

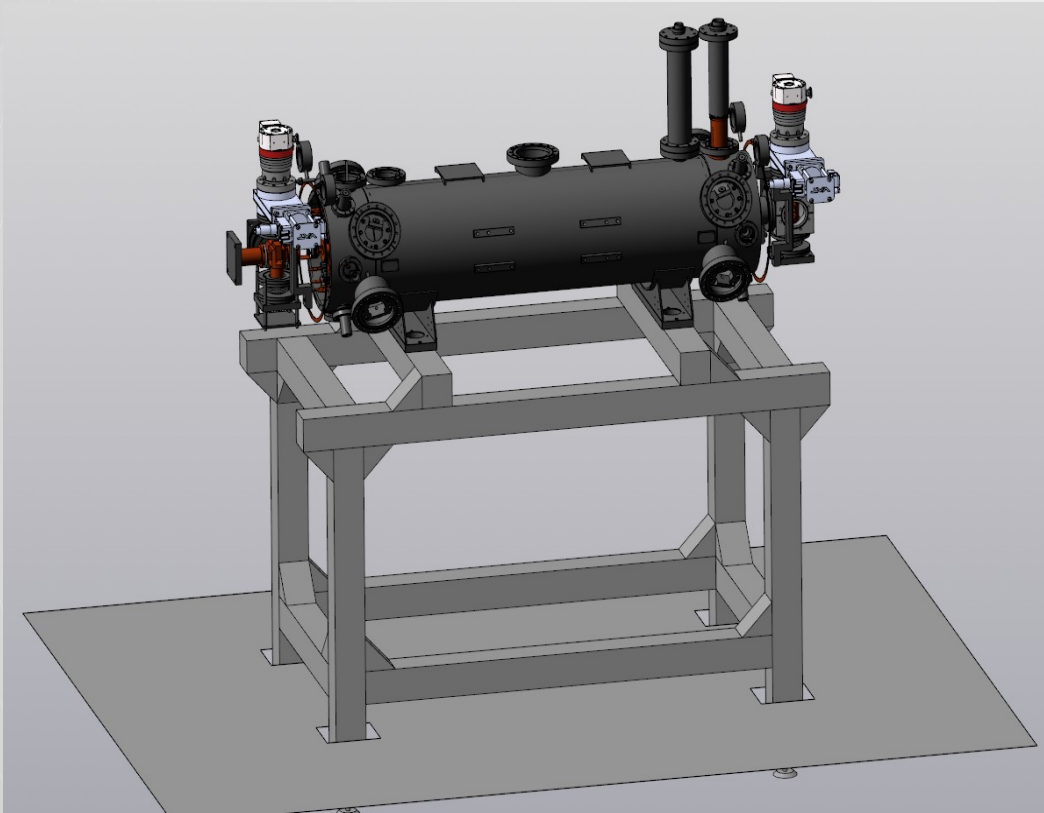


КРИОН-N — электронно-струнный ионный источник
для работы на ускорительном комплексе NICA.

Рамздорф А.Ю.

Рабочее совещание «Ускорительный комплекс NICA: проблемы и перспективы — 2023»
2023, Альплагерь «Цей»

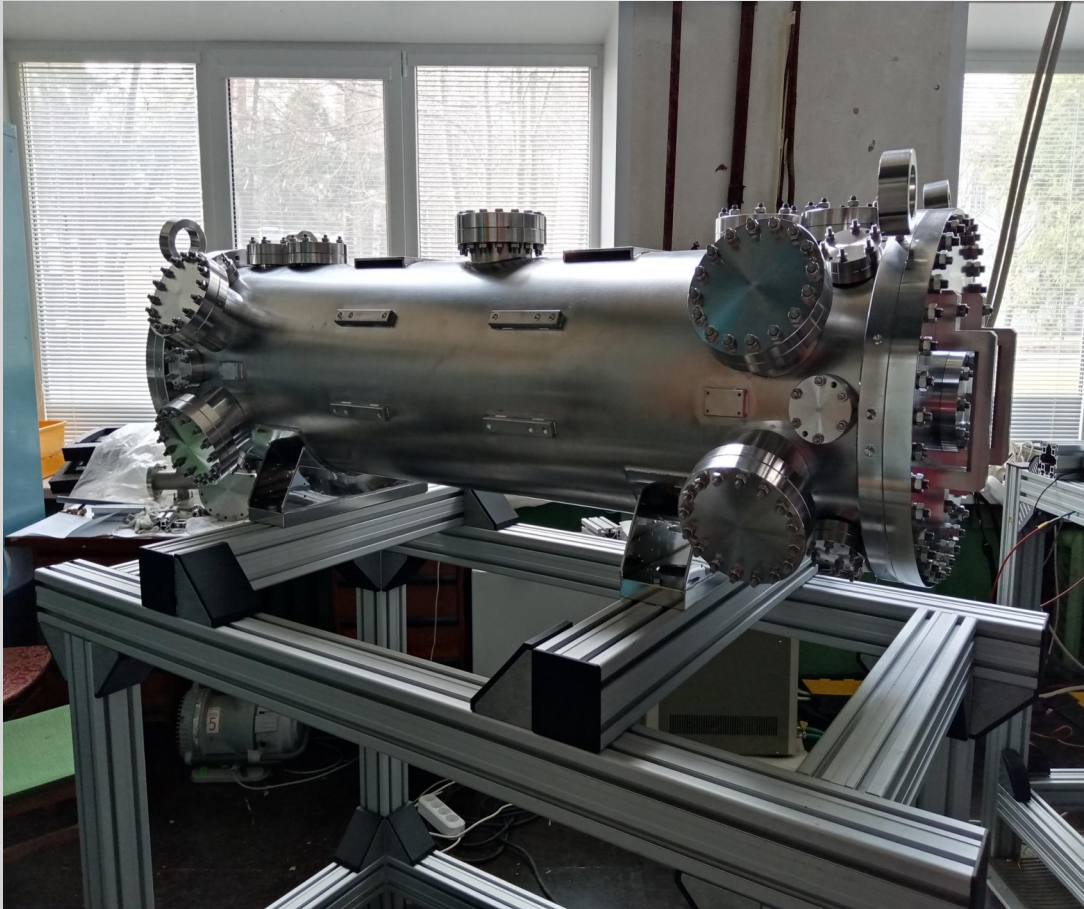
§1 Разработка электронно-струнного ионного источника КРИОН-N на основе конструкции КРИОН-2М, КРИОН-6Т и полученного опыта их эксплуатации



