

ПОЛУЧЕНИЕ ГИДРАТА ЭТАНА ПРИ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ АМОРФНЫХ ВОДНО-ГАЗОВЫХ СЛОЕВ

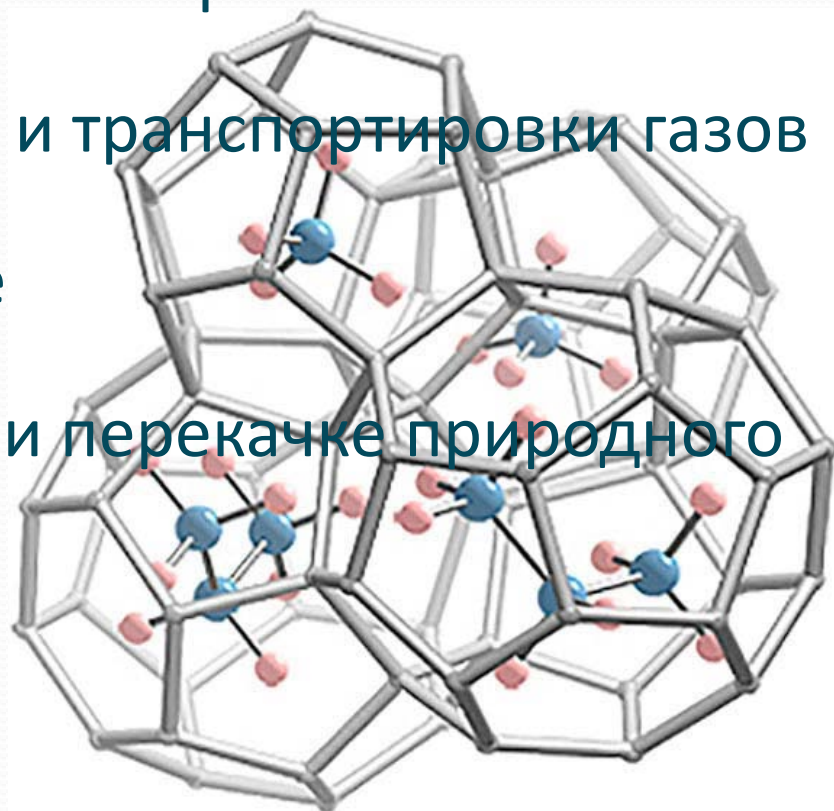
Томин А.С.

Научный руководитель Файзуллин М.З.

