

Импульсный нагрев газов при быстром сжатии

Хабарова Полина

СУНЦ МГУ им. М. В. Ломоносова

10 «Н» класс

Научный руководитель Билера И. В.

Институт Нефтехимического Синтеза им. А.В. Топчиева

2016 г.

Введение

Для осуществления и изучения реакции импульсного нагрева газов при высоком давлении применяется метод адиабатического сжатия

Адиабатическое сжатие газов - явление протекания сжатия и расширения газов без обмена тепла с окружающим пространством

Введение

Особенности метода адиабатического сжатия:

- Гомогенность процесса
- Быстрый ($\sim 10^5$ К/с) нагрев и охлаждение;
- Параметры системы в любой момент сжатия-расширения определяются адиабатой Пуассона:

$$T = T_0 \varepsilon^{\gamma-1}; P = P_0 \varepsilon^{\gamma}$$

ε - степень сжатия,

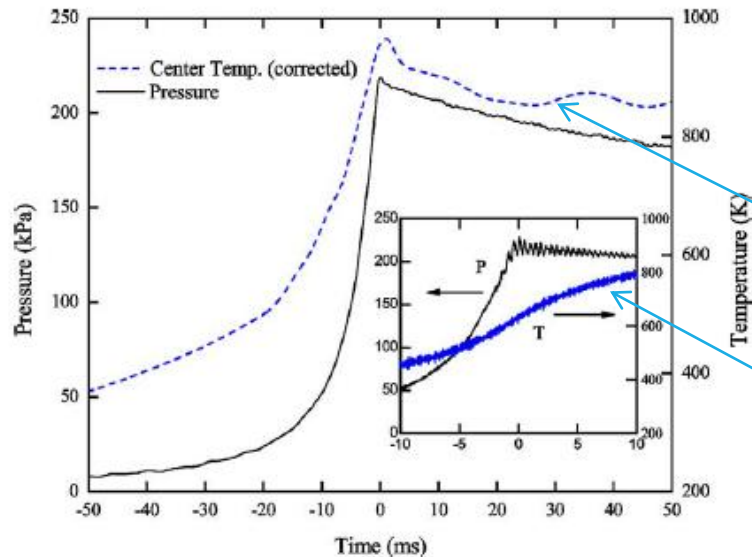
γ - коэффициент адиабаты;

Где можно применять этот метод

- Изучение кинетики и механизмов газофазных реакций, в том числе при температурах 1000°C и выше – малоизученная тема, представляющая большой интерес для науки
- Большое практическое применение (пиролиз углеводородов в промышленных масштабах)

Пример измерения температуры при помощи термопары в процессе быстрого сжатия газа

Donovan M.T., et al. Comb. Flame, 2004, **137**, 351-365



Типичные зависимости давления и температуры при быстром сжатии смеси 95,9% N₂, 4,1% O₂, P₀=3,37кПа

Температура, с учетом радиационного теплопереноса и времени отклика термопары

Первичные данные

Использовали термопару Pt/Pt-10%Rh без защитного слоя диаметром 0,025 мм, диаметр бусинки 0,080 мм.

=> Данные неточные, нужен другой метод (выполнение расчета)

Цель работы

- Определить температуру газов (ксенон, аргон) и бинарной смеси газов (бутан + аргон) при быстром сжатии, выяснить точность полученных данных

