

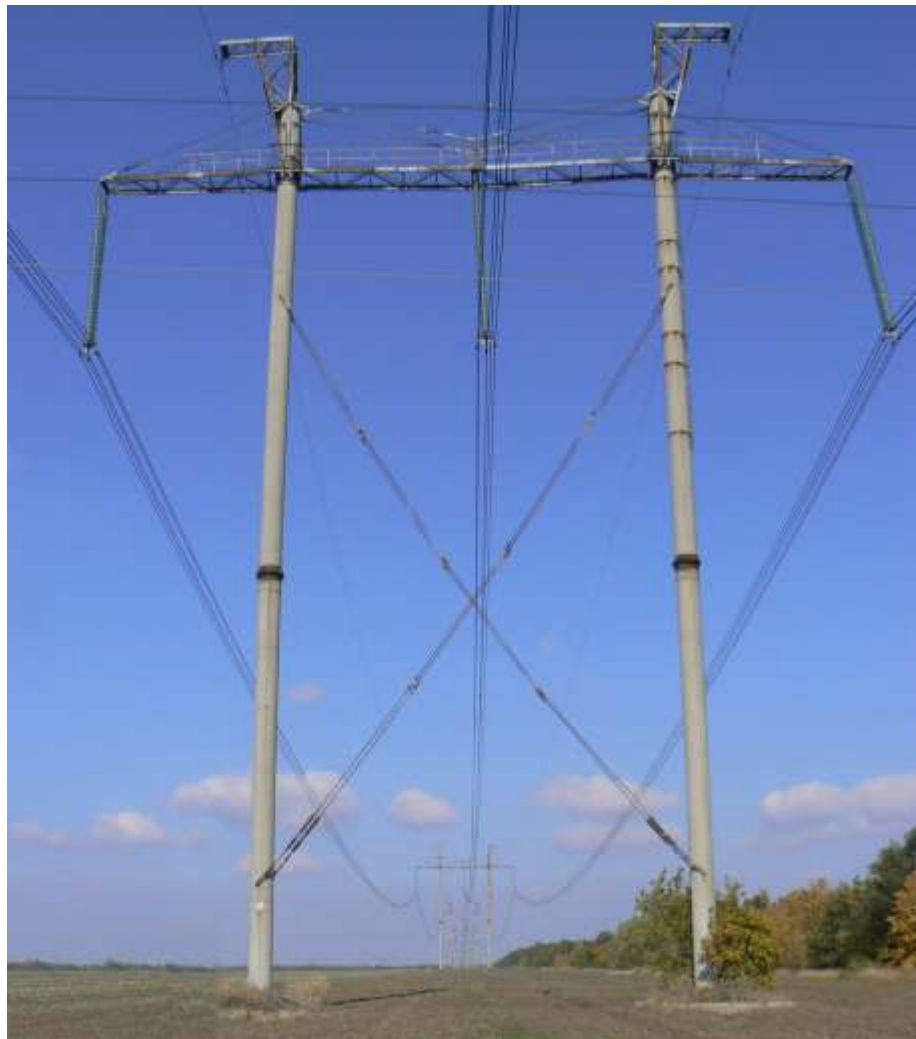
Конструкции узлов соединения секций железобетонных стоек для опор ВЛ. Поиск решений, патентование, согласование заводской технологии

