

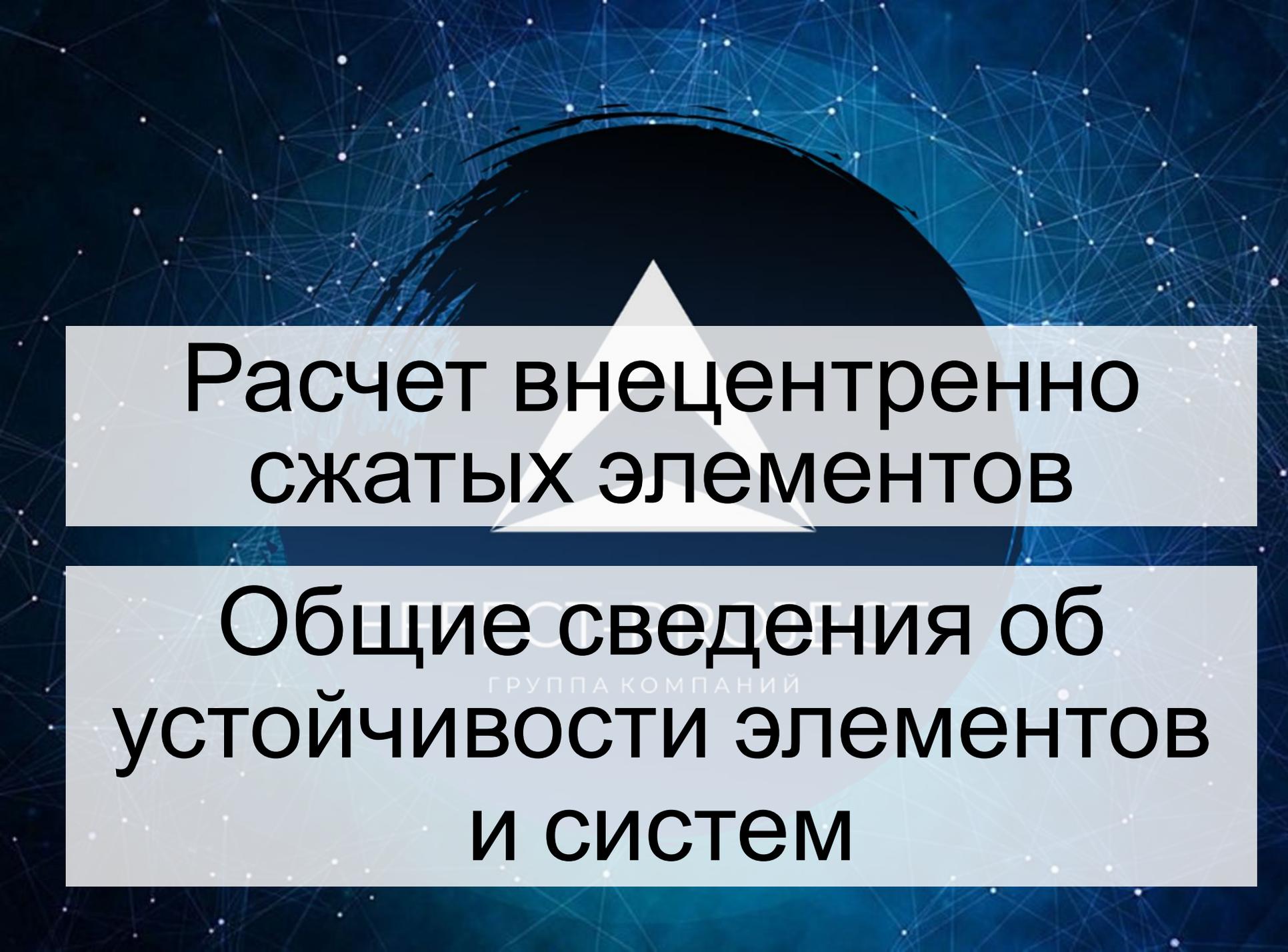


Внецентренно сжатые ЭЛЕМЕНТЫ

EFFICIENT PROJECT

ГРУППА КОМПАНИЙ

Общие сведения



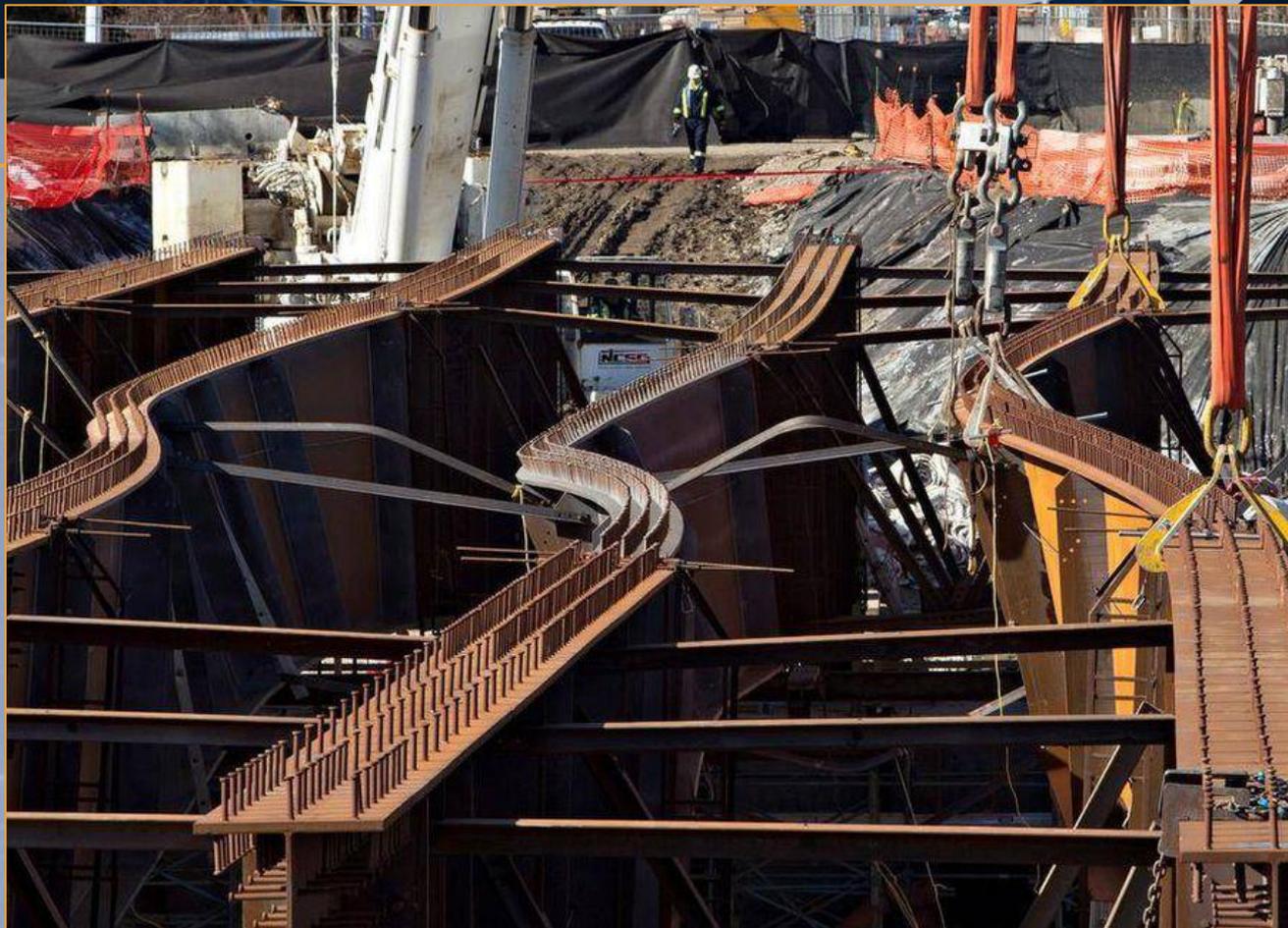
**Расчет внецентренно
сжатых элементов**

**Общие сведения об
устойчивости элементов
и систем**

УСТОЙЧИВОСТЬ КОНСТРУКЦИИ

Устойчивость – способность конструкции сопротивляться резкому изменению формы или положения.