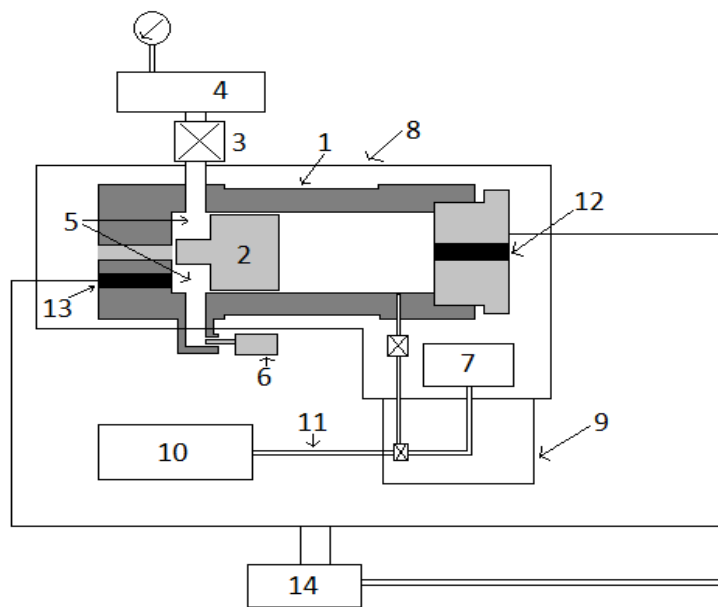
Задачи исследования

1. Провести серию экспериментов по адиабатическому сжатию инертных газов (ксенон, аргон), определить значения максимальной степени сжатия и давление сжимаемого газа.
2. Провести серию экспериментов по адиабатическому сжатию бинарной смеси газов (бутан + аргон), определить значения максимальной степени сжатия и давление сжимаемой смеси.
3. Выполнить расчет степени сжатия, давления и температуры газа, провести сравнение полученных данных.

Материалы и методы

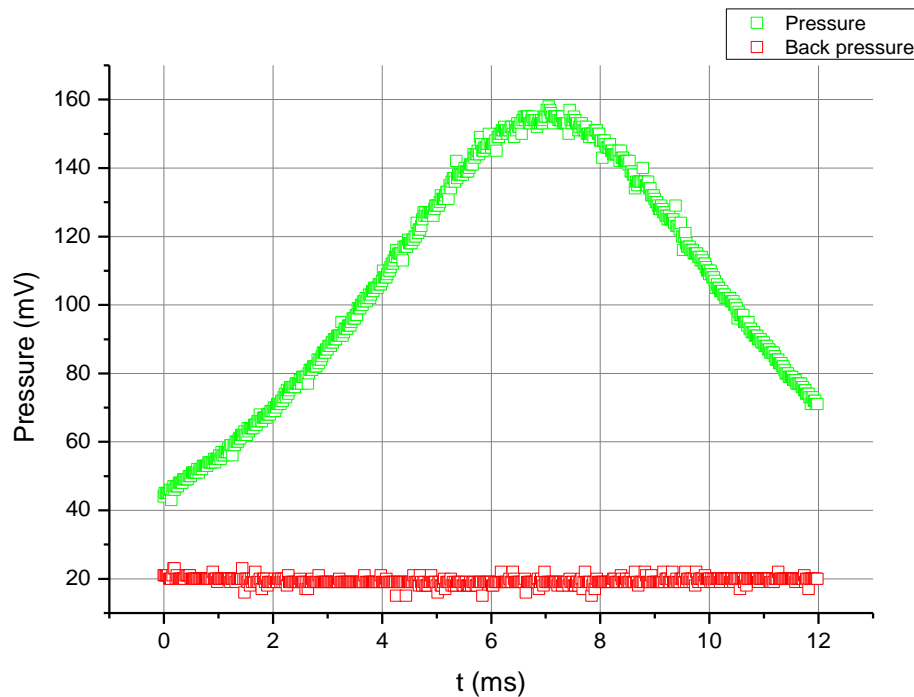
Экспериментальная установка

Схема реактора адиабатического сжатия: 1-реактор, 2-поршень, 3-клапан ресивера, 4-ресивер



