

# Электрические характеристики разряда в $\text{CH}_4:\text{H}_2$ газовой смеси

*Устинов А. О., Золотухин А. А., Волков А. П., Образцов А. Н.*

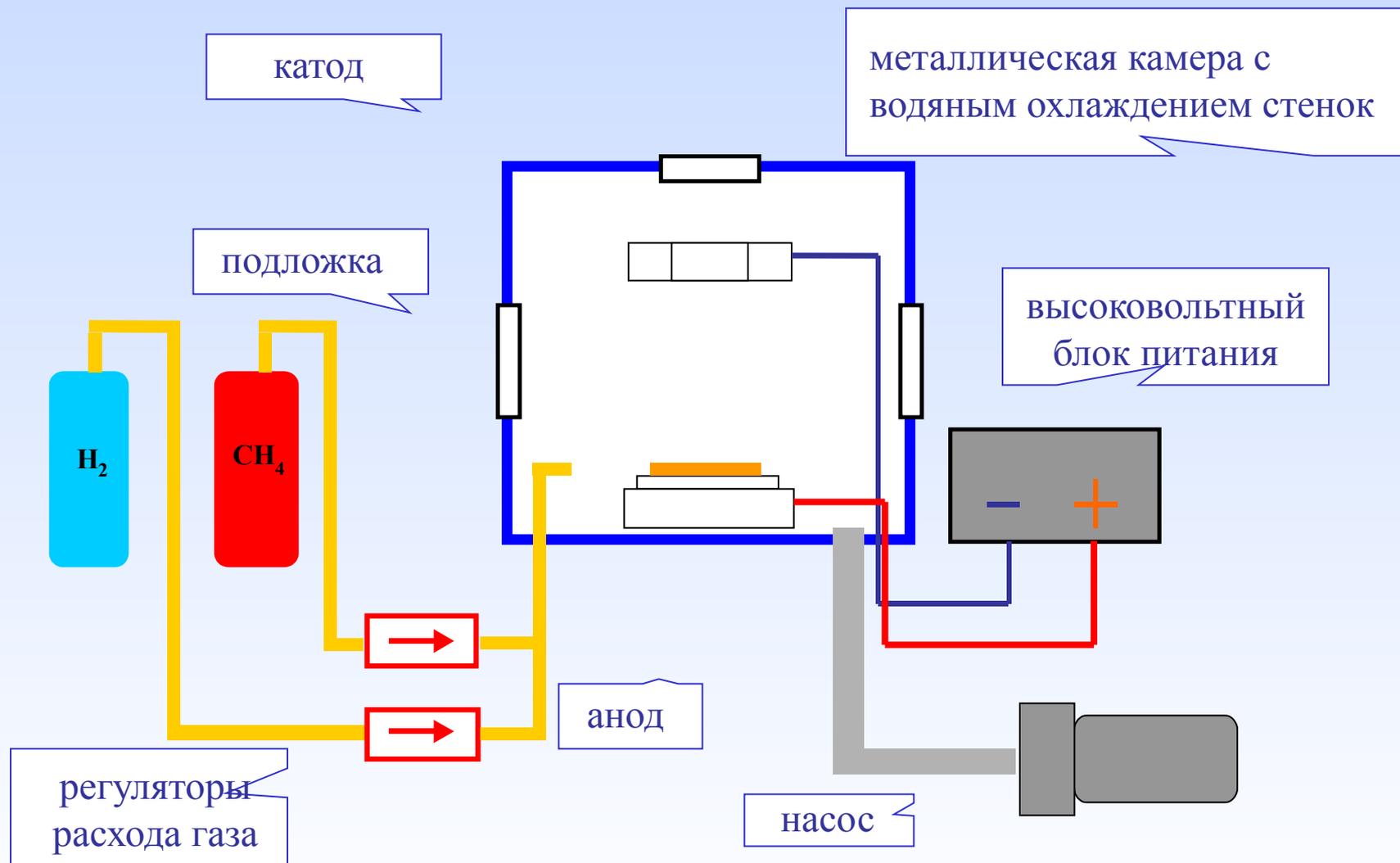
Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова,  
физический факультет, Москва. E-mail: [obraz@acryst.phys.msu.ru](mailto:obraz@acryst.phys.msu.ru)

