

# Сверхпроводниковые технологии и проблемы использования отходов и вторичных ресурсов

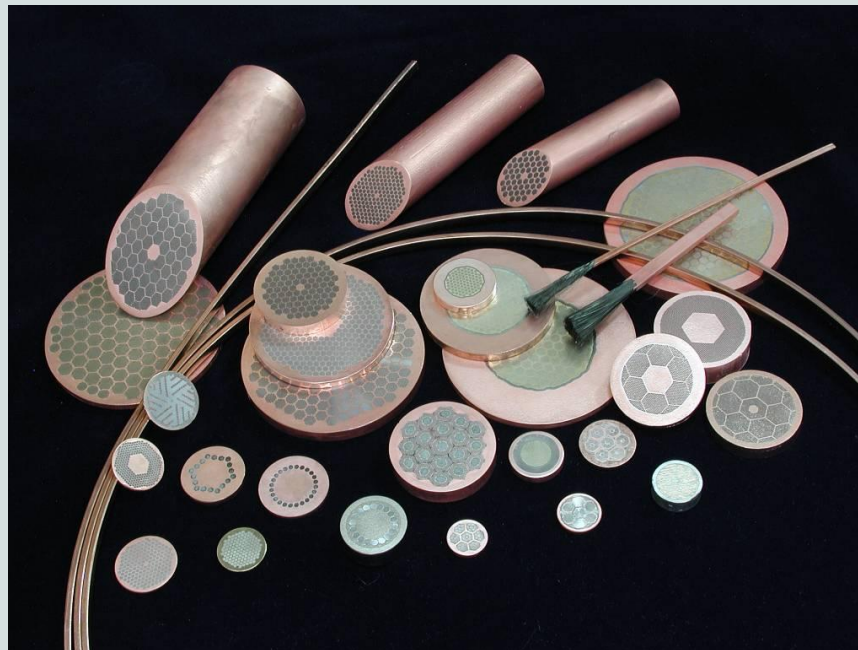
Л.И. Чубраева  
член-корр. РАН

Директор НИИ инновационных технологий  
в электромеханике и электроэнергетике  
ГУАП

Санкт-Петербург

## Металлические сверхпроводники: Nb-Ti, Nb<sub>3</sub>Sn

Хладагент: жидкий гелий (4,2 К)

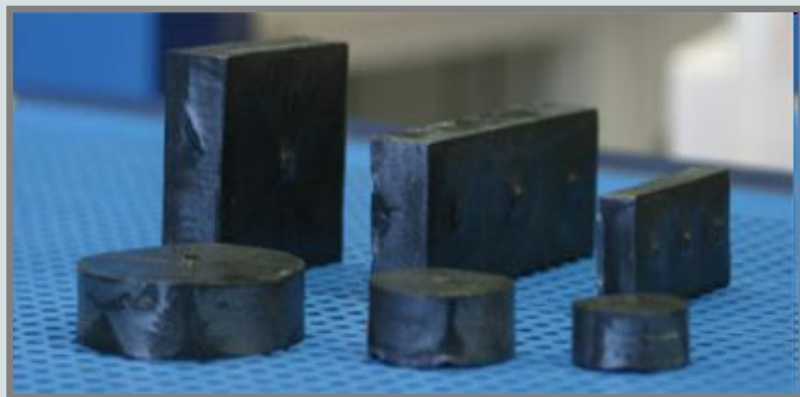


**Керамические сверхпроводники: Y-123 и Bi-2223**

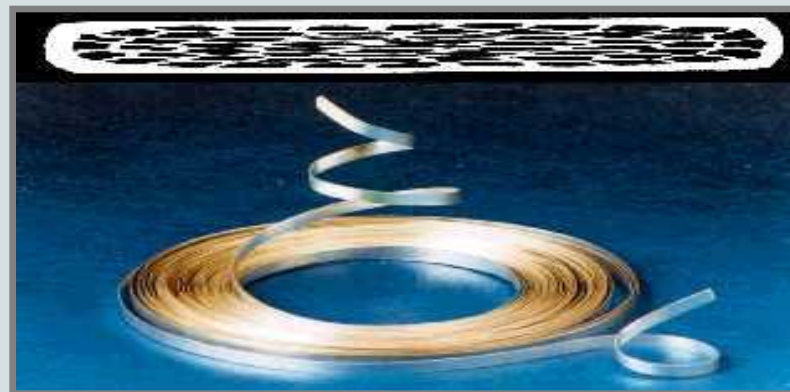
**Хладагент: жидкий или переохлажденный азот (77 – 65 K)**

