

С 3938

A-676

15/III 71

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

802/2-71

P8 - 5440



ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

Н.Г.Анищенко, В.А.Башилов, В.А.Васильев,
Б.З.Житников, А.Г.Зельдович, К.П.Кузнецов,
Ю.В.Макаров, Н.Н.Полынич, Ю.А.Шишов

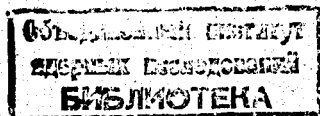
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ СОЛЕНОИД
ИЗ ШИНЫ НА ОСНОВЕ Nb_3Sn

1970

P8 - 5440

Н.Г.Анищенко, В.А.Башилов, В.А.Васильев,
Б.З.Житников, А.Г.Зельдович, К.П.Кузнецов,
Ю.В.Макаров, Н.Н.Полинчик, Ю.А.Шишов

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ СОЛЕНОИД
ИЗ ШИНЫ НА ОСНОВЕ $Nb_3 Sn$



Экспериментальный сверхпроводящий соленоид является первым в программе создания магнитов напряженностью поля 10-15 тесла с использованием станида ниобия (Nb_3Sn). Испытания соленоида позволили проверить качество сверхпроводящей шины и выяснить работоспособность элементов конструкции соленоида.

Внешний вид соленоида показан на рис. 1, детали - на рис. 2. Шина навивается в плоские диски (1) на опорные кольца; диски сжимаются фланцами (2) с помощью трубы (3) и гаек (4) (фланцы, труба и гайки изготовлены из стали X18H10T).

Электрическая изоляция дисков осуществляется стеклотекстолитовыми проставками (5) толщиной 4 мм, которые снабжены радиальными пазами для лучшего охлаждения соленоида. Пленка из лавсана толщиной 30 микрон служит межвитковой изоляцией. Диски охватываются бандажами (6), которые воспринимают часть радиальных электромеханических сил. Электрические выводы (7) выполняются из шины и соединяются чистым оловом с крайними витками дисков.

Верхний диск имеет два паяных стыка, нижний - десять; длина стыка составляет примерно 400 мм. Сверхпроводящая шина (рис. 3) получена методом диффузии олова в ниобиевую фольгу. Плакирующая медь в исходном состоянии (до соединения с ниобиевой лентой) имеет отношение сопротивлений $R_{300} / R_{4,2} = 15$.

Верхний диск испытан дважды: вначале при неплотной навивке, затем при плотной. В первом случае критический ток достигал 740 а, во втором - только 600 а. Однако неясно, связано ли понижение J_c с плотностью намотки. Одновременно с перематкой появились новые стыки и были вновь

припаяны выводы, качество пайки и могло повлиять на величину критического тока.

Критический ток нижнего диска, испытанного отдельно, составлял 500 а.

В таблице приведены параметры соленоида в целом. Напряженность поля, запасенная энергия и плотность тока даны при критическом состоянии соленоида. Наблюдается незначительная деградация критического тока по сравнению с коротким образцом.

Следует отметить, что в соленоид вошла лента не лучшего качества. Многие короткие образцы из других партий имели значительно больший критический ток. По-видимому, можно значительно поднять плотность тока в обмотке, используя ленту этих партий и тщательно выполняя пайку стыков.

При испытаниях варьировалась скорость ввода тока в соленоид: от 5 до 70 а/мин (максимальная скорость лимитировалась устройством регулирования выпрямителя). Не было замечено повышения критического тока при снижении скорости.

Переход соленоида в нормальное состояние без включения устройства эвакуации энергии проходил резко, неуправляемо, с выкипанием почти 8 литров гелия (что свидетельствует о полном превращении запасенной энергии соленоида в тепло).

Измерено распределение остаточного поля соленоида (рис. 4). Замер был сделан через 30-40 мин после выведения рабочего тока и размыкания цепи питания.

