



# **РАЗРАБОТКА ВАКУУМНОЙ УСТАНОВКИ, ПРЕДНАЗНАЧЕННОЙ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОЦЕССА ТЕРМИЧЕСКОГО ИСПАРЕНИЯ**

Студент:

Руководитель:

**Юрьева Алёна Викторовна**

к.т.н. доцент НОЦ Б.П. Вейнберга

# АКТУАЛЬНОСТЬ

Метод термического испарения является одним из

счет дешевизны установки и простоты реализации технологии.

Для получения приемлемых скоростей роста пленки, а также экономического расхода материала следует

по направлению к подложке.

Для этого необходим достаточно глубокий вакуум, исключающий столкновение молекул

разработки вакуумной установки термического испарения **актуальным** на данный момент.

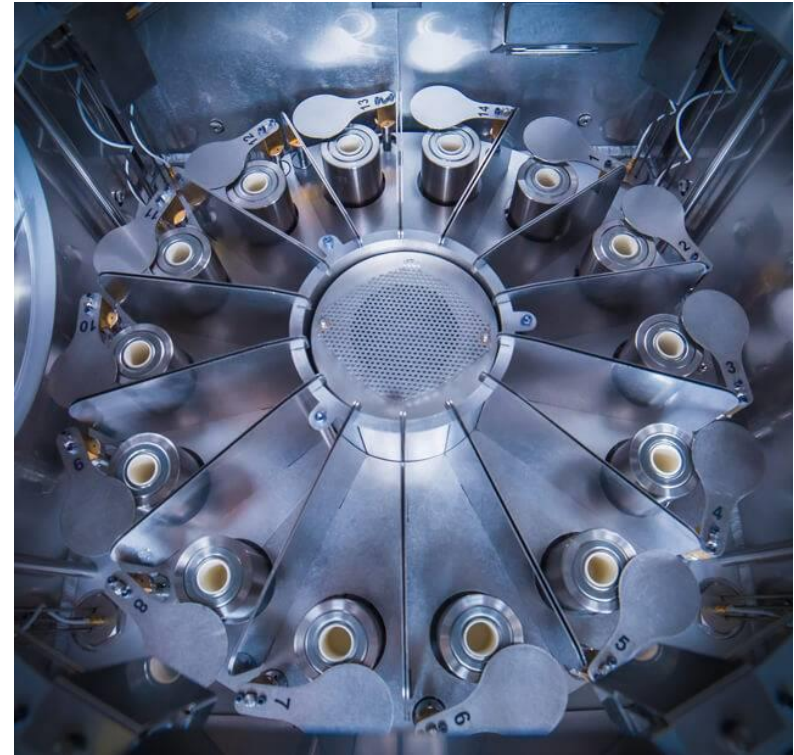


Рисунок 1 – Изображение внутренней части камеры, предназначенной для резистивного термического испарения.

# **ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ПРОЕКТА**

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ** - разработка вакуумной системы установки, предназначенной для проведения процесса термического испарения.

## **ЗАДАЧИ:**

1. Изучить процесс термического испарения;
2. Описать порядок технологического процесса вакуумного термического испарения;
3. Рассмотреть режимы процесса термического испарения и основные параметры;
4. Смоделировать 3D модель установки вакуумного термического резистивного испарения;
5. Провести расчет ориентировочной стоимости установки термического испарения.

# ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ

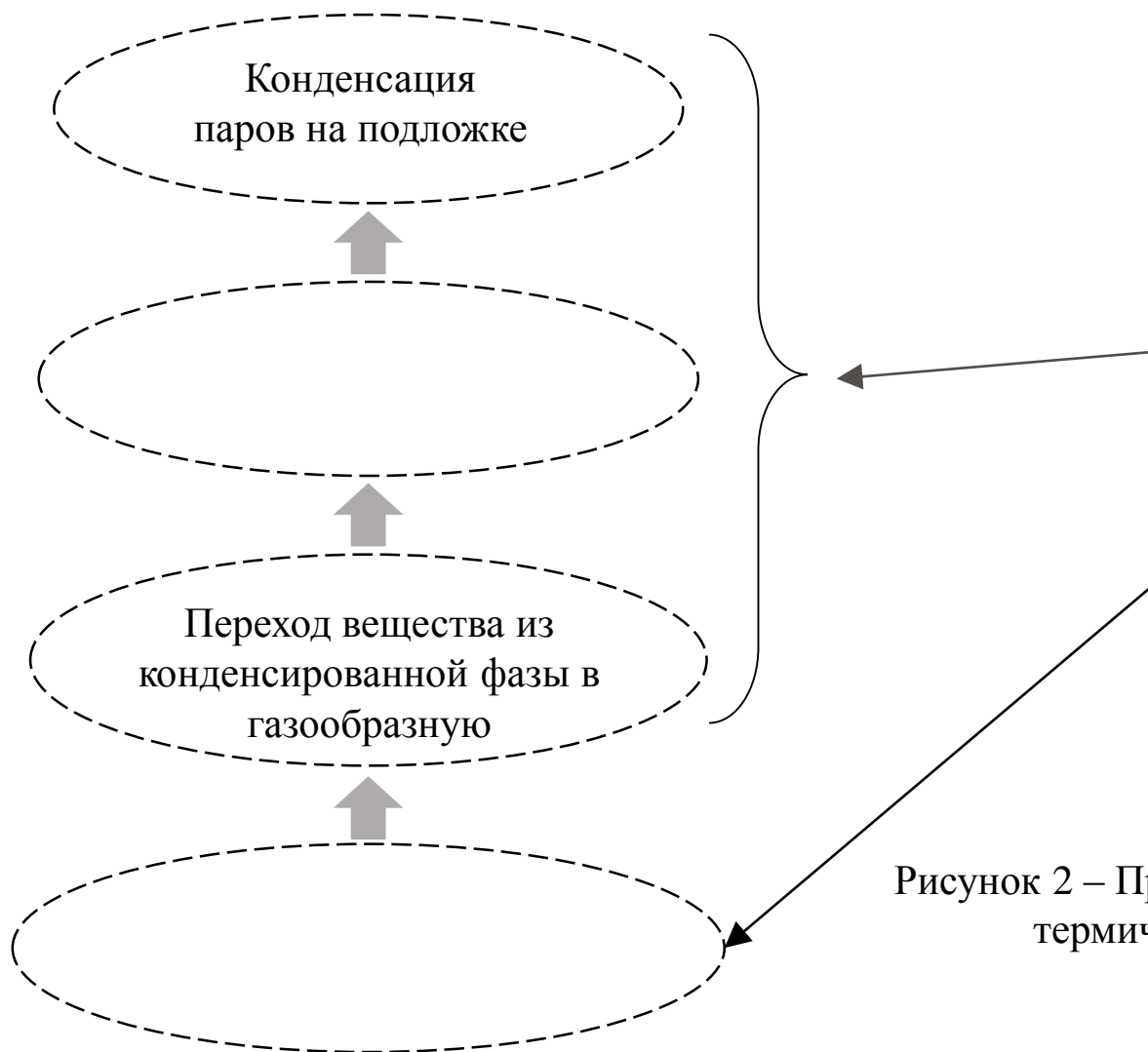


Рисунок 2 – Простейшая схема процесса термического испарения.

# РЕЖИМЫ ПРОЦЕССА

Остаточное давление, Па	
Расстояние до подложки, см	
Материал тигля	
Материал подложки	
Осаждаемый материал	

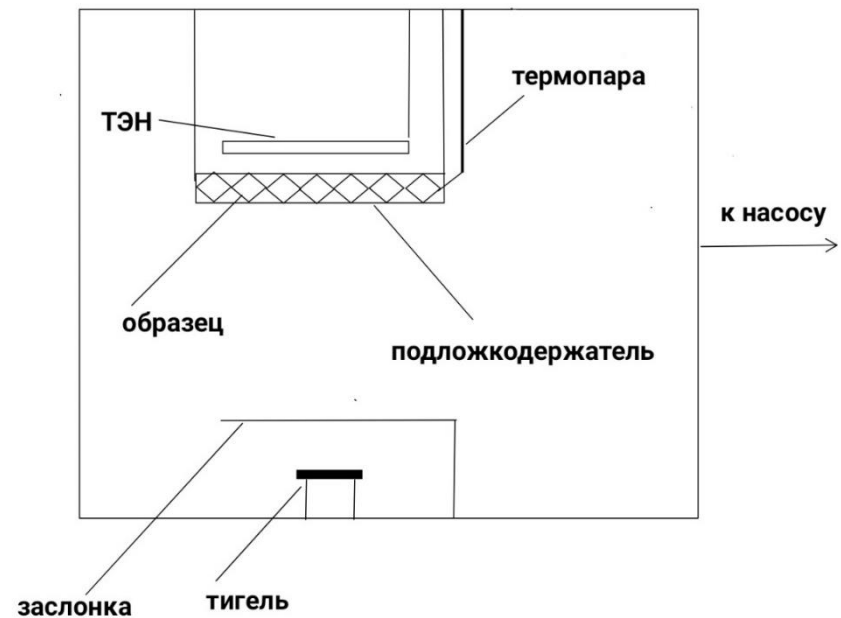


Рисунок 3 –Схема вакуумной камеры для термического испарения.

# РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЕКТНОГО РАСЧЕТА

**Исходные данные:** общее время откачки 210 мин, время предварительной откачки 20 мин, высота установки до 2000 мм, размеры камеры 0,8x0,5 м, рабочее давление в камере  $10^{-3}$  Па, остаточное давление  $10^{-4}$  Па.

