбера позволяет применить к решению задач динамики более простые методы статики, поэтому им широко пользуются в инженерной практике. Особенно удобно им пользоваться для определения реакций связей в случаях, когда закон происходящего движения известен или найден из решения соответствующих уравнений.

Если III-ий закон не является законом, а лишь методом, позволяющим в определенных, ограниченных пределах ускорений, с которыми имела дело классическая механика, приблизительно, но с достаточной точностью решать задачи, то возникает необходимость переосмысления еще одного из главных принципов механики, который основан на принципе равенства действия и противодействия, а именно принципа Д’Аламбера, который, если внимательно рассмотреть, по существу, также представляет собой метод [1].

Н. Г. Четаев, называя его принципом Эйлера–Лоренца, отмечает: – “Лагранж, придавший мысли Эйлера и Германа наибольшую общность, назвал этот принцип принципом Д’Аламбера, хотя в методе Д’Аламбера [1] практиковались тяжелые утомительные движения для определения реакций связи” из чего видно, что метод был трансформирован в принцип, то есть метод отождествлен с принципом.

Четаев приводит формулировку этого принципа со ссылкой на Лагранжа: – “... если мы представим себе, что каждому телу мы сообщаем силу в противоположном направлении, то движение, которое оно должно получить, то явно что система будет приведена в положение покоя..., таким образом, должно существовать равновесие ... между силами, которые способны их (эти движения) вызвать” [1]. Далее, Четаев делает замечание: “Впоследствии некоторые забыли существо мысли Эйлера – Лагранжа, забыли, что последние силы мысленно присоединяем к точкам и, назвав эту фиктивную силу – силой инерции, стали заниматься бесплодными спорами о её будто бы реальности” [1]. Четаев также как и Лагранж излагает этот принцип, как и “метод возможных перемещений на бесконечно малые величины”, которые “являются как бы элементарными перемещениями, для “застывших” связей, для которых t фиксировано и в последнем

соотношении, положено $dt=0$ " [1].

В справочниках принцип Д'Аламбера разъясняется как: – "Принцип механики (в энциклопедии как "общий закон механики"), позволяющий решать задачи динамики методами статики и заключающейся в следующем: в любой момент движения тела активные силы и реакции связей уравниваются силами инерции. ...Силы инерции фактически к телу не приложены и с этой точки зрения являются фиктивными (не существующими). Тем не менее, условное введение этих сил весьма полезно, т. к. они позволяют рассматривать систему сил, приложенных к телу, движущемуся с ускорением, как уравновешенную и, следовательно, позволяют свести задачу динамики к задаче статики" [1].

Все вышеизложенное свидетельствует о том, что принцип Д'Аламбера является методом–приёмом для решения задач динамики, которые характеризуются состоянием неравновесности сил, приводимым условно к равновесному состоянию. При этом Д'Аламбер, Эйлер и Лагранж, занимавшиеся разработкой и совершенствованием этого метода, понимая различие между неравновесным и равновесным состоянием, специально оговаривали условия и допущения (бесконечно малого перемещения при $t \rightarrow 0$, а также использования понятия материальной точки, которая, как и математическая точка не имеет протяженности, что обуславливает мгновенность взаимодействия), с целью обеспечения, математически корректных решений, достаточных для описания действия, рассматриваемых классической механикой (динамикой), приближая эти действия к системам близким к равновесным, предопределившими и обеспечивающими успех этого метода, что в свою очередь повлекло за собой его отождествление с принципом–законом.

Таким образом, метод Д'Аламбера является методом перемещений на бесконечно малые перемещения при $t \rightarrow 0$ обуславливающих неизменность уравнивающих сил как внешних, так и внутренних (силы связи), и фиктивных сил инерции при ускорении. Но остаются ли они фактически неизменными? Видимо, нет, так как сам факт разработки этого метода, установления условий для приближения к равновесному состоянию, при котором может быть обеспечена эта неизменность, свидетельствует об этом. Но, приняв метод Д'Аламбера за принцип–закон, мы принимаем, правомерность отбрасывания уравновешенных сил как внешних, так и внутренних, считая, что независимо от их числа и величин, уравнивание достигается введением одинаковых и неизменных результирующих сил.

Изучение работ Пуанкаре и вышеприведенное переосмысление вводит ясность в то, что сама по себе постановка вопроса о неравноценности указанных точек вполне правомерна, так как при приложении внешней силы, приводящей к ускоренному движению, фактически сопровождается непропорциональным изменением всех уравновешенных сил, которые становятся неуравновешенными, в связи с чем эти точки будут подвергаться различным ускорениям, что объясняется переводом этих точек в другие системы отсчета, в то время как источники уравновешенных сил остаются в своих системах отсчета. Это можно показать даже в рамках классической механики [1].

