Разработка способа и системы ускоренного охлаждения вакуумных печей

с теплоизоляцией на основе углерод-углеродного композиционного материала

Студент: Шагеев Э.Р.

Научный руководитель: Погребисский М.Я.

Материалы

Теплоизоляция высокотемпературных вакуумных печей
Футеровка
Тепловые экраны
Низкоплотные углерод-углеродные композиционные материалы
Тепловые экраны с высокими отражающими свойствами
Преимущества:
✔ низкое значение коэффициента теплопроводности
✔ низкое значение степени черноты

Свойства НПУУКМ

•Открытая пористость от 60 до 80%.,

•плотность в пределах 0,23 ± 0,02 г/см3,

•теплопроводность 0,25 Вт/м·К.

Применение

Использование в качестве теплоизоляции углерод-углеродного композиционного материала позволяет сократить потребление энергии (до 40%) и обеспечивает более высокую и стабильную равномерность температурного поля. [1]

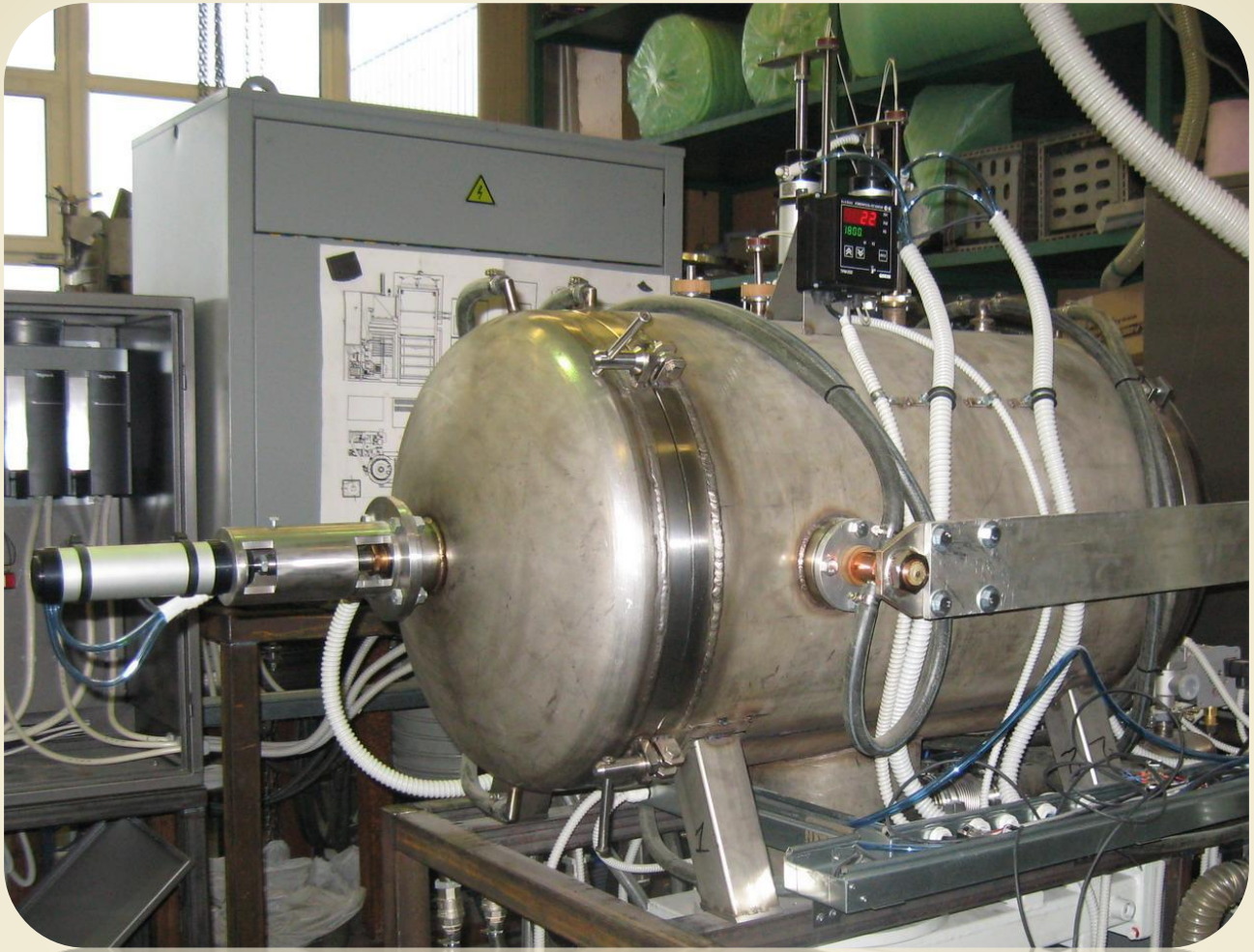


Рис. 1 ВС-16-18-У

Печь предназначена для спекания пористых фильтрующих элементов

Рис.2 Рабочая камера

- Размеры рабочего пространства: 200x400x200 мм
- Рабочая камера с возможностью ускоренного охлаждения