3D-модель основной части КРИОН-N
на подставке

- * Улучшенная вакуумная камера
- * Более прочный каркас соленоида
=>
- * Более ёмкий гелиевый криостат
=>
- * Более ёмкий азотный криостат
- * Градиентная структура дрейфа
вместо ступенчатой
- * Система подвески обеспечивает
значительные стабилизирующие
силы в продольном и поперечном
направлении (десятки кгс)
- * Конструкция трубок дрейфа
исключает возможность касания
разных тепловых терминалов

§2 Вакуумная камера



Вакуумная камера, отвечающая требованиям
высокого вакуума

Характеристики	
Длина, мм	1329
Диаметр, мм	350
Масса, кг	~200
Объём, л	128
Материал уплотнений	Cu

Металлические уплотнения
(FPM на КРИОН-2М и КРИОН-6Т):

- *Упрощение поиска малых течей
- *Возможность частичного прогрева

=>

- *Вакуум выше

=>

*Лучше условия для получения
тяжелых ионов

- *Устранение проблем с разрядами
на ионной оптике в слабом поле



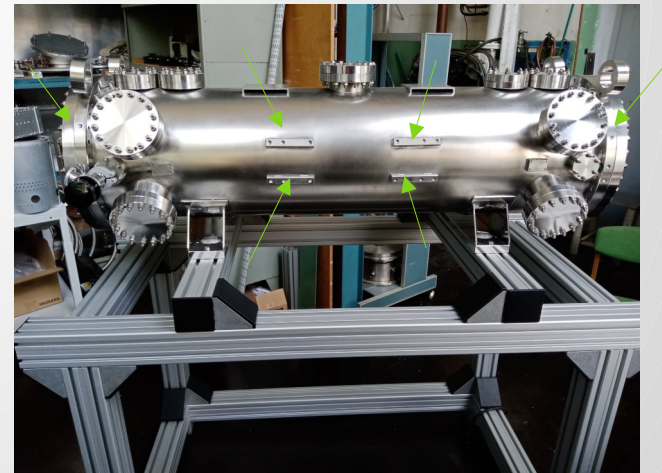