Потеря устойчивости – резкое изменение формы или положения элемента или системы.



ПОТЕРЯ УСТОЙЧИВОСТИ ФОРМЫ

Потеря устойчивости формы может происходить как для элемента (системы) в целом, так и для их отдельных частей.



ПОТЕРЯ УСТОЙЧИВОСТИ ПОЛОЖЕНИЯ

Потеря устойчивости положения происходит, например, при сдвиге или опрокидывании элементов.



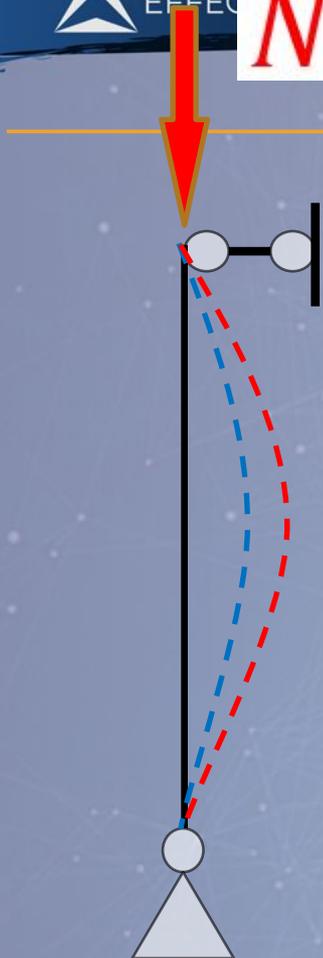
ПОТЕРЯ УСТОЙЧИВОСТИ ПОЛОЖЕНИЯ

Потеря устойчивости положения происходит, в том числе, для геотехнических сооружений.



ПОТЕРЯ ОБЩЕЙ УСТОЙЧИВОСТИ

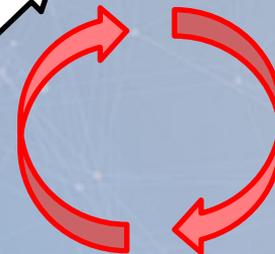
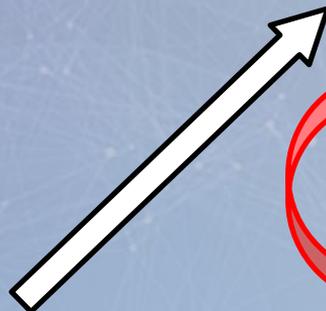
Потеря устойчивости может происходить для всего сооружения в целом.