Рис. 3 Нагреватель

- Максимальная температура рабочей зоны: 1800°С
- Расчетная мощность нагревателя: 40 кВт

Техническое противоречие

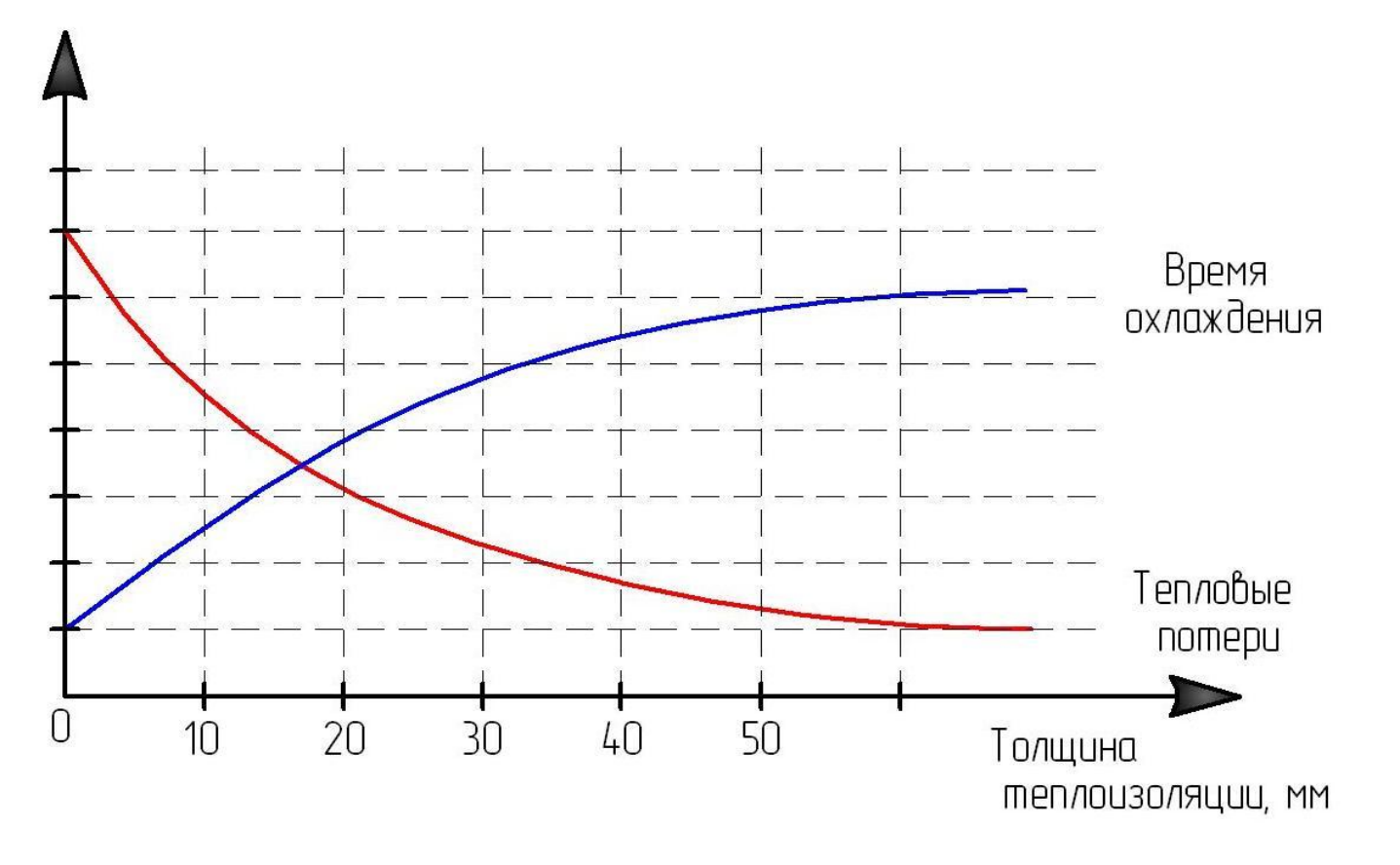
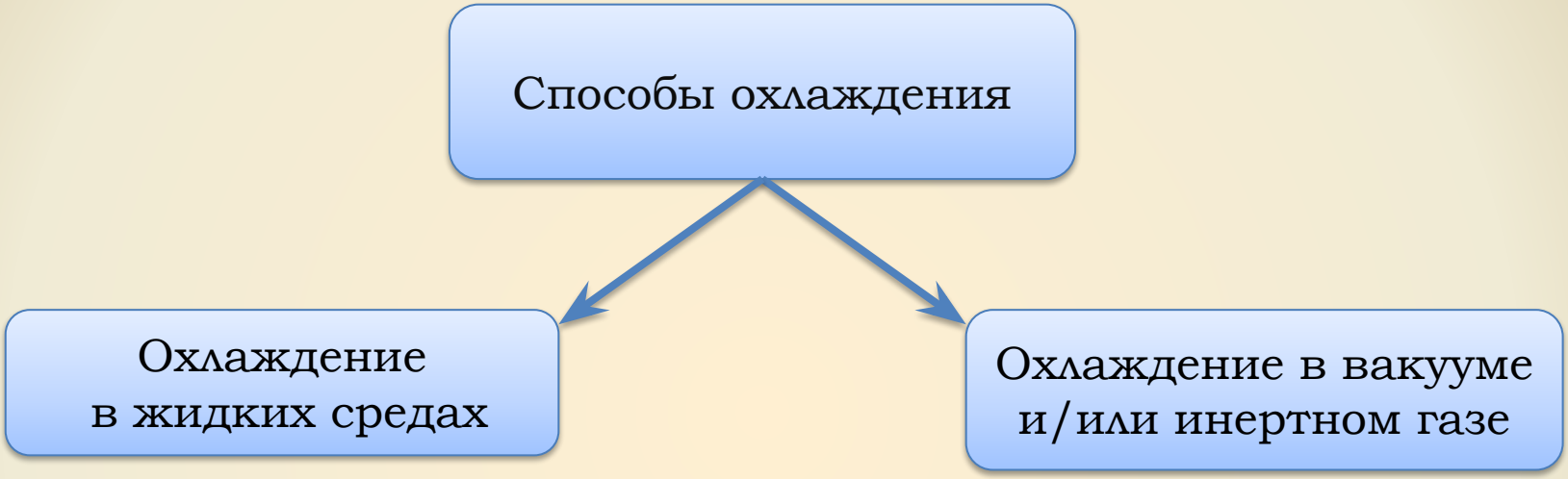