2019

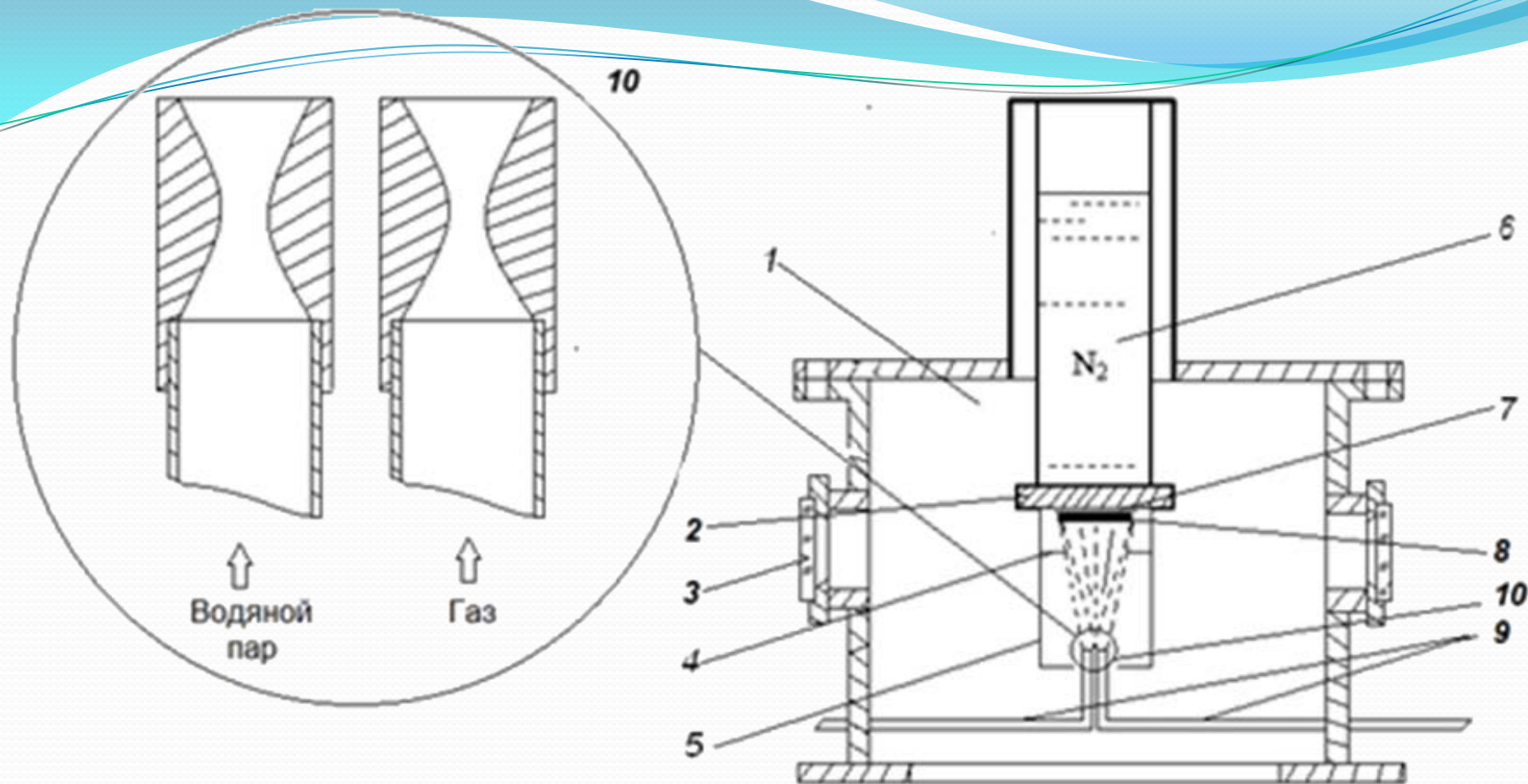
Актуальность исследования газовых гидратов

- Распространенность в природе
- Потенциальный источник энергии
- Возможность хранения и транспортировки газов
- Экологическое влияние
- Проблемы при добыче и перекачке природного газа
- Прочее