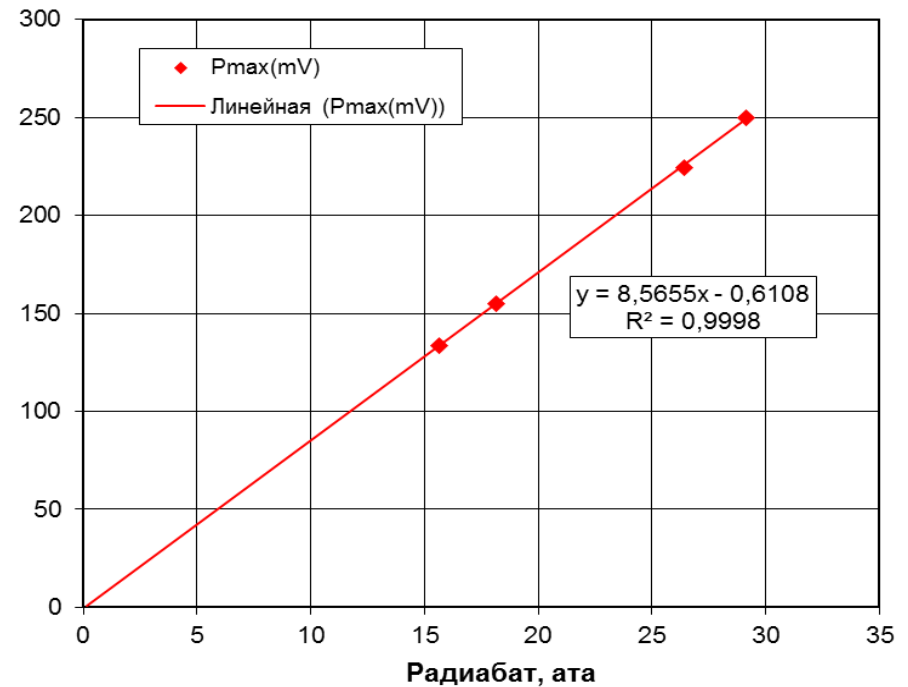
ресивера, 4-ресивер толкающего газа, 5-запоршневое пространство, 6-инерционный клапан, 7-сырьевая емкость, 8-термостат реактора и сырьевой емкости, 9-термостат кранов переключателей, 10-газовый хроматограф, 11-обогреваемая трубка, 12,13-датчики давления, 14-аналого-цифровой преобразователь, 15-компьютер.

Адиабатическое сжатие ксенона



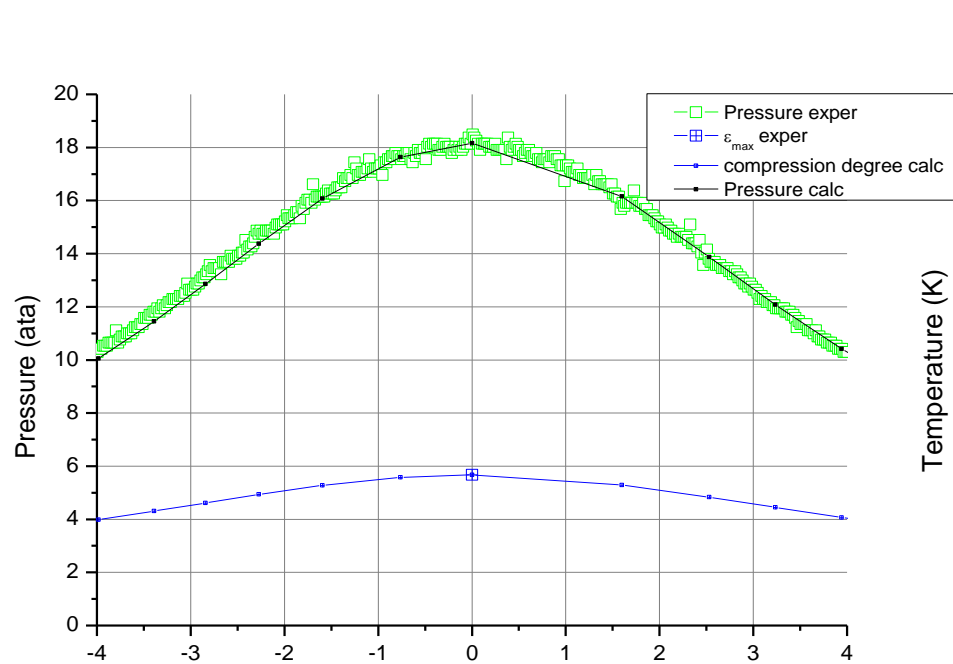
Начальные значения
давления

Ксенон. Зависимость P1(mV) от Радиабат(ата)



