

DRAFT 08.07.2021 v.2

Силы возникающие в элементах
RS и MS SPD под действием
магнитного поля

Магнитные силы
SPD 2021

Мошковский И.В. 2021

Свойства стали в зоне сварных швов

Магнитная проницаемость,
аустенитная сталь
(криостат МРД) (1)

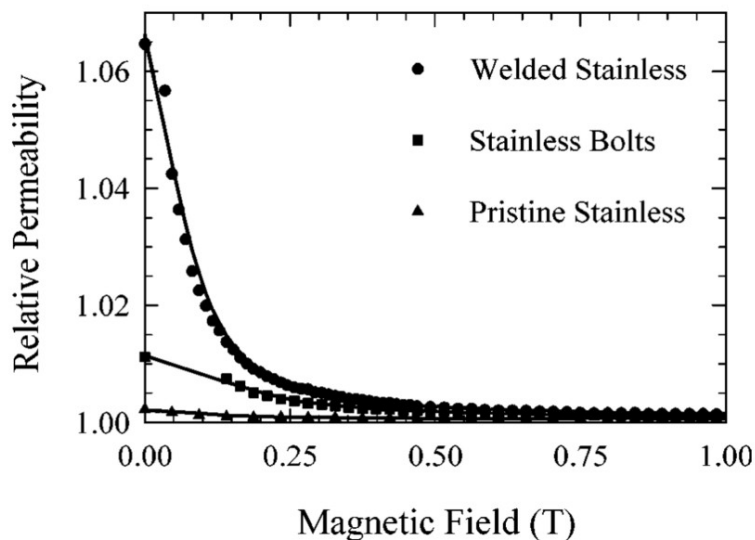
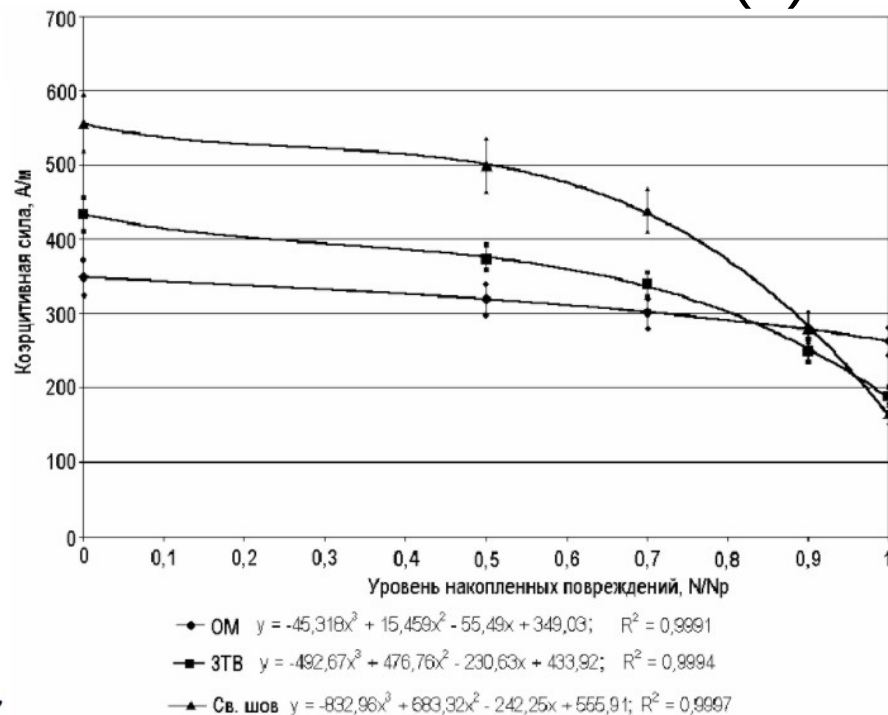


Рис. 2.1. Относительная магнитная проницаемость сваренной нержавеющей стали, механически обработанной нержавеющей стали и необработанной нержавеющей стали [2]

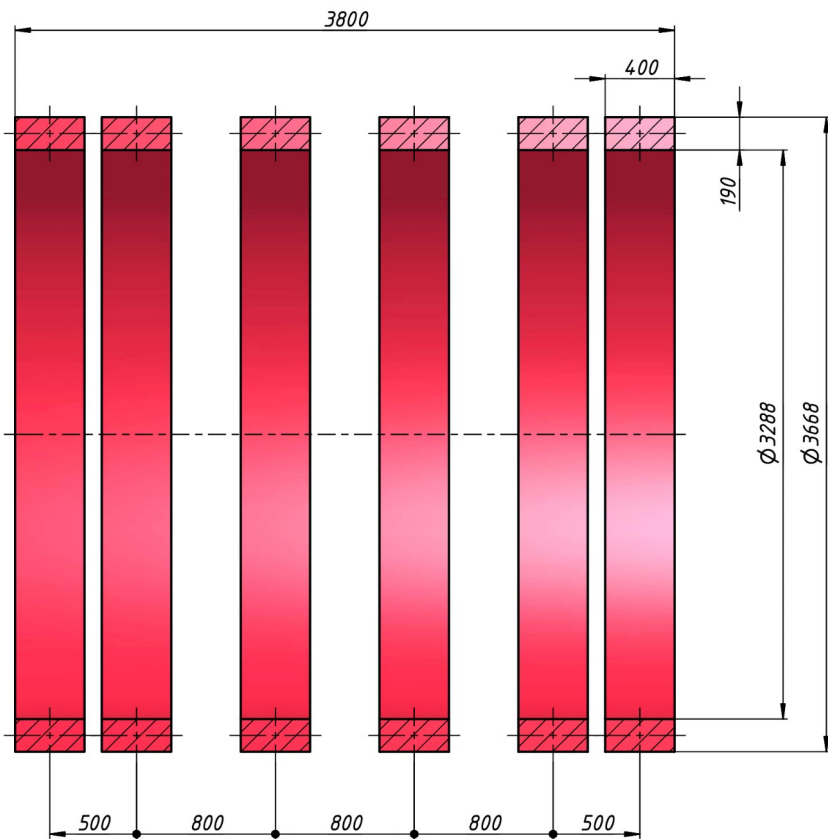
Коэрцитивная сила,
Ст3сп5 ГОСТ 380 (2)