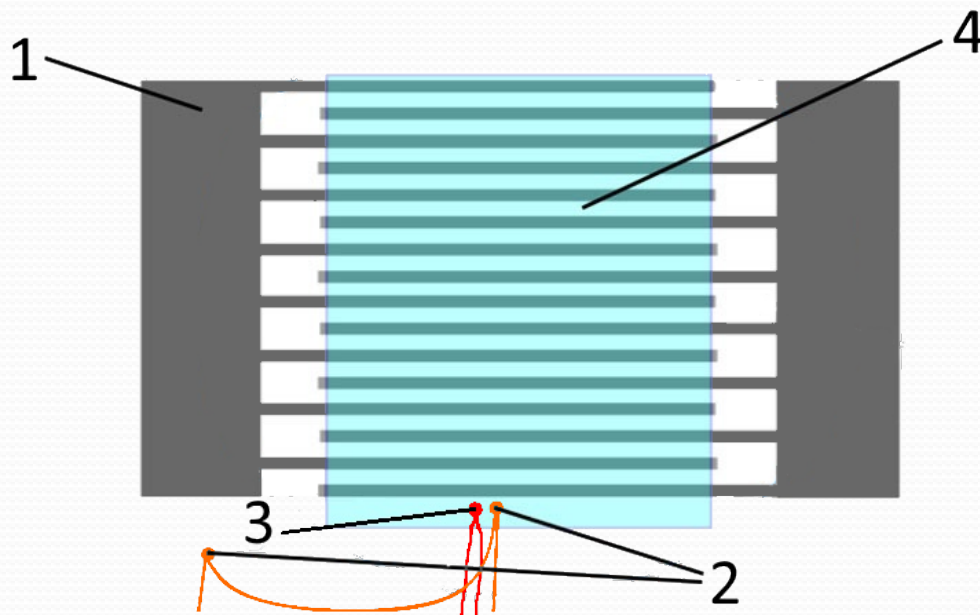


Цель работы:

- Исследование условий формирования и границ устойчивости гидрата этана, образующегося при кристаллизации твердых аморфных водно-газовых слоев
- Изучение влияния искусственно внесенных кристаллических центров при сверхзвуковом осаждении водно-газовой смеси на образование гидрата этана

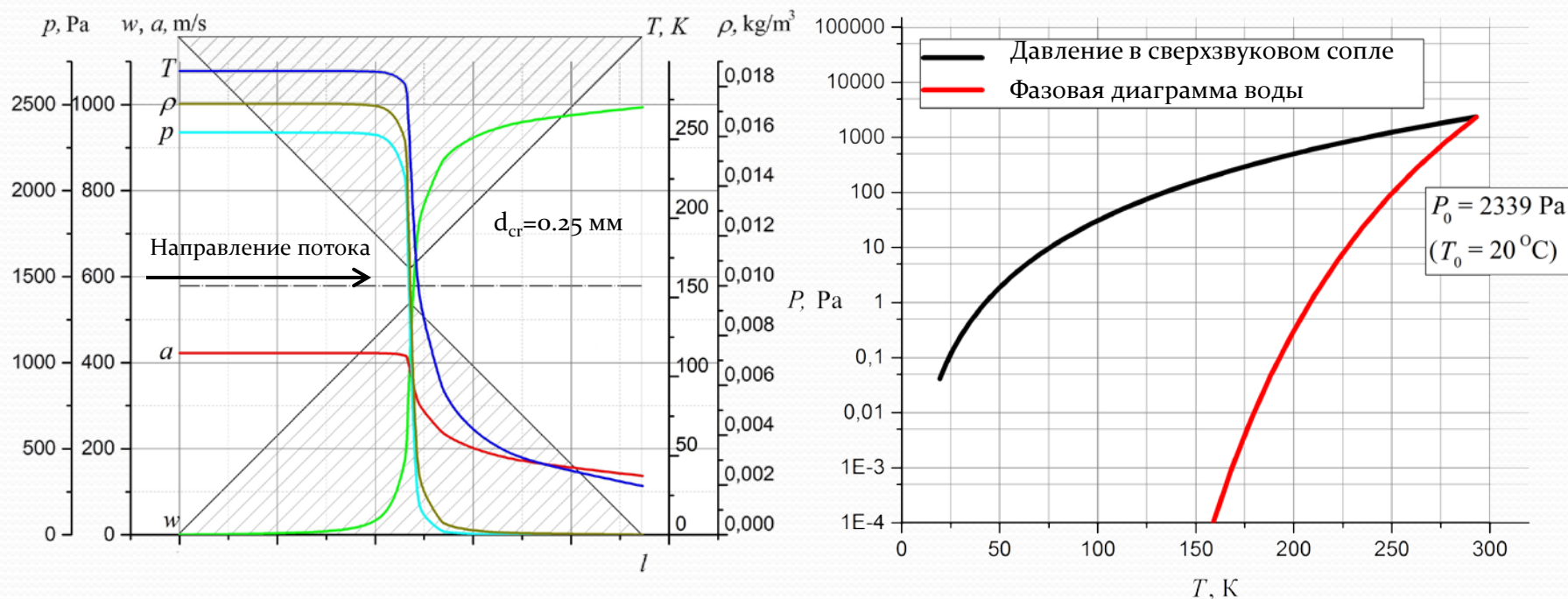


Экспериментальная установка: 1 – вакуумная камера, 2 – медная подложка, 3 – окно, 4 – маска, 5 – экран, 6 – жидкий азот, 7 – емкостный датчик, 8 – водно-газовый конденсат, 9 – паропроводы, 10 – сверхзвуковые сопла