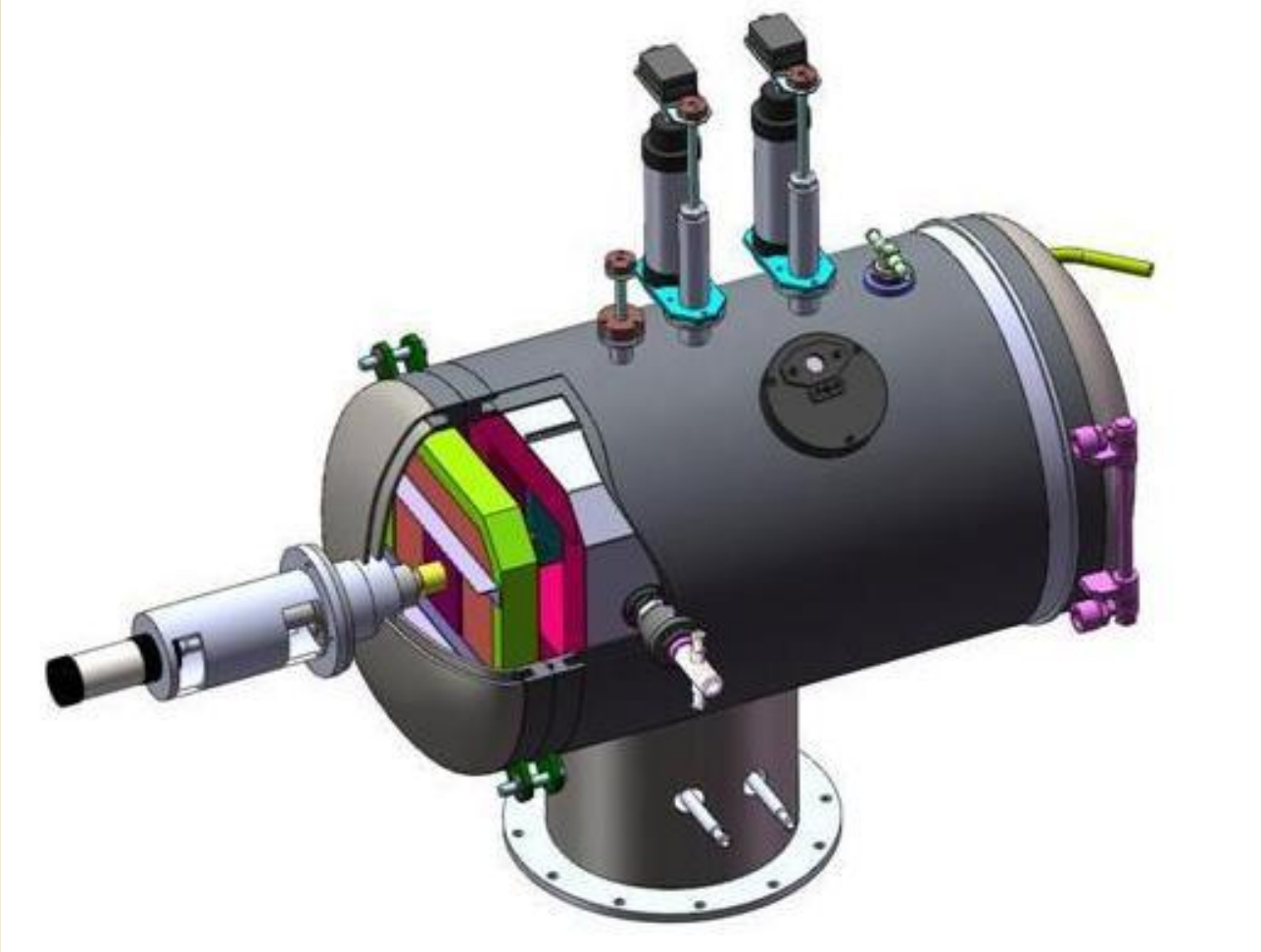
Рис.4 Зависимость показателей технологического процесса от толщины теплоизоляции

