

Международная научно-практическая конференция
 «ВМ-проектирование и МКЭ-анализ при проектировании
 и эксплуатации зданий и сооружений»

(г. Минск, БНТУ – 02 ноября 2018)

УДК 624.8

Исследование НДС главных балок разводных мостов раскрывающейся
 системы в ПК SOFiSTiK

¹Чижов С.В., ¹Антонюк А.А., ²Письмак А.В.

¹Кафедра «Мосты» ФГБОУ ВО ПГУПС,

²Проектный институт «Ленгипротранспуть»,
 г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Классификация разводных мостов

Плоскость движения пролетного строения	Характер движения пролетного строения		
	Поступательное	Вращательное	Вращательно-поступательное
	<i>Системы разводных мостов</i>		
Вертикальная	Вертикально-подъемная	Раскрывающаяся	Откатно-раскрывающаяся
Горизонтальная	Откатная	Поворотная	-





Вертикально-подъемная система



*Вертикально-подъемная система
Финляндский мост, Санкт-Петербург
Длина разводного пролета: 45 м*



Раскрывающаяся система



*Раскрывающаяся система
Дворцовый мост, Санкт-Петербург
Общая длина разводного пролета (двукрылый): 56,6 м*

Откатно-раскрывающаяся система



*Шженский железнодорожный мост
Откатно-раскрывающаяся система, г. Беломорск (2 в мире)
Общая длина разводного пролета: 66 м.*

Откатная система (частный случай)



*Сворачивающийся мост (пешеходный)
Откатная система, г. Лондон
Общая длина разводного пролета: 12 м.*

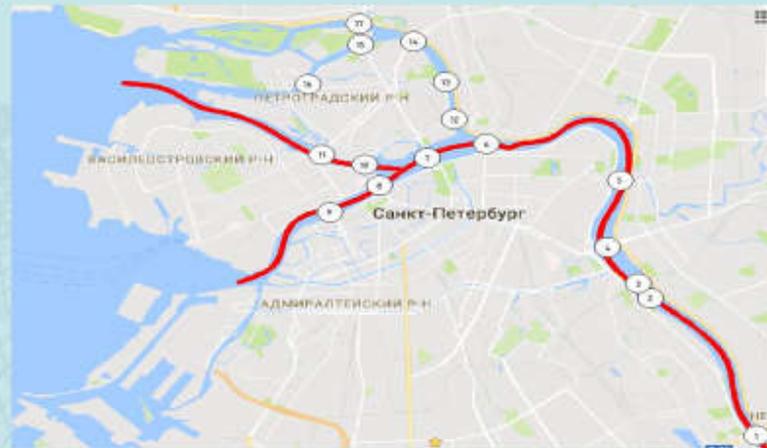


Поворотная система



**Мост Оскара Каллака,
Поворотная система, г. Лиепая (Латвия)
Общая длина разводного пролета: 132,28 м
Длина центрального пролета: 64 м**

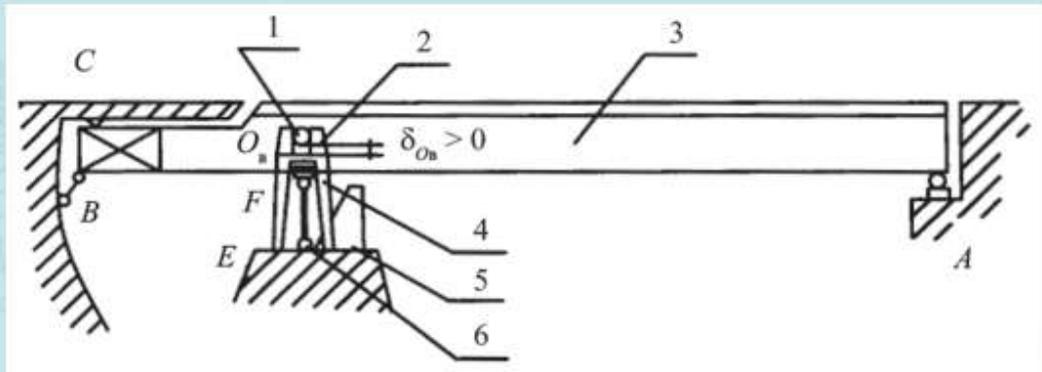
Схема расположения разводных мостов в Санкт-Петербурге



