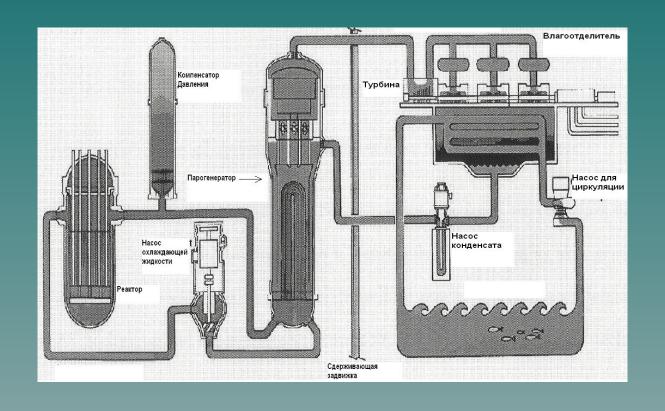
## Отчет по Научно-исследовательской работе

Подготовил: Антон Алексеевич Столяров Руководитель: Валерий Павлович Лунин

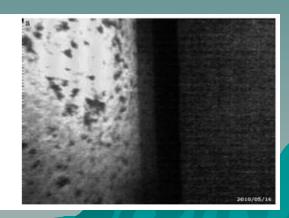
### Схема отвода тепла от реактора



# Были рассмотрены различные методы контроля применительно к определению отложений (например, работа Б.А. Чичигина)

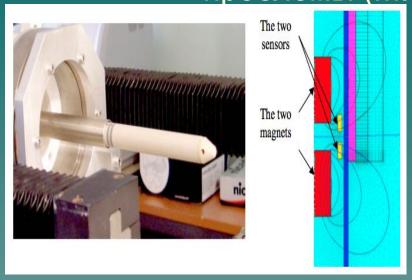


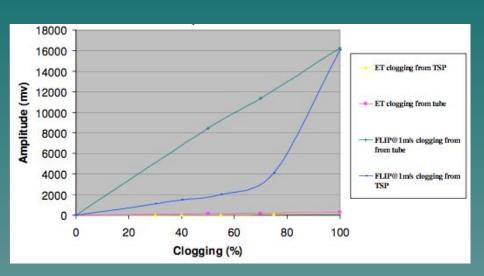




#### Использование магнитного метода в решении

проблемы (M. Piriou, S.W. Glass )



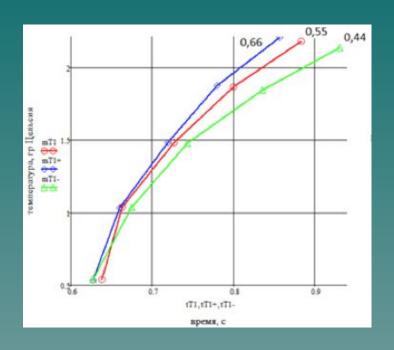


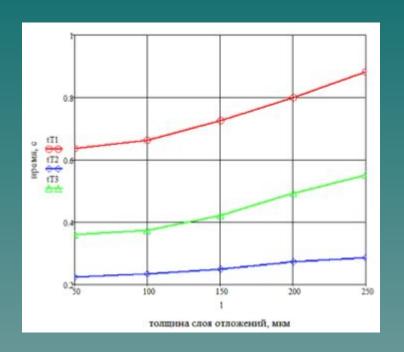
#### Минусами метода являются:

- 1. Зависимость чувствительности от скорости движения преобразователя, что затрудняет контроль, так как наличие гибов сказывается на движении манипулятора.
- 2. Преобразователь не чувствителен к оксиду меди.
- 3. Невозможность определения формы отложений, так как метод (магнитный) реагирует только на края отложений. Это затрудняет определение объема отложений.

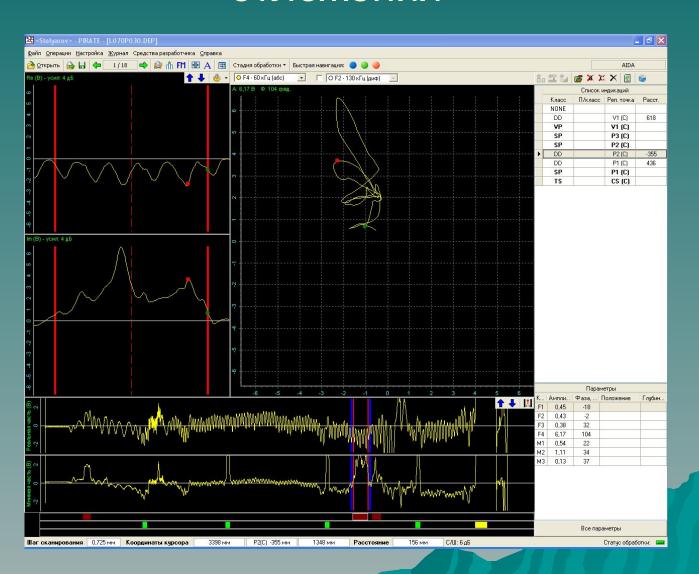
Плюс метода: большая чувствительность (до 40 раз)