# Введение

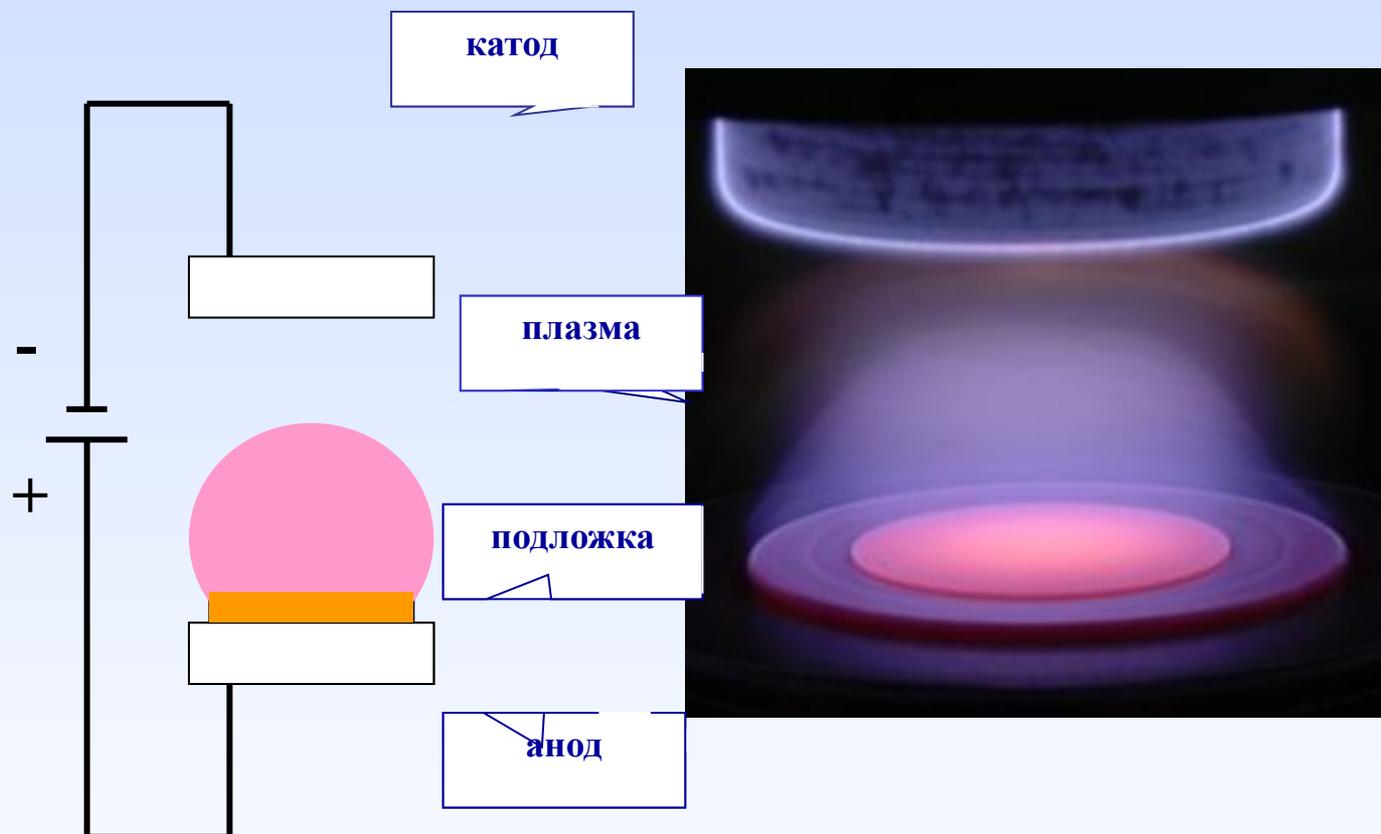
Активация газовой фазы посредством инициации электрического разряда является одним из наиболее распространенных методов, используемых при газофазном химическом осаждении (ГФХО). При этом характеристики получаемой плазмы и стабильность разряда зависят от многочисленных параметров и определяют возможность получения ГФХО пленок с заданными характеристиками. В данной работе проводились исследования вольт-амперных характеристик плазмы разряда постоянного тока в газовой смеси метана и водорода.