Мосты на пути
основного фарватера:
11 Разводных мостов
1 Мост Бетанкура
(вантовый)
1 Яхтенный мост
(пешеходный)
1 Большой Обуховский
мост (вантовый)
1 Часть ЗСД (вантовый)

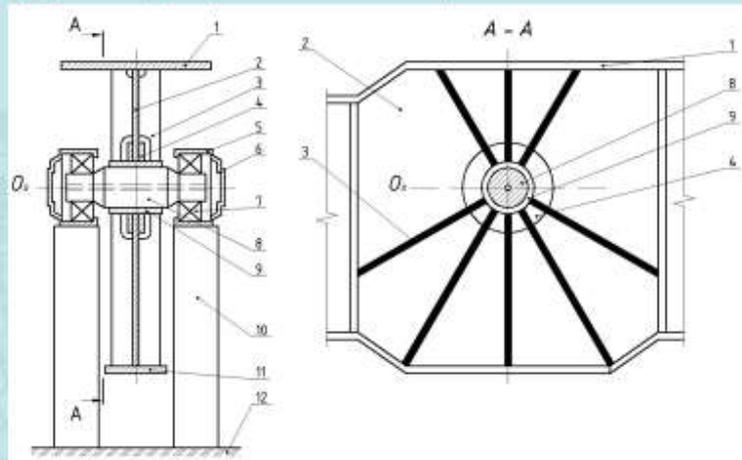
1 - Володарский мост; 2 - Финляндский мост первый путь; 3 - Финляндский мост второй путь; 4 - мост Александра Невского; 5 - Большой Охтинский мост; 6 - Литейный мост; 7 - Троицкий мост; 8 - Дворцовый мост; 9 - Благовещенский мост; 10 - Биржевой мост; 11 - Тучков мост; 12 - Сампсониевский мост; 13 - Гренадерский мост; 14 - Кантемировский мост; 15 - Каменноостровский мост; 16 - Большой Крестовский мост; 17 - Ушаковский мост;
— форватер.

Схема однокрылого разводного пролетного строения моста раскрывающейся системы



A – опорная часть; *B* – подклинивающее устройство; *O_в* – ось вращения; *C* – отрицательная опорная часть; *F* – шарнирное опирание крыла на качающуюся стойку; *E* – шарнирное опирание качающейся стойки на опору; 1 – ось вращения; 2 – вертикальные направляющие; 3 – крыло разводного пролетного строения; 4 – опорная стойка (рама); 5 – упор; 6 – качающаяся стойка

Конструкция прикрепления оси вращения к главной балке



1 – верхний лист ортотропной плиты; 2 – стенка главной балки; 3 – радиальное ребро жесткости; 4 – кольцевая диафрагма; 5 – корпус подшипника; 6 – крышки; 7 – подшипники; 8 – ось вращения; 9 – трубчатая втулка; 10 – стойка подшипника оси вращения; 11 – нижний пояс главной балки; 12 – опора разводного пролета; *O_в* – ось вращения – решетка поперечных связей; 6 – противовес; 7 – вспомогательная поперечная балка; 8 – вспомогательная продольная балка; *D* – нагрузка, передаваемая на ось вращения

*Виды разрушений и дефекты, характерные для разводных мостов
раскрывающейся системы*



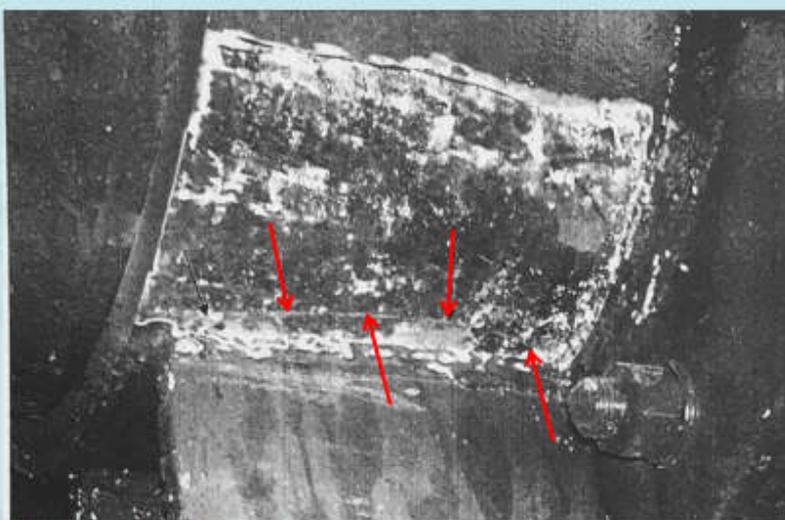
Трещины в сварных швах прикрепления радиальных ребер жесткости к втулке оси вращения (Троицкий разводной мост)