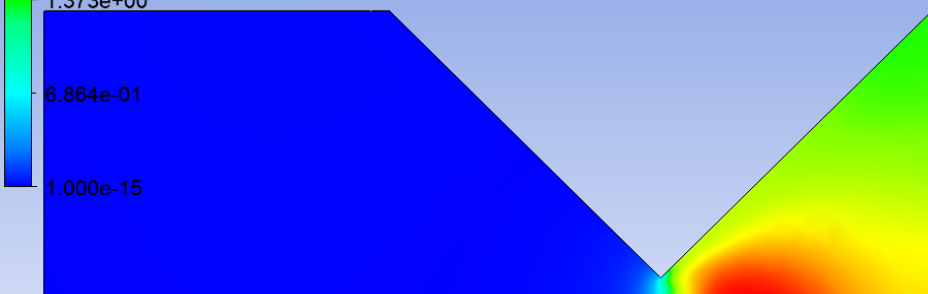
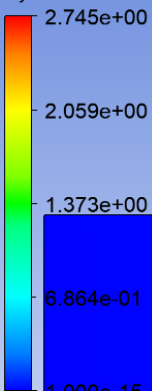
Давление водяного пара: $P_0 = 2339$ Па
Скорость осаждения: 100 – 200 мкм/ч
Толщина образца: 100 мкм
Скорость нагрева: 0.05 К/с
Частота электрического поля: 10 кГц
Погрешность определения температуры : 1 К
Вакуум: 10^{-6} mmHg
Температура осаждения: < 80 К

Емкостный датчик: 1 – пленочный конденсатор, 2 – дифференциальная термопара, 3 – измерительная термопара, 4 – образец

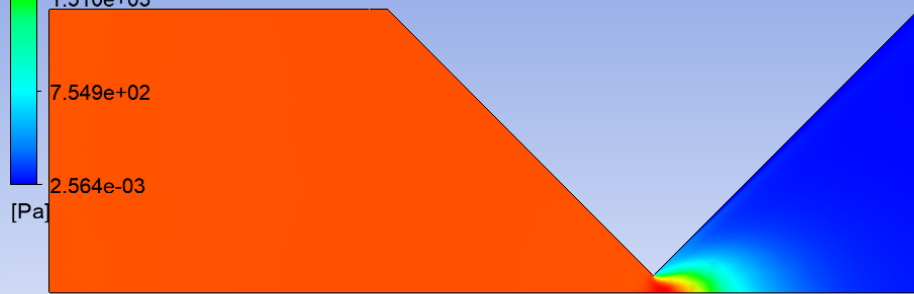
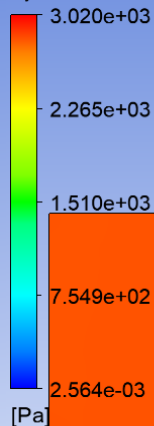


Термодинамический расчет сверхзвукового сопла для водяного пара. T - температура, ρ - плотность, P - давление, a - местная скорость звука, w - скорость потока