Начальный
Эксцентриситет



Изгибающий
момент



Эксцентриситет

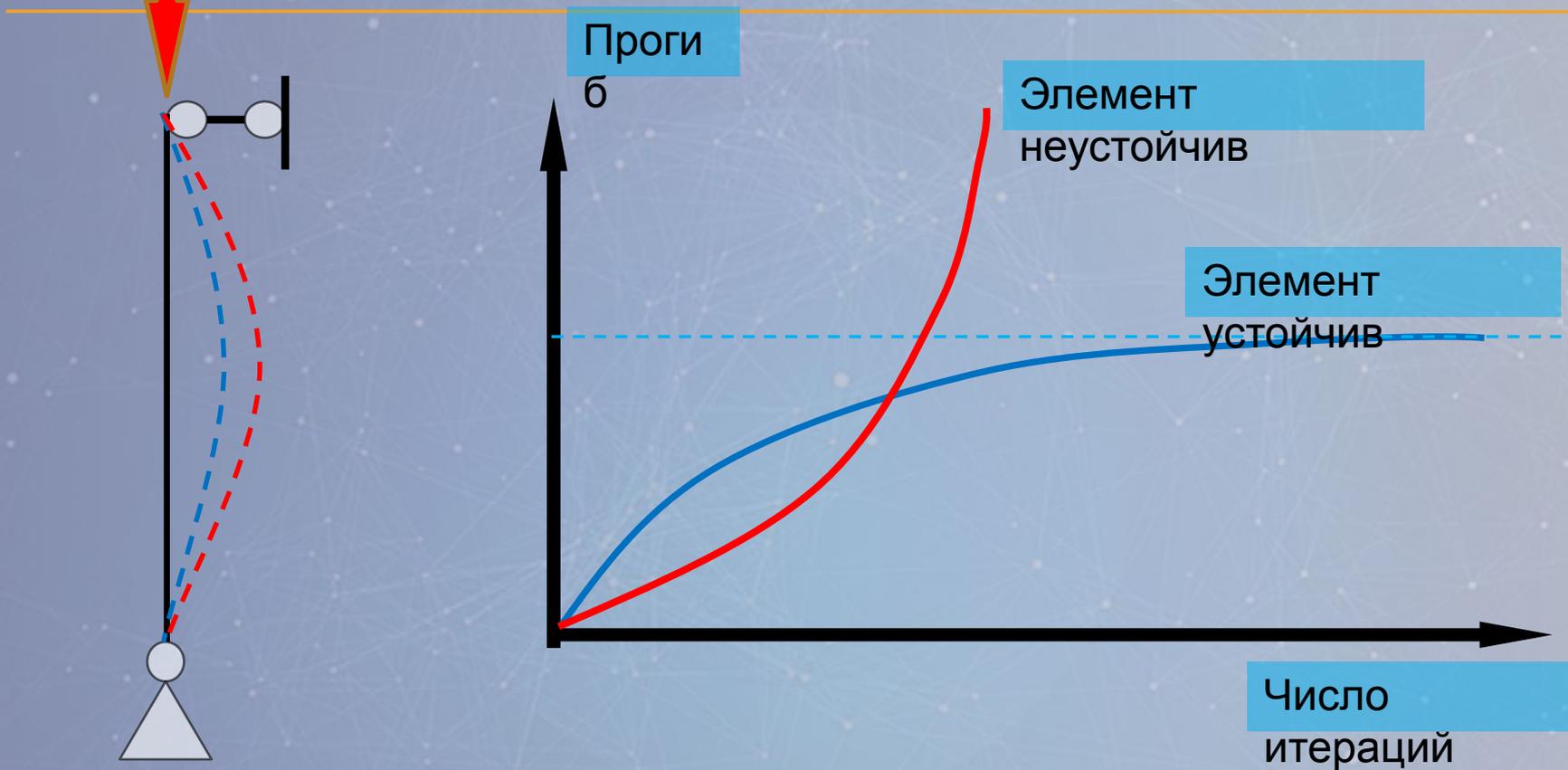


Прогиб

В случае если процесс является сходящимся (рост прогиба прекращается) система является устойчивой. Если процесс расходящийся (рост прогиба является лавинообразным) система теряет устойчивость

НАЧАЛЬНАЯ И ДЕФОРМИРОВАННАЯ ФОРМА ВНЕЦЕНТРЕННО СЖАТОГО ЭЛЕМЕНТА

Увеличение эксцентриситета приводит к увеличению изгибающего момента, который, в свою очередь, приводит к увеличению прогиба, что приводит к увеличению эксцентриситета



СХОДЯЩИЙСЯ И РАСХОДЯЩИЙСЯ ИТЕРАЦИОННЫЙ РАСЧЕТ

В случае если процесс является сходящимся (рост прогиба прекращается) система является устойчивой. Если процесс расходящийся (рост прогиба является лавинообразным) система теряет устойчивость



НАЧАЛЬНАЯ И ДЕФОРМИРОВАННАЯ ФОРМА ВНЕЦЕНТРЕННО РАСТЯНУТОГО ЭЛЕМЕНТА

При действии растягивающей силы прогиб от изгибающего момента противоположен возникающему прогибу от эксцентриситета продольной силы, поэтому продольная сила всегда будет вызывать уменьшение прогиба элемента и потери устойчивости возникнуть не может.