Таблица
Основные параметры соленоида

Внутренний диаметр соленоида по обмотке	112 мм
Внешний диаметр	270 мм
Высота	84 мм
Длина ленты	665 м
Индуктивность	0,164 гн
Максимальная напряженность магнитного поля	
в центре соленоида	3,2 тл
у обмотки	3,9 тл
Запасенная энергия	18,8 кдж
Критический ток	480 а
Плотность тока в обмотке	8000 а/см ²

Выводы

Испытания соленоида показывают, что шина на основе Nb_3Sn однородна по свойствам в пределах одной партии, а ее критические характеристики достаточно высоки. Характер начального (до 30 кэ) участка кривой J/H позволяет надеяться на получение с помощью этой шины полей около 100 кэ. Конструктивные элементы соленоида работали удовлетворительно и существенной переделки не требуют.

Рукопись поступила в издательский отдел
23 декабря 1970 года.

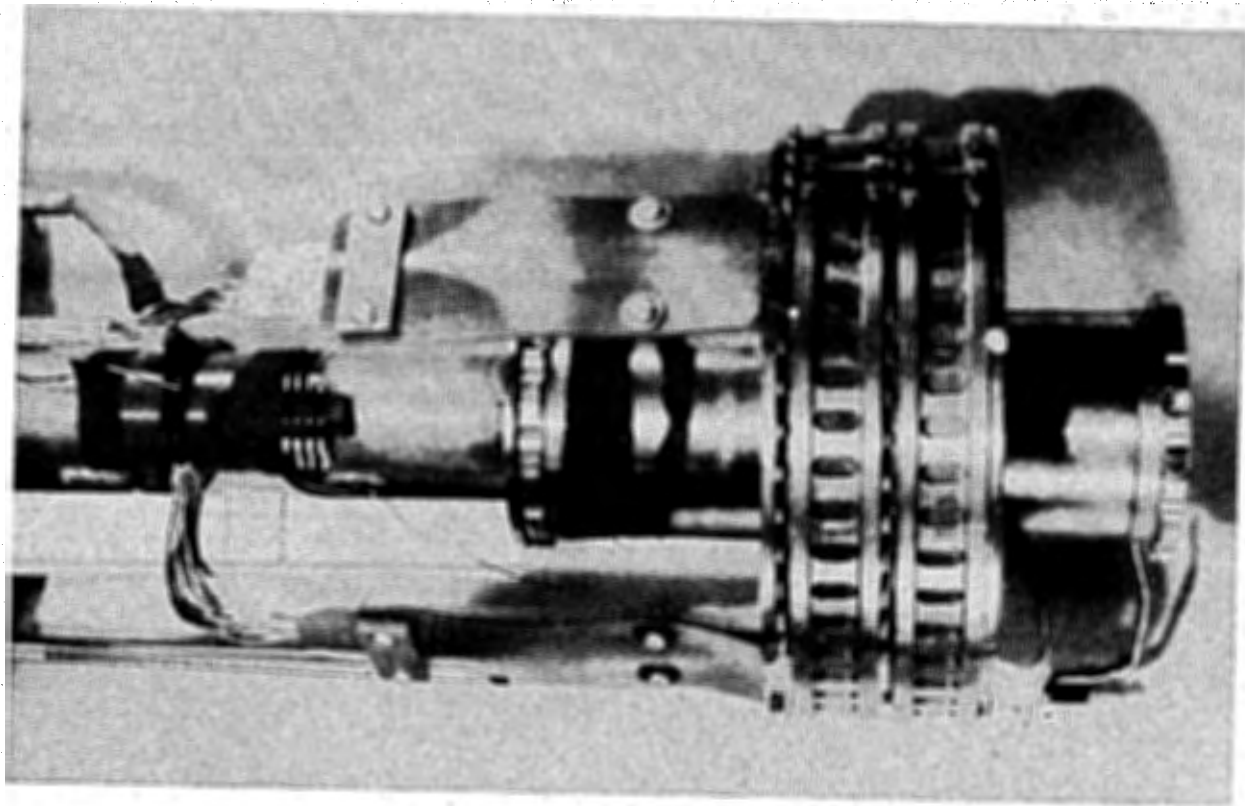


Рис. 1. Внешний вид соленоида.