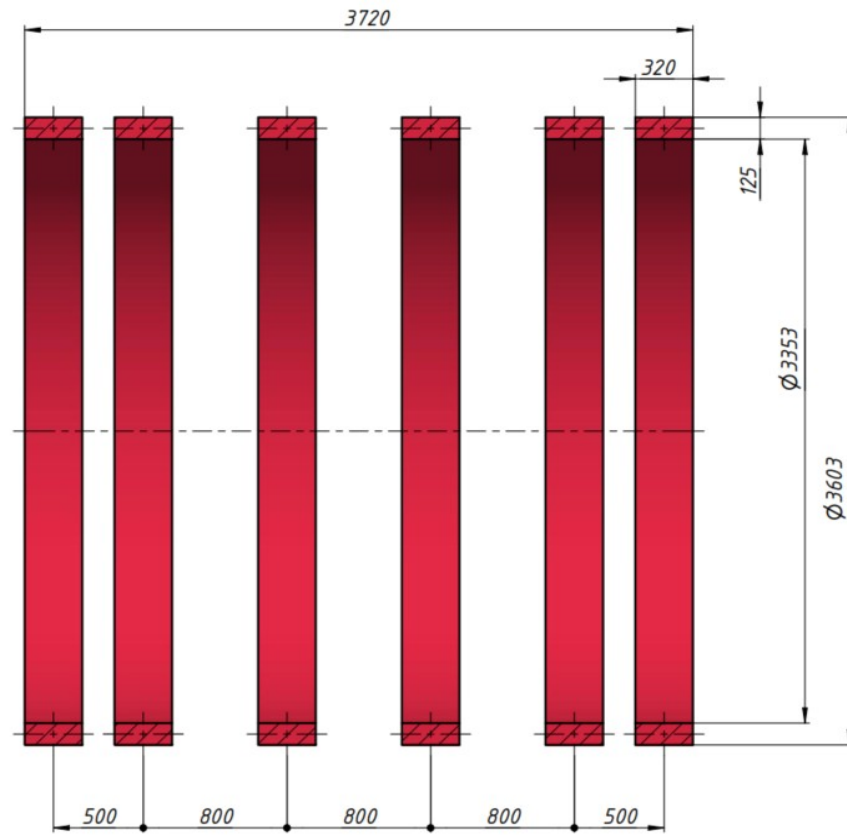
б. - Зависимость коэрцитивной силы от уровня накопленных усталостных повреждений для стали ВСт3сп5

Размеры магнитной системы

SPD 2021 габариты

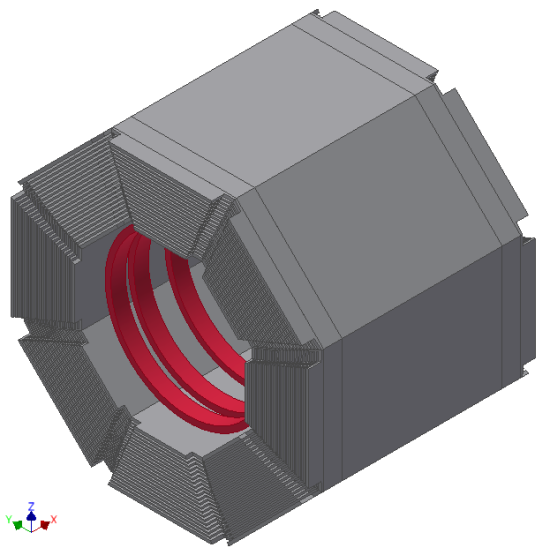


SPD 2021 J=20 A/мм² (MPD)



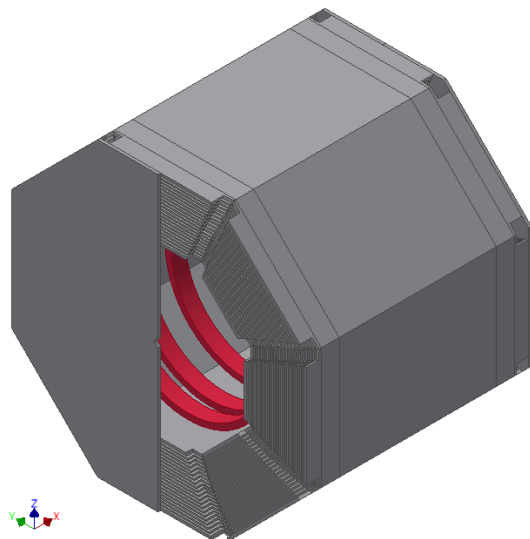
Исходные данные (1/4 Endcaps не отображены условно)

SPD 2021
minus Endcaps



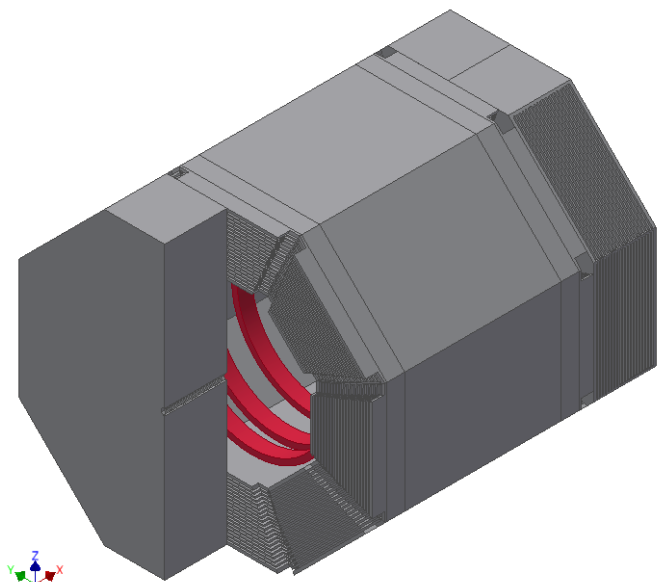
Материалы:
Катушки — медь
RS — сталь 10
Внешняя среда — воздух

SPD 2021
Simplified Endcaps



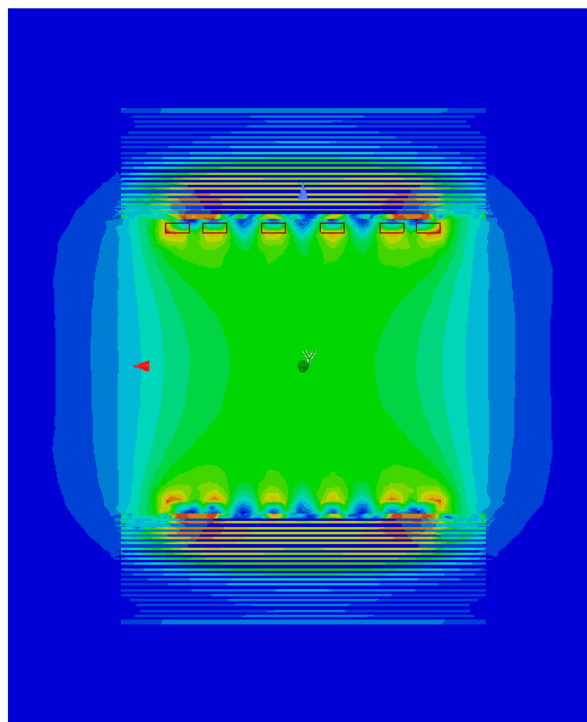
Электрические параметры:
Кол-во катушек — 3 шт.
Параметры катушки — 800 кА x кол-во витков