Охлаждение



- крайне ограниченная возможность влияния на скорость охлаждения
- возникновение деформаций при высоких скоростях охлаждения
- применимо не во всех технологических процессах

- неравномерность теплового поля
- при охлаждении газом возможно появление «застойных» зон



Решение технического противоречия:

Подвижная торцевая стенка теплоизоляции позволяет значительно увеличить скорость охлаждения загрузки

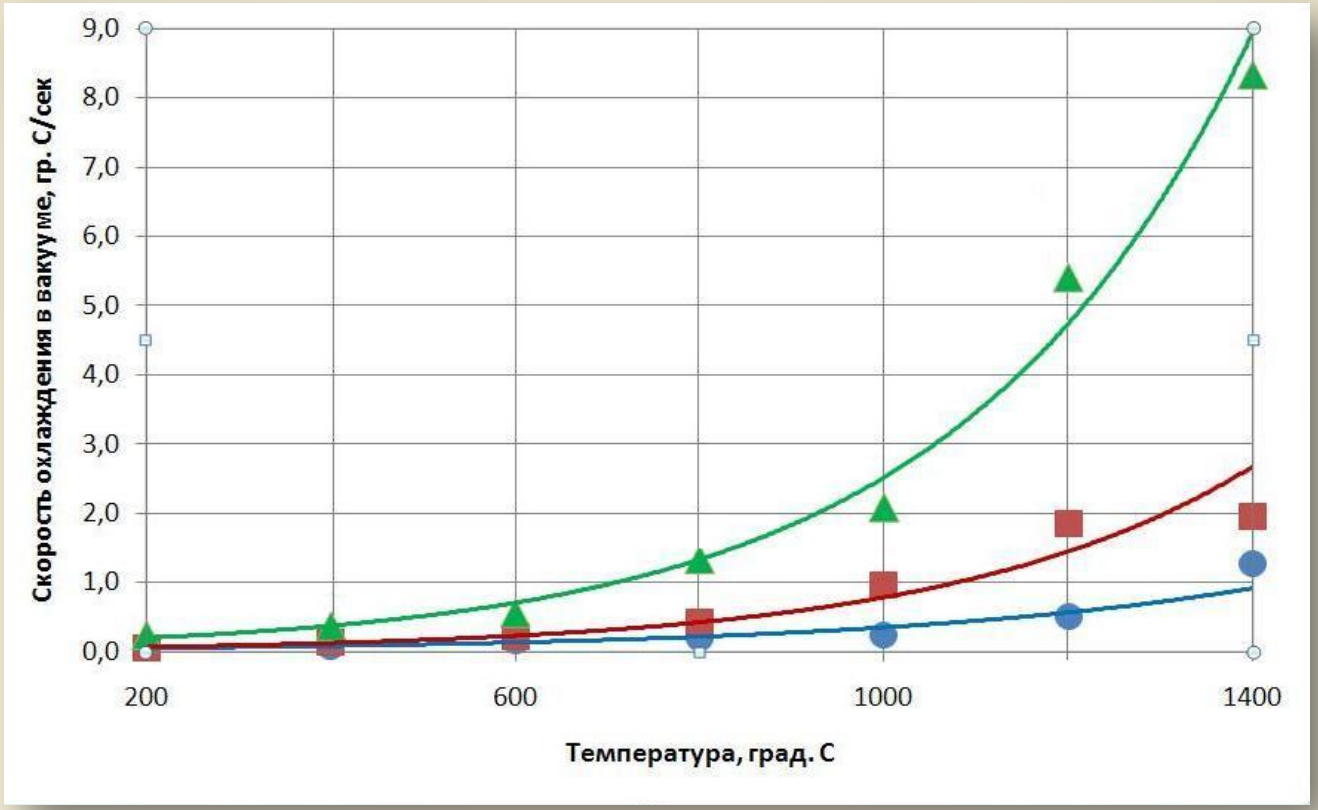


Рис.5. Изменение скорости охлаждения камерной печи объемом рабочего пространства 16 дм^3 в зависимости от температуры:

●- футеровка печи выполнена из низкоплотного (0,3-0,4 г/см^3) УУКМ; ■ -теплоизоляция – блок экранов (Мо, сталь 12Х18Н10Т); ▲ – футеровка из низкоплотного (0,3-0,4 г/см^3) УУКМ с подвижной торцевой теплоизоляцией. Охлаждение в вакууме 10 $^{-2}$ Па.

