

Опыт расчета монолитных преднапряженных конструкций в программном комплексе SCAD с использованием метода эквивалентных загрузжений

Портаев Д.В.

Москва, 2012г.

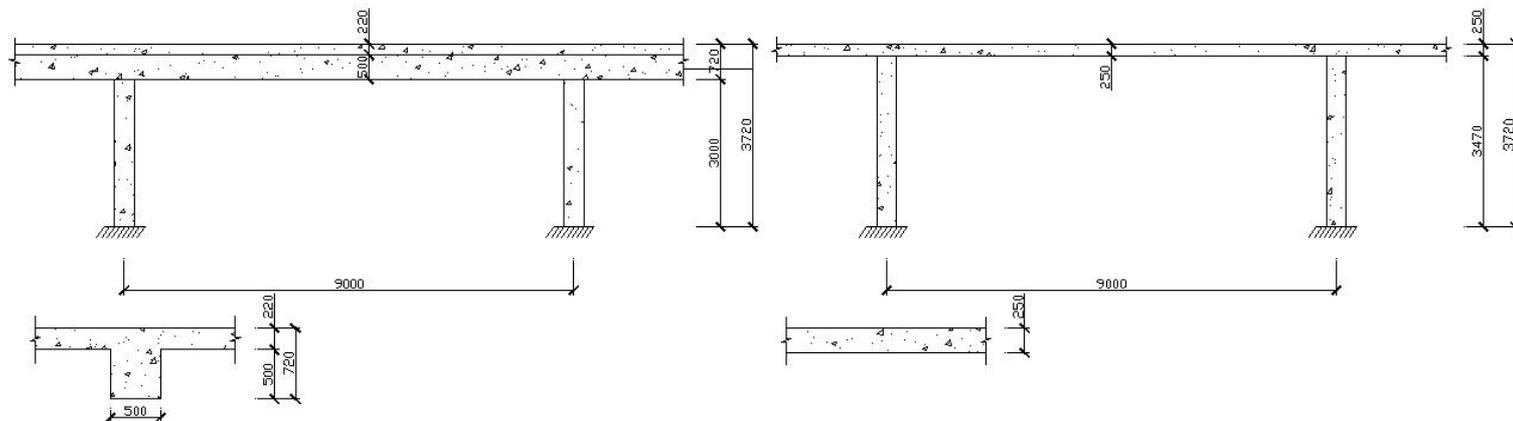
Основные принципы преднапряжения конструкций

Преднапряжение осуществляется при помощи канатной арматуры раскладываемой в бетоне криволинейно, в соответствии с линиями главных растягивающих напряжений.

В зависимости от типа конструкции может применяться напрягаемая арматура со сцеплением с бетоном или без.

Как правило используются канаты диаметром 15.2 или 15.7мм, с пределом прочности 1860МПа и условным пределом текучести 1640МПа. Натяжение производится при помощи гидравлического оборудования.

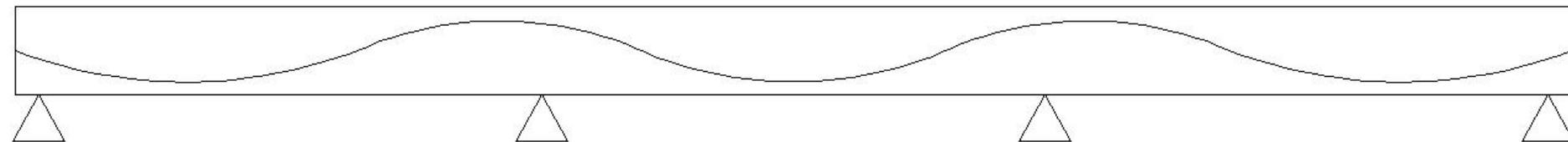
Основные принципы преднапряжения конструкций



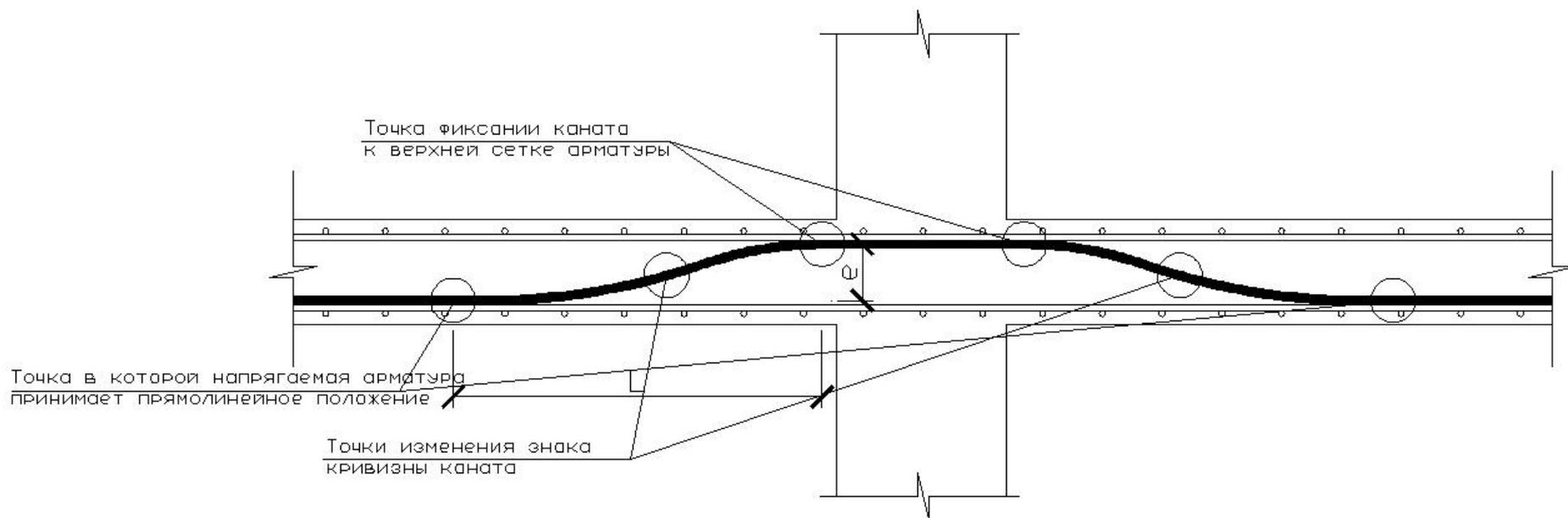
Основные принципы преднапряжения конструкций