Касаткин Сергей Петрович

e-mail: kasatkin_sergey@mail.ru

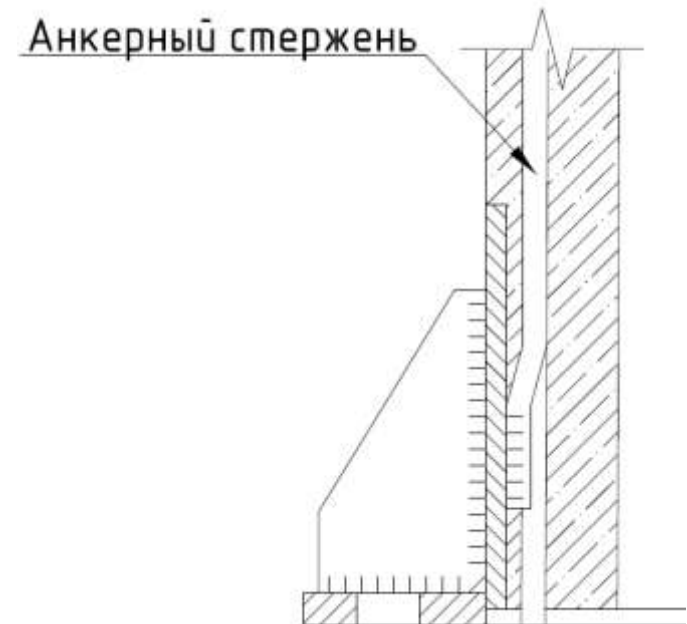


Опора ВЛ 750 кВ





1. Фланец с рёбрами приваривается после выемки из опалубки.
Затруднительно соблюсти соосность секций.
2. Диаметр фланца превышает диаметр стойки (внешний фланец).
Неудобство транспортировки.
3. Анкеровка осуществляется при помощи гнутых анкерных стержней, приваренных к трубе.
Трудоёмкость изготовления.













Опора 2СПБ500-3В, подготовленная к подъёму.

Опора 2СПБ500-3В на испытаниях установлена на переходник 650 - 800 мм.

Такой переходник может быть использован в качестве закладной детали для фундаментных секций диаметром 800 мм.

Рассчитаны варианты фланцевых соединений:

- **с контролируемым натяжением болтов;**
- **без контролируемого натяжения болтов.**

В соединениях, где болты работают преимущественно на растяжение, как правило, следует применять болты классов точности В или высокопрочные (п. 14.2.3 СП 16.13330.2011).

Болты применяются высокопрочные без контролируемого натяжения (не фрикционное соединение).

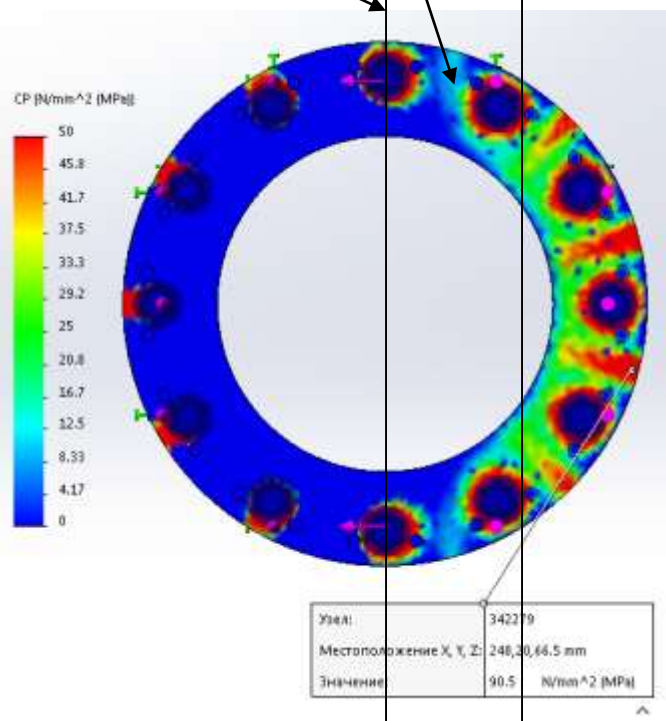
Фрикционные соединения следует применять в многоболтовых соединениях, к которым предъявляются повышенные требования в отношении ограничения деформативности. (п. 14.3.1 СП 16.13330.2011). Примером таких конструкций могут служить структурные конструкции, в которых сдвиг по фланцам может привести к перераспределению усилий в элементах конструкции.

Контактные напряжения.
Болты М24, натяжение 22 тс.