*Виды разрушений и дефекты, характерные для разводных мостов
раскрывающейся системы*



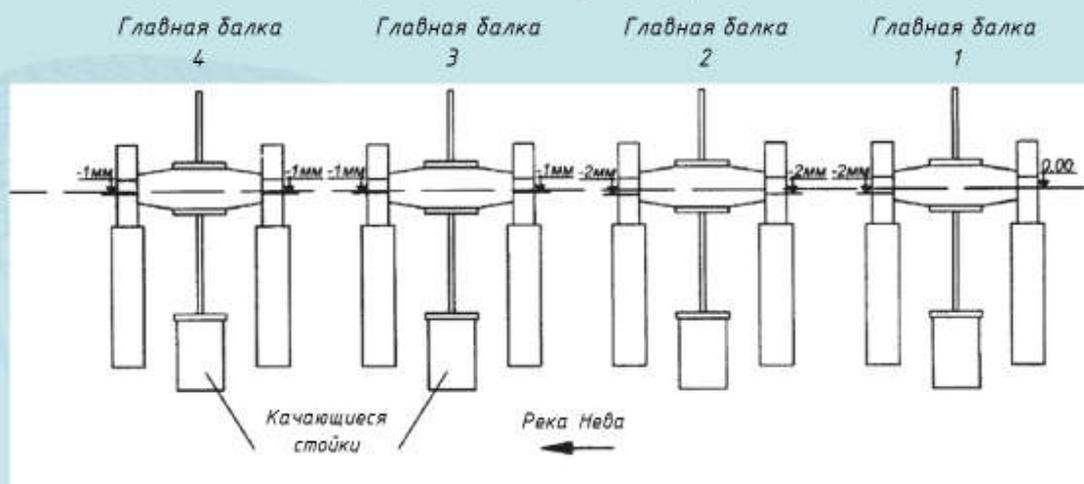
Трещины в сварных швах прикрепления радиальных ребер жесткости к втулке оси вращения (Володарский разводной мост)

Виды разрушений и дефекты, характерные для разводных мостов раскрывающейся системы

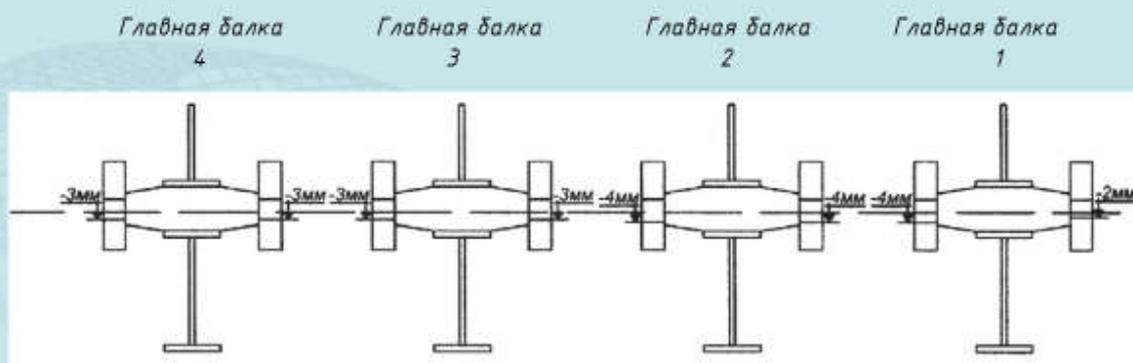


Трещина в основном металле втулки оси вращения главной балки (Литейный разводной мост)