• Вихретокотепловой метод контроля (Е.А. Клементьева, Д.А. Чепик, В.П. Лунин, Л.А. Чернов)

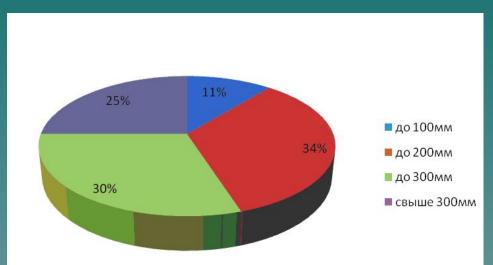


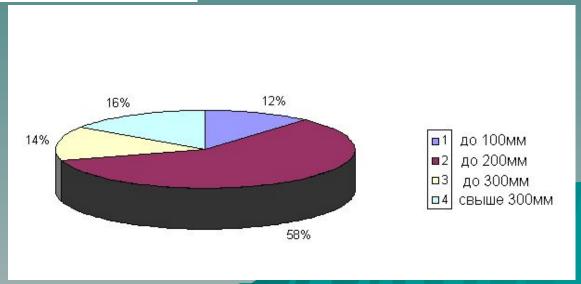


## Вид сигнала от электропроводящего отложения



## Протяжённости отложений на станциях (слева – Нововоронежская, справа - Балаковская)



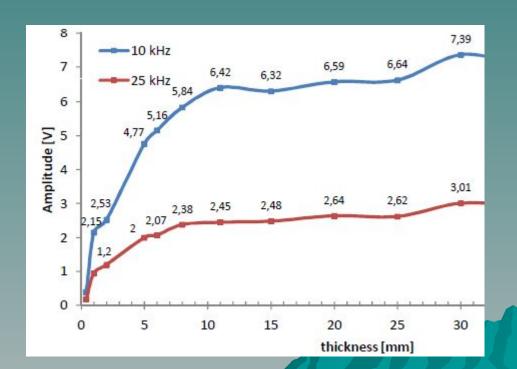


# Обобщённая протяжённость отложений

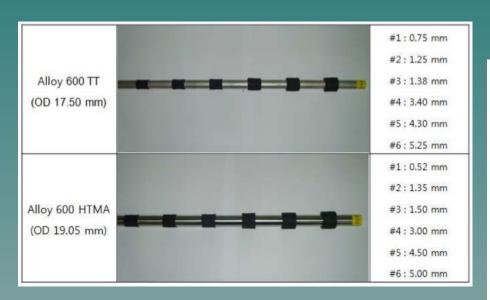


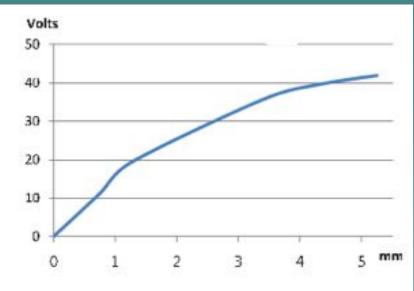
Для проведения экспериментов по построению градуировочной характеристики были исследованы зарубежные аналоги:

- 1) В статье финских учёных Tarja Jäppinen, Kari Lahdenperä и Sanna Ala-Kleme представлены результаты по определению отложений на трубном пучке:
- 1. Основное количество отложений располагается на дне парогенератора и около конструктивных элементов.
- 2. Наиболее эффективными для поиска отложений являются частоты 10 и 25 кГц. 3. При увеличении толщины отложения на сигнале вихретокового датчика наблюдается насыщение. При дальнейшем увеличении толщины не виден рост амплитуды сигнала



### 2) В работе Min-Kyoung Kim, Chang-Jae Yim, Eui-Lae Kim, Chang-Joon Lee and Joong-Ahm Park используется оксид железа Fe3O4