Предлагаемая конструкция теплоизоляции

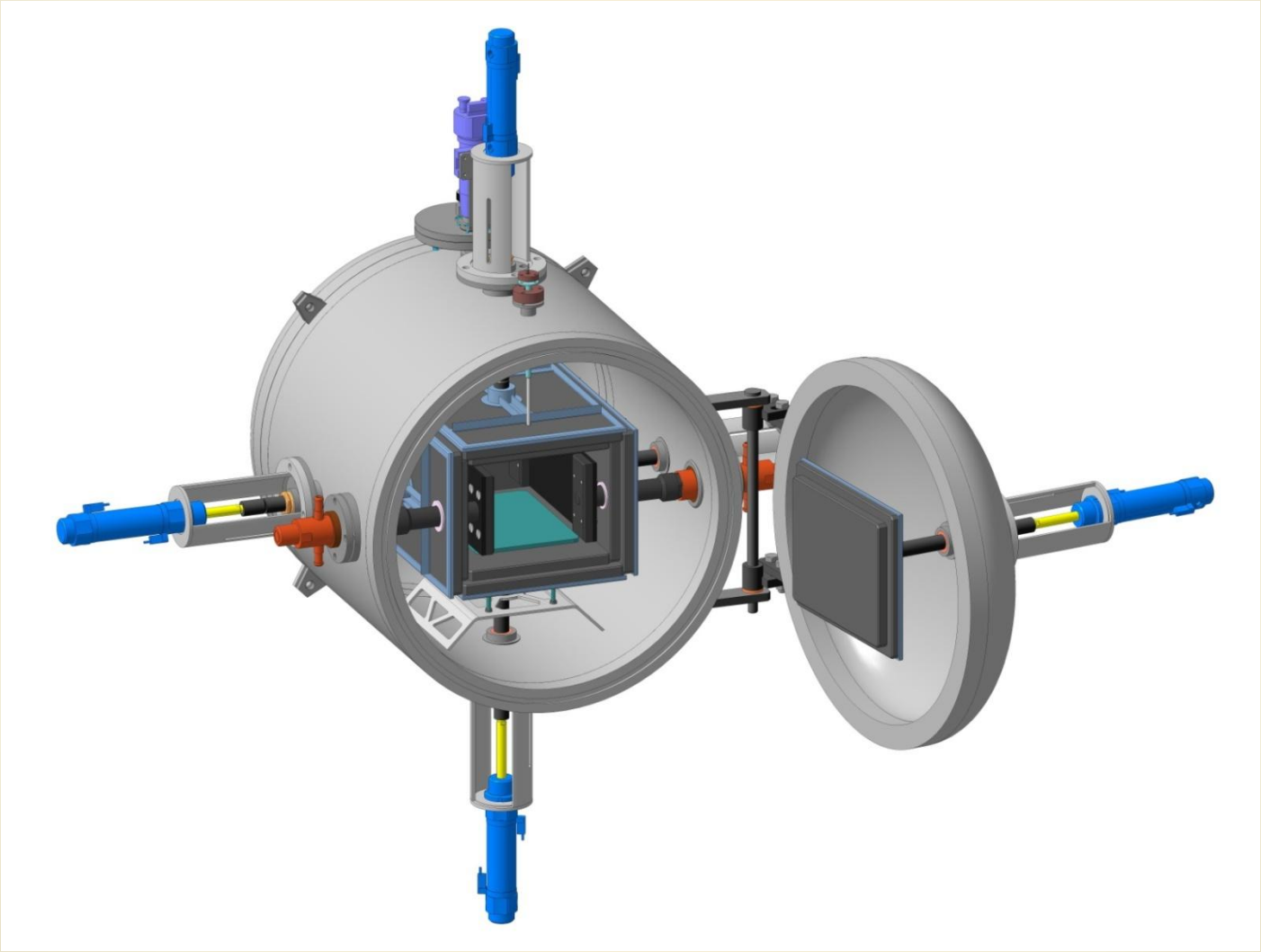