Расположение напрягаемой арматуры в конструкциях



Параболическое

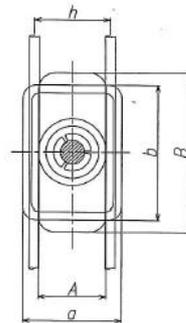
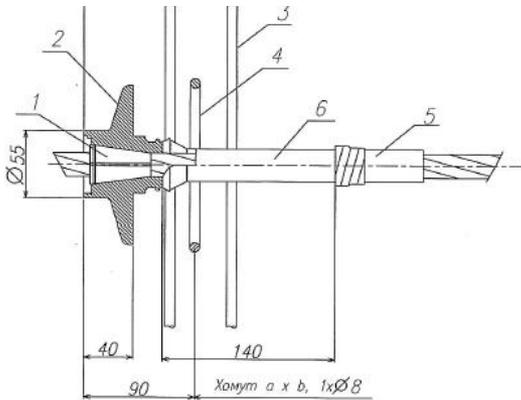
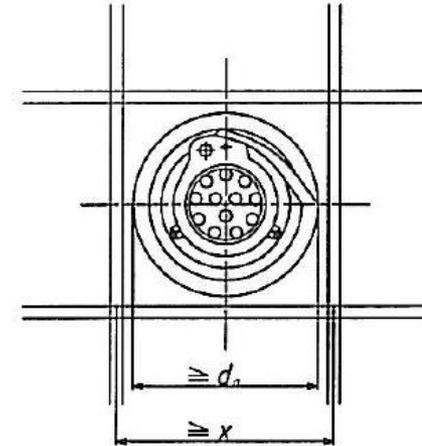
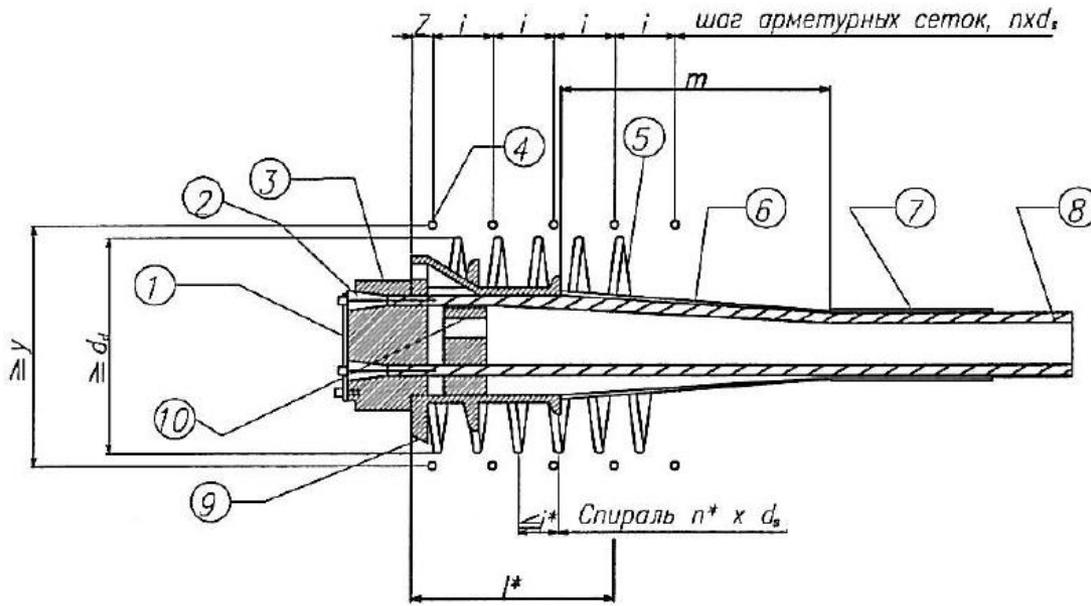


Свободная раскладка

Основные принципы преднапряжения конструкций



Анкеровка



Варианты анкерования —
 однопрядевая —
 многопрядевая —
 многоплоскостная

- 1 Конус
- 2 Плита анкера
- 3 Стержень местного армирования

- 4 Замкнутый хомут
- 5 Каналообразователь
- 6 Кожух (переходник)

Анкеровка



Варианты анкеровки – однопрядевая
и многопрядевая многоплоскостная

Последовательность расчета

Последовательность расчета:

1. Формирование основной расчетной схемы
2. Расчет *перекрытий* на нормативные нагрузки с **учетом преднапряжения** по II-й группе предельных состояний
 - проверка деформаций
 - проверка трещинообразования
3. Расчет *перекрытий* по I-й группе предельных состояний, **без учета преднапряжения**, но с учетом усилий от вторичных реакций
 - проверка сечений с учетом напрягаемой арматуры в сечении
4. Расчет *конструкции* по I-й и II-й группе предельных состояний с **учетом преднапряжения**
5. Расчет на продавливание с **учетом преднапряжения**
6. Расчет узлов, расчет на негативное действие преднапряжения

Определение усилия преднапряжения

Эффективный уровень обжатия для плит: 8-20кг/см² (0.8-2МПа)

Исходное усилие натяжения: $0.85 \cdot \sigma_t = 1395 \text{ МПа}$, 210кН на 1 канат.