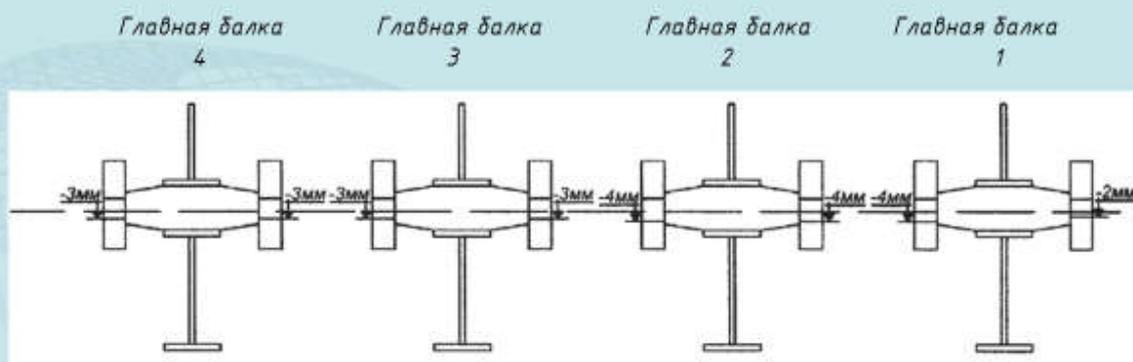
Высотное положение подшипников осей вращения при опирании крыла на качающиеся стойки (Володарский мост)



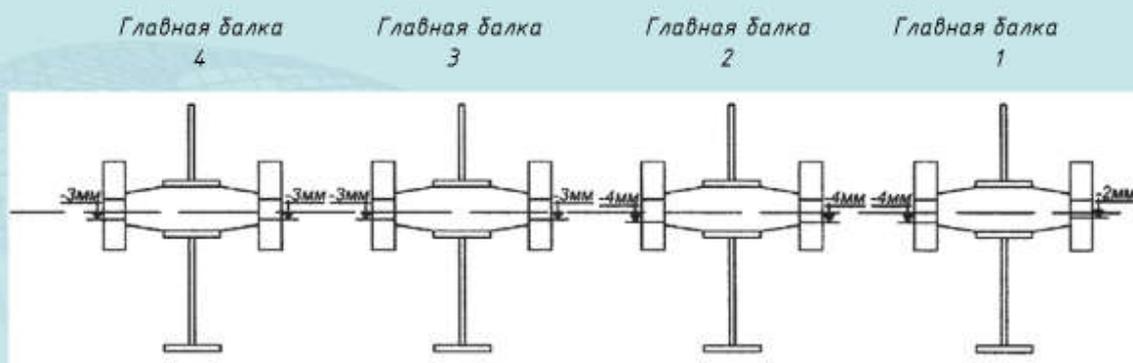
Высотное положение подшипников осей вращения в разведенном положении крыла (Володарский мост)



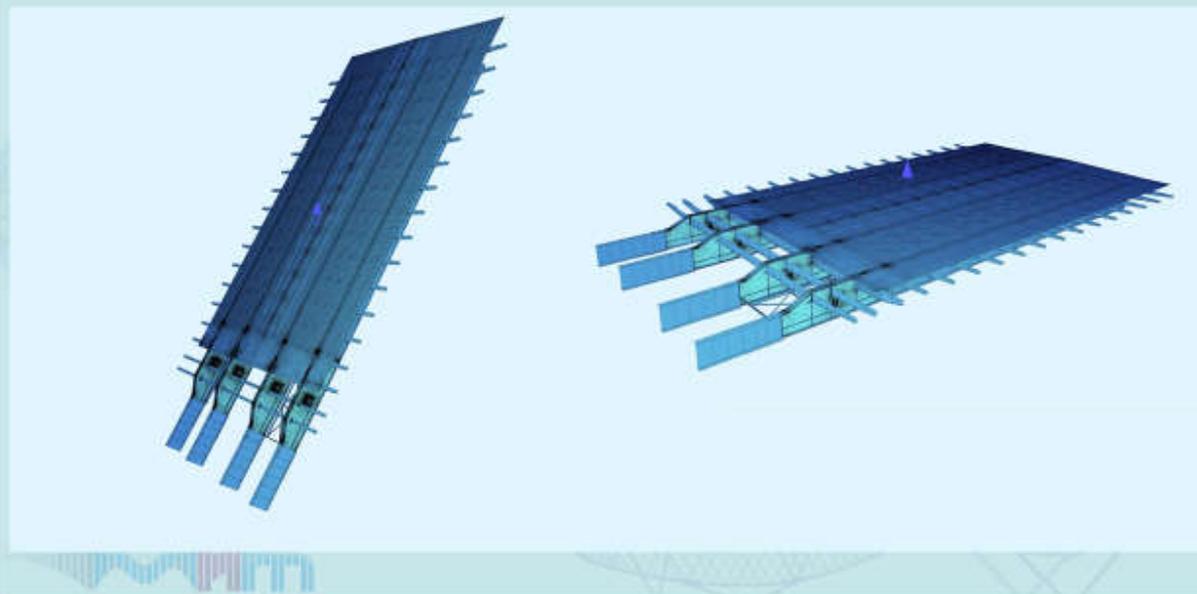
Высотное положение подшипников осей вращения в разведенном положении крыла (Володарский мост)