SPD 2021 Full

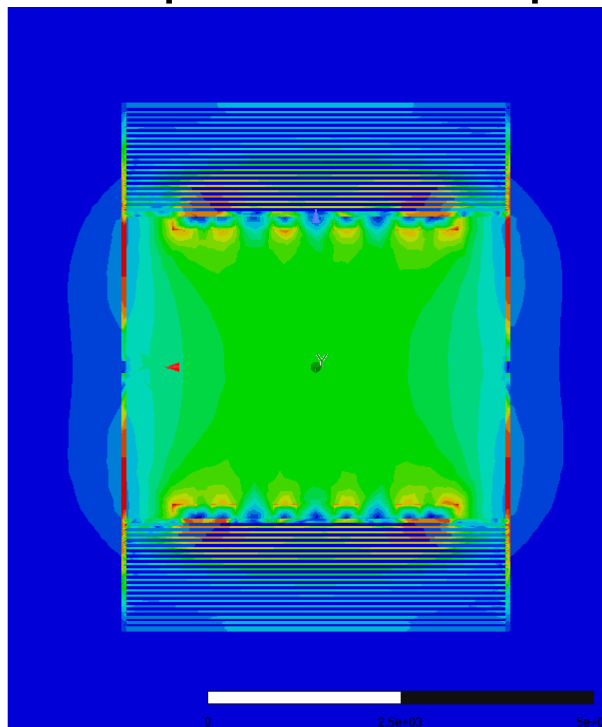


Результаты. Магнитная индукция. (сечение в плоскости ZX)

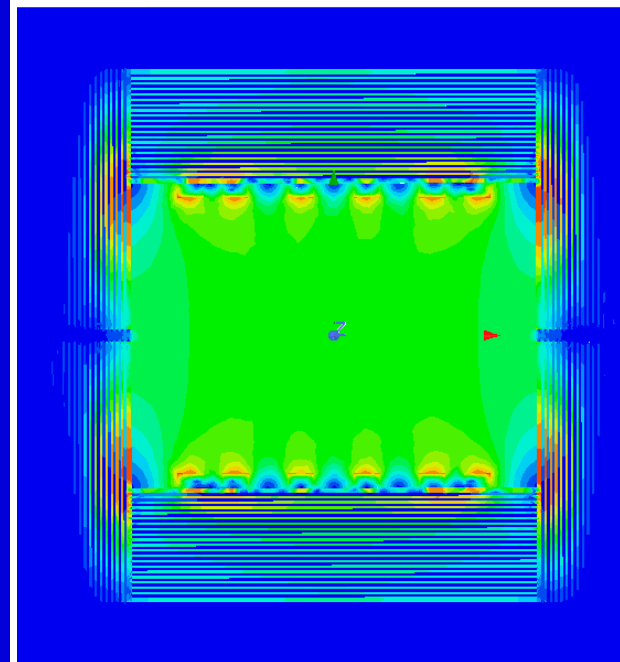
SPD 2021
minus Endcaps



SPD 2021
Simplified Endcaps



SPD 2021 Full



Результаты. Векторы магнитной индукции. (сечение в плоскости ZX, вне магнита)