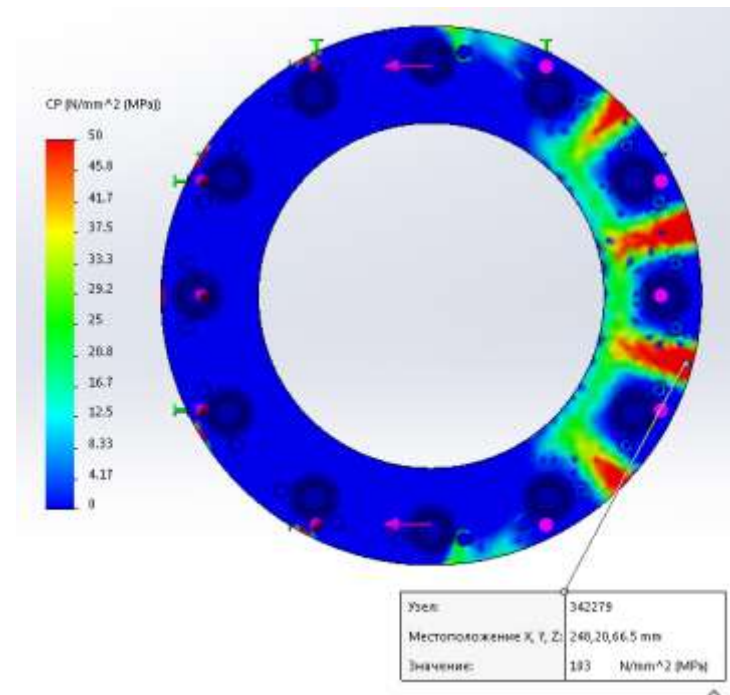
Нейтральная ось.

Ребро сжато минимально.

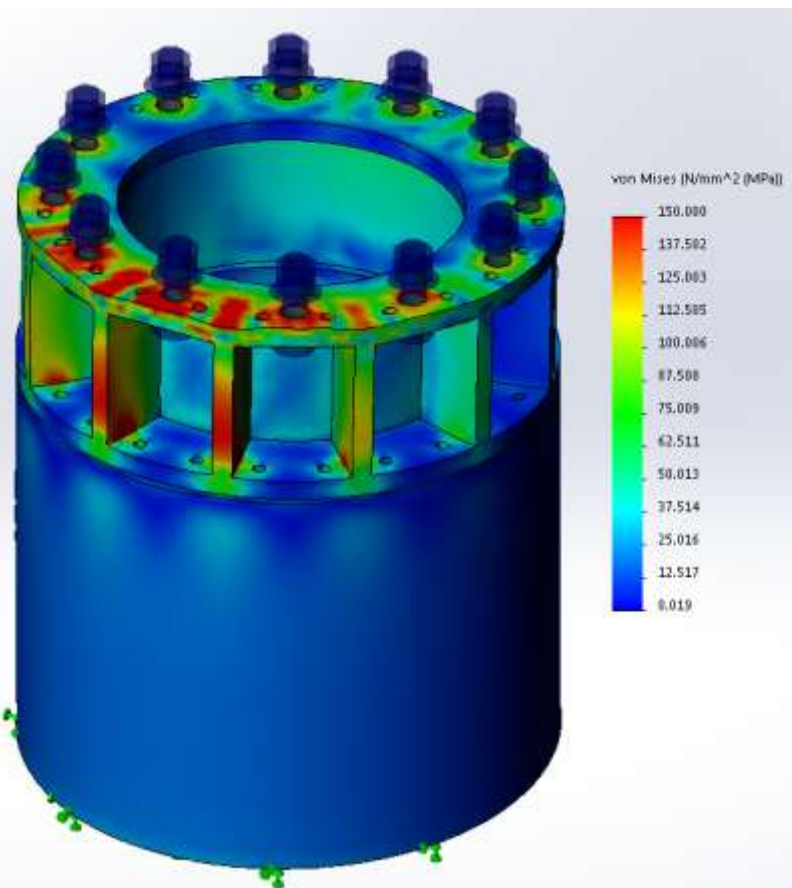
Ось симметрии.



