



**ПОЛИТЕХ**  
Санкт-Петербургский  
политехнический университет  
Петра Великого

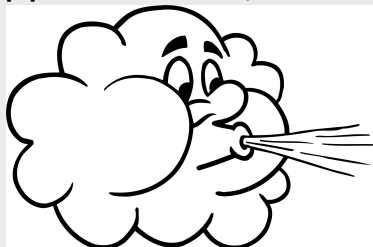
## Классификация нагрузок и воздействий

Преподаватель кафедры СУЗИС (ИСИ) СПбПУ  
Зимин С.С.

## Внешние воздействия

Говоря о внешнем воздействии на конструкцию, прежде всего подразумевают его «физику природы». Причем, из множества внешних воздействий рассматривают те, которые найдут свое отражение в анализируемых факторах конструкции (например, напряженно-деформируемое состояние). То есть происходит «фильтрация» всех возможных воздействий с вычленением наиболее существенных в рамках изучаемого процесса.

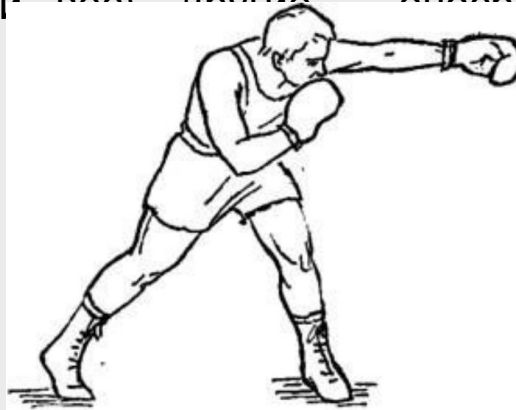
Внешние воздействия могут носить природный (гравитация, ветровое и снеговое воздействия) и техногенный характер (воздействия, обусловленные функциональным назначением конструкции). Ряд воздействий могут быть вызваны как природными, так и техногенными факторами (температурные), ряд (коррозионные).



## Внешние силы

Любое внешнее воздействие характеризуется множеством параметров (снеговое воздействие характеризуется плотностью снегового покрова, содержанием влаги, температурой и т.п.), однако, из них выбирают те, которые имеют существенное значение для анализируемых факторов конструкции («фильтрация» параметров внешнего воздействия); при этом, из связанных между собой параметров выбирают те, которые наиболее близки к изучаемому процессу (скорость ветра или давление, оказываемое на конструкцию). Так, при анализе напряженно-деформируемого состояния, нас прежде всего интересуют силовые параметры, в связи с чем происходит переход от определенного внешнего воздействия к внешней силе.

При этом, внешние воздействия могут себя проявлять в силовом отношении непосредственно (собственный вес), либо опосредованно через деформации (температурные воздействия).



## Нагрузки

Большинство внешних сил носят сложный характер распределения по поверхности контакта с конструкцией или ее объему. Поэтому прибегают к идеализации (упрощению) данного закона (например, равномерно распределенный по площади, линейно распределенный по линии и т.п.), что и определяет переход от внешней силы к нагрузке.

При этом, говоря в конечном итоге о нагрузке, необходимо держать в голове «природу» той внешней силы, которую она идеализирует («первопричину» внешней силы: через напряжения или через деформации). Данное обстоятельство необходимо для корректного назначения характеристик материала, построения расчетной схемы и последующего анализа результатов. Так, при прочностном анализе проявления температурного воздействия на конструкцию, кроме модуля деформации материала, необходим его коэффициент линейного температурного расширения; при этом статически определимые и статически неопределимые конструкции по разному реагируют на данное воздействие.

**В итоге:**

**Внешние воздействия на конструкцию** – суть проявления природных явлений и человеческой деятельности.

**Внешние силы** – результат проявления взаимодействия конструкции с внешними воздействиями с точки зрения напряженно-деформируемого состояния.

**Нагрузки** – идеализированное представление внешних сил.

**Внешние силы и, соответственно, идеализирующие их нагрузки классифицируются по ряду признаков, среди которых можно отметить следующие:**

- 1) По месту расположения точек приложения сил к телу.
- 2) По характеру изменения интенсивности сил в процессе приложения.
- 3) По продолжительности воздействия сил на конструкцию.

- 1) По месту расположения точек приложения сил к телу.
- 2) По характеру изменения интенсивности сил в процессе приложения.
- 3) По продолжительности воздействия сил на конструкцию.