SPD 2021
minus Endcaps

SPD 2021
Simplified Endcaps

SPD 2021 Full

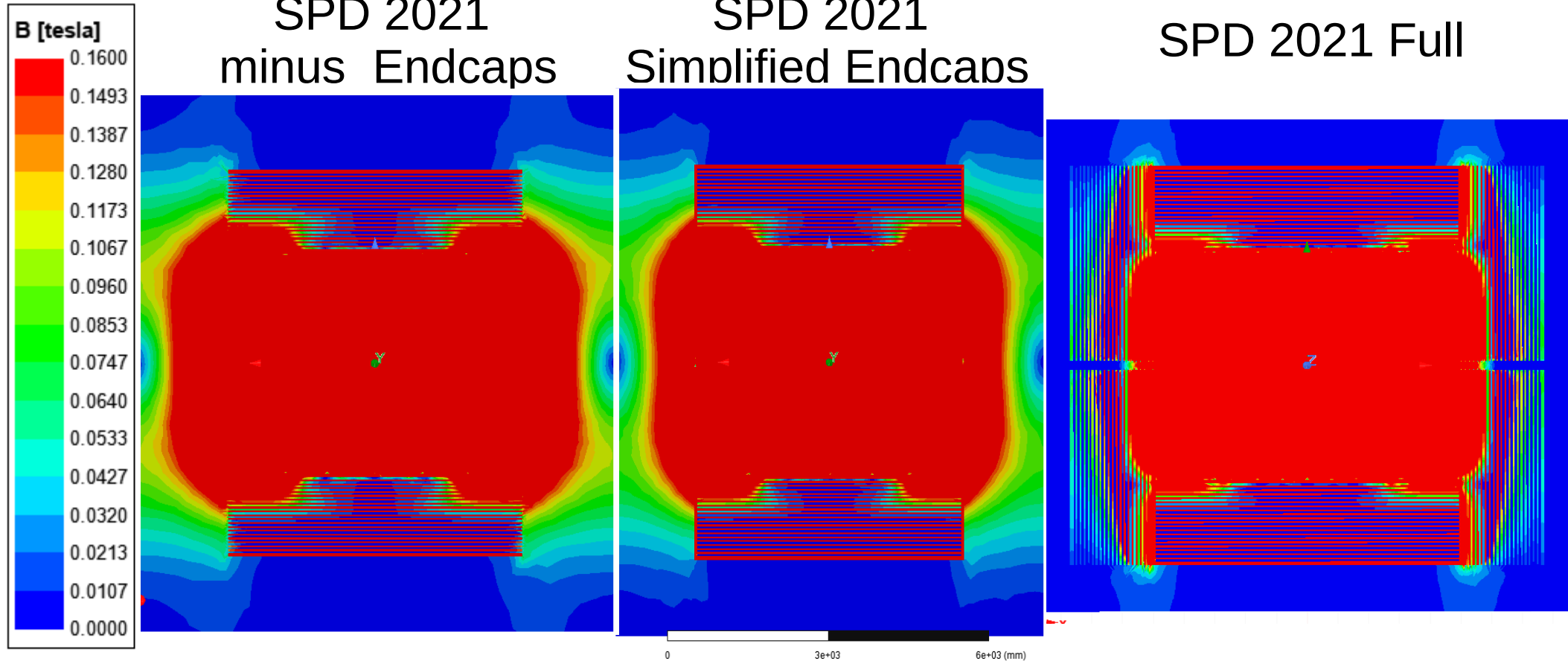
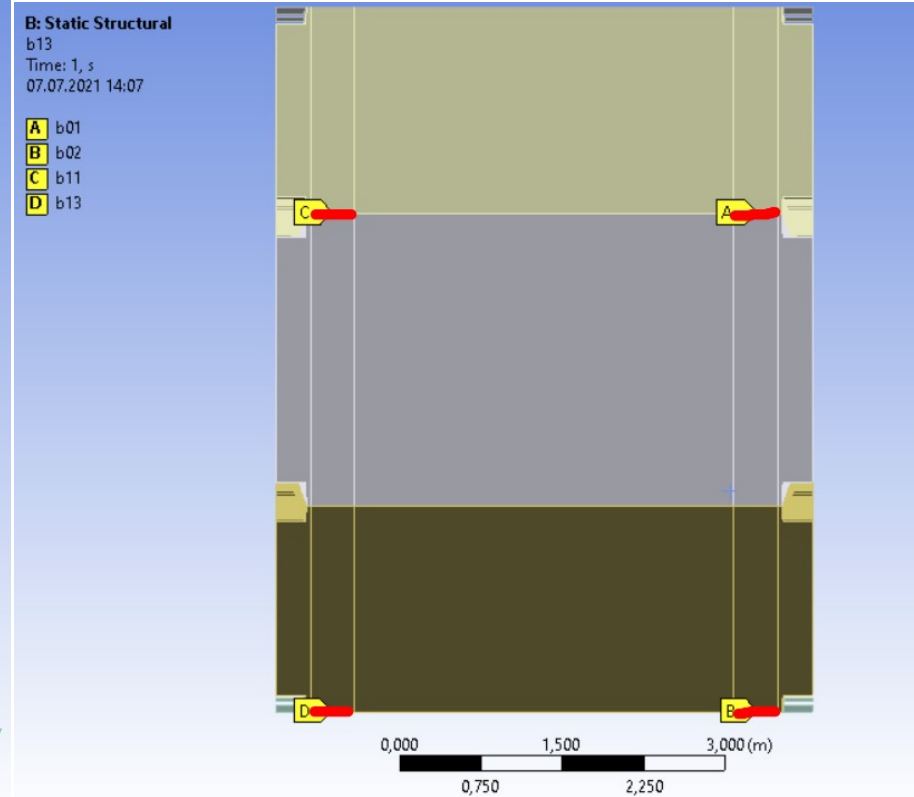
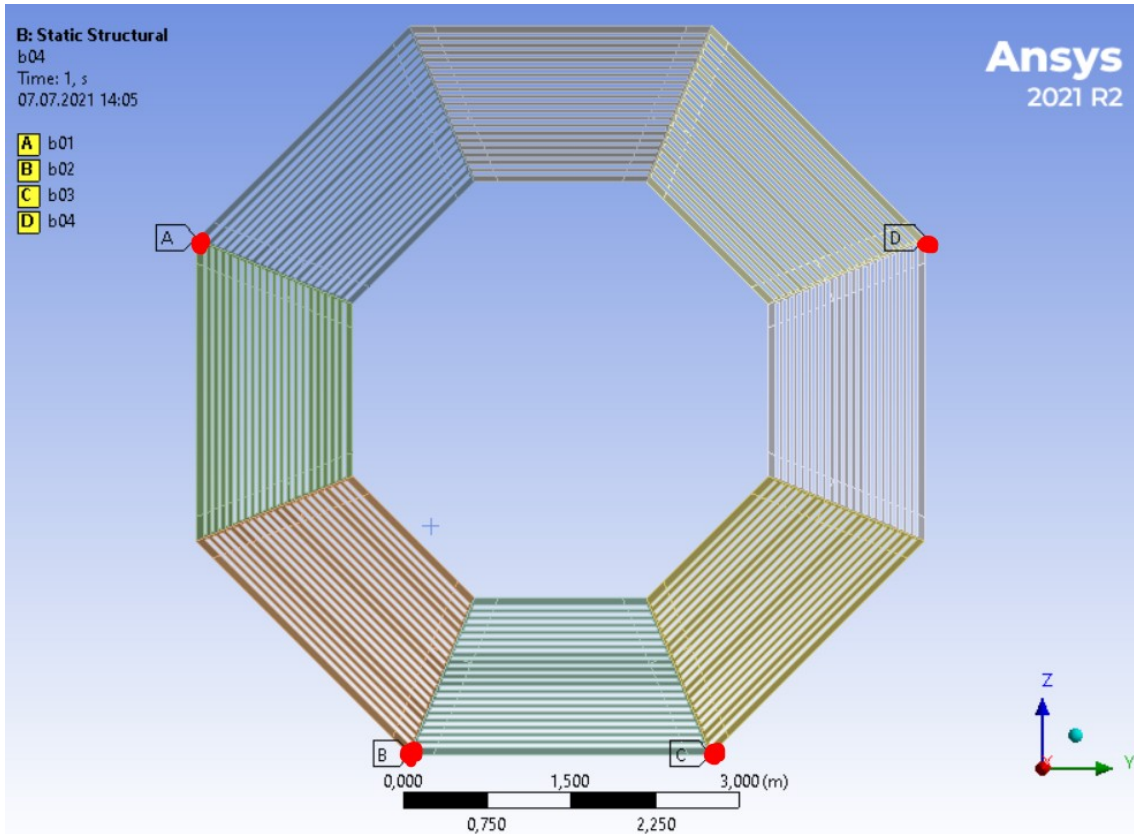
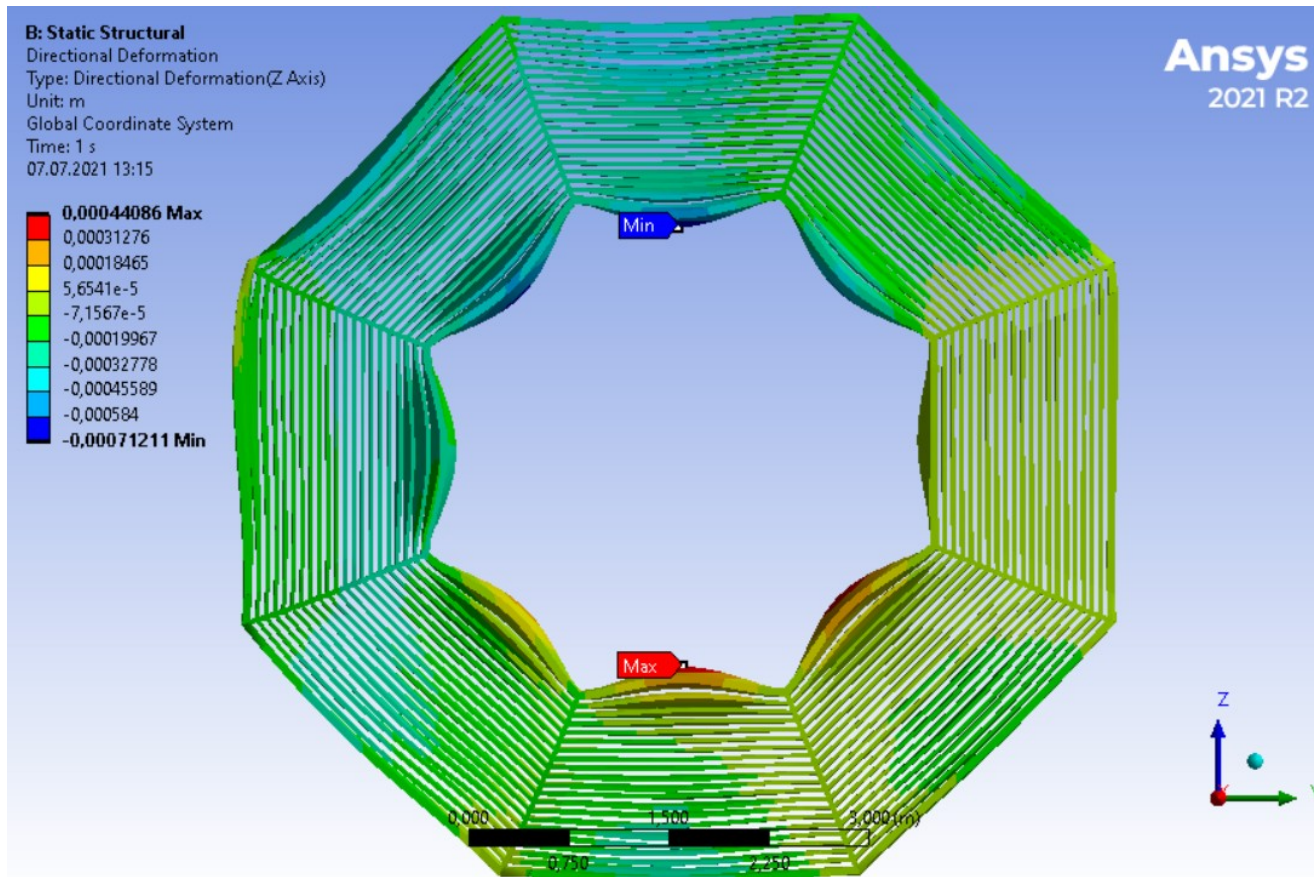