Потери натяжения:

1. 1-е потери

1.1. Трение

1.2. Проскальзывание на анкерах

1.3. Упругая деформация бетона

2. Вторые потери

2.1. Потери за счет усадки бетона

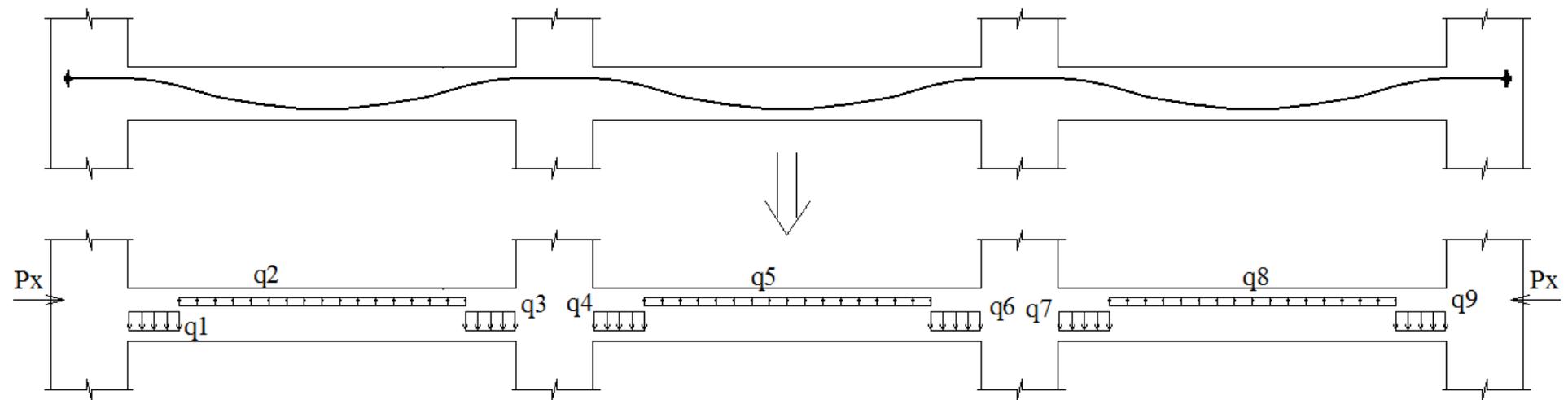
2.2. Потери за счет ползучести бетона

2.3. Потери за счет релаксации напрягаемой арматуры

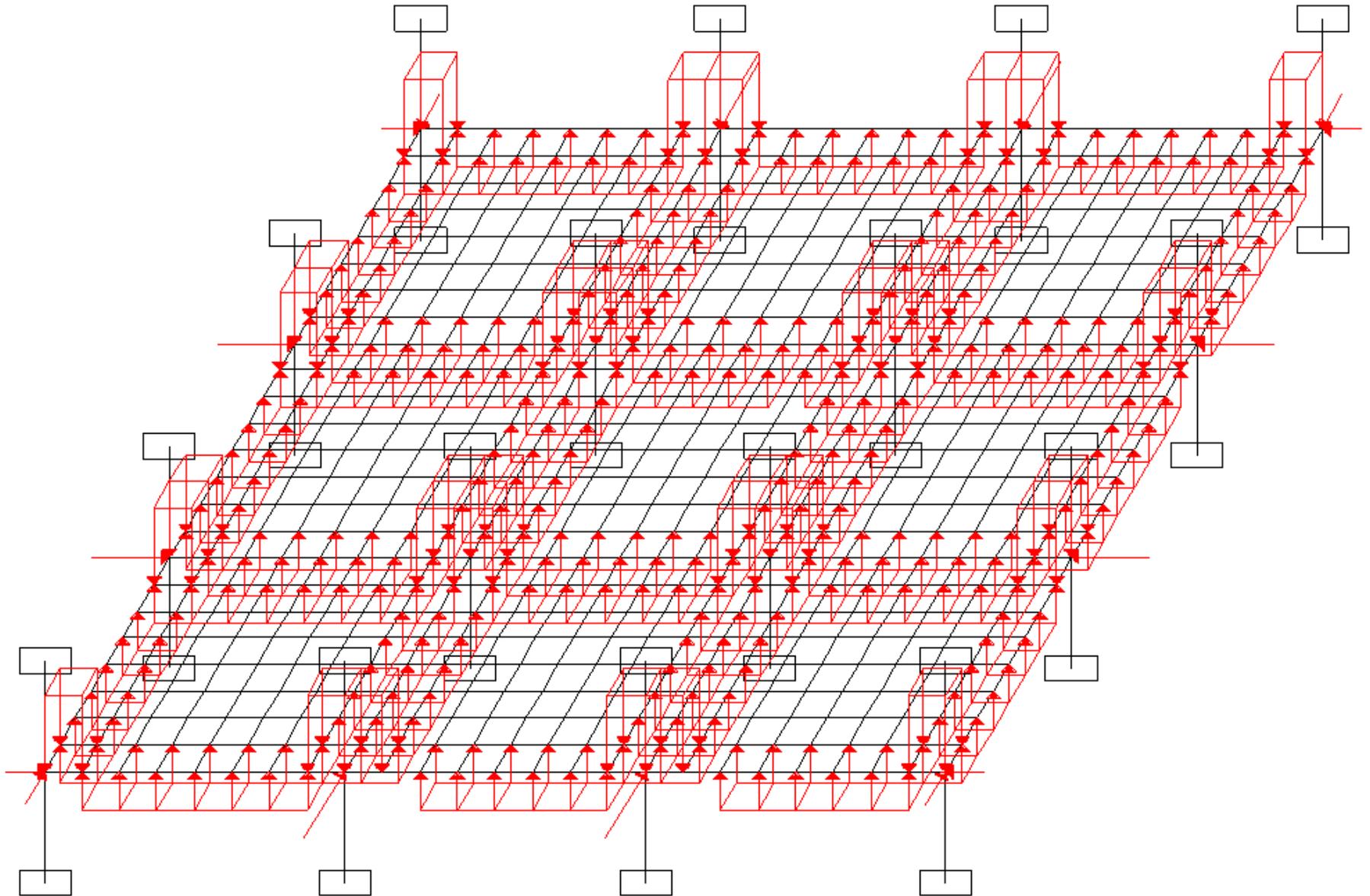
Моделирование преднапряжения в системе

Преднапряжение моделируется как внешняя нагрузка.