В работе анализируются модельные представления, описывающие процесс осаждения углеродных пленок из газовой фазы.

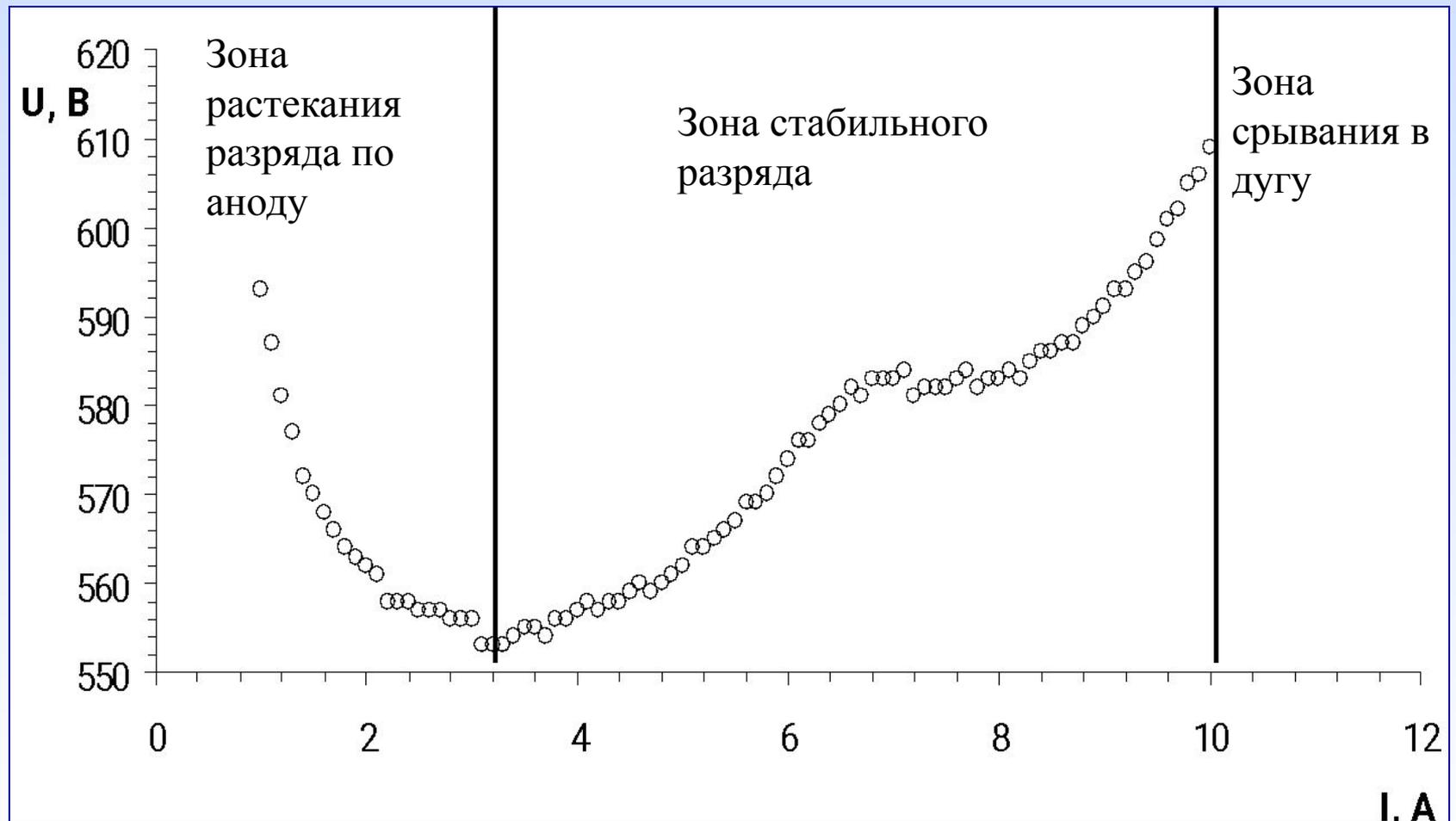
# Конструкция установки