Транспортировка вакуумной камеры



Выносные крепления азотных тяг

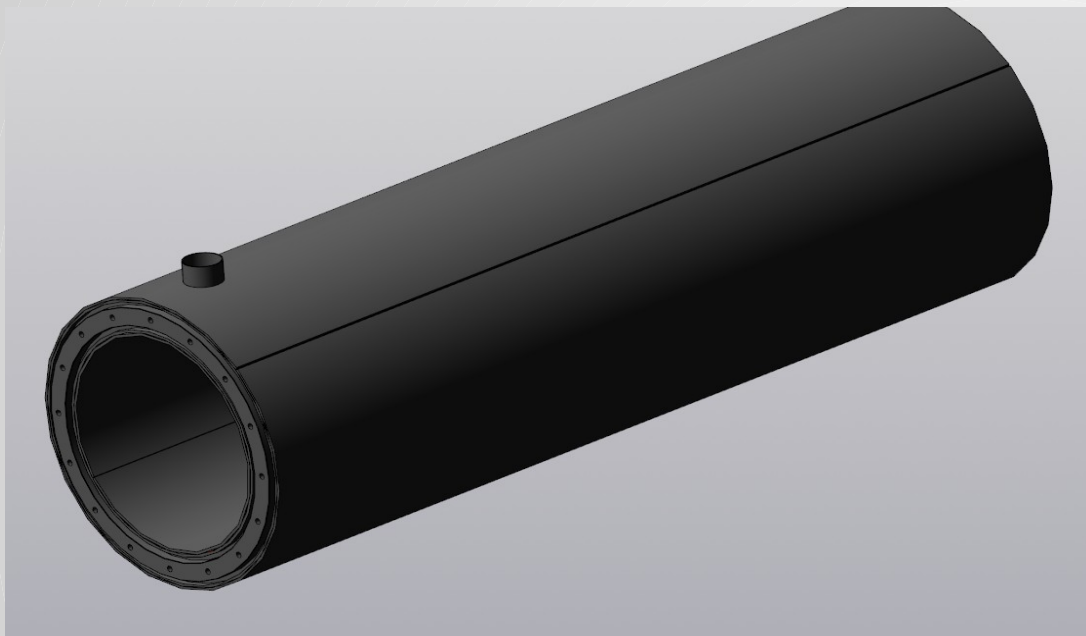


Установка вакуумной камеры на подставку



Сеть точек перебазирования координат измерительного манипулятора

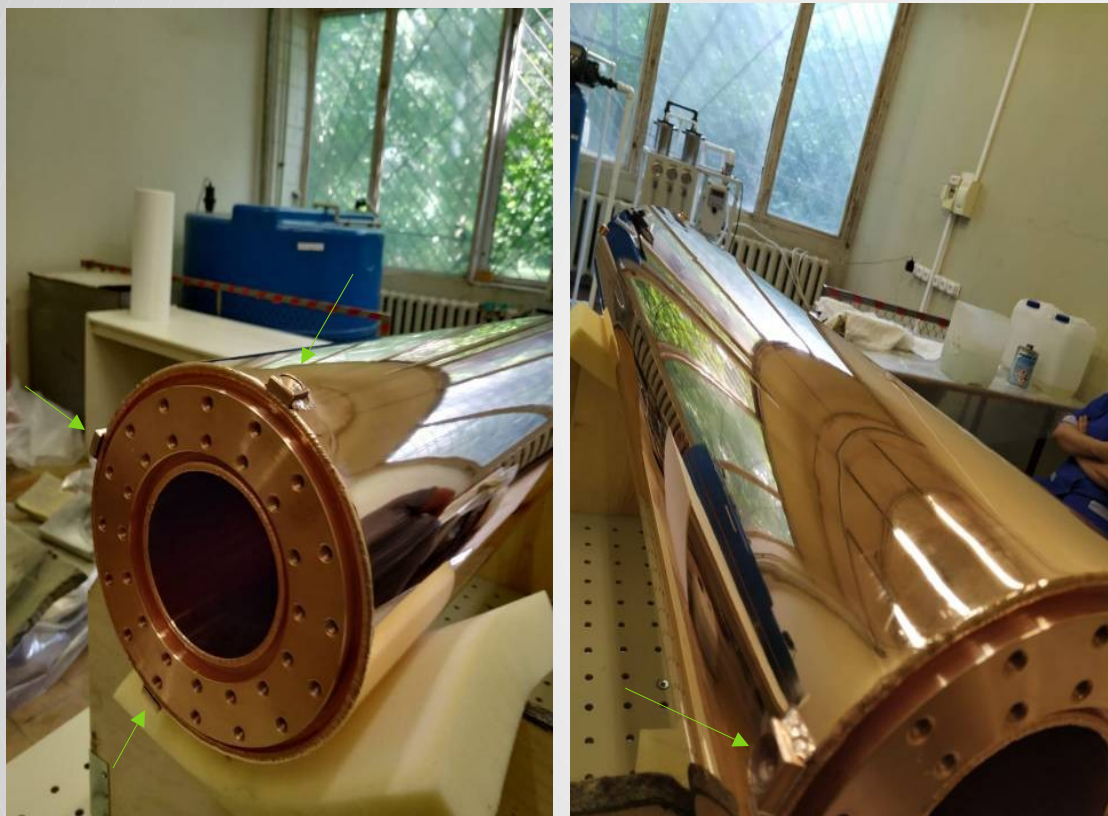
§3 Азотный криостат



3D-модель азотного криостат

Характеристики	
Длина, мм	998
Внутренний диаметр, мм	243
Внешний диаметр, мм	316
Масса, кг	55,6
Емкость, л	31(17)
Масса жидкого азота, кг	26
Период подливок, суток	~5

§4 Гелиевый криостат



Гелиевый криостат. Показаны упоры жесткой транспортной фиксации

Характеристики	
Длина, мм	1172
Внутренний диаметр, мм	108
Внешний диаметр, мм	213
Масса, кг	42
Емкость, л	31(17)
Масса жидкого гелия, кг	4
Период подливок, суток	~5

§5.1 Каркас соленоида



Прокладывание изолирующего слоя



Проверка геометрии каркаса
нивелиром перед намоткой

Каркас соленоида диаметром 56 мм (50 мм на КРИОН-2М и КРИОН-6Т):

