

Результаты, полученные за 2006 по программе
фундаментальных исследований ОЭМППУ РАН
«Динамика и акустика неоднородных жидкостей,
газожидкостных систем и суспензий»
раздел “Экспериментальное и теоретические
процессов объемной детонации при распылении
пористых щелочных металлов в воду ”

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Научный руководитель темы
зав. лабораторией физико-химической гидроаэродинамики
к.ф.-м.н. Великодный В.Ю.

Исполнители:

н.с. Гришин В.Г. , н.с. Толкунов Б.Н. ,с.н.с., к.т.н. Воротилин В.П., н.с.,
Беркова, М.Д., г.н.с. Рычагов Е.Н., аспирант Самулис И. А.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Теоретическое и экспериментальное исследование физических процессов для реализации объемного взрыва при распылении щелочных металлов в воду

ФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА

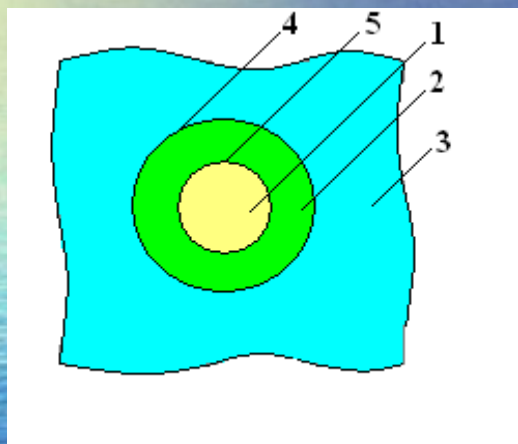


Рис. 2.1а. 1 – центральное ядро взрывающаяся проволочка; 2 – шаровой слой натрия или калия; 3 – окружающая среда (вода); 4 – тяжелая оболочка; 5 - легкая оболочка.

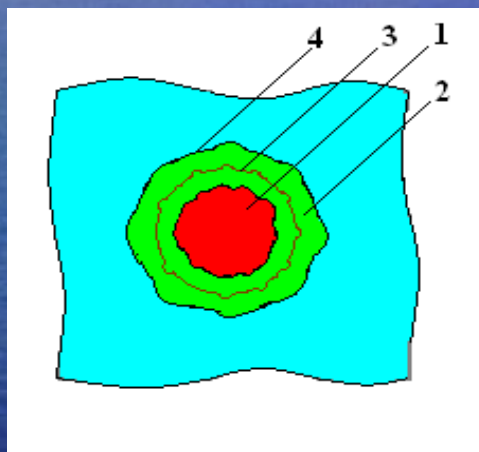


Рис. 2.1б. 1 – Подрыв проволочки при прохождении электрического тока
2 - шаровой слой натрия или калия; 3 – фронт ударной волны.

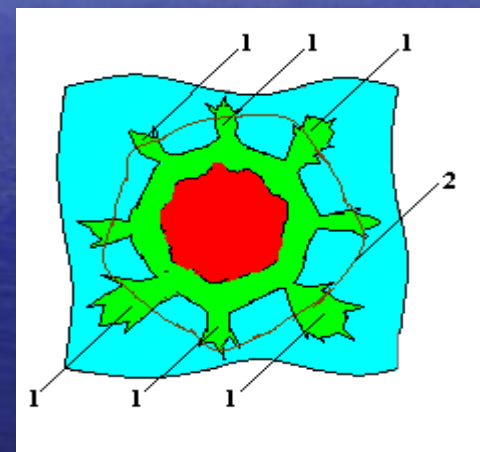


Рис. 2.1с. 1 – Струи натрия (калия), прорвавшие поверхность тяжелой оболочки.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ДЛЯ УСПЕШНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТА

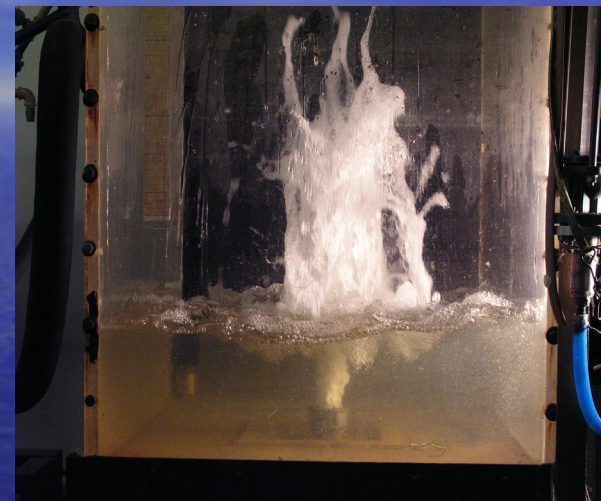
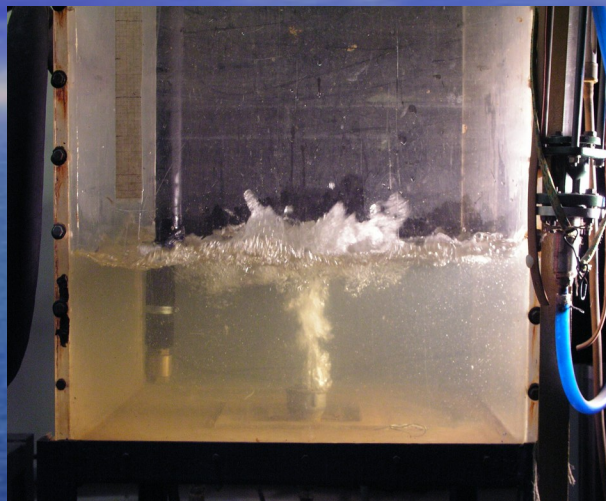
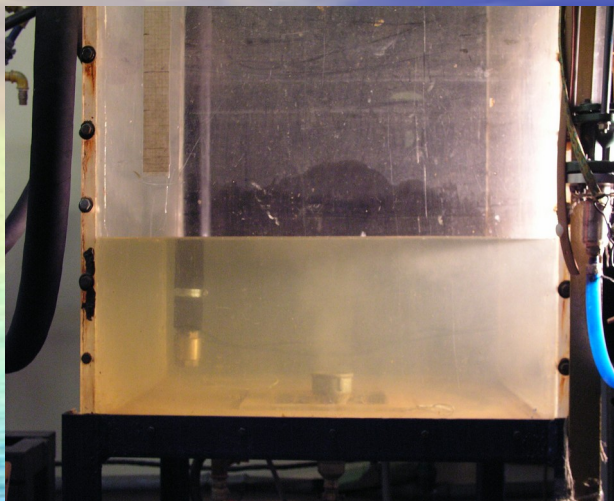
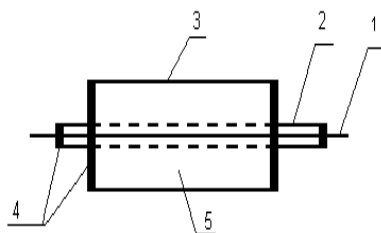


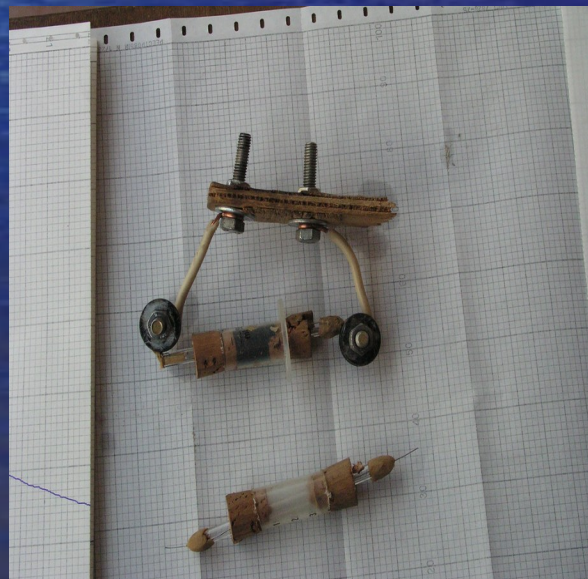
СХЕМА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ



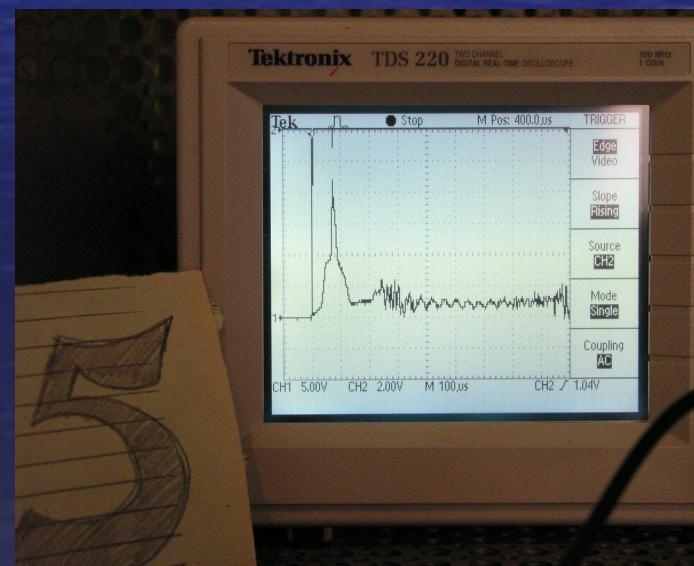
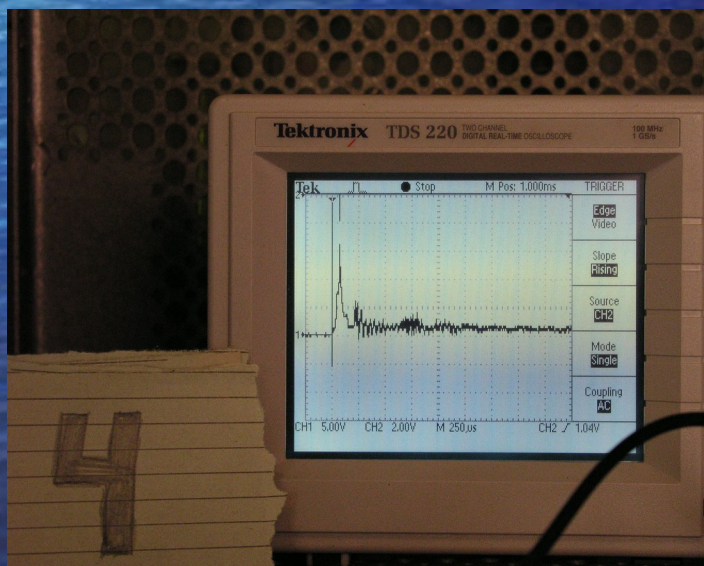
ВНЕШНИЙ ВИД СТЕНДА



- 1 - проволока
- 2 - стеклянная трубка, наполненная водой или иной субстанцией
- 3 - внешний пластиковый сосуд
- 4 - пробки
- 5 - емкость, наполненная калием



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- 1. В отчете представлено теоретическое и экспериментальное обоснование возможности реализации объемной детонации при распылении щелочных металлов в воде. Продемонстрирована возможность существенного превышения интенсивности давления на дальних расстояниях по сравнению с точечным взрывом. Проведены эксперименты по моделированию процесса. Разработана теория турбулентного смешения пористой струи щелочного металла с водой.
- 2. Теоретически и экспериментально показана принципиальная возможность реализации объемной детонации в воде, путем взрывного распыления калия или натрия.
- 3. Разработаны теоретические основы смешения и реакции веществ в условиях турбулентного режима течения реагирующих сред. В приближении бесконечно быстрых реакций, т.е., когда лимитирующей стадией реакционного процесса является доставка реагентов к зоне (поверхности) реакции получена замкнутая система уравнений, описывающая движение и химическую реакцию турбулентной струи жидкого натрия с окружающей водной средой, в которую происходит впрыск струйного потока.
- 4. На основе представлений о крупномасштабном захвате внешней жидкости, происходящего на возмущенной турбулентными пульсациями границе раздела между турбулентной струей и внешней ламинарной средой получено замыкающее уравнение захвата (или турбулизации) внешней среды, что позволило получить объективную оценку величины скорости диссипации турбулентной энергии - важнейшей характеристики процесса турбулентного смешения реагентов.
- 5. Получен строгий физический вывод выражения для эффективной скорости химической реакции в турбулентной среде. Показано, что для полноты описания реакционного процесса, в котором главную роль фактора перемешивания играет турбулентность, необходимо использовать понятия реакционных объемов, эффективной реакции для них и соответственно иметь уравнение баланса для этих объемов с реакционным членом.
- 6. Рассмотрены различные эффекты тепловыделения, связанных с нагревом и испарением компонент реакции, наличием в струе инертной примеси в виде пузырьков аргона в широком интервале газосодержания : , а также с учетом вклада продуктов реакции в динамику развития турбулентной струи и химической реакции.
- 7. Проведены детальные численные расчеты основных параметров, характеризующих процесс развития турбулентной струи жидкого натрия и ее химического взаимодействия с окружающей водной средой. Даны количественные оценки влияния начального газосодержания и интенсивности турбулентного перемешивания на эффективную скорость химической реакции. Показано, в частности, что с ростом и протяженность реакционной зоны сокращается и соответственно возрастает интенсивность реакционного процесса.
- 8. Проведены дополнительные расчеты дальнобойности струи (без реакции), т.е. длины ее участка, на котором устанавливается стехиометрический состав смеси. Расчеты подтвердили то весьма важное свойство пористой струи, что с увеличением начального газосодержания сокращается длина установления стехиометрического соотношения.