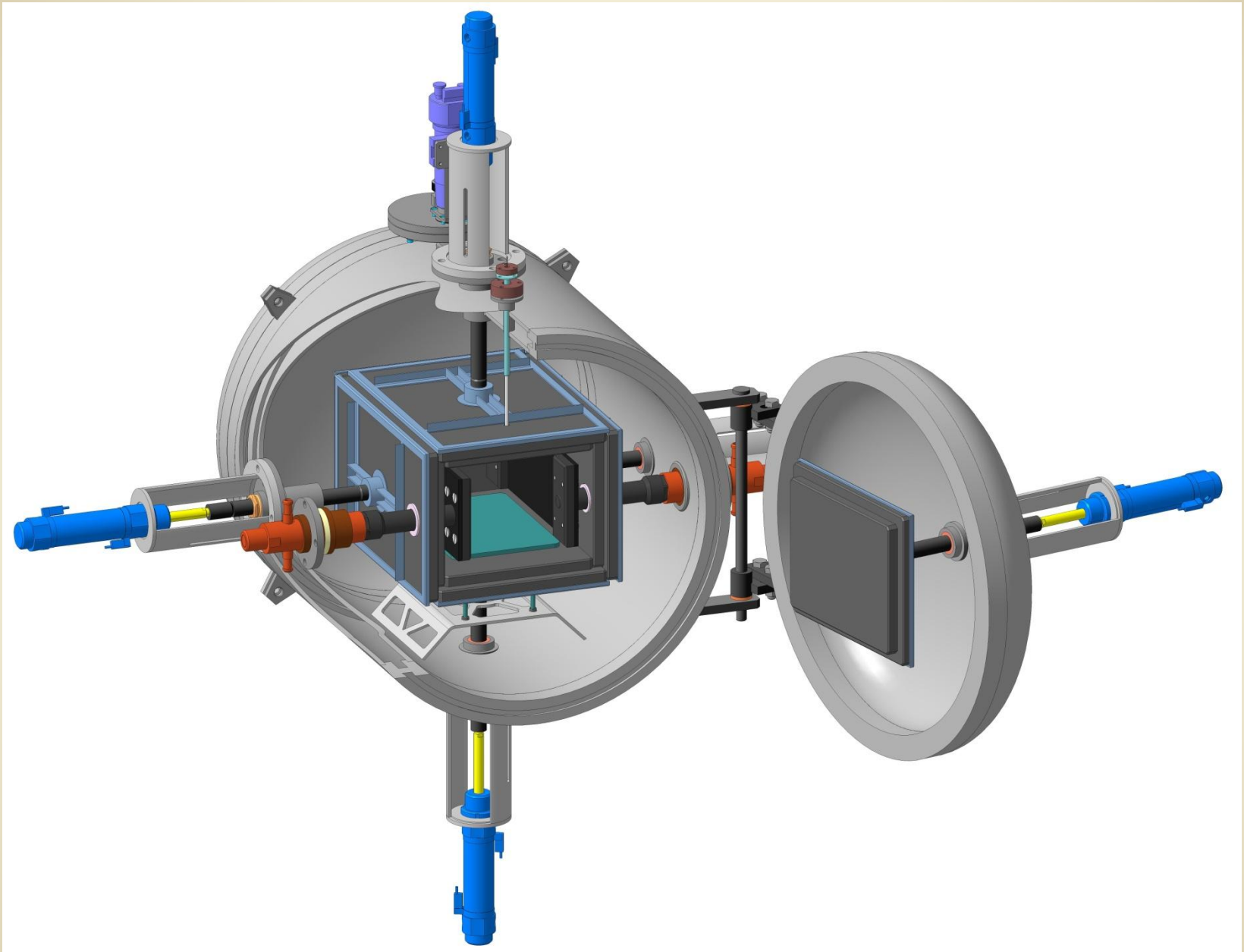
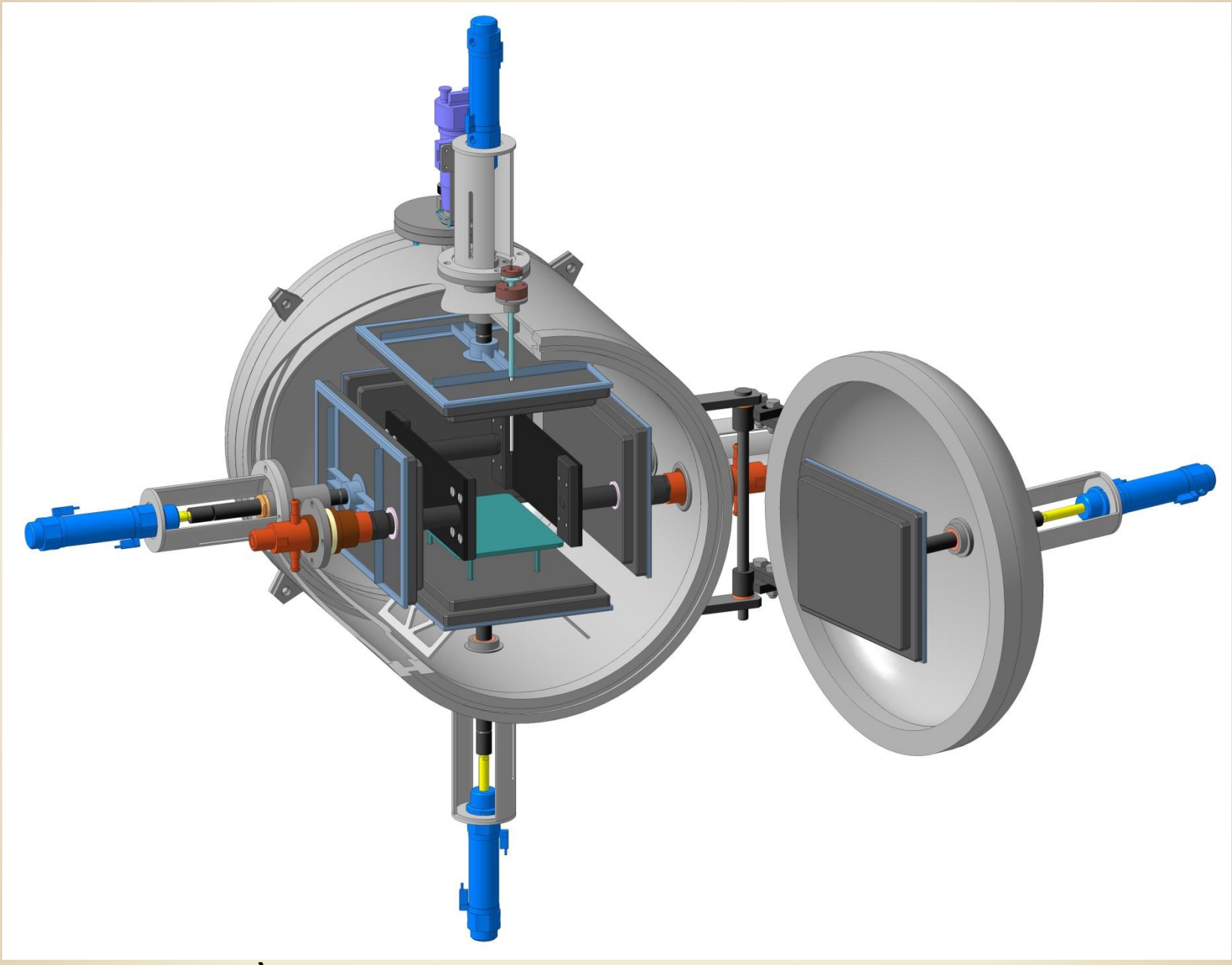