Поток газов	Величина, (м <sup>3</sup> · Па)/с
$Q_{пр}$	$2,59 \cdot 10^{-9}$
$Q_{нов}$	$7,9 \cdot 10^{-5}$
$Q_{нат}$	$7 \cdot 10^{-12}$
$Q_{дифф}$	0
$Q_{\Sigma}$	$7,9 \cdot 10^{-5}$

**Основной насос**

$$S_0 = \frac{7,9 \cdot 10^{-5}}{10^{-4}} = 0,79 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

$$S_H = 1,58 \frac{\text{м}^3}{\text{с}} = 1580 \text{ л/с}$$



$$S_H > 1580 \text{ л/с};$$

$$p_{пр} < K_{И} \cdot p < 5 \cdot 10^{-4} \text{ Па.}$$

# ВЫБРАННЫЕ НАСОСЫ

Турбомолекулярный насос  
АТМ 2303 М

$$S_H = 1950 \text{ л/с}$$

$$p_{np} < 6 \cdot 10^{-7} \text{ Па}$$

Anest Iwata ISP-250 С

$$S_H = 250 \text{ л/мин}$$

$$p_{np} < 1,6 \text{ Па}$$

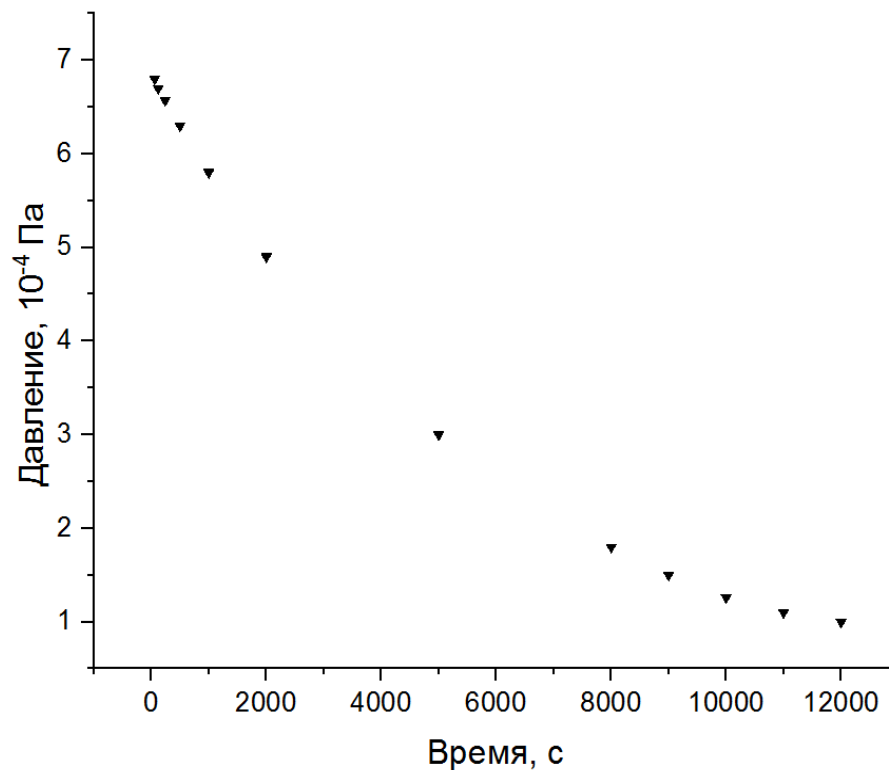


Рисунок 4 – Зависимость давления в камере от времени высоковакуумной откачки.

# ВАКУУМНАЯ СХЕМА

## Элементы вакуумной установки:

- P1 – вакуумметр Пирани терморезистивный цифровой;
- P2, P3, P4 – широкодиапазонные датчики вакуума CC-10 Active Wide Range Vacuum Gauge;
- NL1 – спиральный насос Anest Iwata ISP-250 C;
- NR1 – турбомолекулярный насос ATM 2303 M ;
- VT1 – затвор с пневматическим приводом
- VE1 – электромагнитный клапан;
- VE2 – электромагнитный клапан напуска газов;
- VP1 – пневматический клапан.