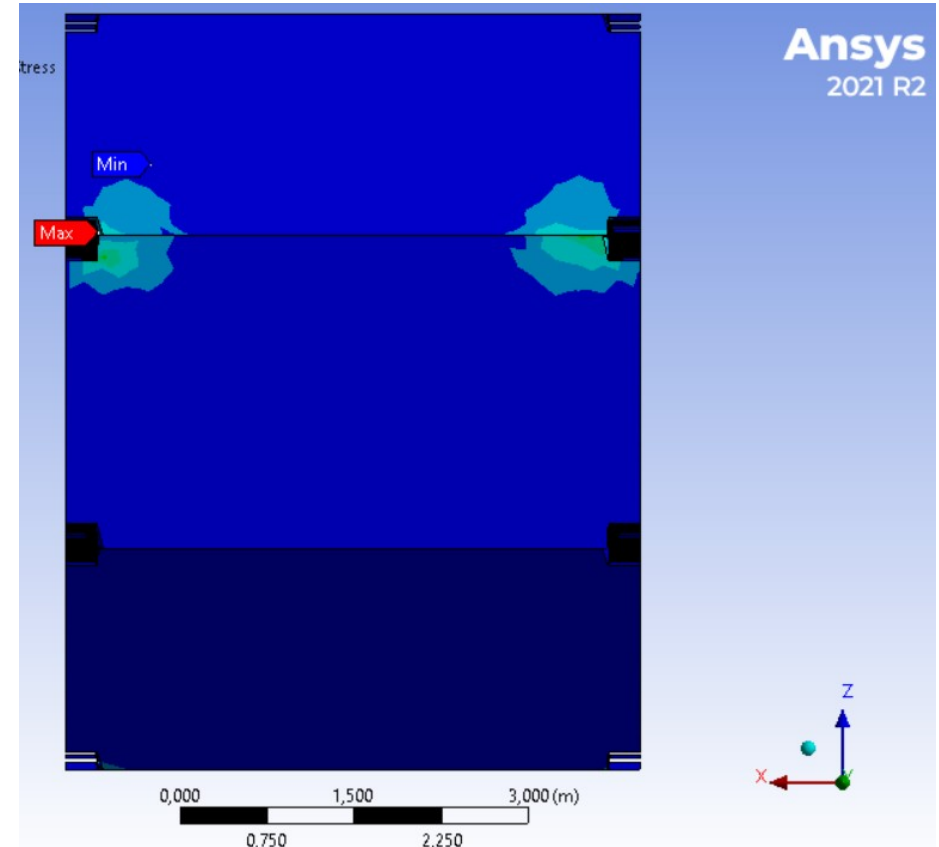
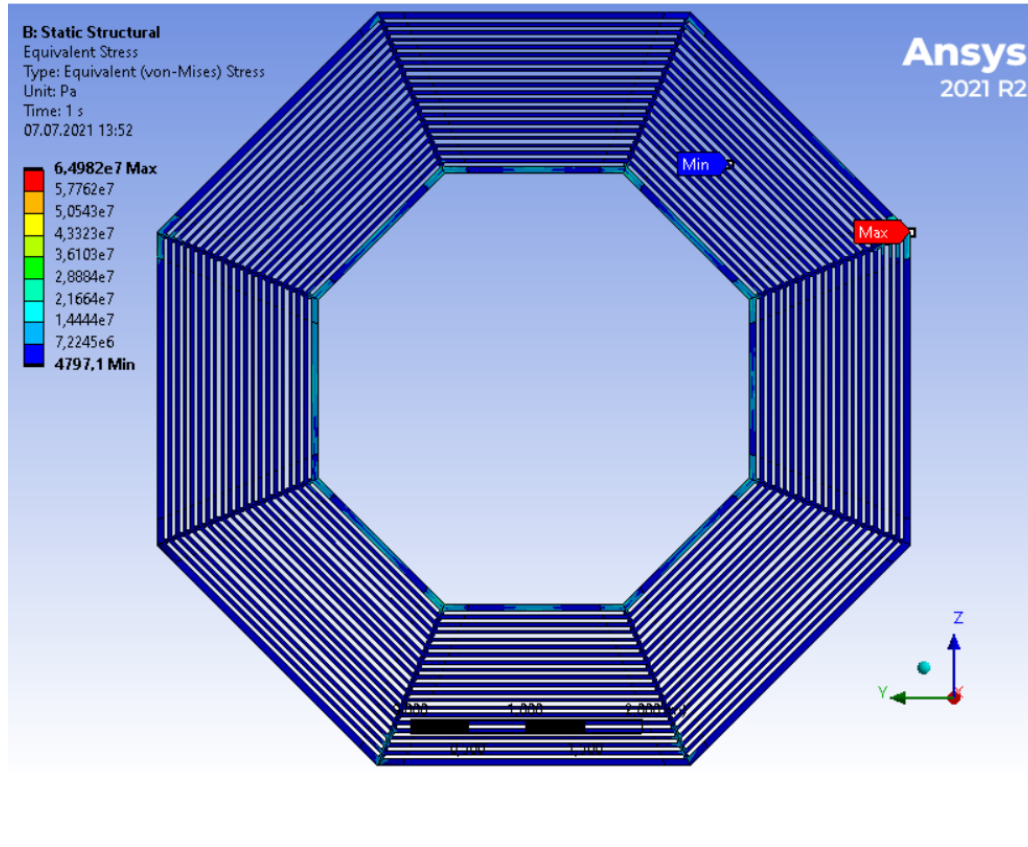
Схема фиксации. SPD Full.