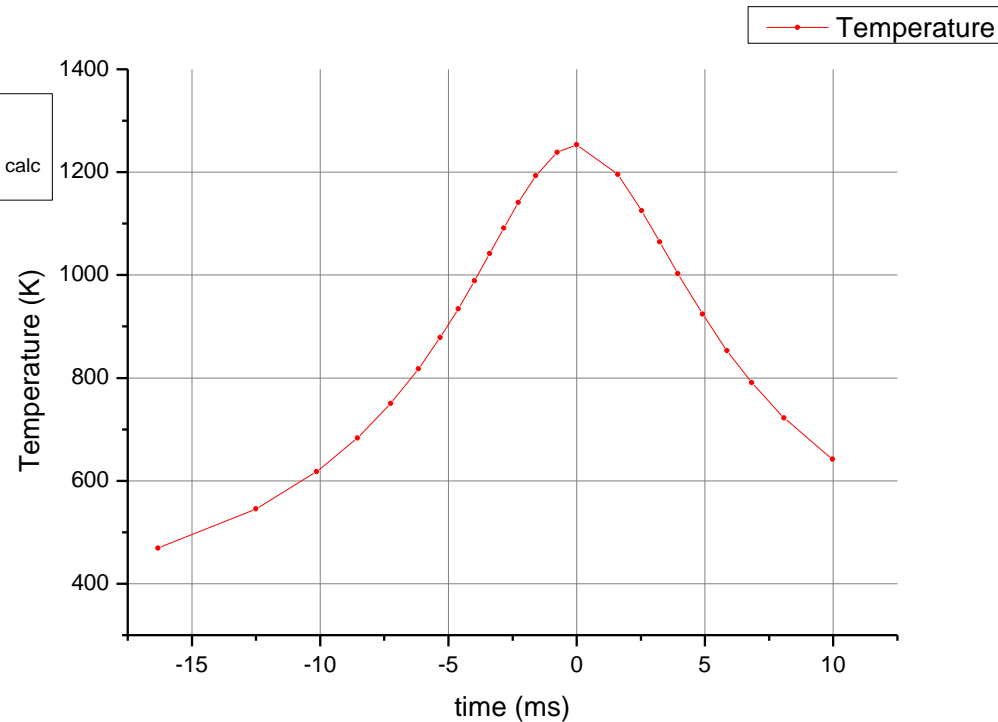
Зависимость экспериментальных
значений давления в милливольтгах от
адиабатического давления в атмосферах

Адиабатическое сжатие ксенона



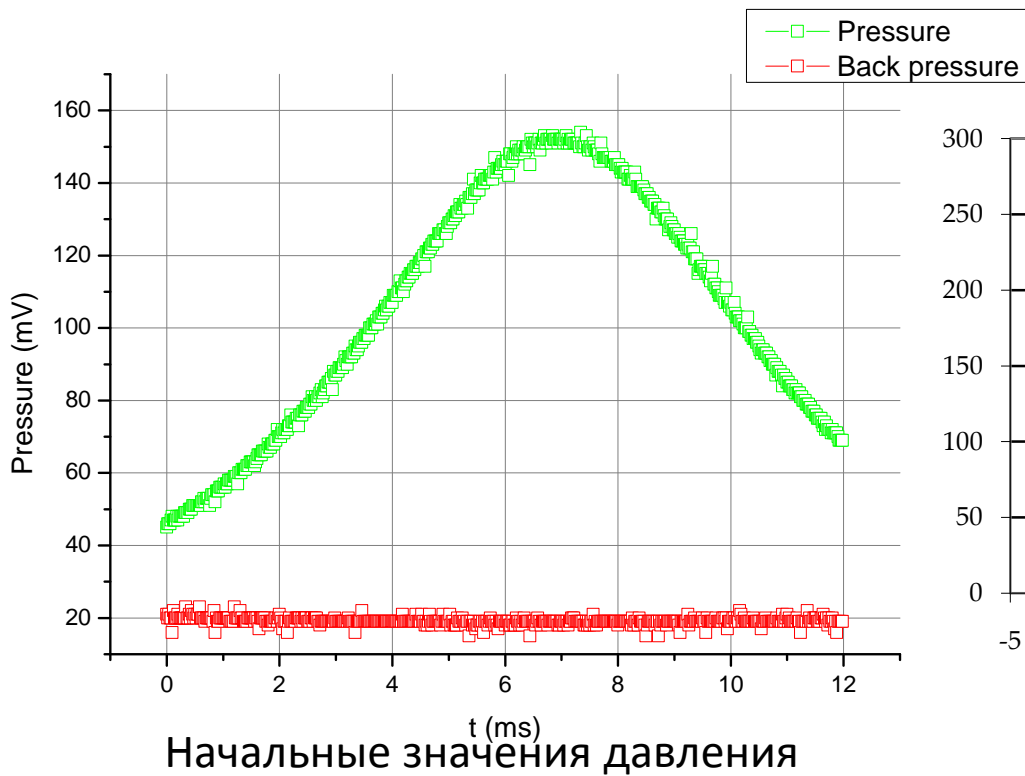
Зависимость давления от времени при сжатии