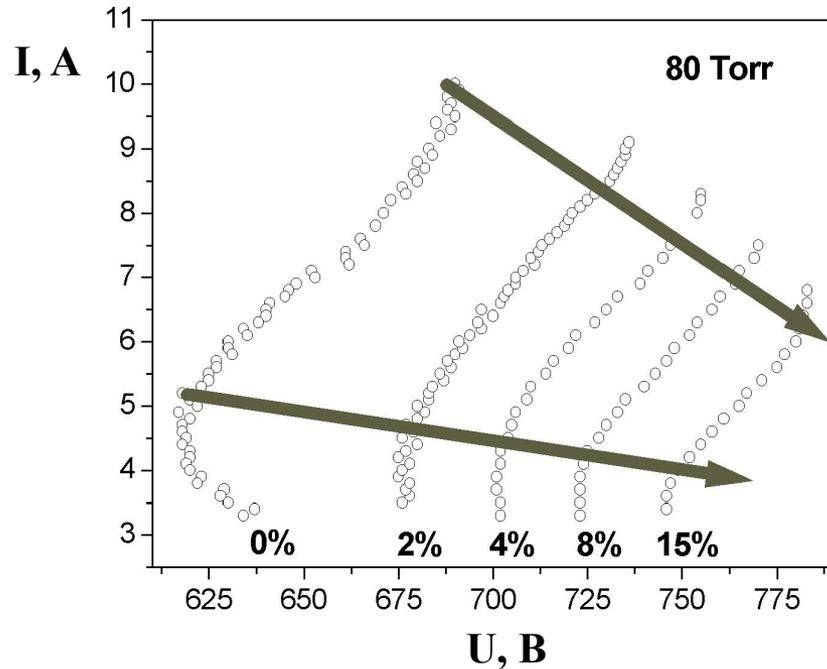
# Схема процесса газозафазного осаждения



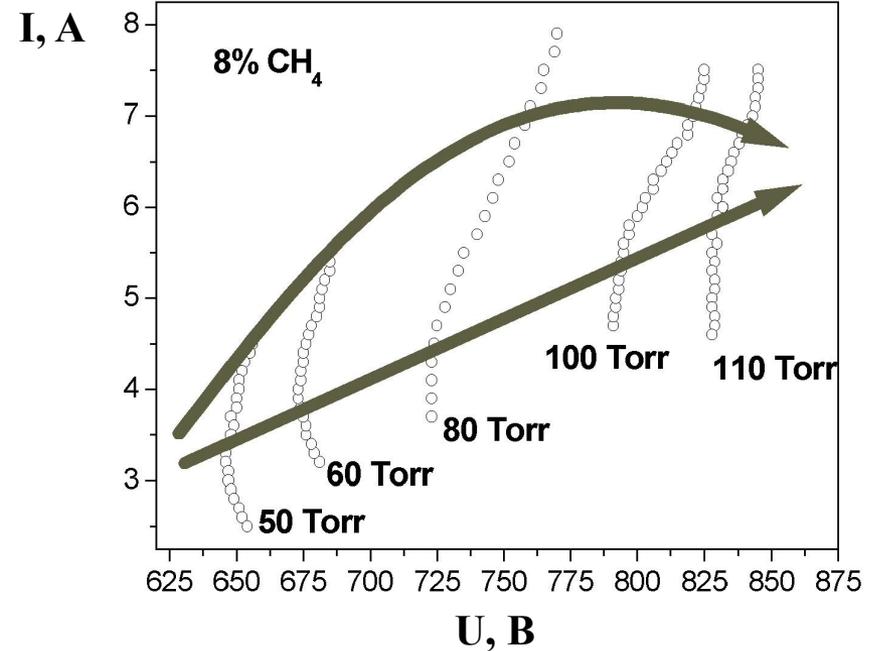
# Общий вид вольт-амперной характеристики газового разряда