**Металлический сверхпроводник: MgB<sub>2</sub>**

**Хладагенты: жидкий водород, жидкий неон**



**Массивные материалы**



**Ленточные материалы**

**Высокоградиентная  
магнитная сепарация  
с использованием сверхпроводимости**

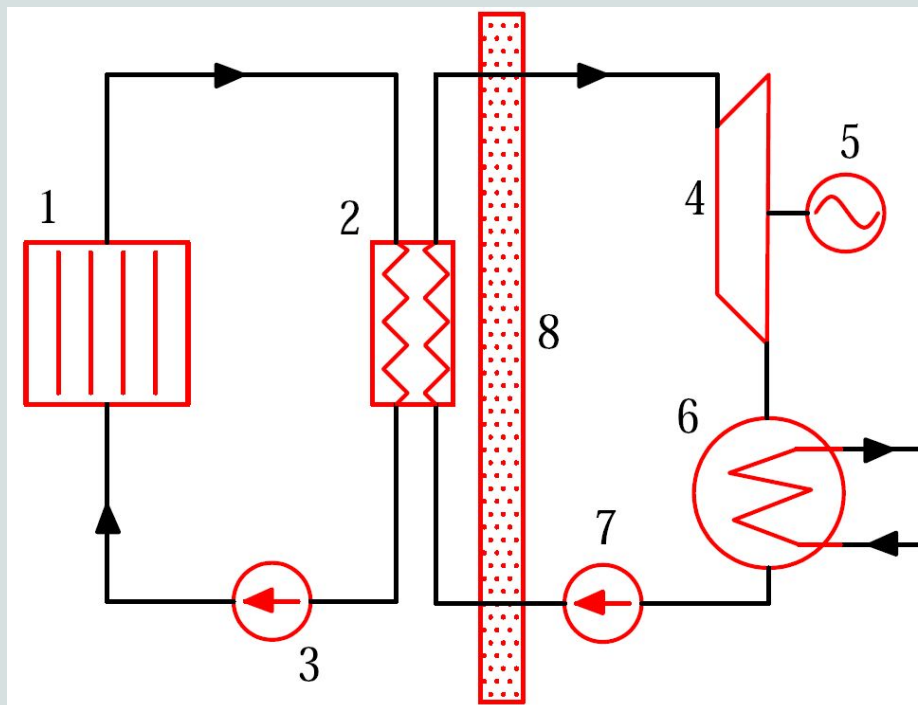


# Ленинградская атомная электростанция





# Двухконтурный цикл АЭС



1 – ядерный реактор; 2 – парогенератор для двухконтурной схемы; 3 – насос; 4 – паровая турбина; 5 – турбогенератор; 6 – конденсатор; 7 – конденсаторный насос; 8 – биологическая защита

## Результаты очистки воды на АЭС



<b>Нуклиды</b>	$^{54}\text{Mn}$	$^{60}\text{Co}$	$^{95}\text{Zn}$	$^{95}\text{Nb}$	$^{106}\text{Ru}$	$^{134}\text{Cs}$
Активность до фильтра Бк/л	<b>535</b>	<b>3150</b>	<b>235</b>	<b>170</b>	<b>1040</b>	<b>2670</b>
Активность после фильтра Бк/л	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>205</b>
<b>Нуклиды</b>	$^{137}\text{Cs}$	$^{144}\text{Ce}$	$^{152}\text{Eu}$	$^{154}\text{Eu}$	$^{155}\text{Eu}$	$^{241}\text{Am}$
Активность до фильтра Бк/л	<b>19700</b>	<b>2830</b>	<b>460</b>	<b>355</b>	<b>105</b>	<b>125</b>
Активность после фильтра Бк/л	<b>1200</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