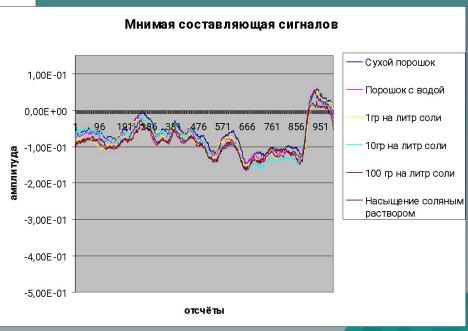


 Эксперименты, проведенные в МЭИ не дали схожего результата

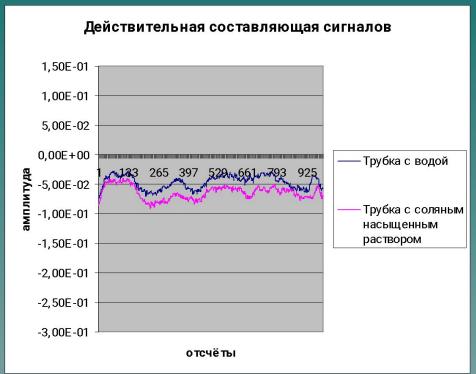


#### Использование растворов в качестве отложений (порошок Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>)





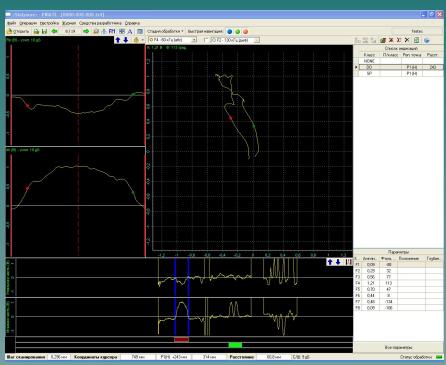
### Были проведены эксперименты, моделирующие отложения по своему составу





# Получился сигнал, близкий по виду к сигналу от отложения при использовании медных листов (слева) и листов из нержавеющей стали

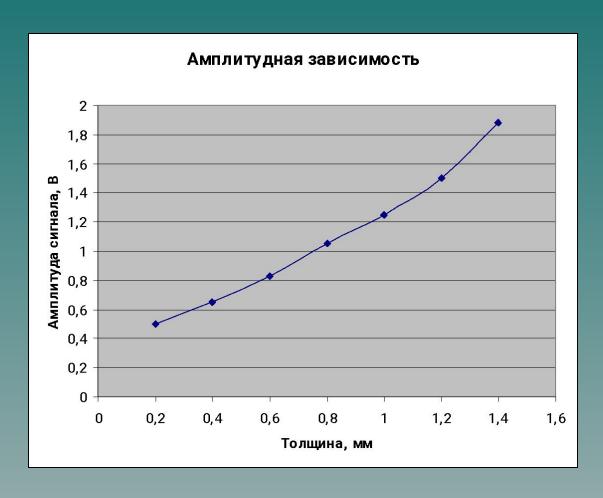




• В статье В.П. Горбатых «Влияние сочетания аммиака и медь содержащих сплавов на коррозионное растрескивание трубных пучков парогенераторов из аустенитных сталей» затрагивается тема химического состава отложений. Рассматривается образование комплексных соединений меди с аммиаком в процессе работы парогенератора. В. П. Горбатых показывает, что в результате химической реакции происходит выделение чистой меди на внешней поверхности теплообменных труб

$$2H_2O \Rightarrow 2H^++ 2OH^-$$
  
 $2Fe(OH)_2 + 2OH^- \Rightarrow 2Fe(OH)_3 + 2e$   
 $2e + Cu^{2-+} \Rightarrow Cu$ 

# Амплитудная характеристика материала из нержавеющей стали линейно зависела от его толщины и не уходила в насыщение



### Градуировочная характеристика для определения объёма (е – это энергетический коэффициент)

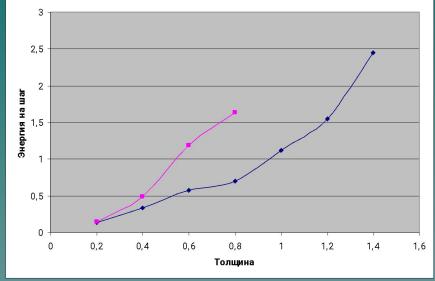
$$e := \sum_{i=1}^{n} \left[ \left( x_{i} \right)^{2} + \left( y_{i} \right)^{2} \right]$$

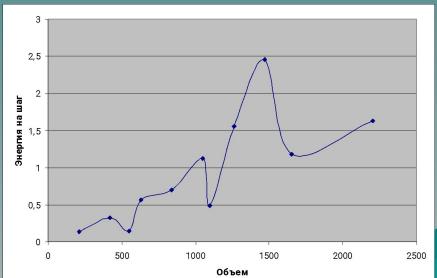
**←** Ряд1





#### Были проведены исследования зависимостей, включающих отношение энергетического коэффициента к шагу сканирования





- В настоящее время проводится исследование осесимметричной модели отложения для сравнения данных, полученных в результате экспериментов с результатами численного моделирования в Comsol.
- Решается задача определения влияния отложений, находящихся в дефектах теплообменных труб, на сигнал вихретокового датчика, в следствие чего проводится разработка модели для численного анализа этой проблемы.

### Спасибо за внимание!