Результаты. SPD Full. Бочка. (деформации, м)



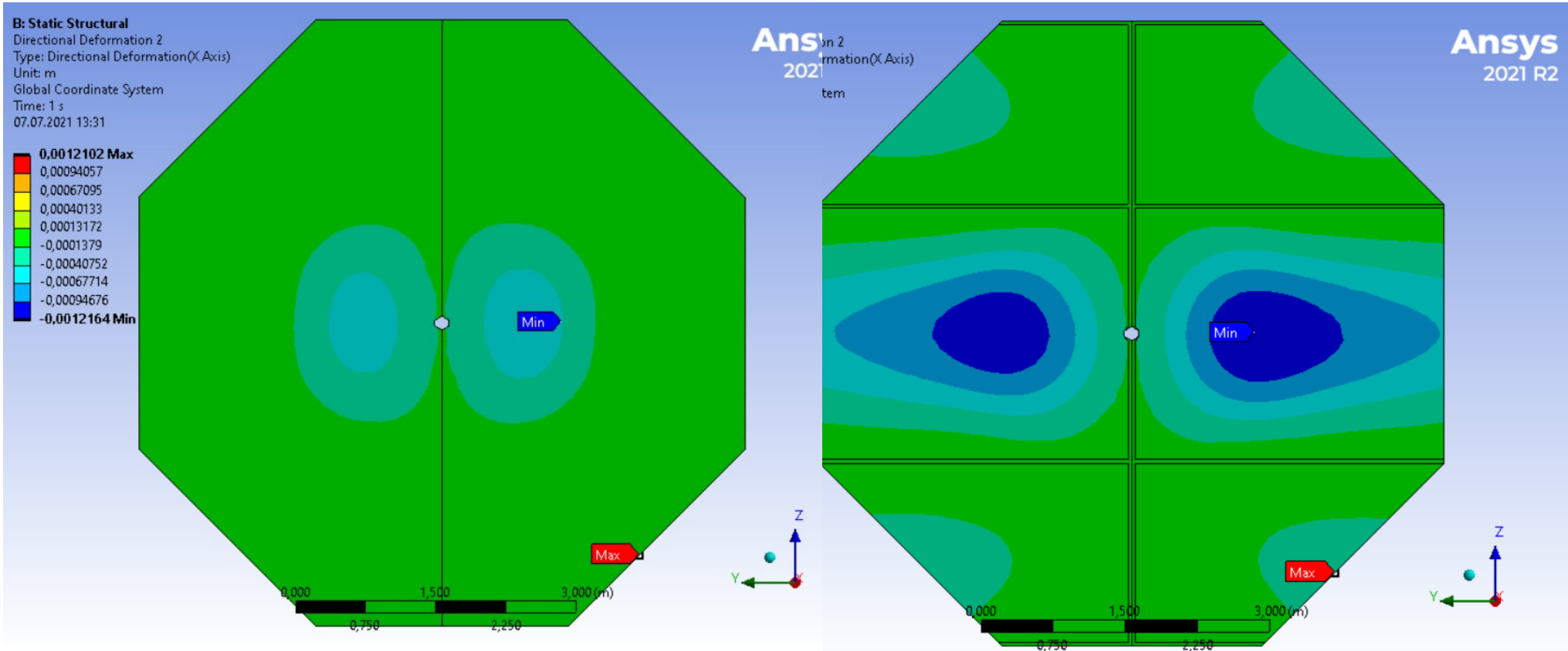
Результаты. SPD Full. Бочка. (напряжения, Pa)



Результаты. SPD Full. Крышки.

Слой 1 (деформации, м)

Слой 2



Результаты. SPD Full. Крышки. (деформации, м) Вид сверху, сечение

B: Static Structural

Directional Deformation 2

Type: Directional Deformation(X Axis)

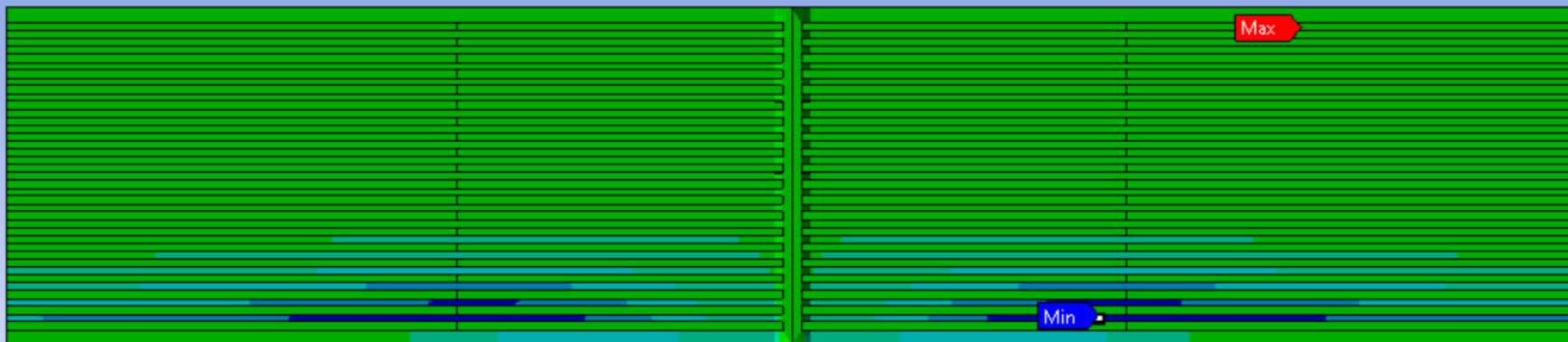
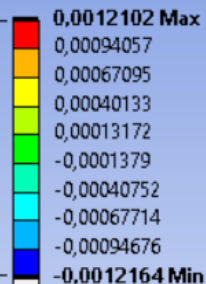
Unit: m