\*Работа выполнена в ИСФТТ РНЦ «Курчатовский институт»



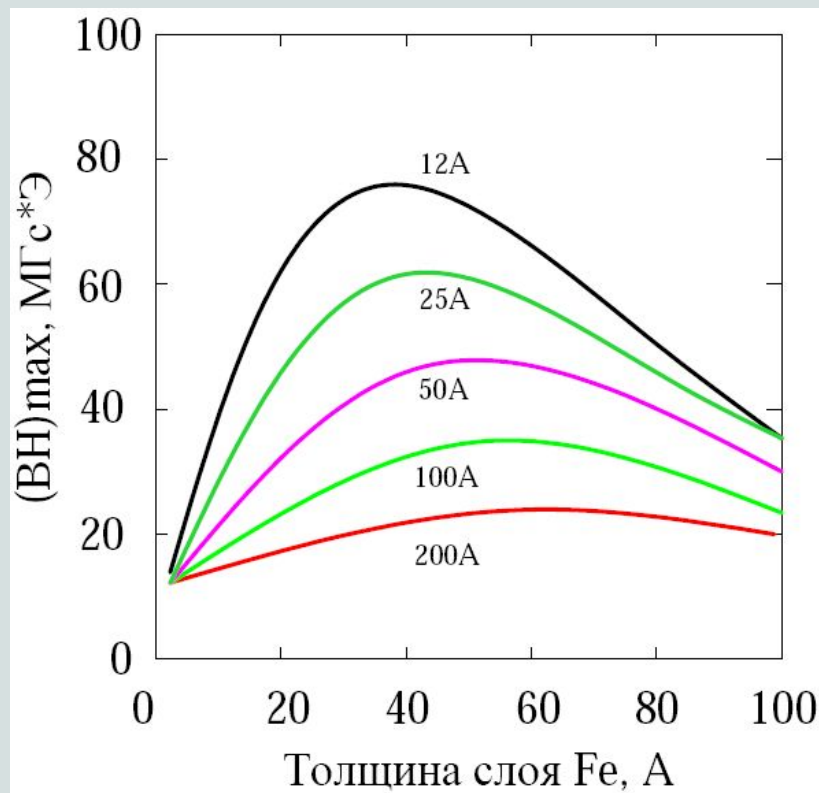
**Магнитная сепарация газообразных выбросов**