Таким образом, принцип Д'Аламбера в отношении уравновешенных внешних сил справедлив лишь при обусловленных им ограничений, достигаемых перемещением на бесконечно малые величины с целью приближения к равновесному состоянию, при котором бесконечно малые отклонения игнорируются.

Остаются вопросы о действии внутренних сил – сил связей, или уравновешенных сил в замкнутой системе, которые также согласно принципа Д'Аламбера можно исключить из рассмотрения, при этом сила, приводящая тело в движение, уравнивается, якобы, только фиктивной силой, вызываемой свойством инерции тела, которая также принимается неизменной.

Принцип Д'Аламбера является не физическим принципом–законом, а лишь методом и необходимо рассмотреть пример конкретного внутреннего равновесного движения в замкнутой системе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Айдаров Р. Является ли принцип Д'Аламбера – физическим принципом? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://bourabai.narod.ru>.
2. Lagrange J., Месание analytique, Р., 1788 (рус. пер.: Лагранж Ж., Аналитическая механика, т. 1, 2 изд. М.–Л., 1950).
3. Силенко П. Н. Теоретическая механика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.hi-edu.ru>.
4. Яблонский А. А. Курс теоретической механики. Часть II. Динамика. – М.: Высшая школа, 1966.

УДК 624.21.01

НАИБОЛЕЕ СЕЙСМООПАСНЫЕ УЧАСТКИ В КОНСТРУКЦИЯХ ЖИЛОГО ЗДАНИЯ

Покатило Д.С., студ. гр. ПГС-306, Ажермачёв С.Г., к.т.н., доцент
Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Разрушение нагруженных конструкций проходит три стадии: стадию зарождения трещин в местах больших концентраций напряжений и разнообразных дефектов, стадию медленного их развития и стадию лавинообразного разрушения при достижении критических напряжений. Продолжительность каждой стадии зависит от степени нагруженности конструкций σ/R , уровня концентрации напряжений по сравнению с номинальными, характера дефектов, дополнительных воздействий агрессивной среды и т. п.

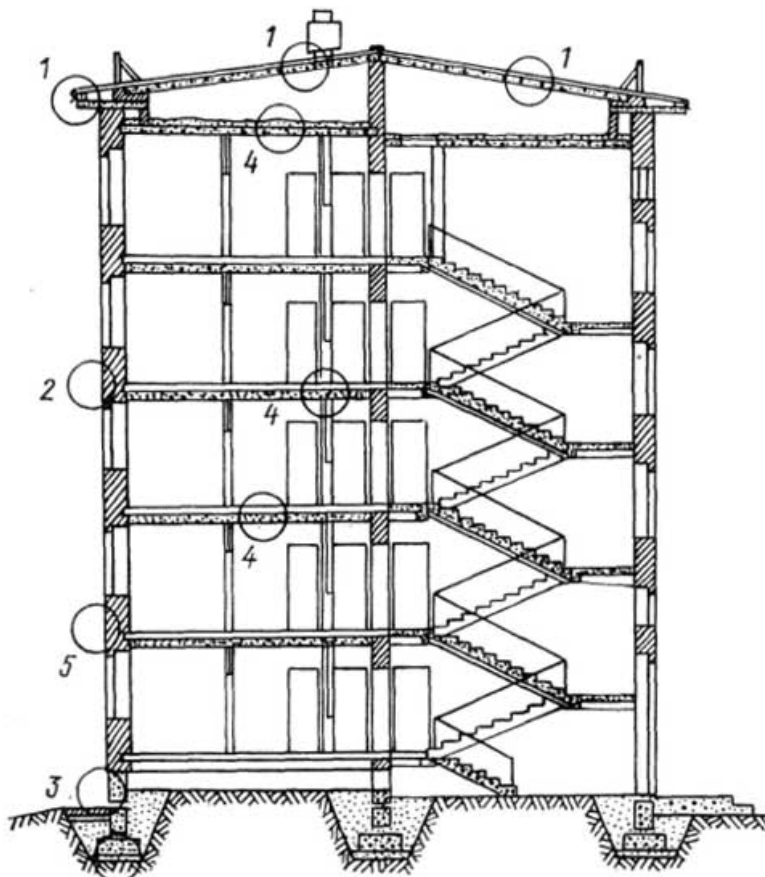


Рис. 1. Наиболее характерные уязвимые места, с которых начинается разрушение конструкций:

1 — на кровле; 2 — на балконе; 3 — на цоколе; 4 — в перекрытии;
 5 — на стене