Global Coordinate System

Time: 1 s

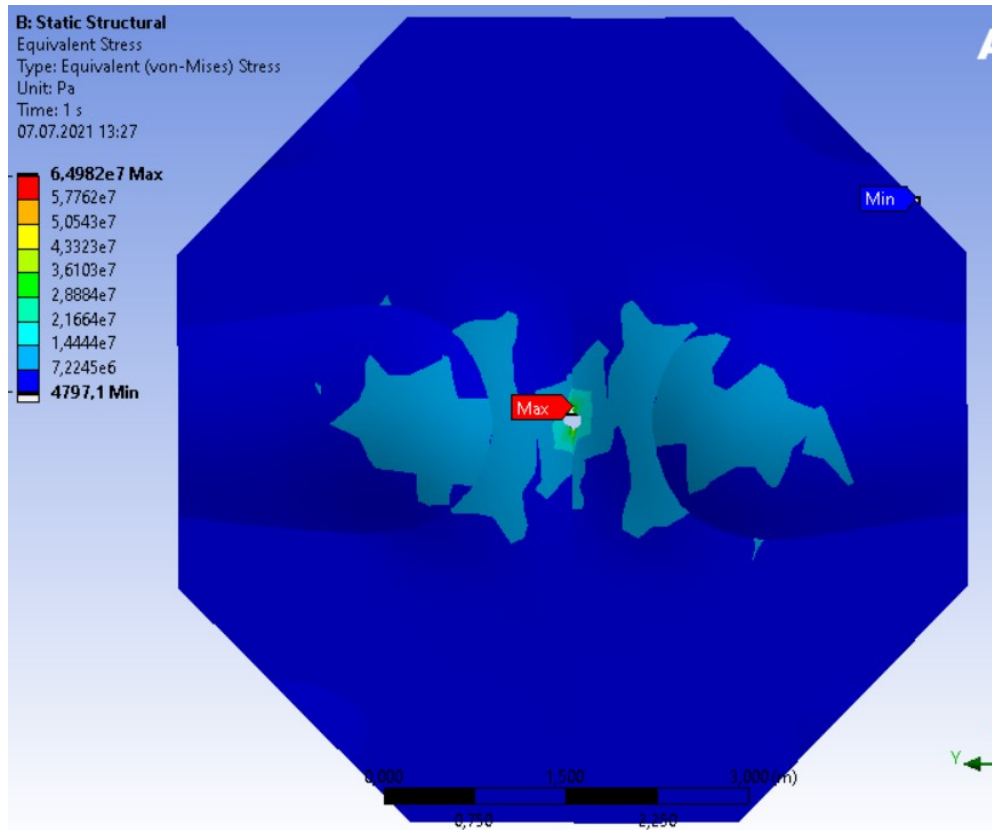
07.07.2021 13:24

Ansys
2021 R2

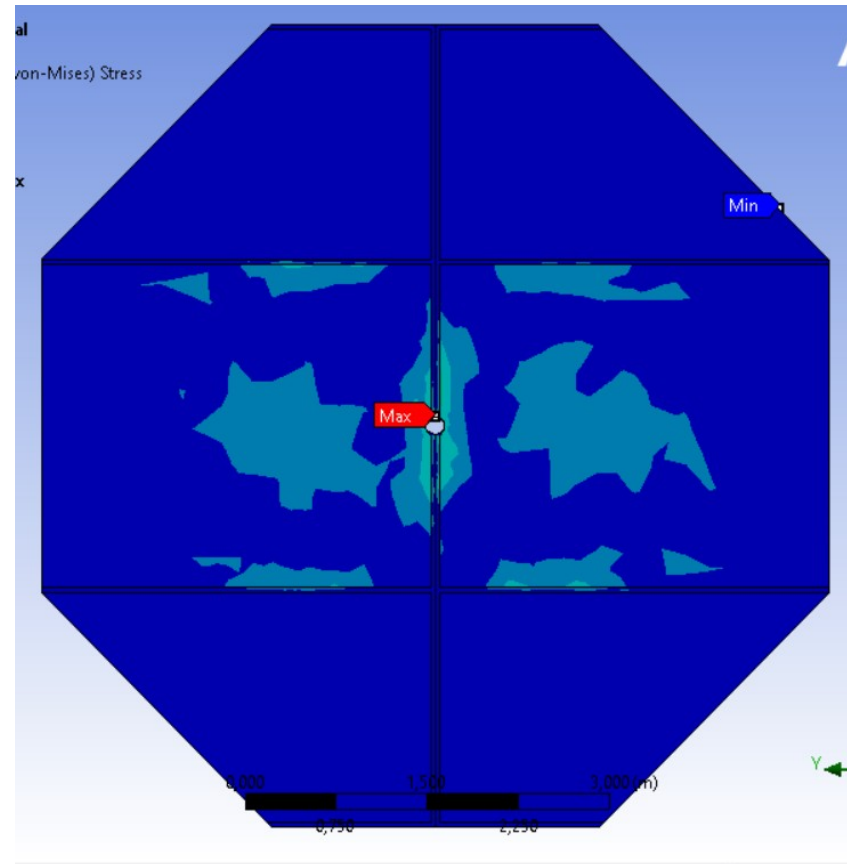


Результаты. SPD Full. Крышки.

Слой 1 (напряжения, Pa)



Слой 2



Результаты. Взаимодействие элементов магнита SPD

Таблица 1. Величины сил действующих на элементы RS и MS в результате магнитного взаимодействия. **Единицы - kgf.**

		MS 2020		MS 2021		MS 2021 01.07.2021		MS 2021 07.07.2021 1Mt
		1/32	Total	1/32	Total	½	Total	Full spd, Total
Coil 1, kgf	Z	-9200	-147200	-25600	-409600	-203640	-407280	-394065
	Y	20800		32800				
Coil 2, kgf	Z	3800	60800	5100	81600	40057	80114	82580
	Y	22000		35700				
Coil 3, kgf	Z	1000	16000	300	4800	2913	5826	6599,5
	Y	21400		34200				
Barrel sector 1/8, kgf	Z	6300	12600	22000	44000	-45419	-90838	
	Y	-300	-1200	-14800	-59200	3843	7686	-90597
Endcaps ¼, kgf	Z	-13000	-104000	-31600	-252800		-281660	-291275
	Y	-1600		-3800				
	X	400		1300			22623	22623

ВЫВОД

1. Определить необходимость термической обработки стальных сварных элементов с целью нормализации магнитных свойств стали в области сварных швов.
2. Для обеспечения точности расчетов необходимо использовать высокопроизводительные системы с объемом оперативной памяти >64 Gb, сотрудничать с ЛИТ.