**Магнитная сепарация сточных вод**

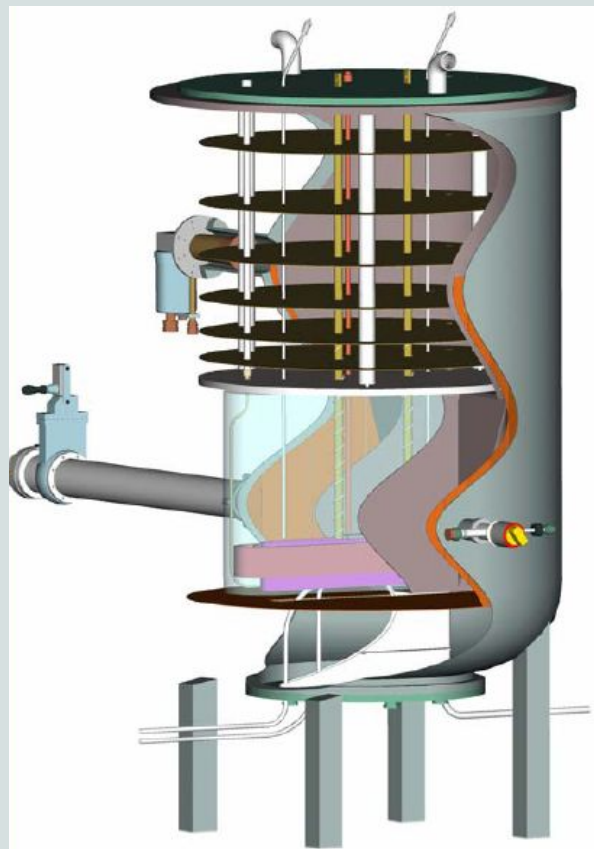




## Магниты с переменными свойствами

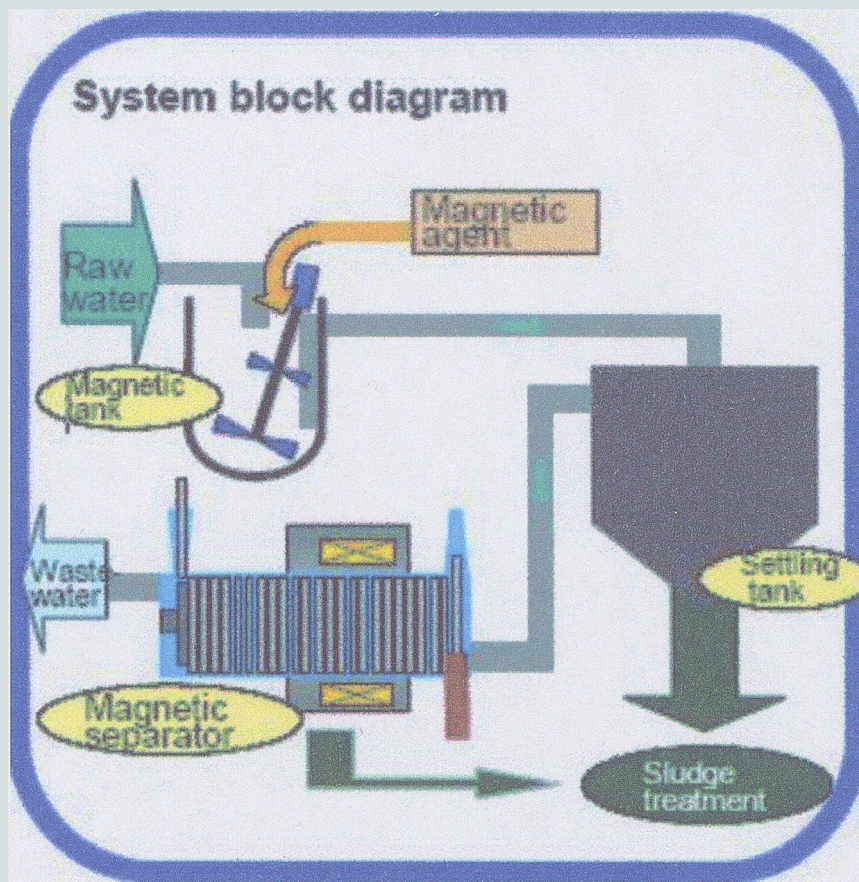


Толщина слоя железа в редкоземельном магните



Принципиальная схема  
криостата сепаратора  
со сверхпроводящей  
магнитной системой  
(Финляндия)

# Вторичная переработка бумажных отходов




Сепаратор со сверхпроводниковым магнитом для очистки сточных вод целлюлозно-бумажного комбината производительностью 2000 тонн в сутки (г. Осака, Япония)