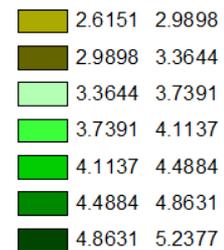
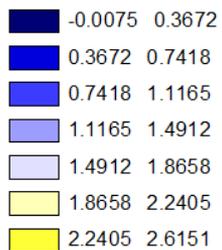
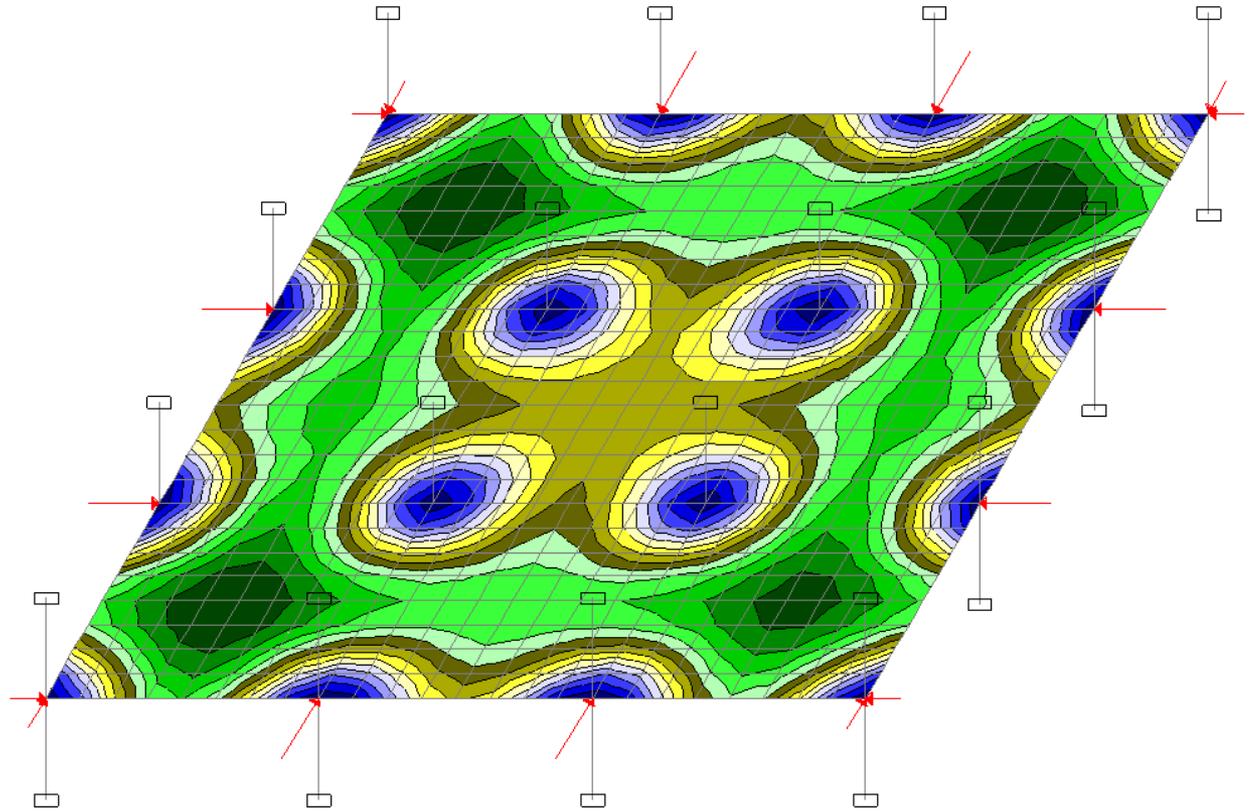
Сумма всех горизонтальных и вертикальных от преднапряжения равна 0!