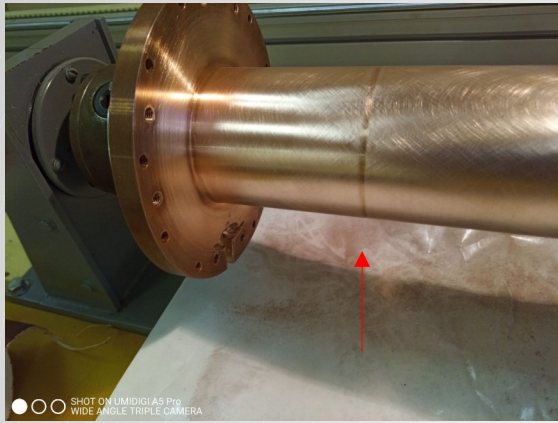
- *Уменьшение возможности деформации

- *Теплоотвод от обмотки больше

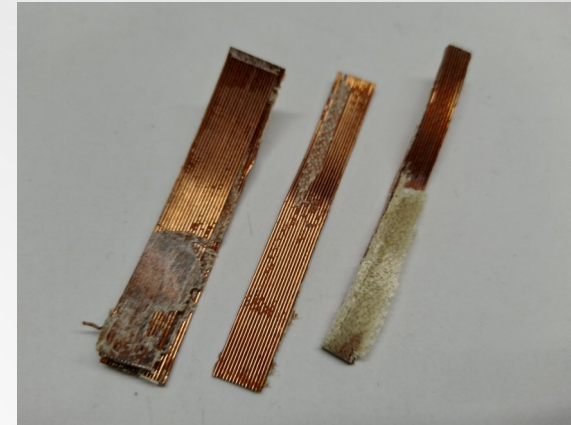
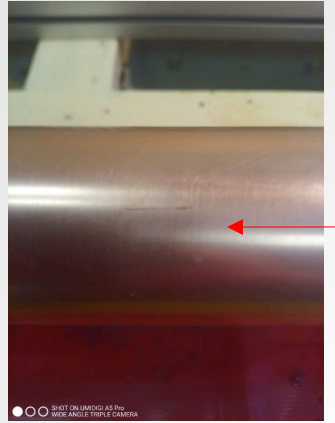
=>

- *Достижение больших полей

§5.2 Некоторые технологические особенности намотки сверхпроводящих соленоидов



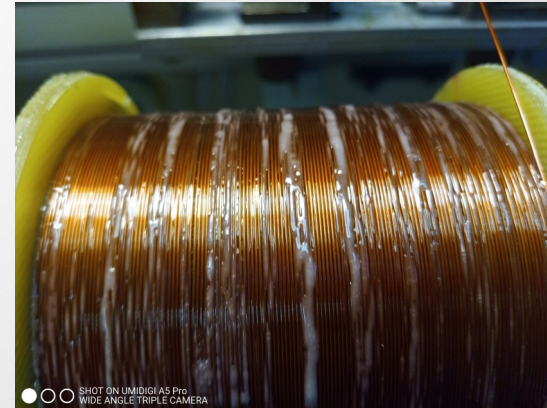
Устранение дефектов каркаса и обработка поверхности