Высотное положение подшипников осей вращения в разведенном положении крыла (Володарский мост)

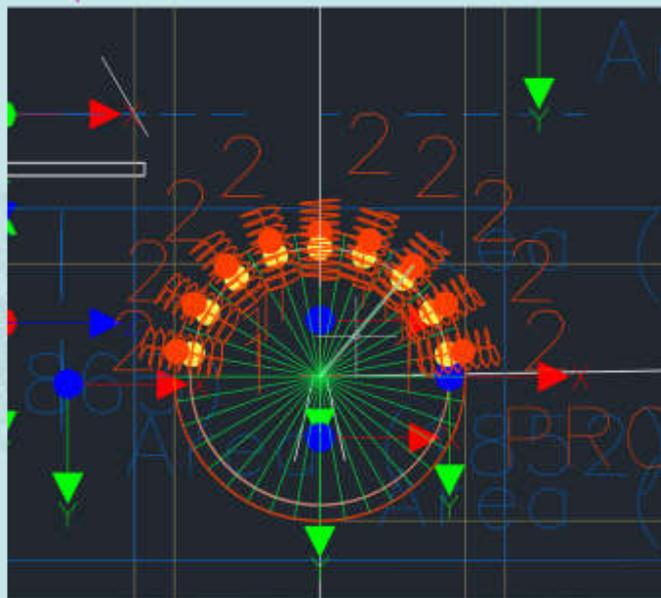
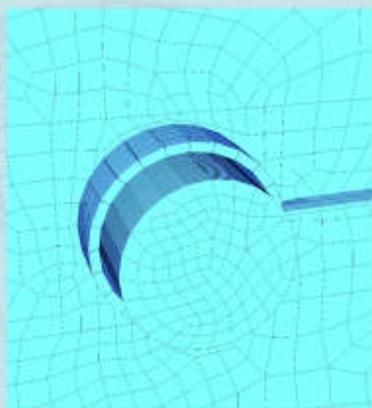


Расчетная модель Володарского моста в ПК SOFiSTiK



Расчетная модель Володарского моста в ПК SOFiSTiK

Модель расположения и направления пружинных элементов при моделировании в среде AutoCAD