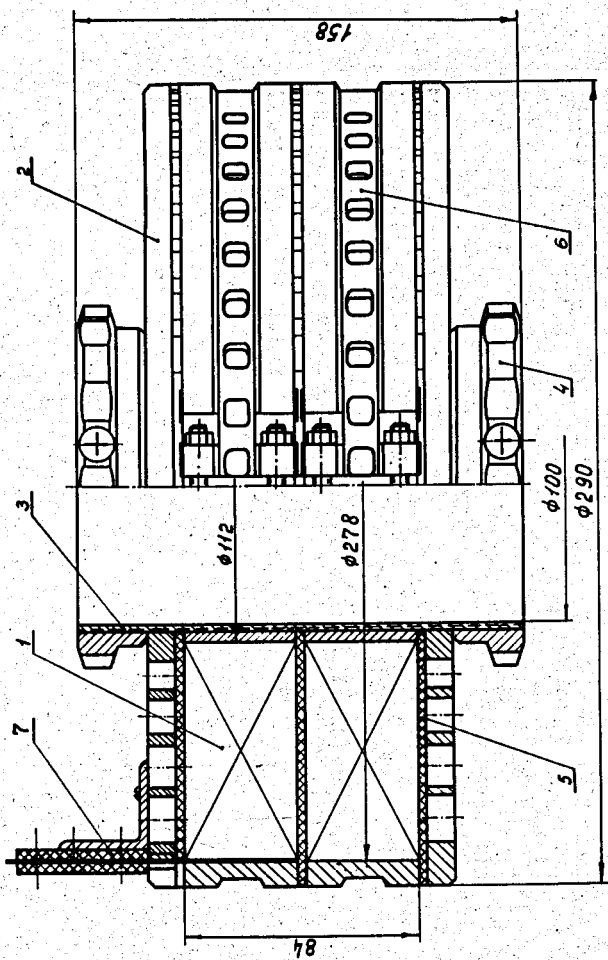


Рис. 2. Общий вид соленоида.

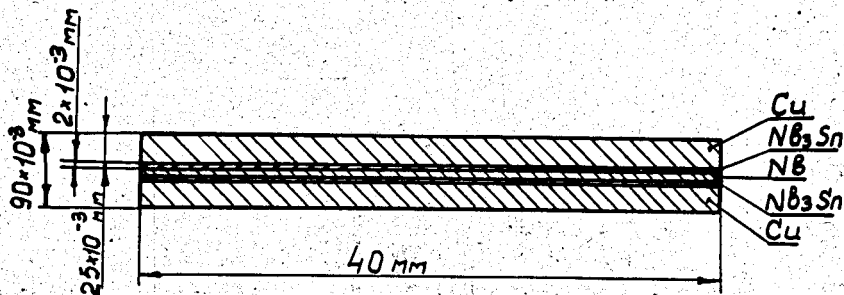


Рис. 3. Поперечное сечение сверхпроводящей ленты.

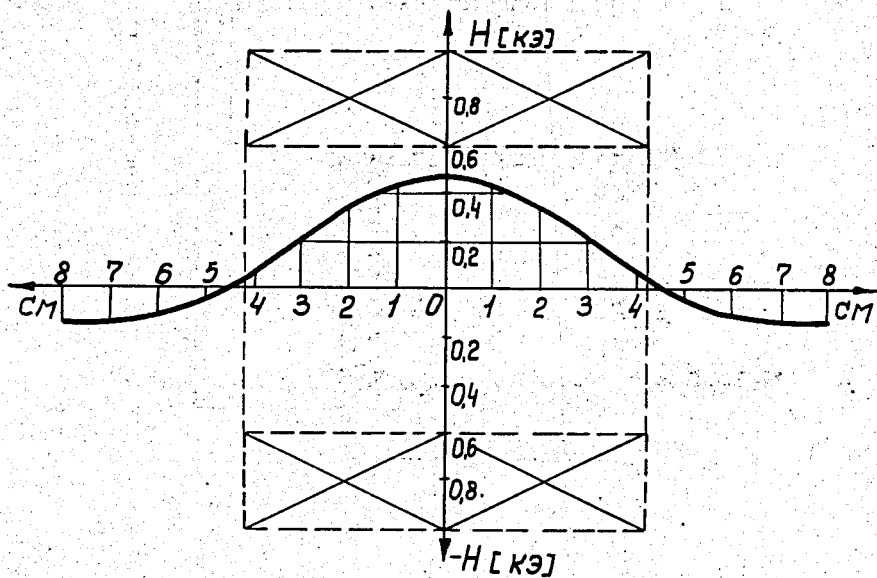


Рис. 4. Распределение остаточного поля.