# Вольт-амперные характеристики газового разряда при различных параметрах



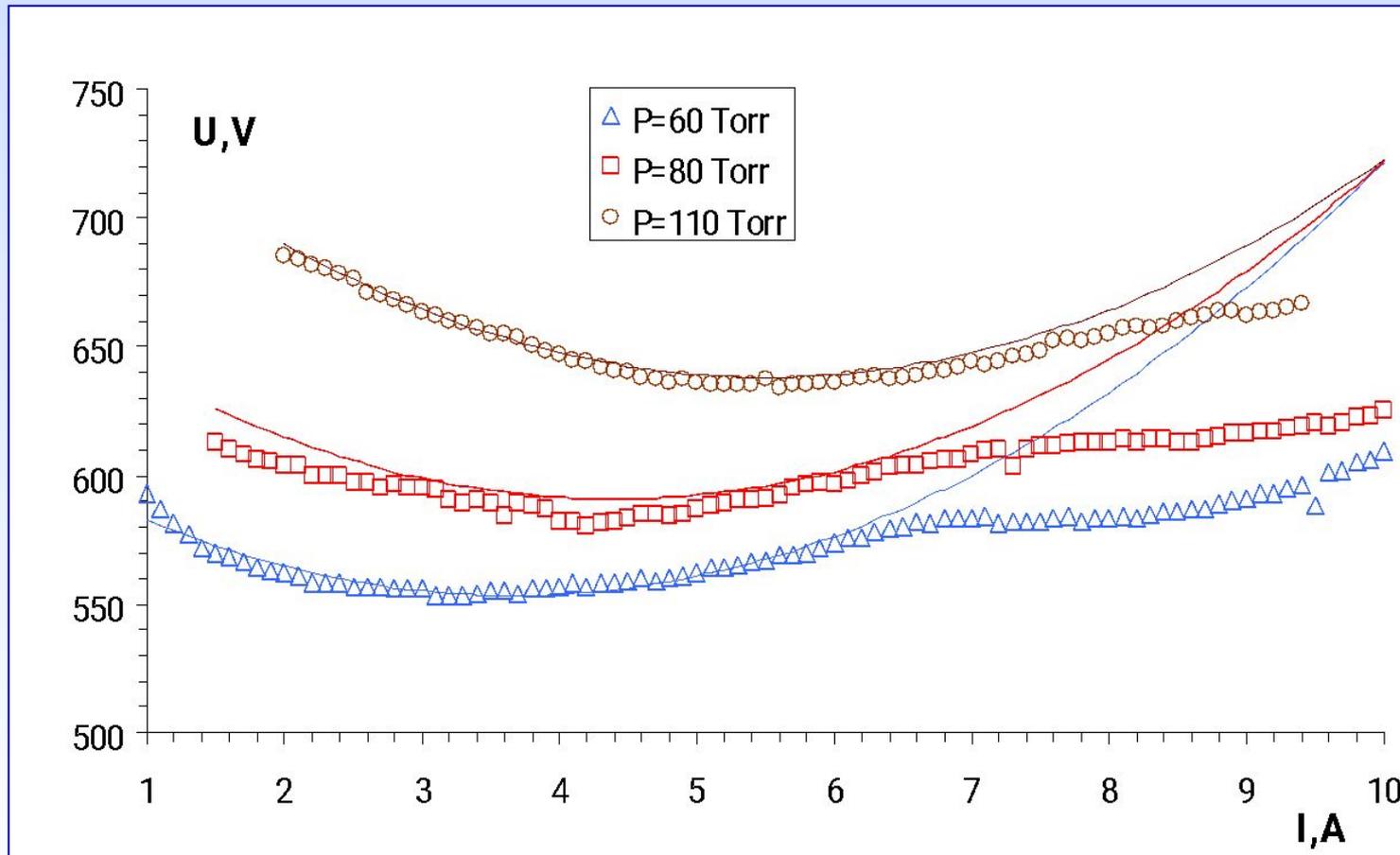
Вольт-амперные характеристики газового разряда при давлении 80 Torr и концентрации метана 0, 2, 4, 8 и 15% в газовой смеси



Вольт-амперные характеристики газового разряда при концентрации метана 8% и давлении 50, 60, 80, 100 и 110 Torr газовой смеси