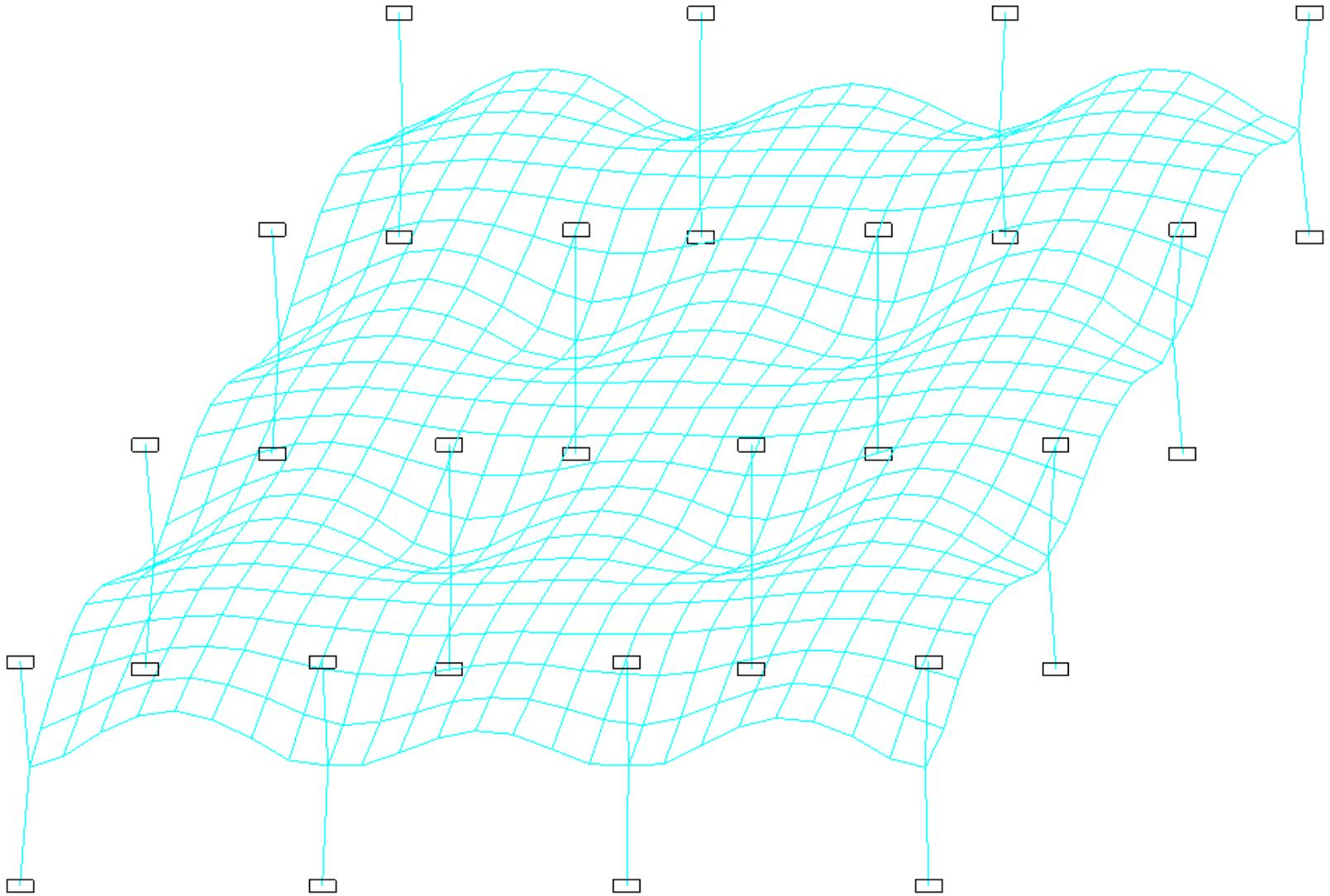
Определение деформаций и усилий для расчета трещиностойкости



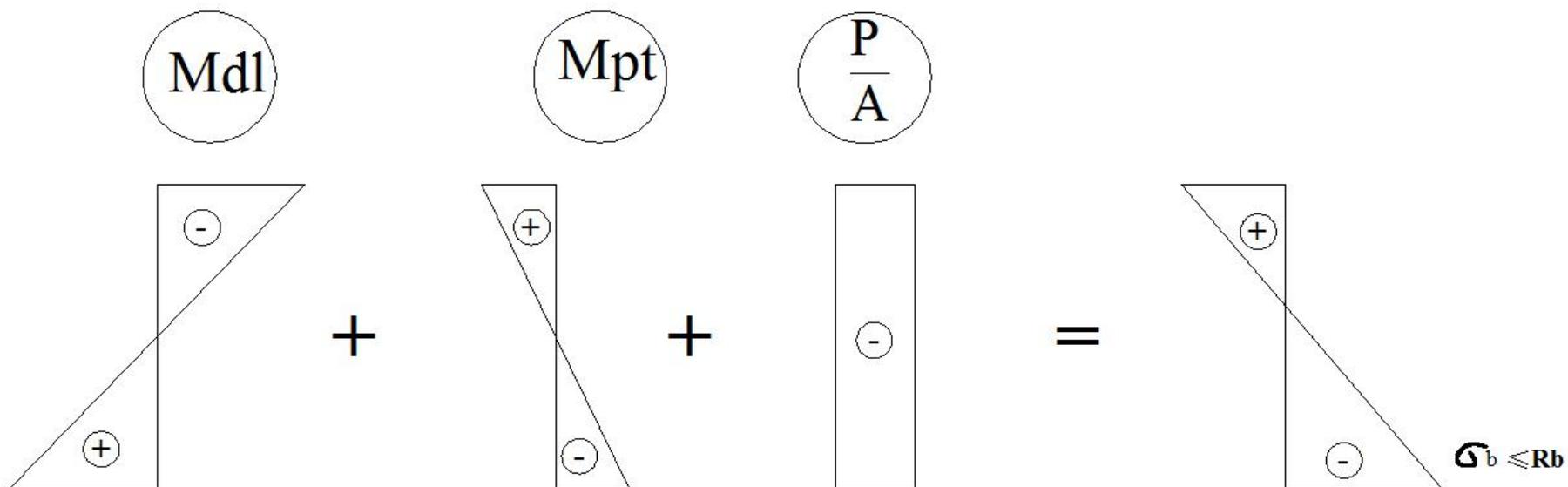
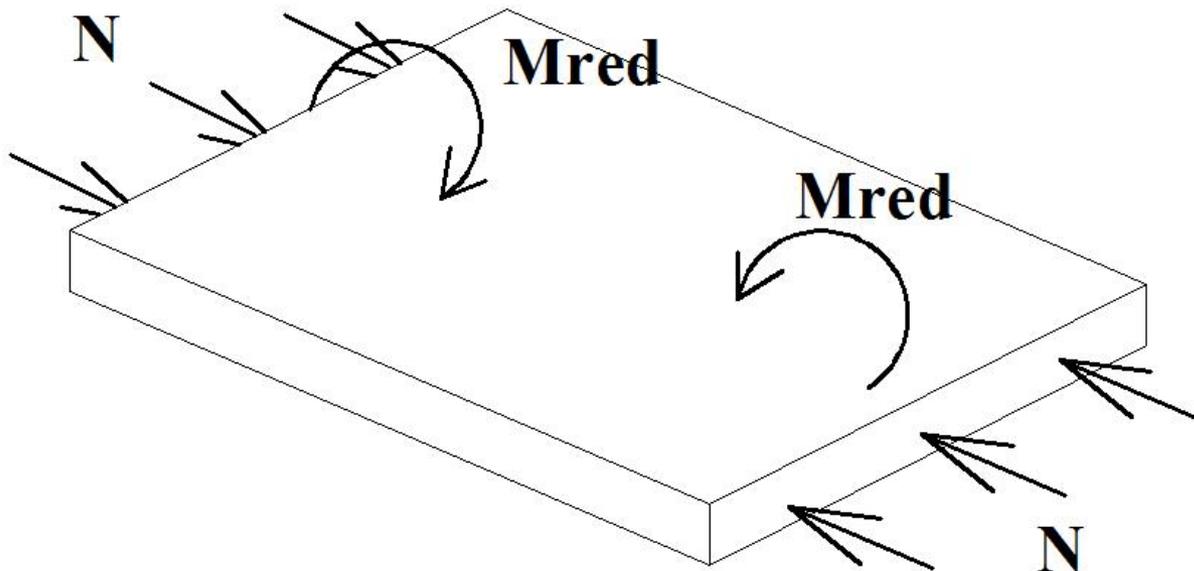
Определение деформаций и усилий для расчета трещиностойкости