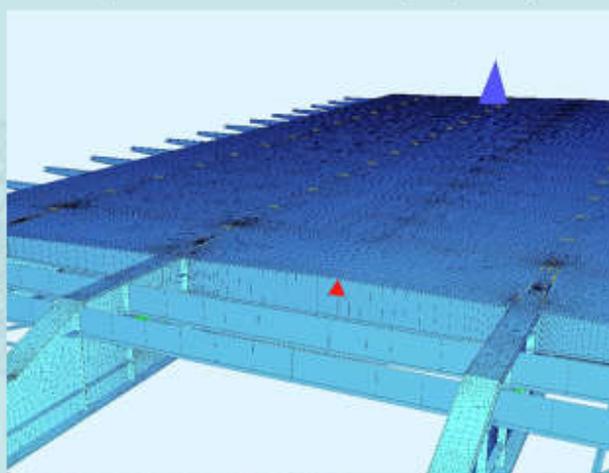


Расчетная модель Володарского моста в ПК SOFiSTiK

Ввод нагрузок в расчетную систему

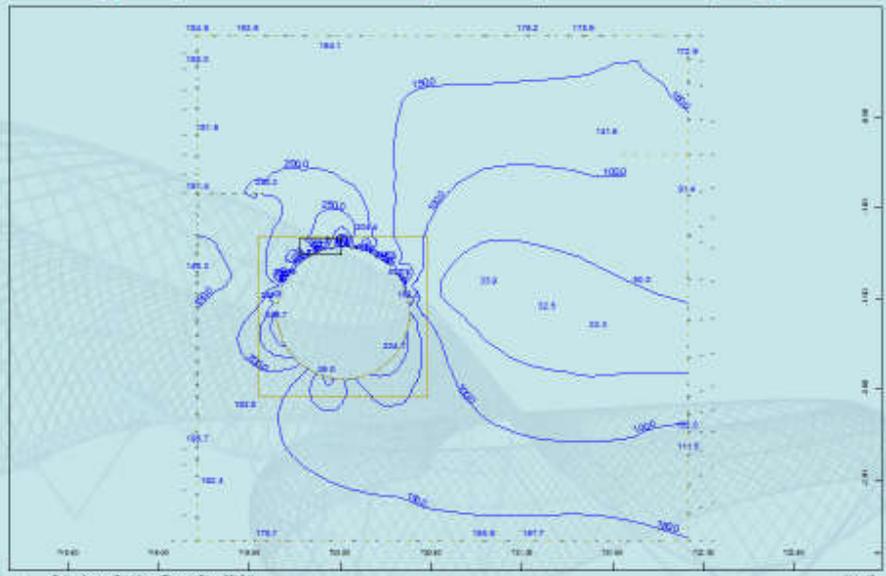
- 1) Нагрузка от массы всех элементов конструкции
- 2) Противовес введен в виде сосредоточенных нагрузок, приложенных на продольные балочные элементы в противовесной части главных балок
- 3) Нагрузка от проезжей части

Дополнительное опирание в месте прикрепления домкрата подъемного механизма (гидравлика)



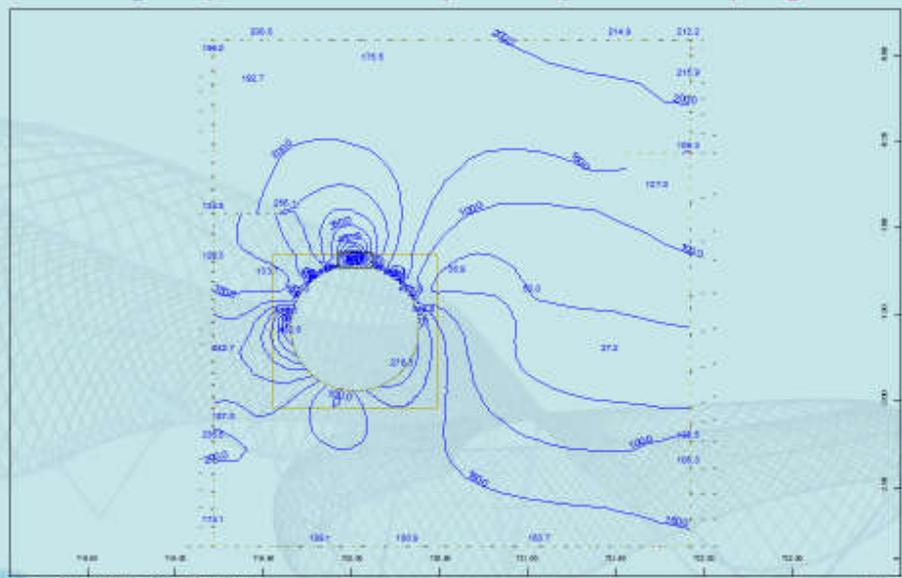
Напряжения по Мизесу в крайней балке при повороте в 0 градусов