# Ограничение зарастания водоемов

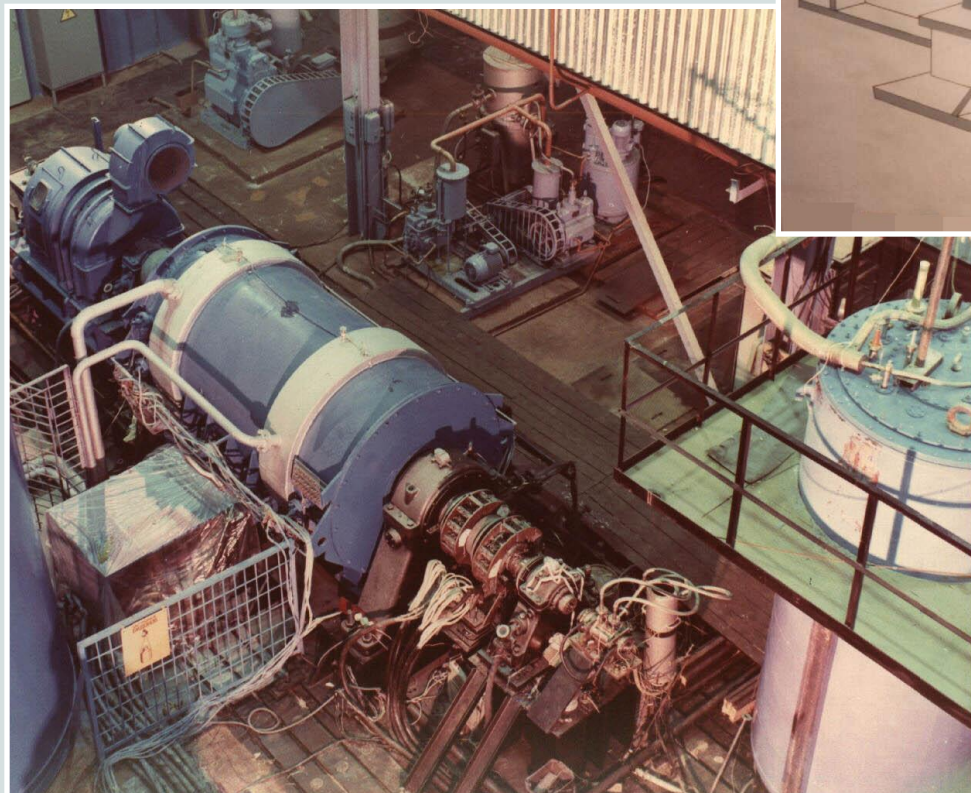
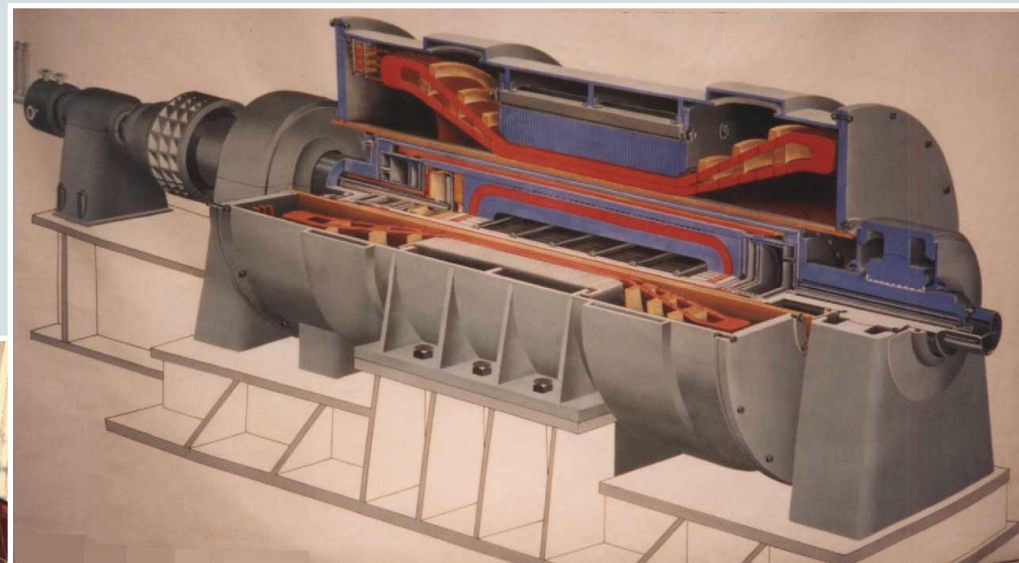