Определение деформаций и усилий для расчета трещиностойкости



Проверка трещиностойкости



Проверка трещиностойкости

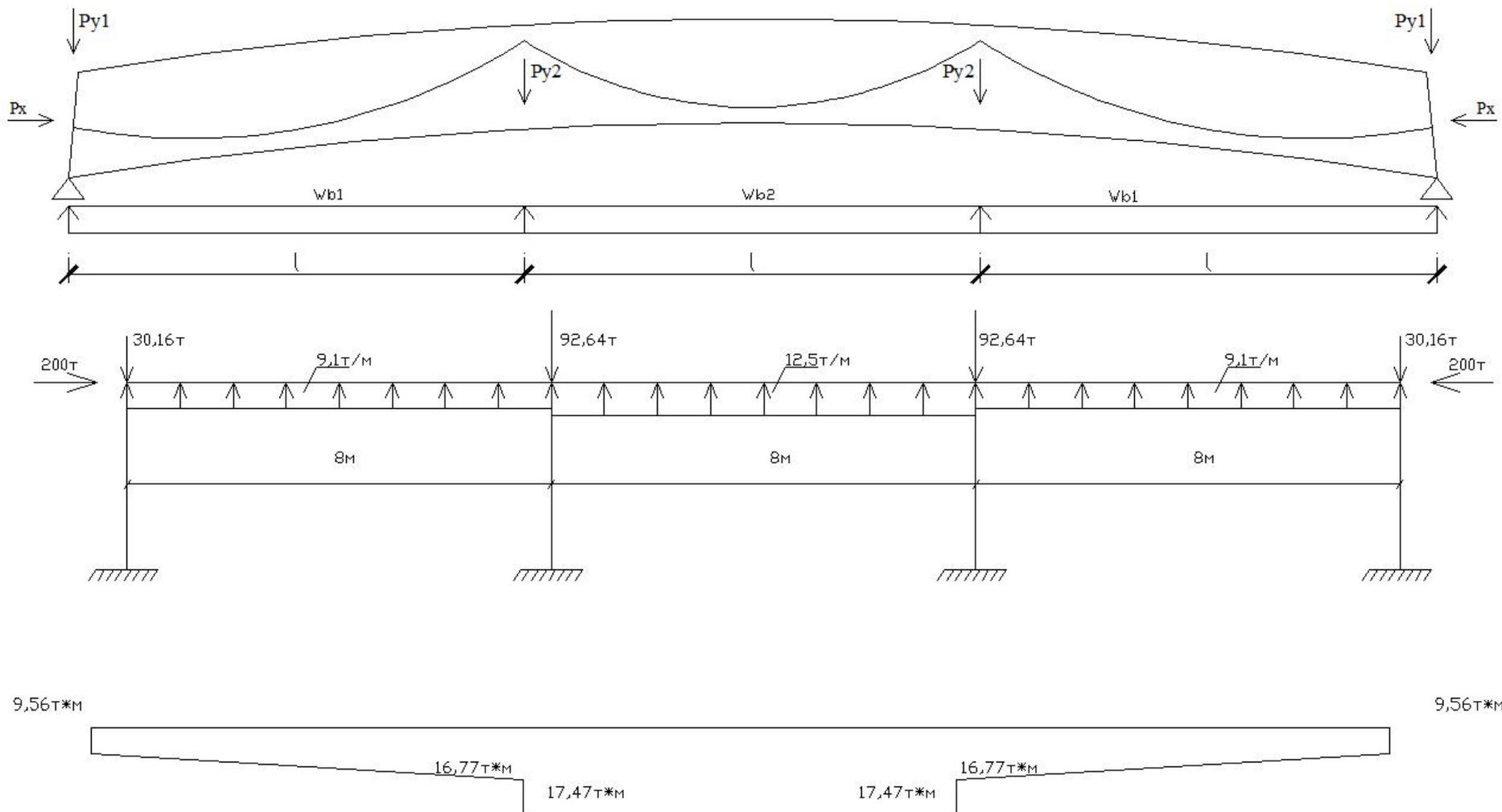
При расчете конструкция с напрягаемой арматурой без сцепления с бетоном по трещиностойкости учитывается только разгружающий момент и обжатие. Напрягаемая арматура без сцепления в сечении не учитывается

При использовании напрягаемой арматуры со сцеплением с бетоном напрягаемая арматура учитывается при определении геометрических характеристик сечения. Трещиностойкость определяется по стандартной методике СП.