# Эмпирическая формула

$U(I,P) = kIP + dP + aI^2 + bI + c$  - эмпирическая зависимость напряжения между электродами от силы тока и давления



$$k = -0,3094$$

$$d = 3,1163$$

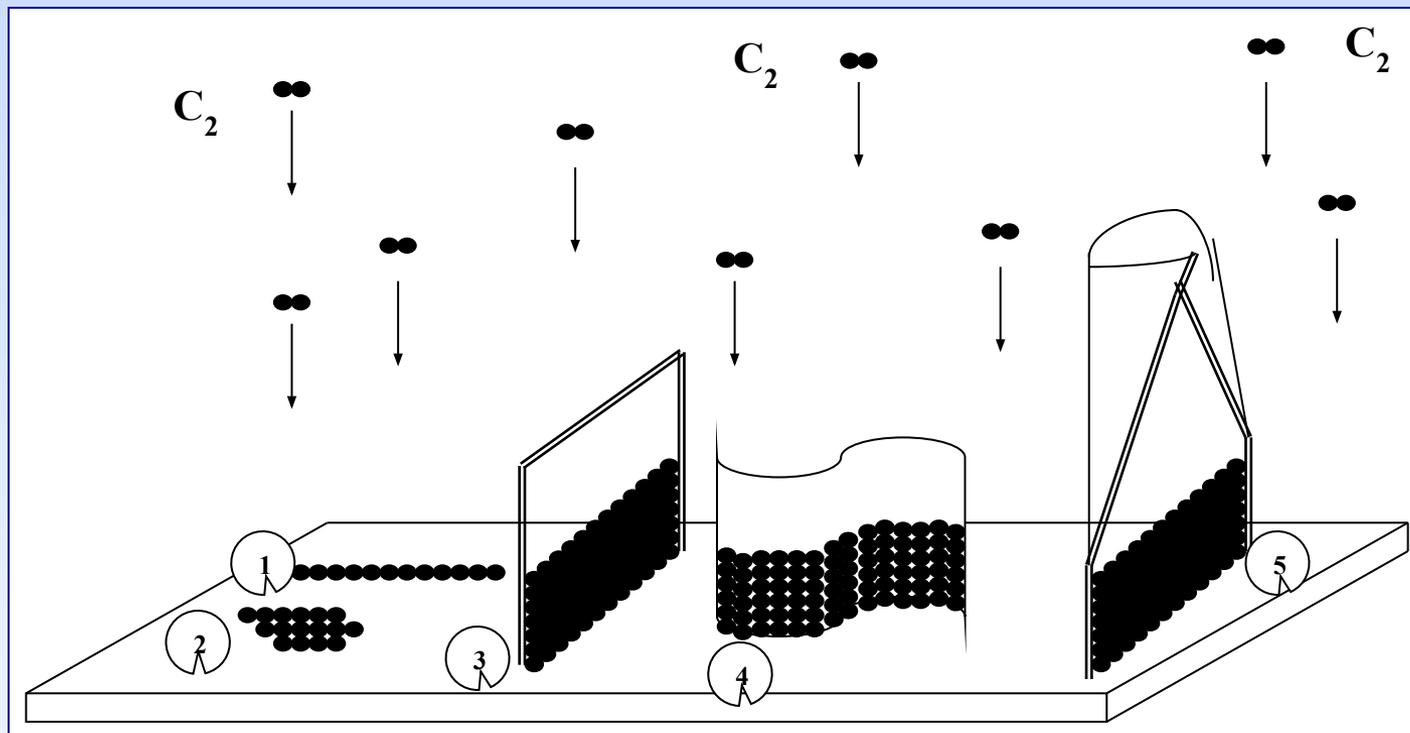
$$a =$$

$$4,1835$$

$$b = -12,046$$

$$c = 422,23$$

# Модель осаждения углеродных пленок



- 1), 2) формирование углеродных кластеров разных типов
- 3) рост графенового листа
- 4) механическая нестабильность графенового листа
- 5) закручивание графенового листа в нанотрубку

# Результаты

В результате исследования были определены границы стабильности разряда, выявлена взаимосвязь электрических параметров разряда (напряжения и тока) с давлением и составом газовой смеси. Полученные экспериментальные данные позволили установить эмпирическую формулу, описывающую их взаимосвязь с межэлектродным напряжением и током разряда. Также в работе была приведена модель осаждения углеродных пленок.