**Использование  
низкопотенциального тепла  
в теплонасосных установках**

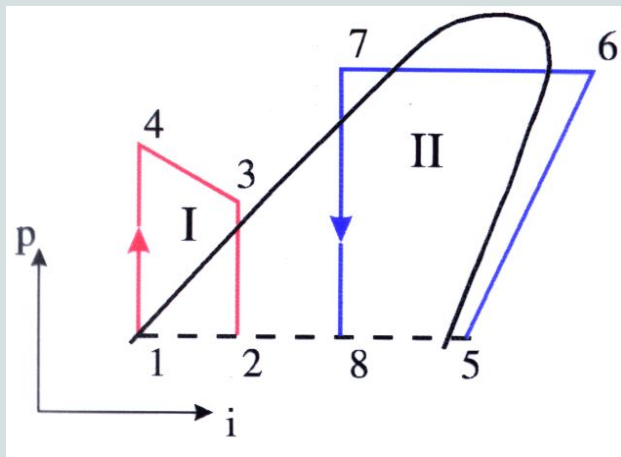
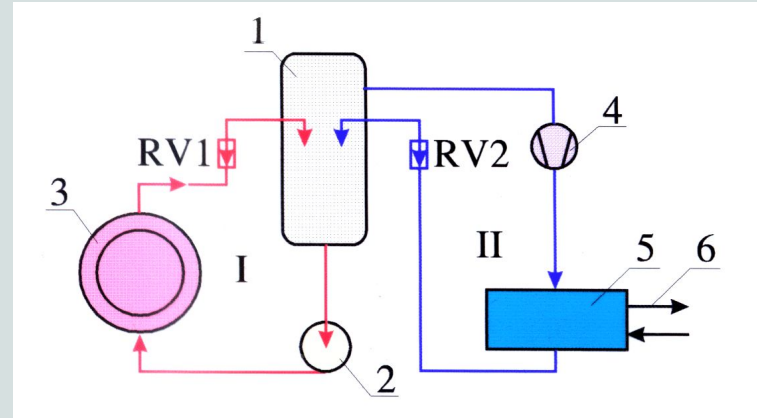


# Сверхпроводниковый генератор 20 МВ·А

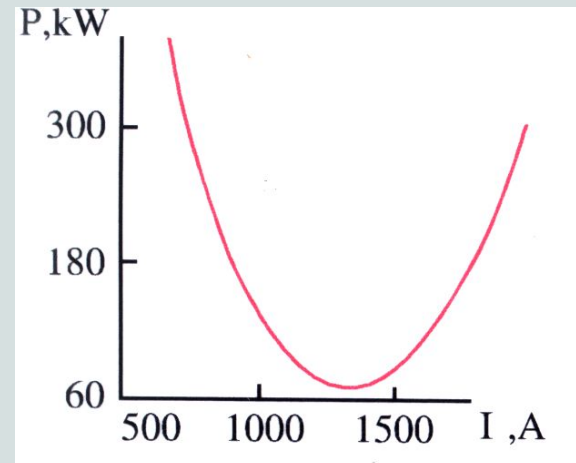


# Теплонасосная установка СП генератора

Принципиальная схема теплового насоса  
1 – разделительный сосуд, 2 – насос,  
3 – статор турбогенератора,  
4 – компрессор, 5 – конденсатор, 6 – горячая вода для потребителей