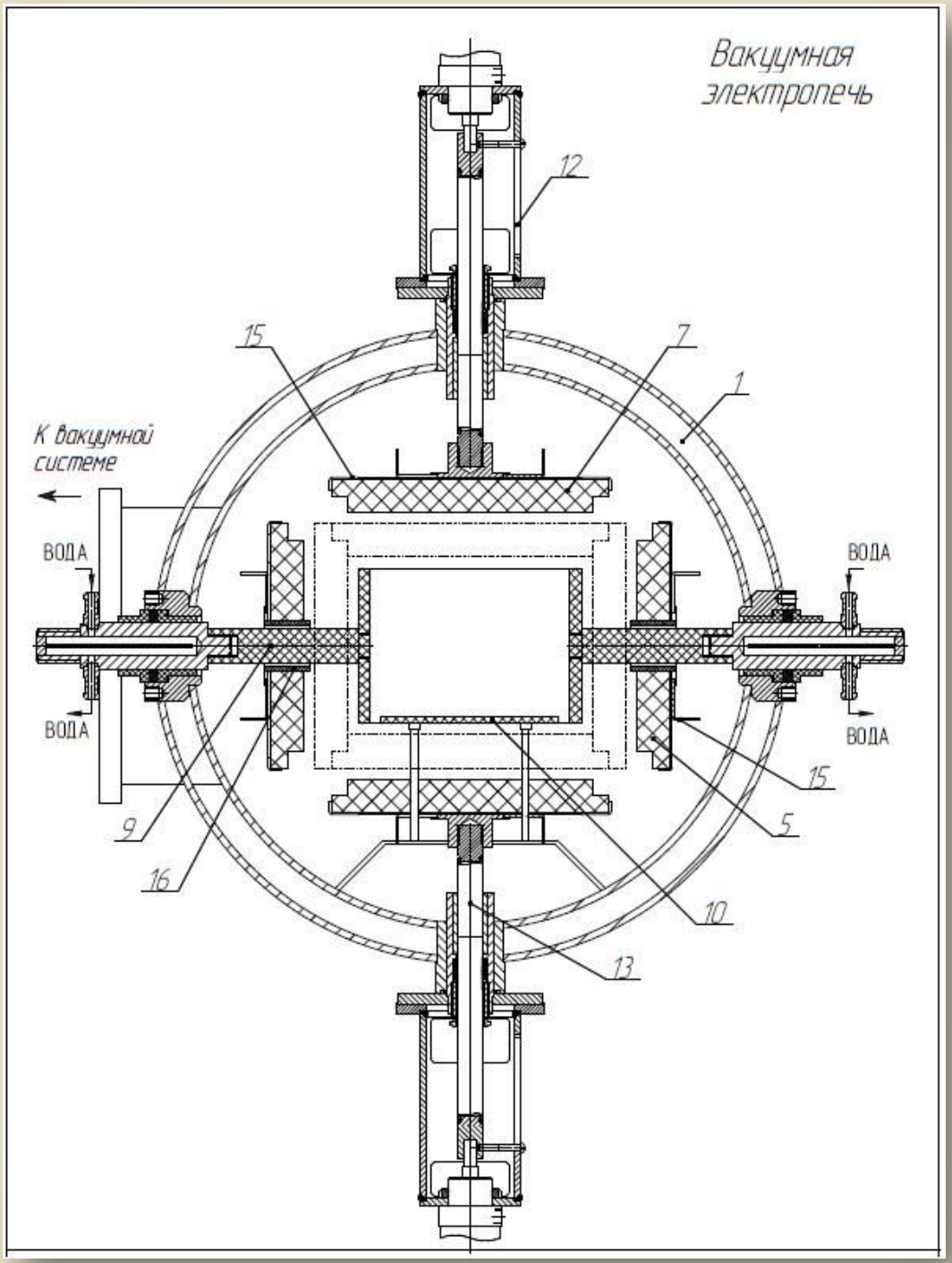
Рис. 6

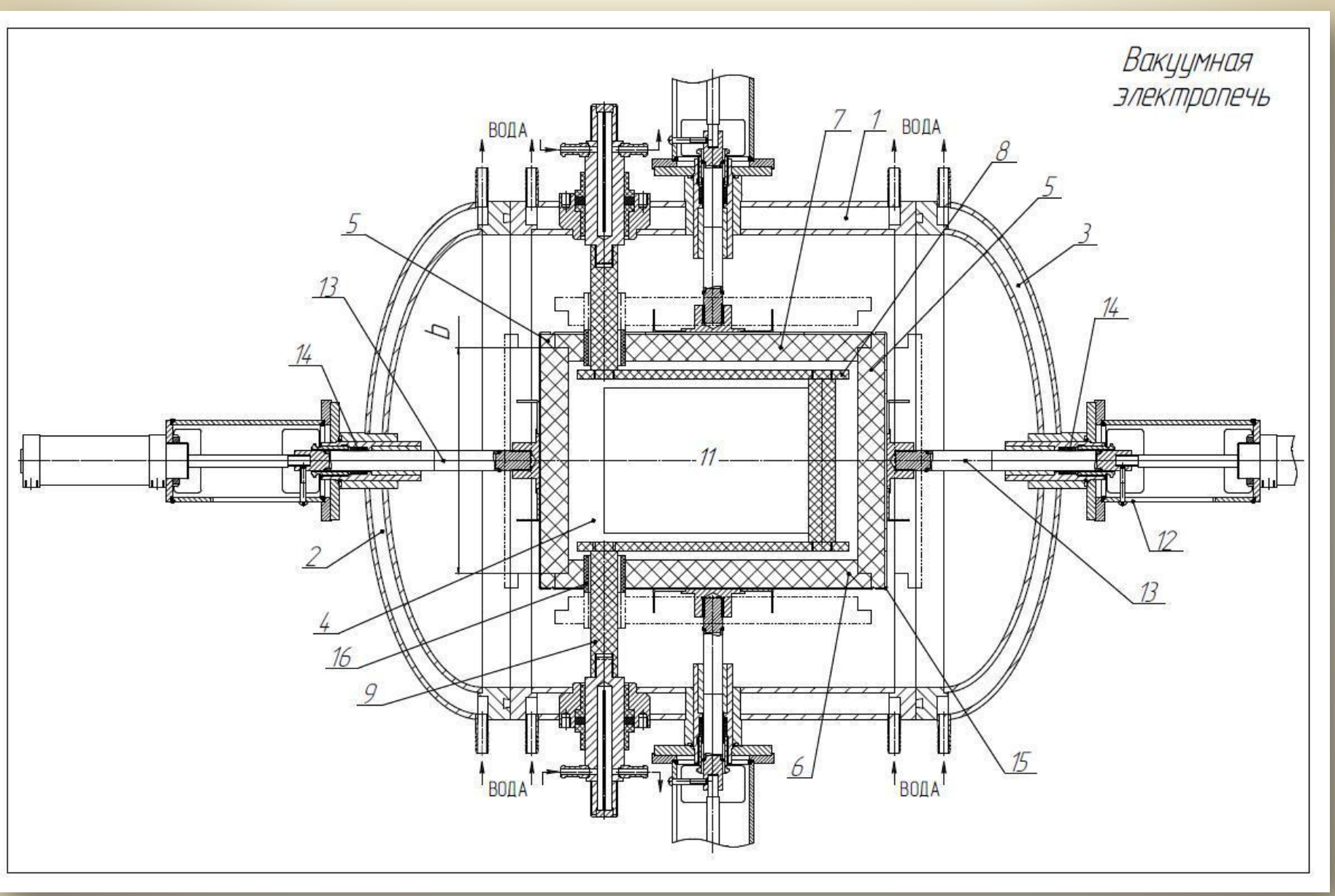


нагрева)



охлаждения)


Вакуумная электропечь
12
15
7
1
К вакуумной системе
ВОДА
ВОДА
ВОДА
ВОДА
15
5
9
16
10
13


Вакуумная электропечь
ВОДА
ВОДА
ВОДА
ВОДА
7
1
8
5
5
3
13
14
b
14
11
12
2
13
4
16
9
6
15

Выводы

- Значительный прирост скорости охлаждения
- Получение «контролируемого» охлаждения
- Высокая равномерность температурного поля