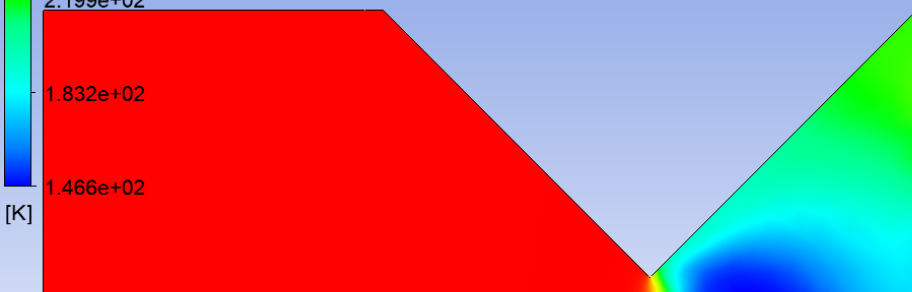
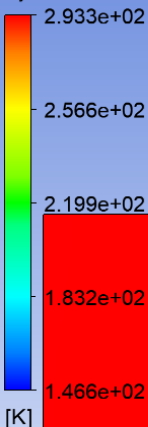
Mach Number
Sym1



Total Pressure
Sym1

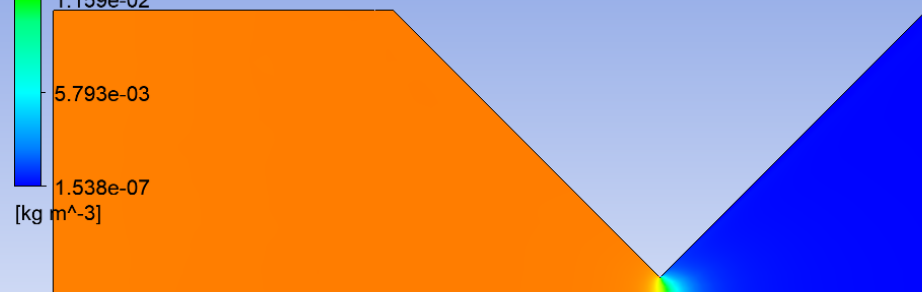
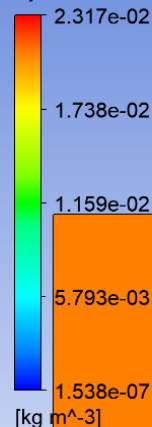


Temperature
Sym1

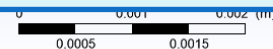
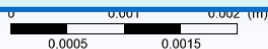