MAX напряжение: Ххх МПа



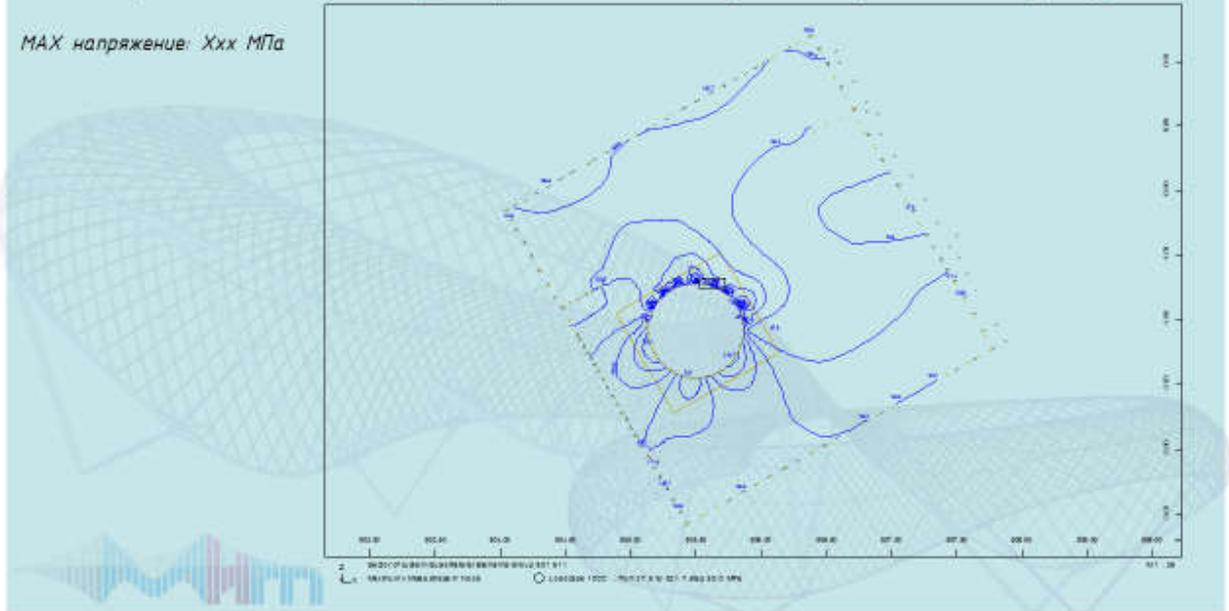
Напряжения по Мизесу в средней балке при повороте в 0 градусов

MAX напряжение: Ххх МПа



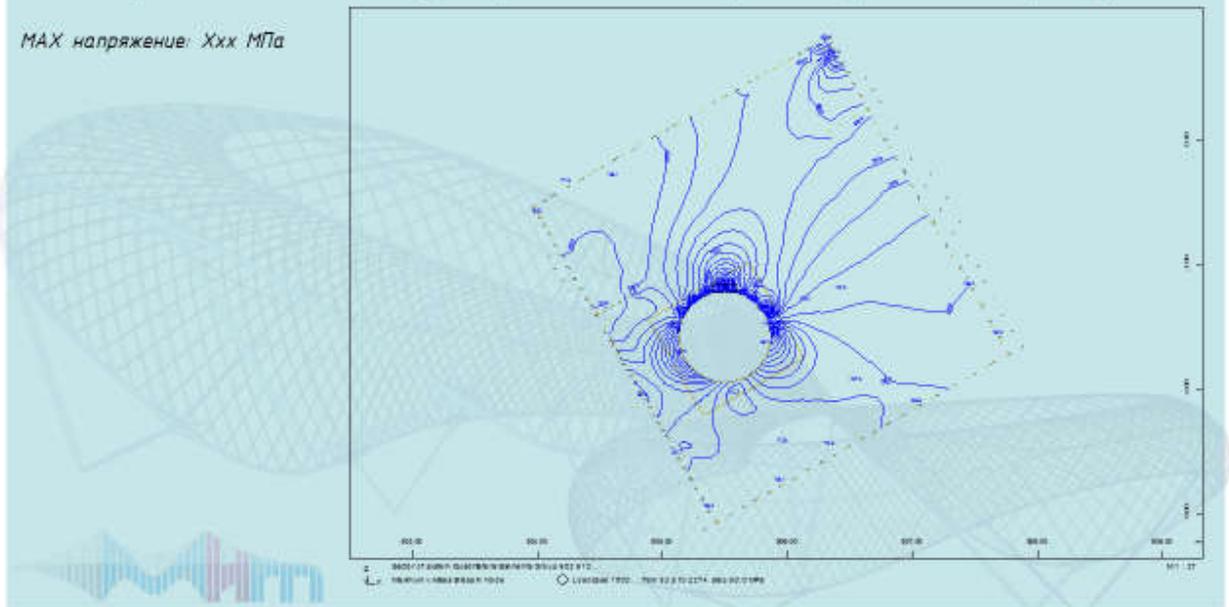
Напряжения по Мизесу в крайней балке при повороте в 30 градусов