(Расчитанная степень сжатия совпадает с экспериментальной максимальной степенью сжатия => высокая адиабатичность ксенона)

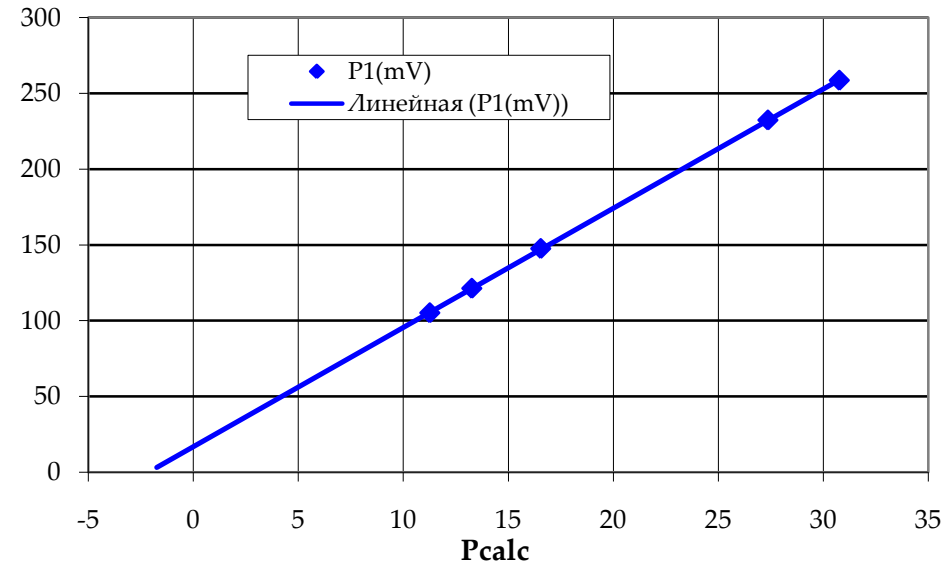


Расчетные значения температуры

Адиабатическое сжатие аргона