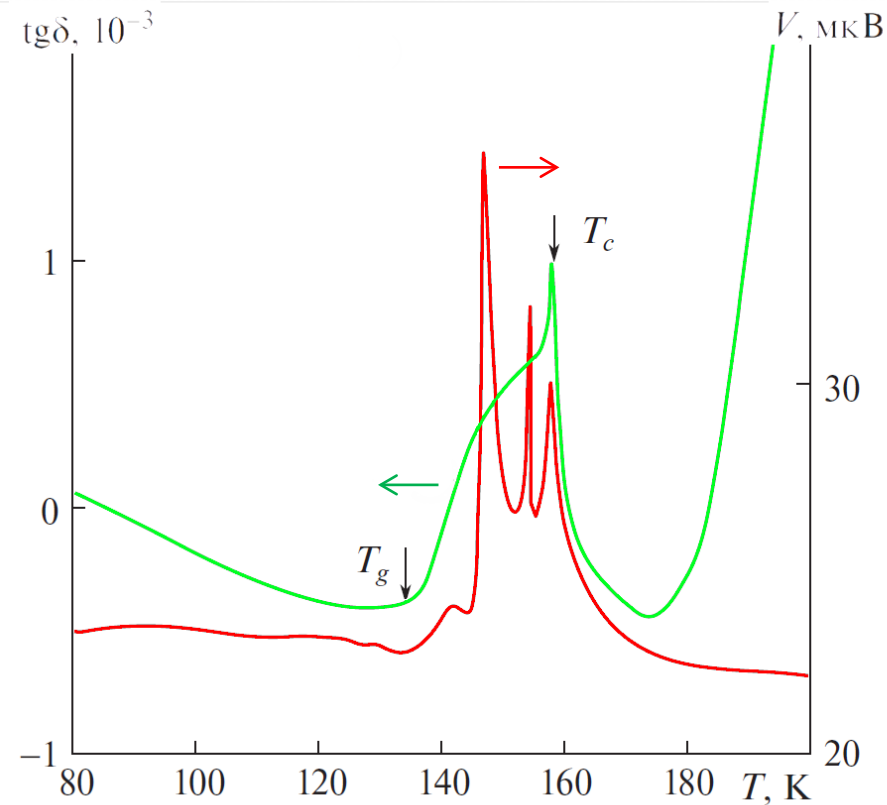
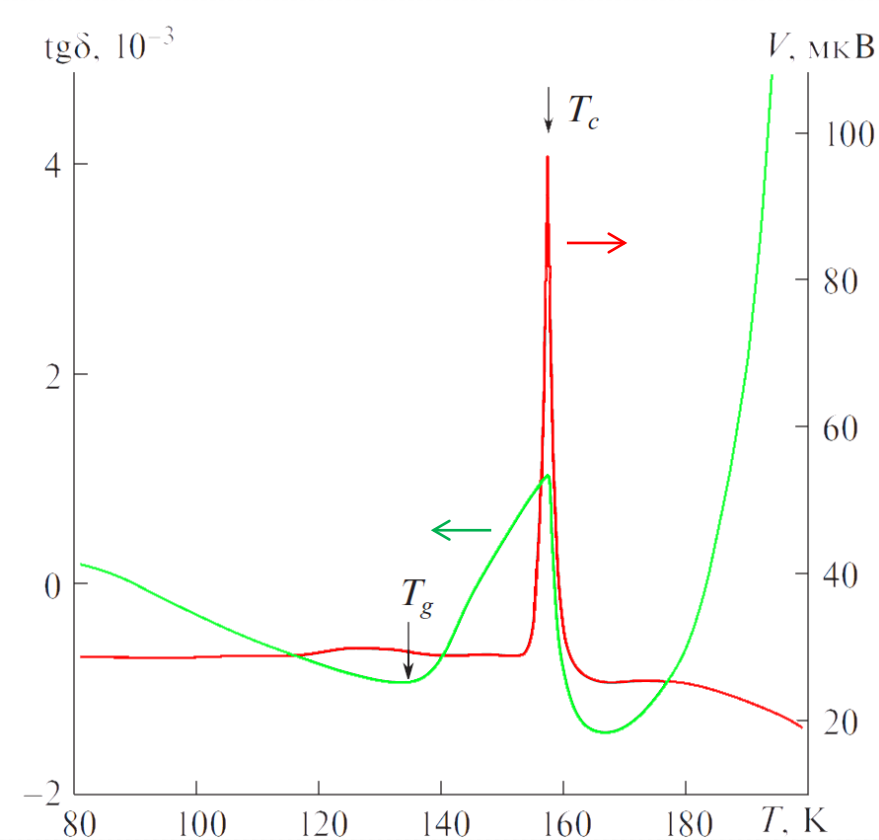
ANSYS
R19.1