а) Объемные, для которых точки приложения сил распределены по объему тела. Носят характер взаимодействия без непосредственного соприкосновения (например, гравитационные силы).  
Объемные силы характеризуются своей интенсивностью – величиной силы, приходящей на единицу объема. Соответственно размерность объемной силы –  $\text{кН/м}^3$ .

Идеализация при переходе от объемной силы к нагрузке происходит в отношении закона изменения интенсивности (например, равномерный закон изменения интенсивности нагрузки от собственного веса).

- 1) По месту расположения точек приложения сил к телу.
- 2) По характеру изменения интенсивности сил в процессе приложения.
- 3) По продолжительности воздействия сил на конструкцию.

б) Поверхностные, для которых точки приложения сил распределены по поверхности тела. Носят характер взаимодействия с соприкосновением (например, силы от ветрового воздействия).

Поверхностные силы характеризуются своей интенсивностью – величиной силы, приходящей на единицу площади. Соответственно, интенсивность поверхностной силы имеет размерность  $\text{кН/м}^2$ .



*Идеализация при переходе от поверхностной силы к нагрузке происходит в отношении:*

- закона изменения интенсивности  
(например, линейный или равномерный закон изменения интенсивности нагрузки от давления балки на стену по глубине ее опирания);
- площади распределения:
  - при распределении силы по части поверхности, размеры которой соизмеримы с размерами поверхности (или по всей поверхности) говорят о *нагрузке, распределенной по площади*. Соответственно, интенсивность нагрузки, распределенной по площади имеет размерность  $\text{кН/м}^2$ ;
  - при распределении силы по части поверхности, один из размеров которой существенно меньше соответствующего размера поверхности, говорят о *нагрузке, распределенной по линии*. При этом, имеют ввиду погонную равнодействующую поверхностной нагрузки, приведенную к линии. Соответственно, интенсивность нагрузки, распределенной по линии имеет размерность  $\text{кН/м.п.}$ ;
  - при распределении силы по части поверхности, два размера которой существенно меньше соответствующих размеров поверхности, говорят о *сосредоточенной нагрузке*. При этом, имеют ввиду равнодействующую поверхностной нагрузки, приведенную к точке. Соответственно, интенсивность сосредоточенной нагрузки имеет размерность  $\text{кН}$ .

- 1) По месту расположения точек приложения сил к телу.
- 2) По характеру изменения интенсивности сил в процессе приложения.
- 3) По продолжительности воздействия сил на конструкцию.

а) Статические, когда интенсивность силы изменяется очень медленно и возникающие в процессе ее приложения ускорения точек тела (силы инерции) настолько малы, что ими можно пренебречь (например, снеговая нагрузка).

б) Динамические, когда интенсивность сил инерции соизмерима с интенсивностью других сил.

В свою очередь, динамические нагрузки подразделяются на:

- мгновенно приложенную, когда она возрастает от нуля до своего конечного значения в течение очень короткого времени (например, нагрузка при трогании с места лифта);
- ударную, когда в момент ее приложения тело, вызывающее нагрузку, обладает определенной кинетической энергией (например, нагрузка от взрыва);
- повторно-переменную, которая сопряжена с циклически повторяющимися движениями (например, нагрузка от виброоборудования).

- 1) По месту расположения точек приложения сил к телу.
- 2) По характеру изменения интенсивности силы в процессе приложения.
- 3) По продолжительности действия сил на конструкцию.

а) Постоянные.

Нагрузки, время действия которых на конструкцию либо должно (нагрузки от веса несущих конструкций), либо может быть соизмеримо с временем ее эксплуатации (например, нагрузка от веса полов, кровли, потолков, ограждающих конструкций).

б) Временные.

Нагрузки, время действия которых на конструкцию существенно меньше времени ее эксплуатации. В свою очередь временные подразделяются на:

- длительные, время действия которых достаточно, чтобы в конструкции проявили себя такие физико-механические процессы, как коррозия, ползучесть и т.п. (например, нагрузка от стационарного оборудования);
- кратковременные, время действия которых практически не отразится на проявлении отмеченных физико-механических процессах (например, ветровая нагрузка);
- особые или случайные, время, местодействие и интенсивность которых плохо поддается анализу (например, нагрузка от сейсмического воздействия).





**ПОЛИТЕХ**

Санкт-Петербургский  
политехнический университет  
Петра Великого

**Спасибо за внимание!**