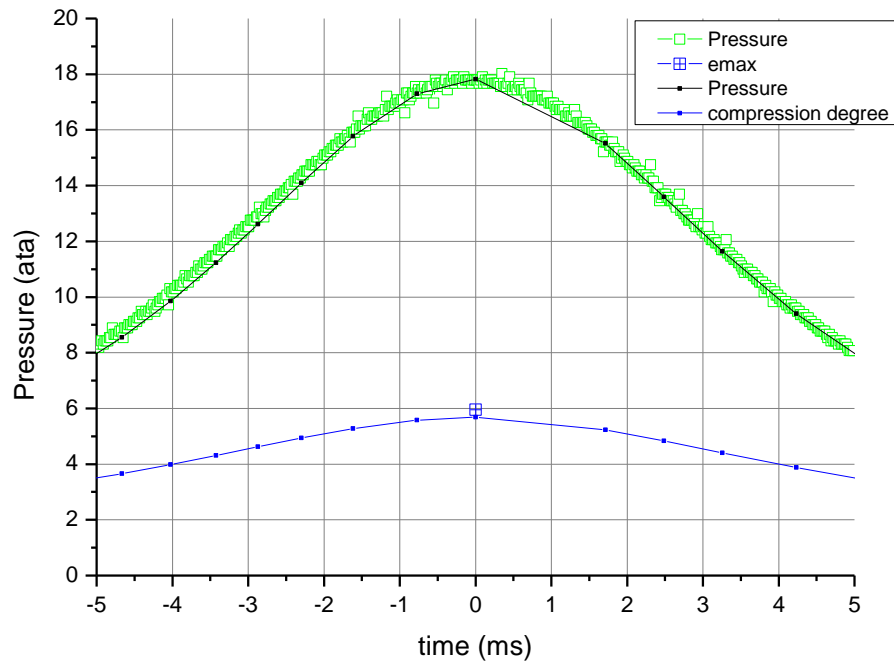


Аргон. Зависимость P1(mV) от Радиабат(ата)

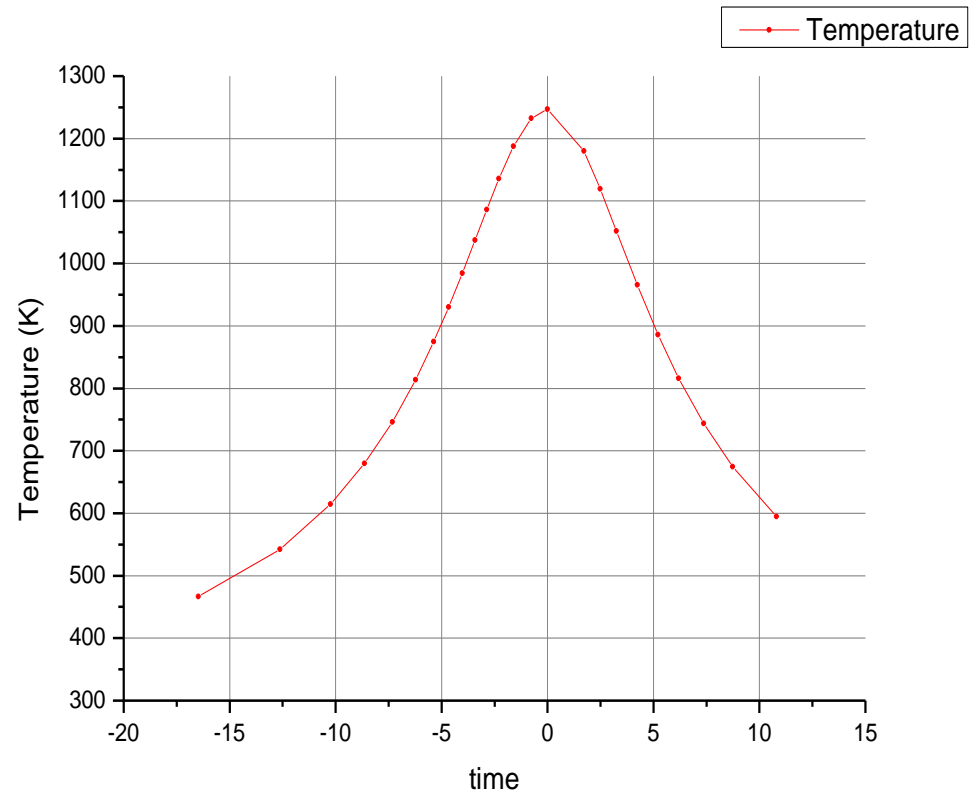


Зависимость экспериментальных значений давления в милливольтгах от адиабатического давления в атмосферах