Density
Sym1

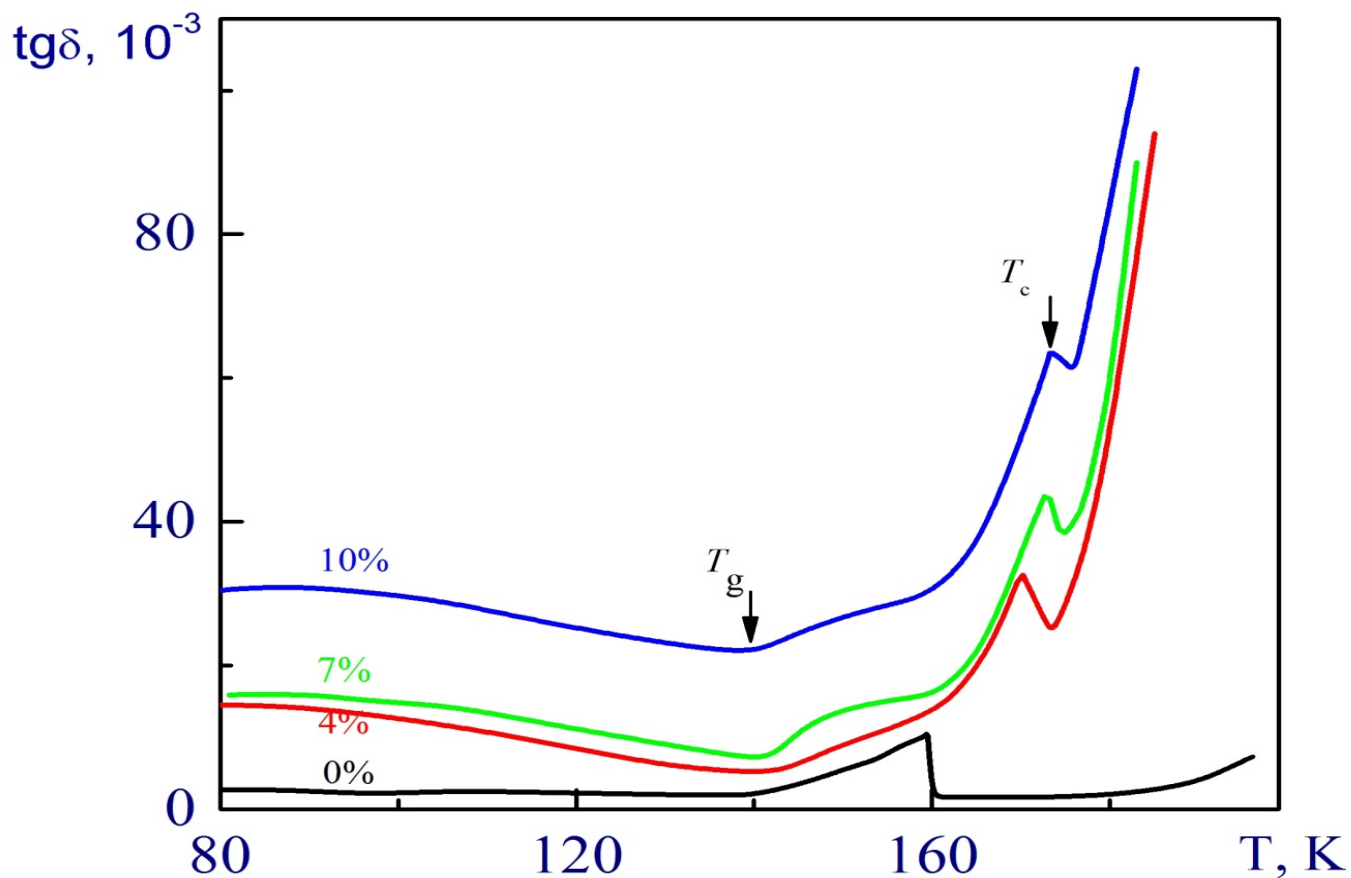


Расчет в ANSYS. Распределение скорости потока, давления, температуры и плотности в осевом сечении сопла для водяного пара