Последствия недостаточного кол-ва смолы в препреге

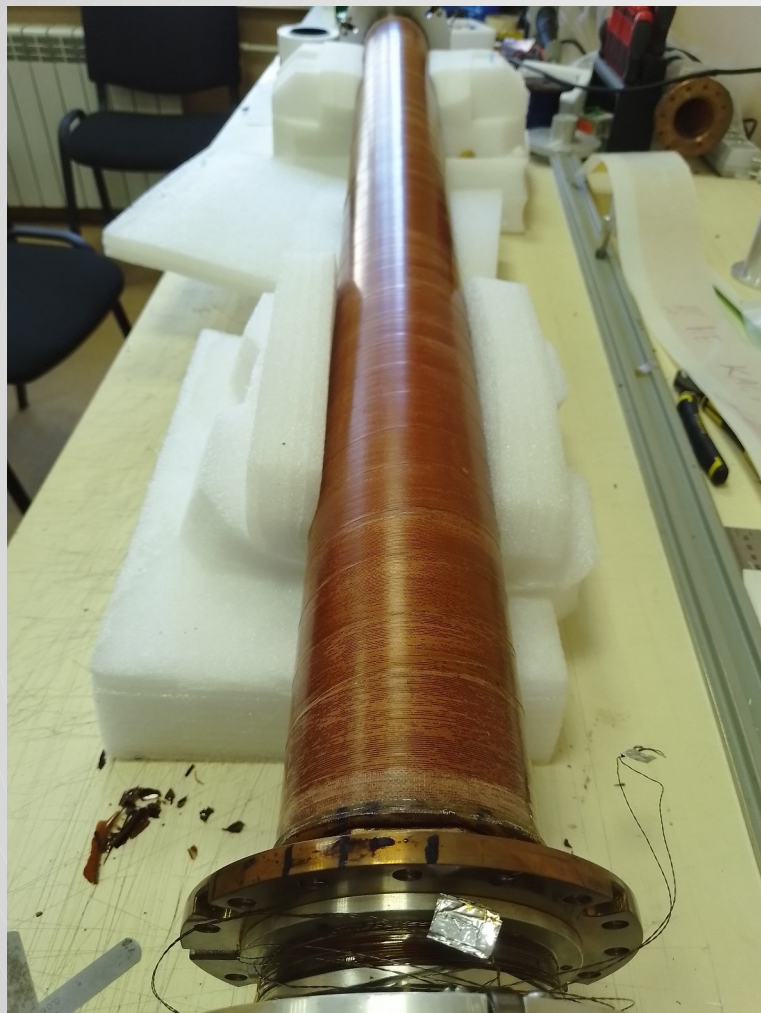


Поиск посторонних включений



Последствия избыточного кол-ва смолы в препреге

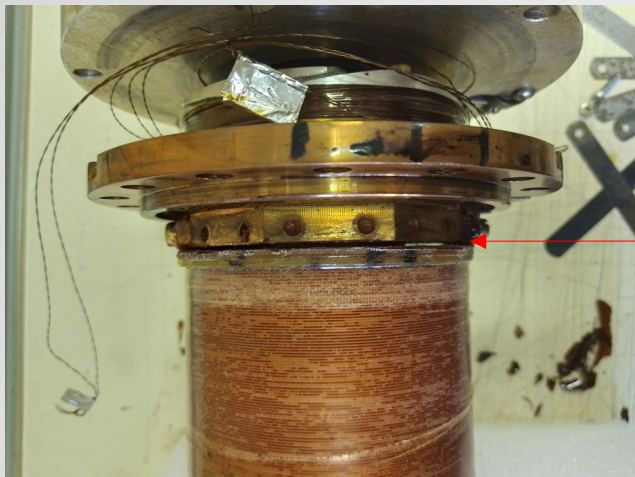
§5.3 Характеристики изготовленного сверхпроводящего соленоида



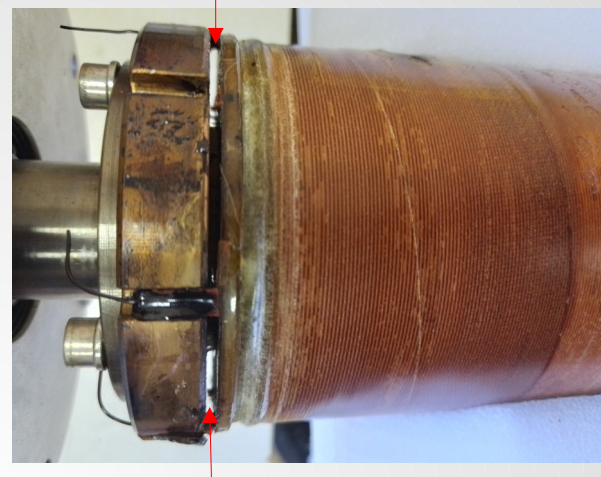
Соленоид, намотанный и запеченный

Длина обмотки (факт.), мм	1173
Диаметр каркаса, мм	56
Диаметр СП кабеля, мм	0,7
Кол-во слоёв обмотки	24
Кол-во слоёв бандажа	2
Кол-во витков обмотки	37195
Проектный ток, А	150
Максимальное поле при проектном токе, Тл	6,27
Длина сверхпроводника, км	~9

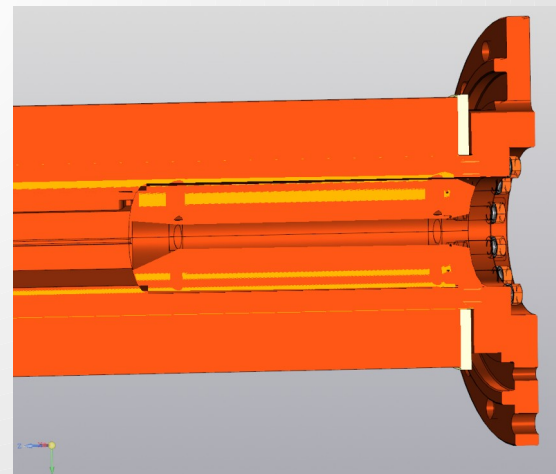
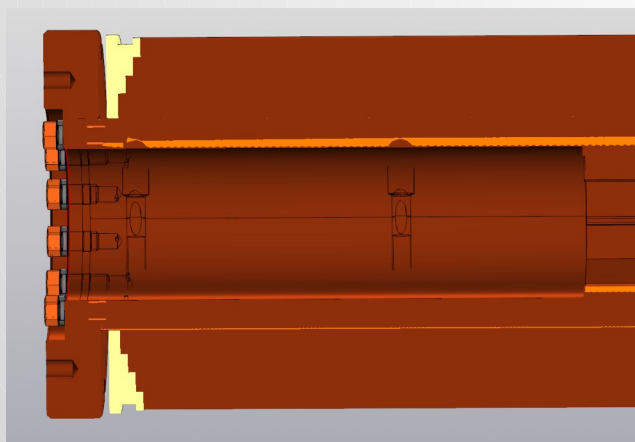
§5.4 Фактическая геометрия изготовленного соленоида