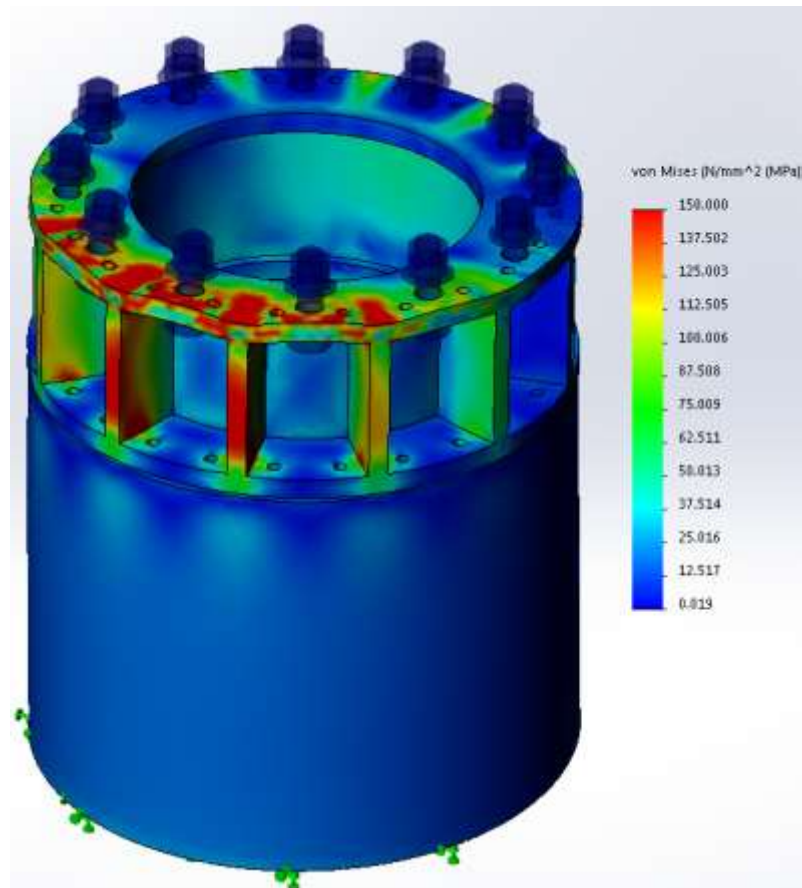
Контактные напряжения.
Болты М24, натяжение 0 тс.



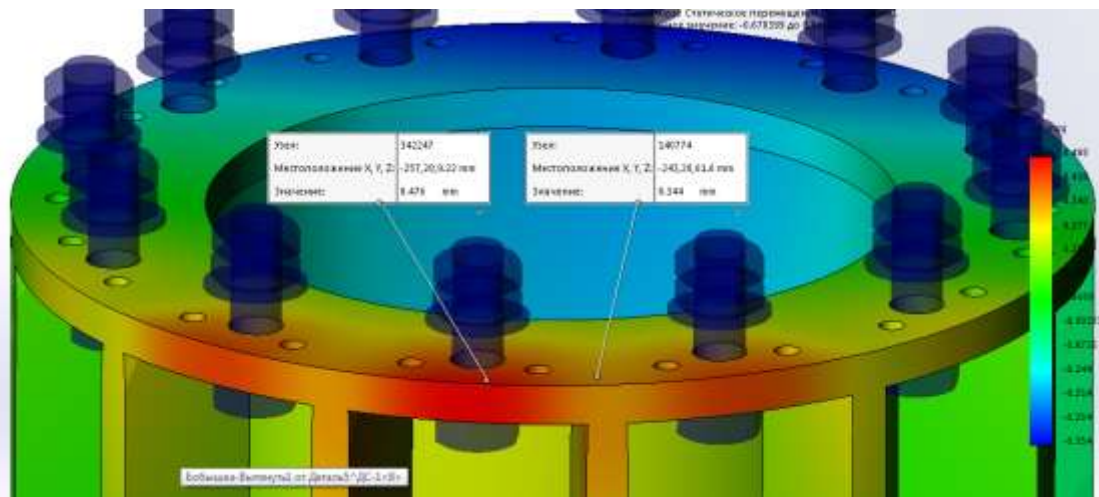
Эквивалентные напряжения.
Натяжение болтов 22 тс.