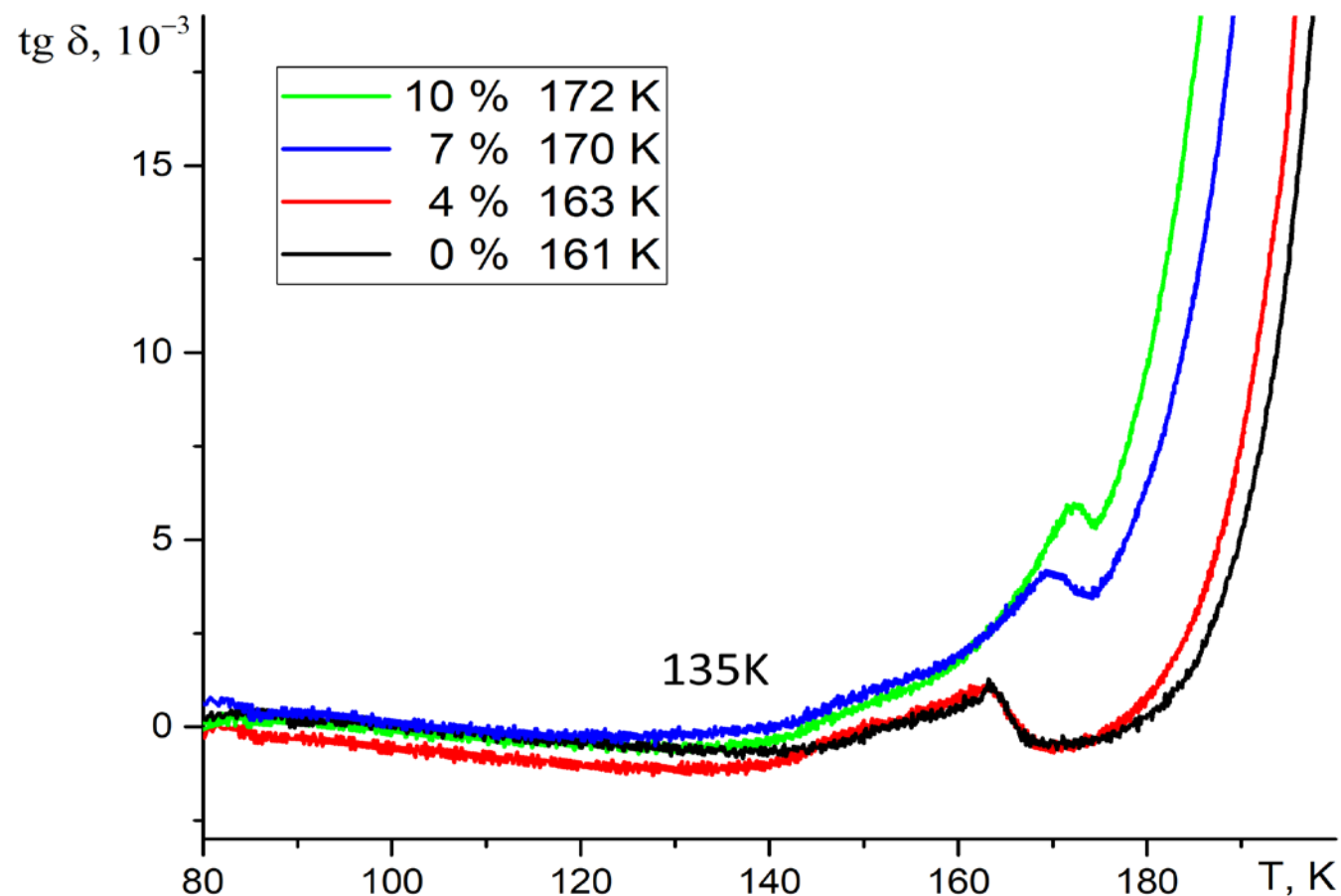




Температурной зависимости тангенса угла диэлектрических потерь и ДТА термограммы при нагревании конденсата аморфного льда, приготовленного: а) дозвуковым и б) сверхзвуковым осаждением



Диэлектрические свойства смесей вода-этан,
полученные дозвуковым осаждением



Диэлектрические свойства смесей вода-этан,
полученные сверхзвуковым осаждением

Газосодержание гидрата этана, сравнение результатов

Эксперимент по дозвуковому осаждению	Эксперимент по сверхзвуковому осаждению	Теория (структура КС-I, все большие полости заполнены по 1 молекуле этана)
< 12 %масс.	< 14,5 %масс.	17,8 %масс.

Заключение

- Показана успешность применения метода для получения гидрата этана
- Определены температуры кристаллизации аморфных смесей вода-этан с различным газосодержанием. Показано, что увеличение концентрации этана увеличивает температуры кристаллизации. Влияние на температуру стеклования не обнаружено
- Определена максимальная доля газа в гидрате этана, полученного данным методом.



Спасибо за внимание!