В общем случае расчет элементов (не только железобетонных) должен производиться по деформированной схеме

При расчете по деформированной схеме расчет производится итерационно

Задание формы начального несовершенства



Вычисление изгибающего момента

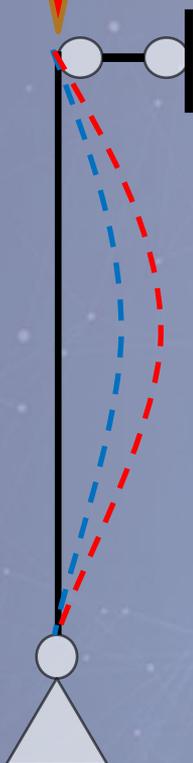


Вычисление эксцентриситета

та

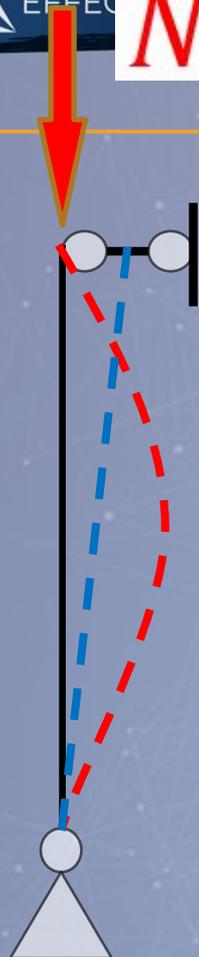
Вычисление кривизны

Вычисление прогиба



НАЧАЛЬНАЯ И ДЕФОРМИРОВАННАЯ ФОРМА ВНЕЦЕНТРЕННО СЖАТОГО ЭЛЕМЕНТА

Увеличение эксцентриситета приводит к увеличению изгибающего момента, который, в свою очередь, приводит к увеличению прогиба, что приводит к увеличению эксцентриситета



Без знания формы начальных несовершенств невозможно выполнить расчет элементов по деформированной схеме

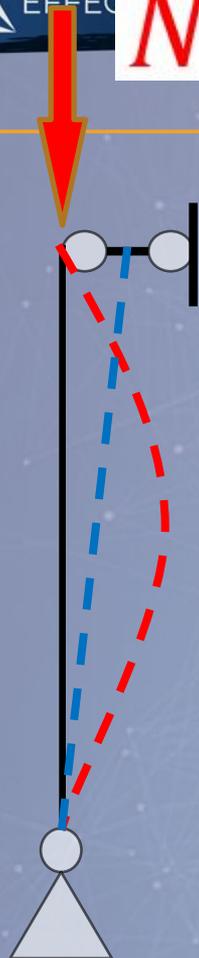
При расчете задаются некоторой формой начальных несовершенств. Например искривленная форма может приниматься в виде:

- Отклонение от вертикали
- По форме потери устойчивости
- По синусоиде и т.д.

В отечественных нормативных документах не содержится четких указаний по выбору формы начального несовершенства

НАЧАЛЬНАЯ И ДЕФОРМИРОВАННАЯ ФОРМА ВНЕЦЕНТРЕННО СЖАТОГО ЭЛЕМЕНТА

Расчет устойчивости по деформированной схеме может производиться только при известной форме начальных несовершенств



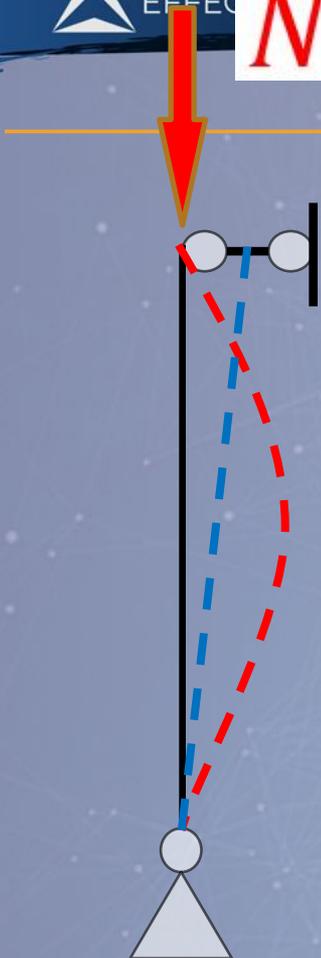
Преимущества расчета по деформированной схеме:

- Расчет элементов любой формы, с любым сечением.
- Расчет на любые воздействия, с приложением нагрузок любого вида (силовых, температурных и т.д.).

Недостатки расчета по деформированной схеме:

- Расчет слишком сложный для выполнения даже численными методами.

ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ РАСЧЕТА ПО ДЕФОРМИРОВАННОЙ СХЕМЕ



Для достаточно простых элементов и материалов в частных случаях возможно выполнение расчета по недеформированной схеме

Например, для стальных элементов, может выполняться расчет по недеформированной схеме с введением в расчет коэффициента продольного изгиба, которым увеличивается напряжение в сечении

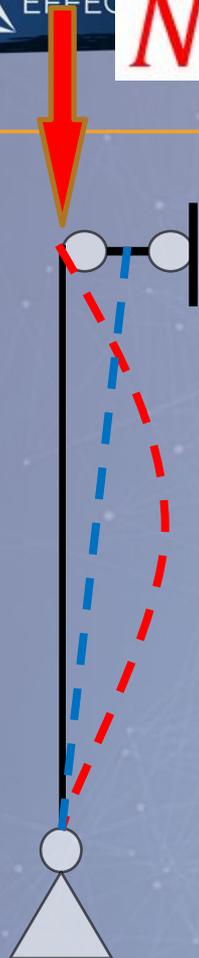
При вычислении коэффициента продольного изгиба скрыто учтен начальный эксцентриситет

$$\frac{N}{\varphi A} \leq R_y \gamma_c$$

$$e_a = \frac{i}{20} + \frac{l}{750}$$

РАСЧЕТ УСТОЙЧИВОСТИ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ПРОСТЫМ СЛУЧАЯМ

В простых случаях расчет по деформированной схеме может быть заменен аналитическим расчетом без выполнения итерационного расчета



Железобетонные конструкции не являются простыми элементами, так как их жесткость определяется многими факторами:

- Образование трещин.
- Неупругие деформации бетона и арматуры.
- Временной фактор и т.п.

РАСЧЕТ УСТОЙЧИВОСТИ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ПРОСТЫМ СЛУЧАЯМ

В простых случаях расчет по деформированной схеме может быть заменен аналитическим расчетом без выполнения итерационного расчета

Потеря устойчивости



По упругой

схеме

В сечении элемента не наступает неупругих деформаций. Характерно для элементов большой (бесконечной) прочности

По неупругой

схеме

В сечении элемента возникают неупругие (непропорциональные)



При упругой потере устойчивости в момент потери устойчивости в сечении не наступает нелинейных эффектов – ползучести, текучести и т.п. (применительно к стержневым элементам так называемый расчет по Эйлеру). Данный вид потери устойчивости характерен при большой гибкости элементов.

При неупругой потере устойчивости в сечении присутствуют неупругие деформации. Данный вид потери устойчивости характерен для элементов небольшой гибкости

Применительно к расчету стальных элементов при гибкости меньше 100 учитывается неупругая потеря устойчивости, при гибкости больше 100 – потеря устойчивости по Эйлеру

УПРУГАЯ И НЕУПРУГАЯ ПОТЕРЯ УСТОЙЧИВОСТИ

Для теоретического материала бесконечной прочности возможна только потеря устойчивости по упругой схеме. Для реальных материалов возможна потеря устойчивости по упругой и неупругой схеме.



Для железобетона рассматривается только потеря устойчивости по неупругой схеме по следующим причинам

- Неупругие деформации бетона начинаются уже при малых напряжениях.
- Гибкость железобетонных элементов, как правило, не превышает 40-60. Например, для колонны сечением 400х400мм высотой 5м гибкость будет равна приблизительно 40.
- Образование трещин приводит к нелинейной работе материалов.

ТЕРМИН «ПОТЕРЯ УСТОЙЧИВОСТИ» ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ЖЕЛЕЗОБЕТОНУ

В нормах проектирования отсутствует термин «устойчивость» применительно к железобетону, так как для железобетона рассматривается только неупругая схема потери устойчивости, в отличие от классического понимания устойчивости в теории сопротивления материалов



auto.onliner.by

аўта.онлайн.бел

РАЗРУШЕНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО ЭЛЕМЕНТА

Потеря устойчивости железобетонными элементами происходит с исчерпанием прочности поперечного сечения элемента, т.е. разрушение происходит всегда по неупругой схеме.