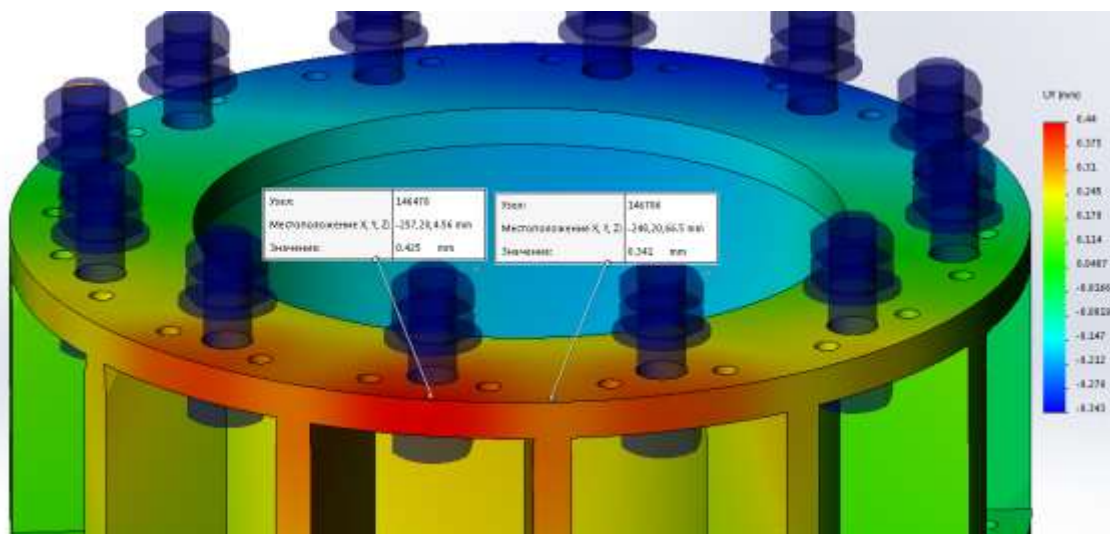
Эквивалентные напряжения.
Натяжение болтов 0 тс.



Деформация фланцев по вертикальной оси



Болты без натяжения.
Раскрытие фланцев составит 0,264 мм.



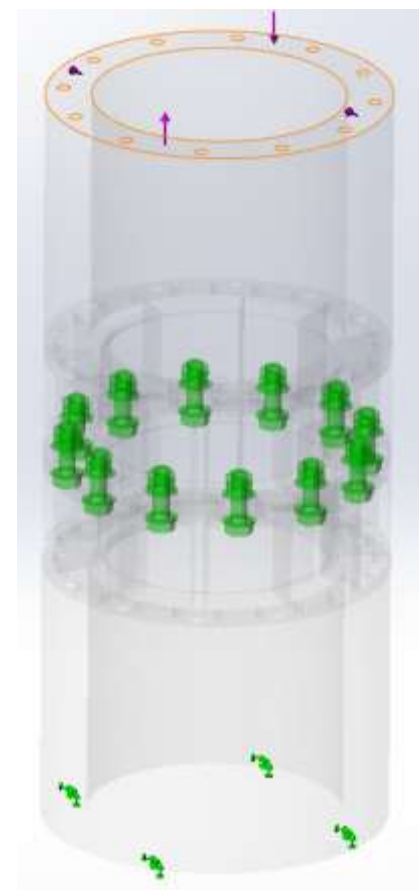
Болты с натяжением на 22 тс.
Раскрытие фланцев составит 0,168 мм.