MAX напряжение: Ххх МПа

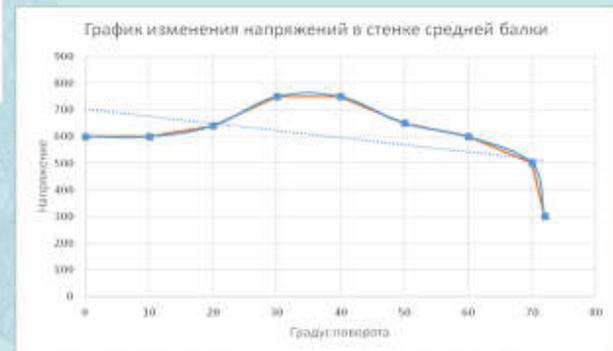
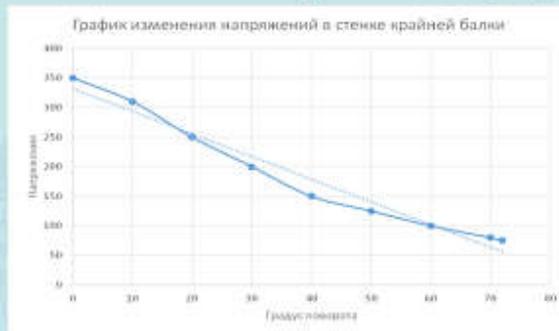


Напряжения по Мизесу в средней балке при повороте в 30 градусов

MAX напряжение: Ххх МПа



Изменение напряжений в процессе разводки пролетного строения



Результаты проведенных исследований

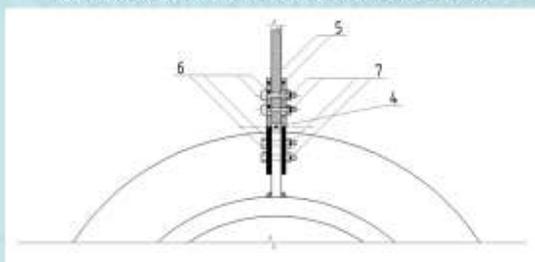
- 1) *Натурные и расчетно-теоретические исследования, проведенные ранее, подтвердили возможность возникновения в радиальных и опорных ребрах жесткости напряжений, близких к прочностным характеристикам стали, что, ввиду циклической работы сооружения, способствует образованию трещин/разрушений усталостного характера.*
- 2) *Работа по оптимизации подбора ребер жесткости не окончена ввиду множественности данных и пока сложно их структурировать, однако, полученной и обработанной части информации об изменении напряженного состояния в элементах вокруг втулки достаточно для однозначного ответа, что напряжения в элементах стенки балки над осью опирания значительно изменяются при изменении угла раскрытия и однозначно устанавливать ребра опираясь на плоский расчет нельзя – необходимо проведение расчетов с учетом установки каждого дополнительного ребра и раскрытия пролетного строения поэтапно.*
- 3) *Применение полученных результатов годится только для приближенной оценки процесса изменения напряженно-деформируемого состояния конструкции, так как они не имеют комплексного научного обоснования.*

Дальнейшие цели исследования

- 1) В дальнейшем подразумевается определение наиболее рационального шага ребер с учетом возможных положений масс раскрывающейся конструкции (поиск оптимального решения при проектировании будущих разводных)
- 2) После определения шага ребер намечен расчет конкретных элементов узлов с учетом сварных соединений и концентраторов напряжений, а также с учетом их отсутствия (возможный отказ от такого вида соединения в дальнейшем: см. патент на полезную модель №168414 и №167974).

Полезные модели, разработанные в ходе исследования

Патент на полезную модель №168414 "Устройство усиления главной балки разводного пролета моста раскрывающейся системы"; заявка №2016139200



Патент на полезную модель №167974 "Устройство усиления главной балки разводного пролета моста раскрывающейся системы"; заявка №2016137428