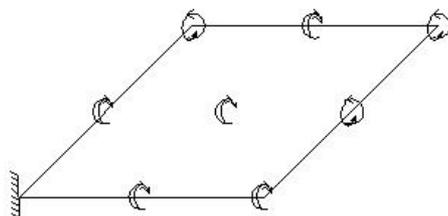
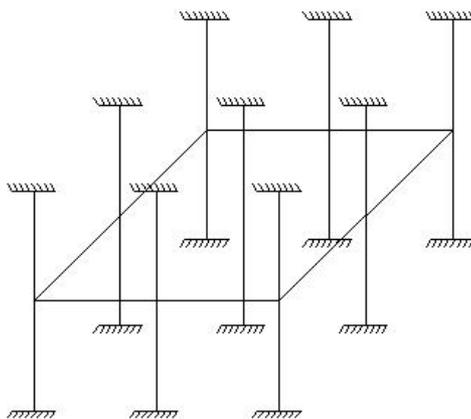
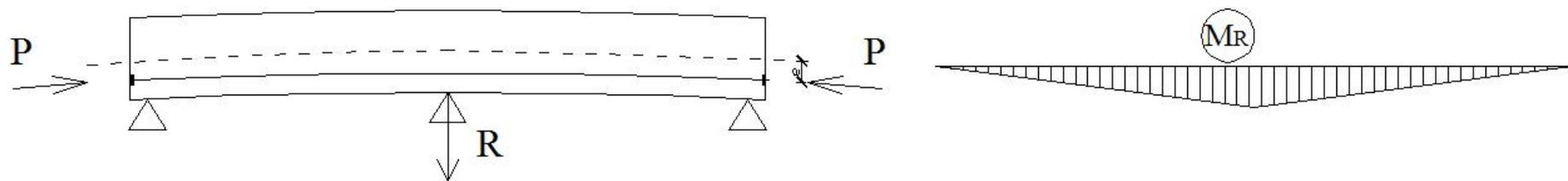
Расчет по первой группе предельных состояний

Загружения: внешняя нагрузка, преднапряжение НЕ УЧИТЫВАЕТСЯ. Для статически-неопределимых конструкций учитываются вторичные моменты (моменты статической неопределимости), однако они могут быть не учтены «в запас».

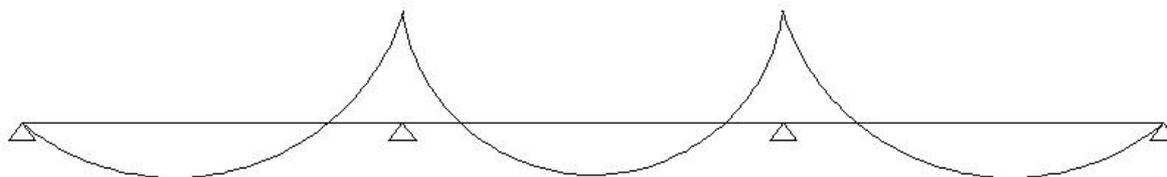
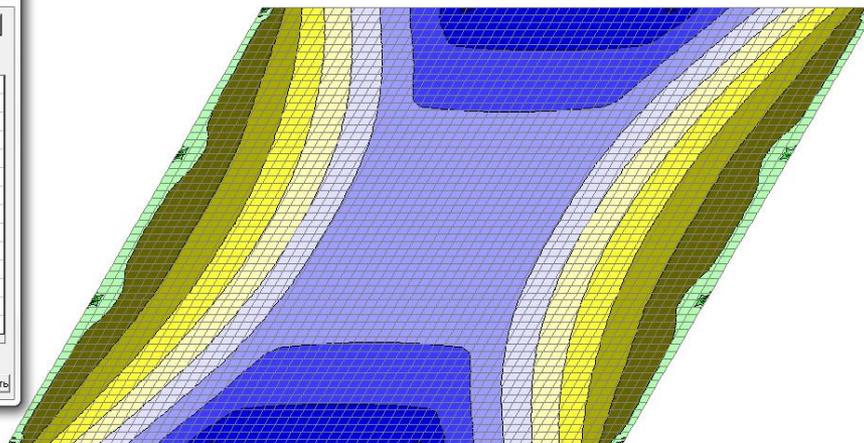
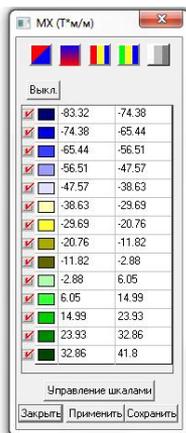
Моменты статической неопределенности