Усилия в болтах при предварительном натяжении 22 т

Тип	Результирующая
Осевое усилие (kgf)	22579
Изгибающий момент (kgf.cm)	378.98
Поперечная сила (kgf)	69.938
Осевое усилие (kgf)	22037
Изгибающий момент (kgf.cm)	127.64
Поперечная сила (kgf)	74.487
Осевое усилие (kgf)	22037
Изгибающий момент (kgf.cm)	106.93
Поперечная сила (kgf)	78.663
Осевое усилие (kgf)	22636
Изгибающий момент (kgf.cm)	147.2
Поперечная сила (kgf)	77.226
Осевое усилие (kgf)	23698
Изгибающий момент (kgf.cm)	477.86
Поперечная сила (kgf)	44.896
Осевое усилие (kgf)	24961
Поперечная сила (kgf)	57.672
Изгибающий момент (kgf.cm)	928.99
Осевое усилие (kgf)	24064
Поперечная сила (kgf)	71.428
Изгибающий момент (kgf.cm)	692.77
Осевое усилие (kgf)	22024
Поперечная сила (kgf)	19.308
Изгибающий момент (kgf.cm)	96.107
Осевое усилие (kgf)	22013
Изгибающий момент (kgf.cm)	109.52
Поперечная сила (kgf)	75.017
Осевое усилие (kgf)	22032
Поперечная сила (kgf)	6.15
Изгибающий момент (kgf.cm)	116.19
Осевое усилие (kgf)	22027
Поперечная сила (kgf)	71.371
Изгибающий момент (kgf.cm)	232.31
Осевое усилие (kgf)	22020
Изгибающий момент (kgf.cm)	105.41
Поперечная сила (kgf)	18.554

Усилия в болтах при предварительном натяжении 0 т

Тип	Результирующая
Изгибающий момент (kgf.cm)	61.547
Поперечная сила (kgf)	33.909
Осевое усилие (kgf)	104
Изгибающий момент (kgf.cm)	72.532
Поперечная сила (kgf)	56.159
Осевое усилие (kgf)	113.93
Изгибающий момент (kgf.cm)	71.719
Поперечная сила (kgf)	36.869
Осевое усилие (kgf)	103.46
Поперечная сила (kgf)	59.098
Осевое усилие (kgf)	41.481
Изгибающий момент (kgf.cm)	138.02
Изгибающий момент (kgf.cm)	812.76
Осевое усилие (kgf)	4197
Поперечная сила (kgf)	29.965
Поперечная сила (kgf)	46.294
Изгибающий момент (kgf.cm)	2354.8
Осевое усилие (kgf)	15399
Поперечная сила (kgf)	53.263
Изгибающий момент (kgf.cm)	2614.6
Осевое усилие (kgf)	17384
Поперечная сила (kgf)	35.23
Изгибающий момент (kgf.cm)	2132.1
Осевое усилие (kgf)	14970
Поперечная сила (kgf)	77.186
Изгибающий момент (kgf.cm)	1533.3
Осевое усилие (kgf)	10184
Изгибающий момент (kgf.cm)	754.16
Поперечная сила (kgf)	70.615
Осевое усилие (kgf)	3984.1
Поперечная сила (kgf)	48.117
Осевое усилие (kgf)	42.058
Изгибающий момент (kgf.cm)	117.08
Поперечная сила (kgf)	40.177
Изгибающий момент (kgf.cm)	1758.5
Осевое усилие (kgf)	10137



- Усилия предварительного натяжения в болтах не превышают усилий от внешней нагрузки ($M=25$ тм)
- Усилия в болтах от внешней нагрузки с усилиями предварительного натяжения **НЕ суммируются**

Испытания стоек до разрушения подтвердили методику расчёта закладных деталей.



**Испытания проведены в соответствии с
ГОСТ 8829-94 до разрушения с нагрузкой не
менее 160 % от расчётной.**



- Разработана оптимальная **конструкция** фланцев
- Разработана **методика расчёта** анкеровки металлических фланцев в железобетонных центрифугированных стойках
- Проведены **испытания** до разрушения по ГОСТ 8829-94.
- Стойки испытаны **на нагрузку 160%** от расчётной. Конструкция узла соединения секций выдержала нагрузку без пластических деформаций.
- **Подтверждена методика расчёта** фланцевого соединения и анкеровки фланца в бетоне
- На конструкцию узла соединения секций **получен Патент** на полезную модель