Отрыв обмотки от БФ (большого фланца)

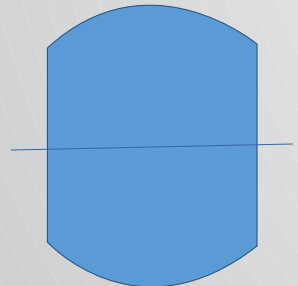


Отрыв обмотки от МФ (малого фланца)

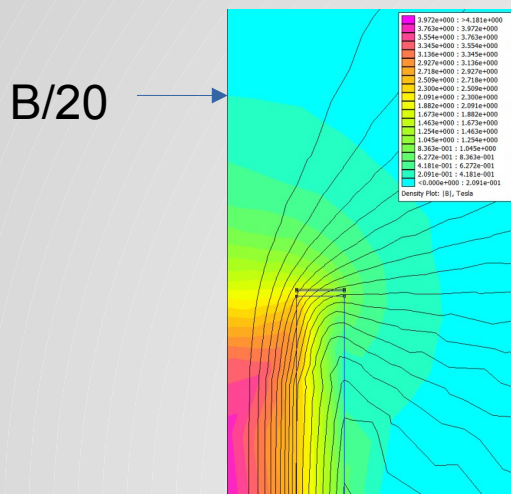


Фактическая геометрия обмотки перенесена в 3D-модель для дальнейших расчетов

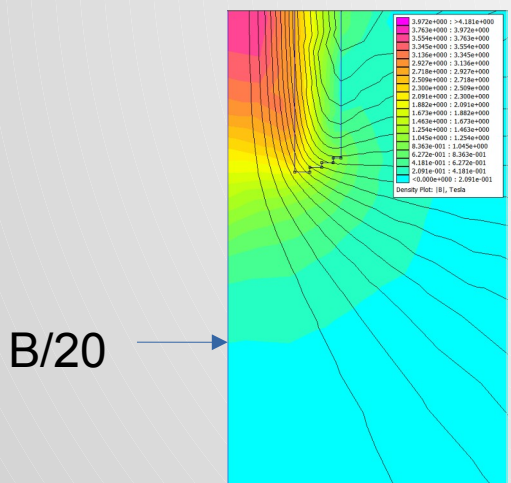
§5.5 Анализ фактической геометрии обмотки соленоида

Конусность каркаса		
	Диаметр каркаса у БФ, мм	55,8
	Диаметр каркаса у МФ, мм	55,9
	Макс. откл. диаметра каркаса от среднего значения, %	0,09
Эллиптичность обмотки		
	Диаметр обмотки в центре (азимут 0 гр.), мм	95,7
	Диаметр обмотки в центре (азимут 90 гр.), мм	95,8
	Эллиптичность, %	0,05
Бочкообразность обмотки		
	Диаметр обмотки у БФ (азимут 0 гр.), мм	95,0
	Диаметр обмотки в центре (азимут 0 гр.), мм	95,7
	Диаметр обмотки у МФ (азимут 0 гр.), мм	94,9
	Макс. откл. диаметра обмотки от среднего значения, %	0,42

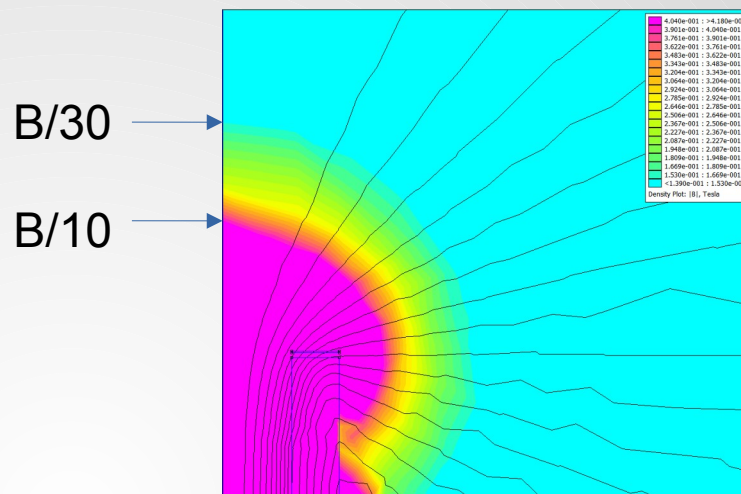
§5.6 Расчет магнитного поля соленооида согласно фактической геометрии (FEMM, 100А, В=4,18 Т)