Используемые материалы

1. ЗНМ1002.00.000Р2. Оптимизация магнитной системы МРД. Расчет магнитных полей и сил. 2013.

2. МАГНИТНЫЙ КОНТРОЛЬ (ПО КОЭРЦИТИВНОЙ СИЛЕ) УРОВНЯ НАКОПЛЕННЫХ УСТАЛОСТНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ ПРИ ЦИКЛИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ В СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЯХ СТАЛЕЙ 09Г2С И ВСтЗсп5.

А.В.Прохоров, УДК 620.178.3, (Уфимский государственный нефтяной технический университет).

Результаты. Магнитная индукция. (сечение в плоскости ZY)

MPD 2013 Нева-магнит

MPD 2021 (Мошковский ИВ)

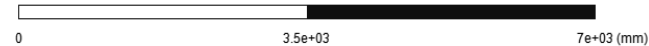
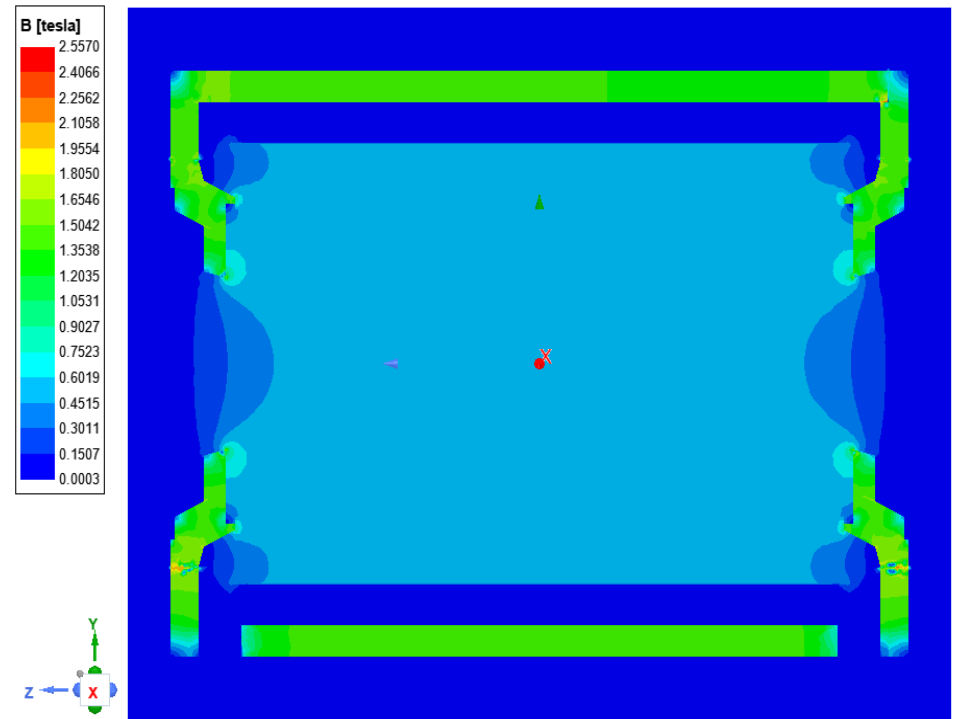
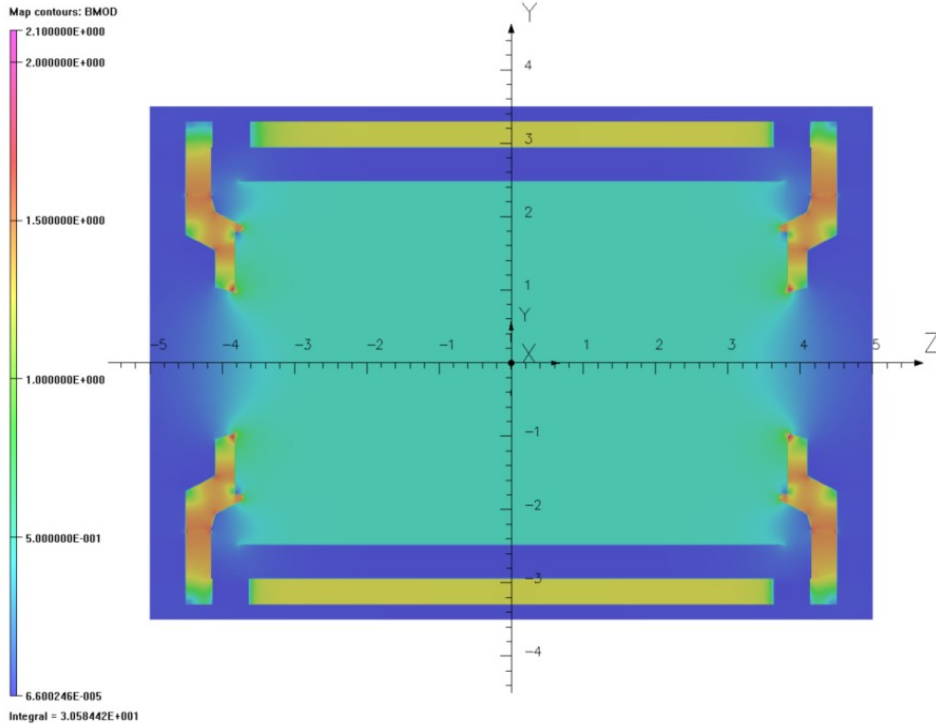


Рис. 5.3. Распределение магнитной индукции в вертикальной плоскости, проходящей через ось магнита

Результаты. Взаимодействие элементов магнита MPD
 Таблица 2. Величины сил действующих на элементы Yoke и MS
 в результате магнитного взаимодействия. **Единицы — kN.**

	2013	2021 (300k elements)		2021 (750k elements)	
	kN	kN	vs 2013, %	kN	vs 2013, %
Beam R	-167	-162	97	-172	103
Support ring Z	-	-2242		-2163	
Pole Z	-2680	-1502	56	-1646	61
Pole+Sup Ring Z	-2790	-3744	134	-3841	138
Correction coils Z	7	110	1618	141	2074