Моменты статической неопределенности



Моменты статической неопределенности

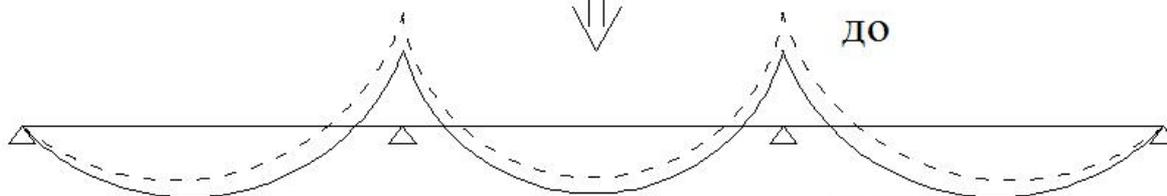


$M_{расч.}$

+



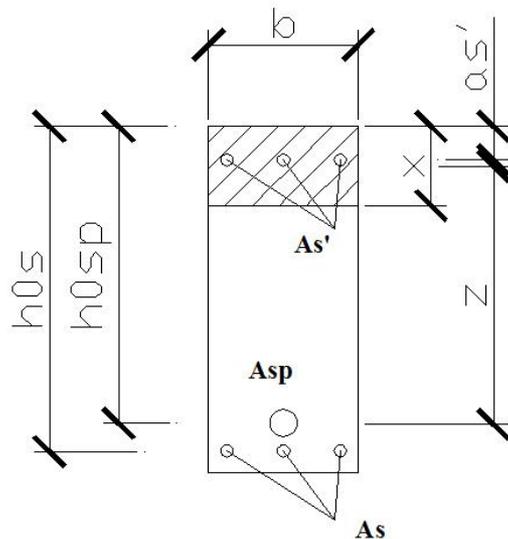
$M_{нур}$



до

после

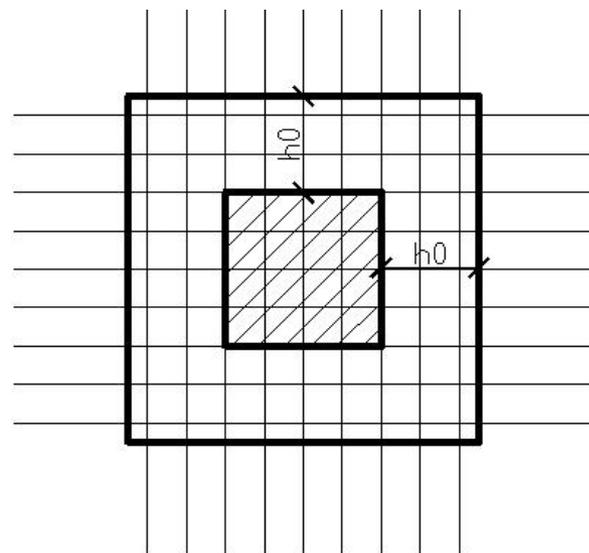
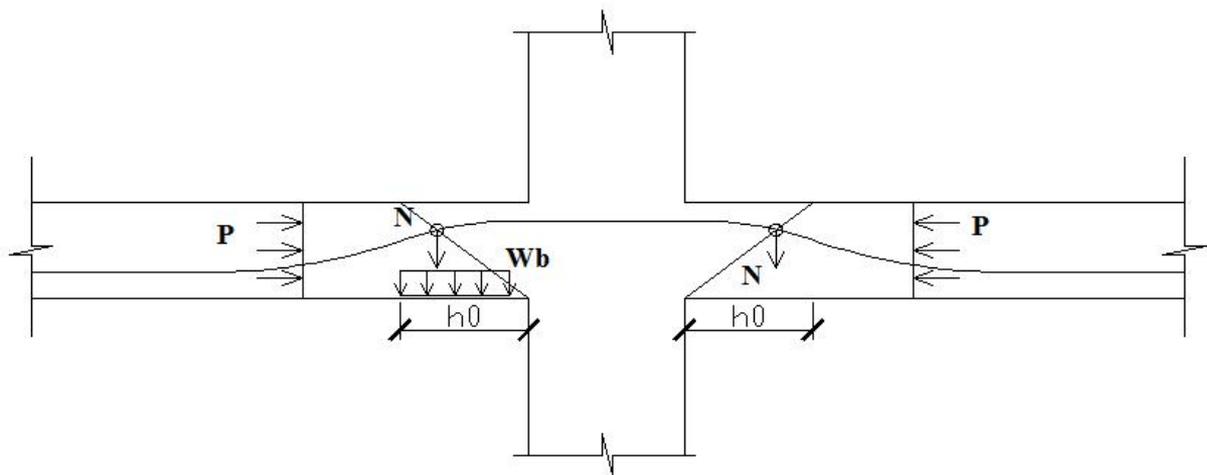
Расчет сечений



Расчет производится по стандартным формулам СНиП и СП. При наличии сцепления напрягаемой арматуры с бетоном в качестве расчетного сопротивления напрягаемой арматуры принимается фактическое значение расчетного сопротивления, при отсутствии сцепления R_s заменяется на σ_{sp} – расчетное усилие натяжения после проявления всех потерь

Продавливание

!Расчет ведется на сниженный за счет разгружающего действия преднапряжения узловой момент!



Примеры объектов

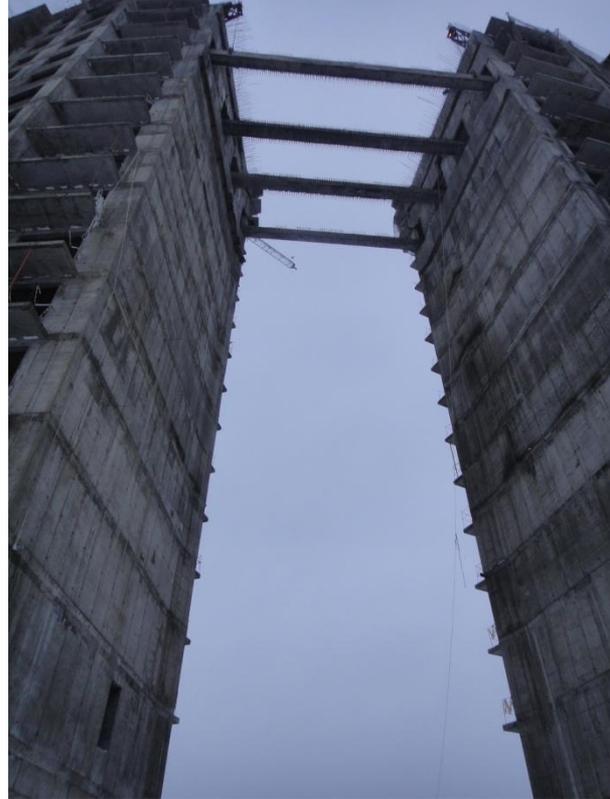
Некоторые объекты с преднапряжением монолитных конструкций

1. ТРК Июнь г.Череповец шаг колон 8x8, плоская плита 250мм
2. Гостиница Hilton г.Владивосток шаг колон 8x8, плоская плита 250мм
3. ТРК РИО г.Москва шаг колон 9x9 плоские плиты 260мм, шаг колон 12x12 балочные плиты высота 500мм
4. Здания Сбербанка г.Нижний Новгород, шаг колон до 12x12 пустотные плоские плиты 350мм
5. ТРК ИКЕЯ г.Москва, г.Екатеринбург, балки пролетом 16м, $h=650$ мм
6. АБК складского комплекса Северное Домодедово пролет 12x6м, плиты переменной толщины, надколоная зона 340мм, пролетная зона 180мм

Примеры объектов



Примеры объектов



Спасибо за внимание!