Адиабатическое сжатие аргона

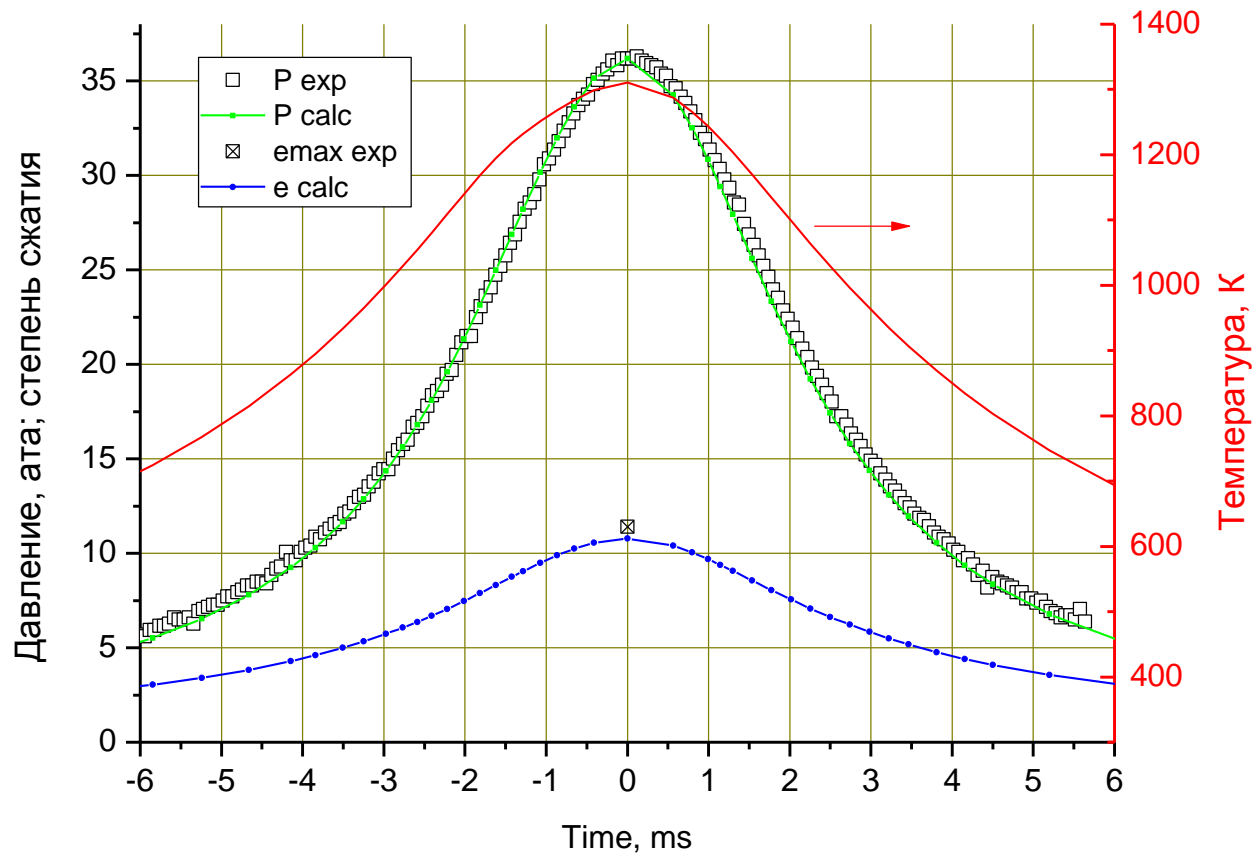


Расчитанная степень сжатия не совпадает
с экспериментально установленной
(меньшая адиабатичность)



Расчетные значения температуры

Импульсное сжатие смеси изобутан – 2%, аргон – 98%



Выводы

- Проведено исследование сжатия инертных газов
- Определен коэффициент пропорциональности для пересчёта давления из милливольт в абсолютные атмосферы
- Экспериментально показано, что сжатие ксенона близко к адиабатическому, у аргона наблюдаются некоторые потери

Спасибо за внимание!

Билера И. В.
Институт Нефтехимического
Синтеза им. А.В. Топчиева
bilera@ips.ac.ru

Хабарова Полина
СУНЦ МГУ им. М. В. Ломоносова
polinax785@gmail.com