Циклы охлаждения статора I  
и теплового насоса II

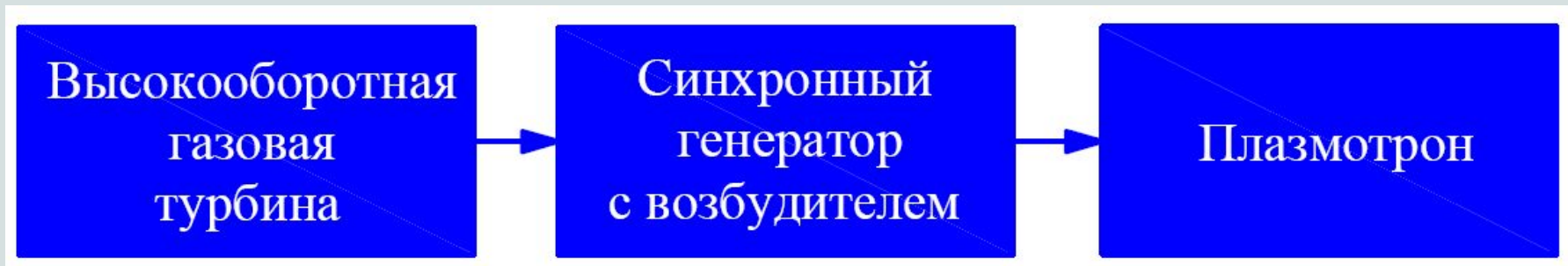


Потери в статоре в режиме  
синхронного компенсатора

**Деструкция высокотоксичных отходов  
с помощью передвижных установок**



# Принципиальная схема электроэнергетической части передвижной установки



\*Работа выполнялась совместно с ИЭЭ РАН



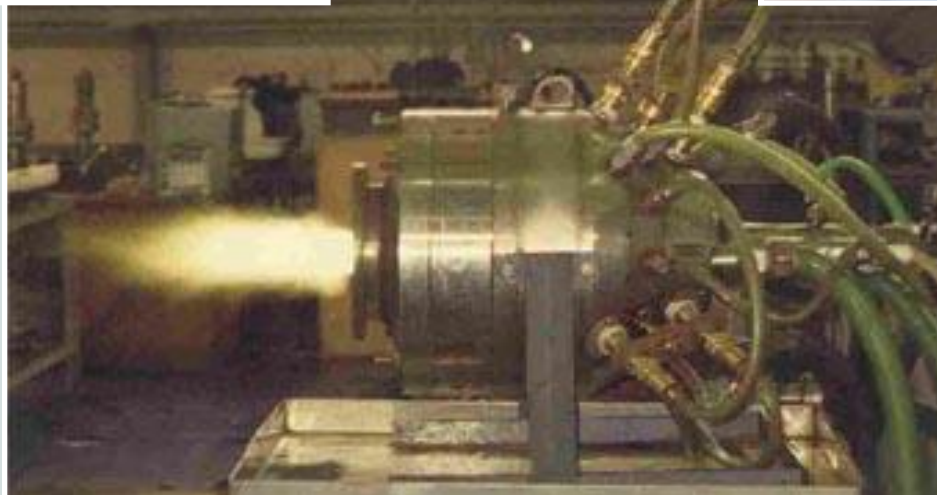
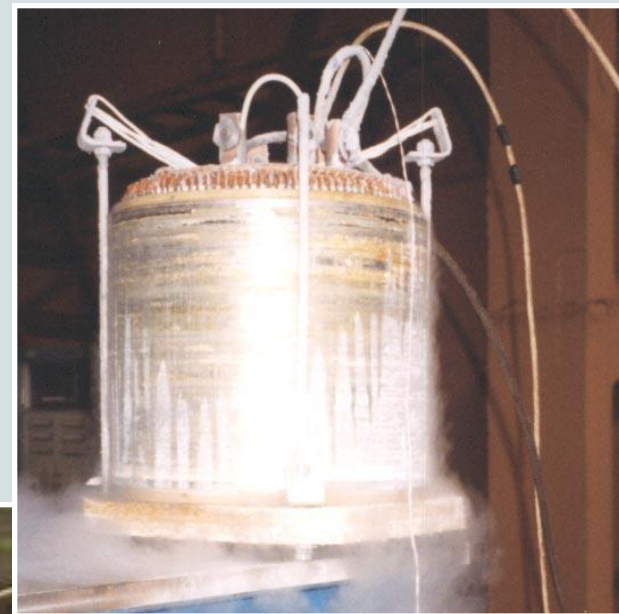
# Элементы установки с криогенным генератором



← Генератор

Статор →

Плазмотрон





**СПАСИБО  
ЗА ВНИМАНИЕ**