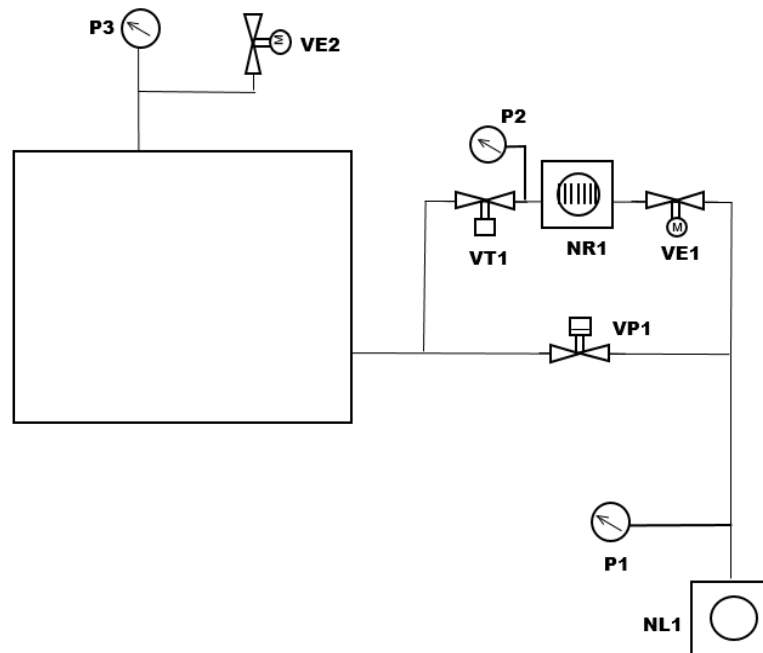


Рисунок 5 – Принципиальная схема установки термического испарения.



# СТОИМОСТЬ УСТАНОВКИ

Наименование	Стоимость, руб
Сырье и материалы	
Специальное оборудование	
Зарплата	
Отчисления на социальные нужды	
Накладные расходы	
Итого	Итого: 4 846 323

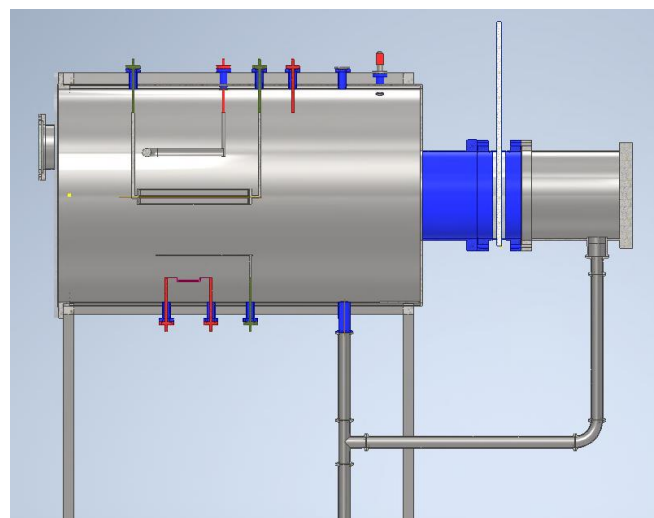
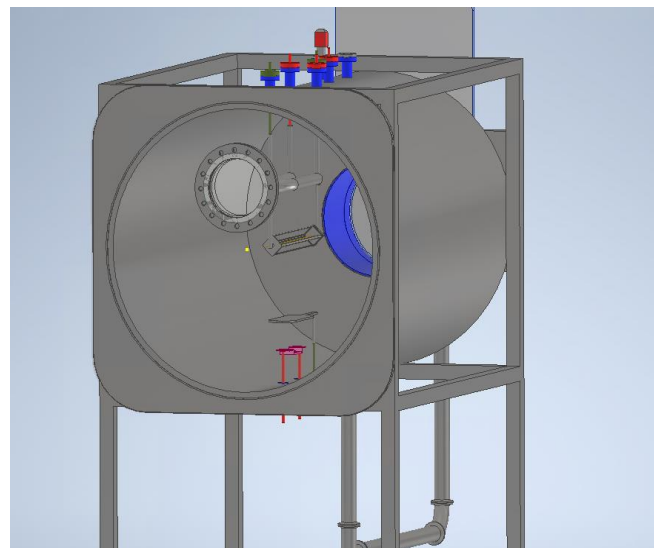


Рисунок 6 – Модель установки термического испарения.

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Метод термического испарения заключается в нагреве исходного вещества до температуры испарения в вакууме с последующим осаждением материала на образец.
2. Процесс термического резистивного испарения состоит из 4х стадий: испарение атомов или молекул со свободной поверхности, переход вещества из конденсированной фазы в газообразную, перенос паров в вакууме от испарителя к подложке, конденсация паров на подложке.
3. К основным параметрам термического испарения относят: рабочее давление, ток нагрева, температура подложки, время осаждения и расстояние до подложки.
4. Ориентировочная стоимость установки термическою испарения составила ~ 5 млн. руб.



# **РАЗРАБОТКА ВАКУУМНОЙ УСТАНОВКИ, ПРЕДНАЗНАЧЕННОЙ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОЦЕССА ТЕРМИЧЕСКОГО ИСПАРЕНИЯ**

Студент:

Руководитель:

**Юрьева Алёна Викторовна**

к.т.н. доцент НОЦ Б.П. Вейнберга