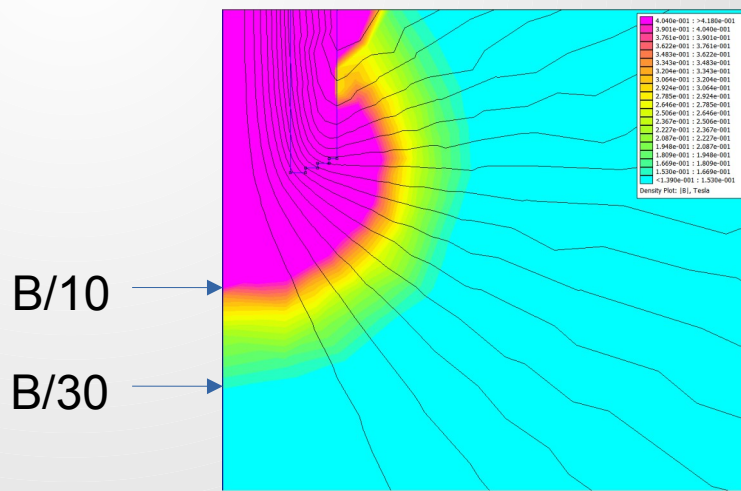
Сторона БФ



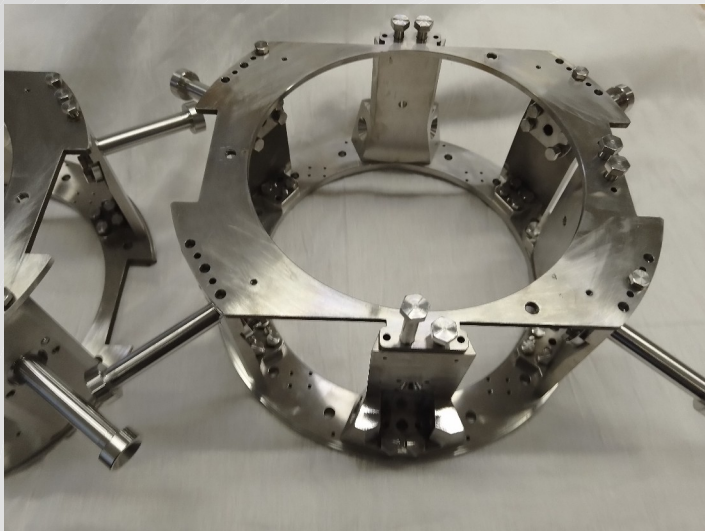
Сторона МФ



Сторона БФ



Сторона МФ



Система крепления тяг КРИОН-Н



Комплект тяг для КРИОН-Н



Испытания всех тяг
двукратной нагрузкой

§6.2 Характеристики тяг системы подвески. Испытания



Выборочные испытания тяг

Гелиевые тяги	
Рабочая нагрузка верхних гелиевых тяг, кг	56
Нагрузка выборочного испытания, кг	275
Диаметр тяг, мм	2
Длина тяг, мм	150
Теплоприток через все тяги, Вт	0,056
Азотные тяги	
Рабочая нагрузка верхних азотных тяг, кг	110
Нагрузка выборочного испытания, кг	475
Диаметр тяг, мм	2,7
Длина тяг, мм	190
Теплоприток через все тяги, Вт	0,65

§7 Градиентная структура ионной ловушки

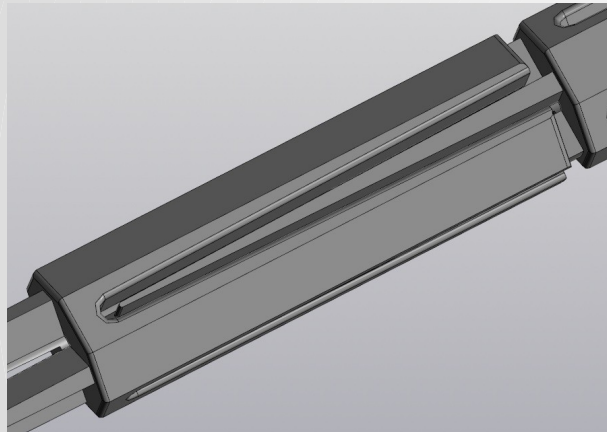
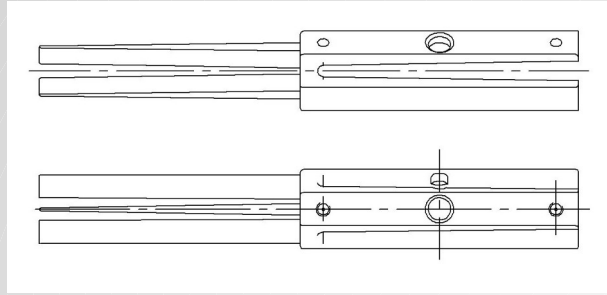
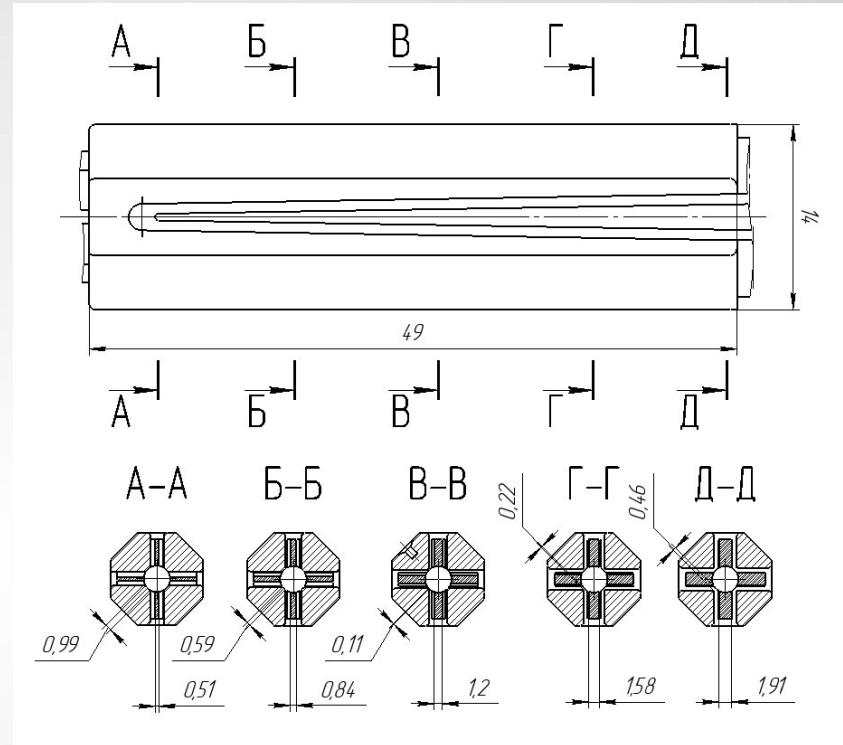


Чертёж и 3D модель секции
градиентной структуры

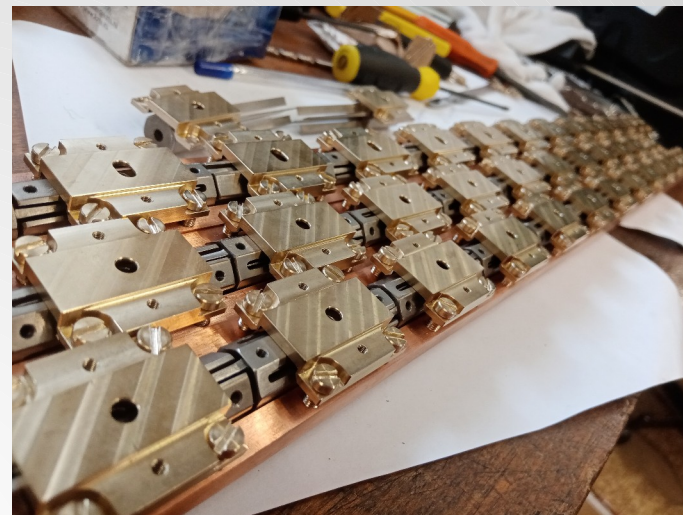


Взаимопроникновение соседних секций

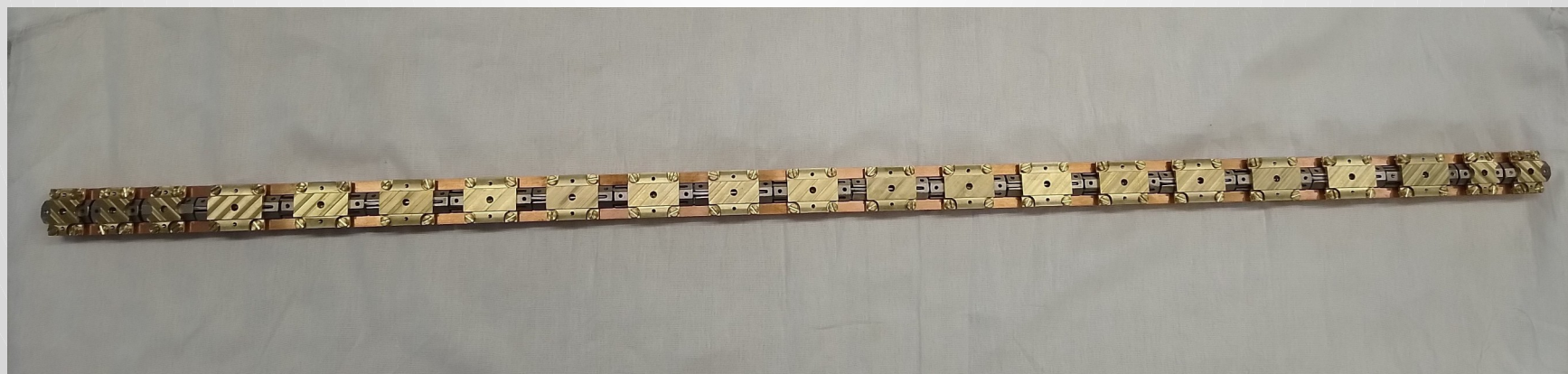
Характеристики секций структуры дрейфа	
Расстояние дрейфа в структуре КРИОН-6Т и КРИОН-2М, мм	50
Расстояние дрейфа в структуре КРИОН-N, мм	5
Ёмкость секции структуры КРИОН-N на корпус, пФ	~1000



Секции градиентной структуры



Комплект структур для КРИОН-2М,
КРИОН-6Т и КРИОН-N



Предварительно собранная (без изоляторов, проводников)
градиентная структура для КРИОН-N

Спасибо за внимание!