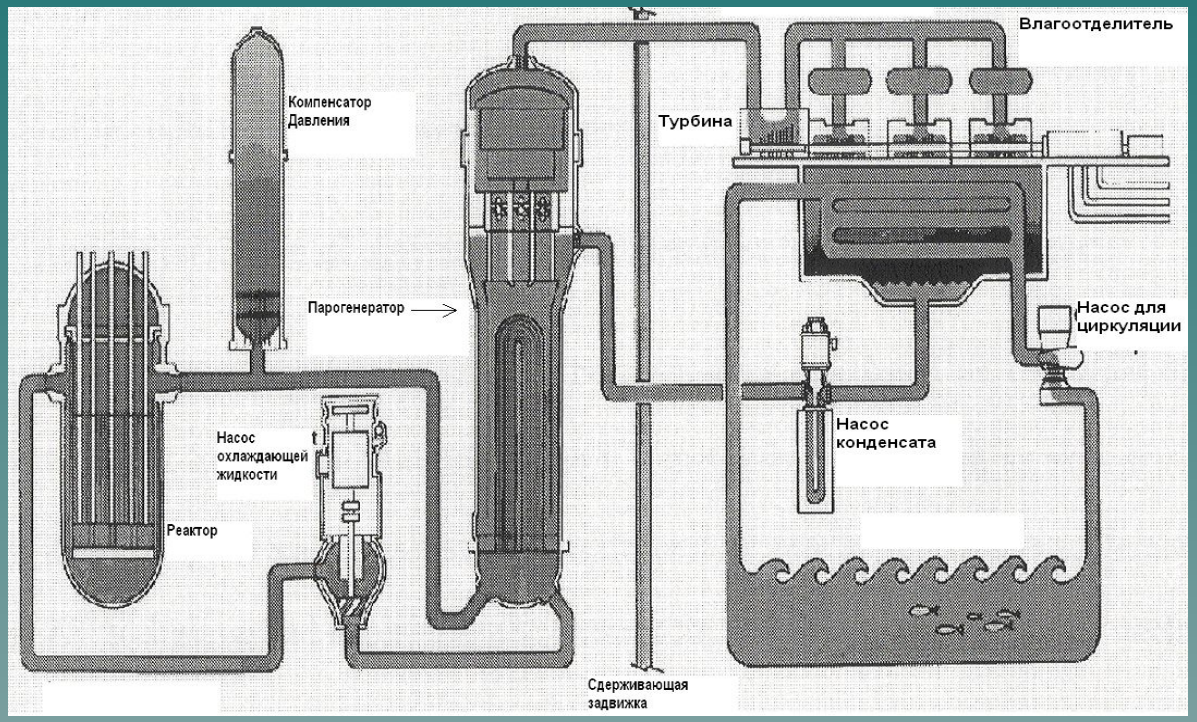
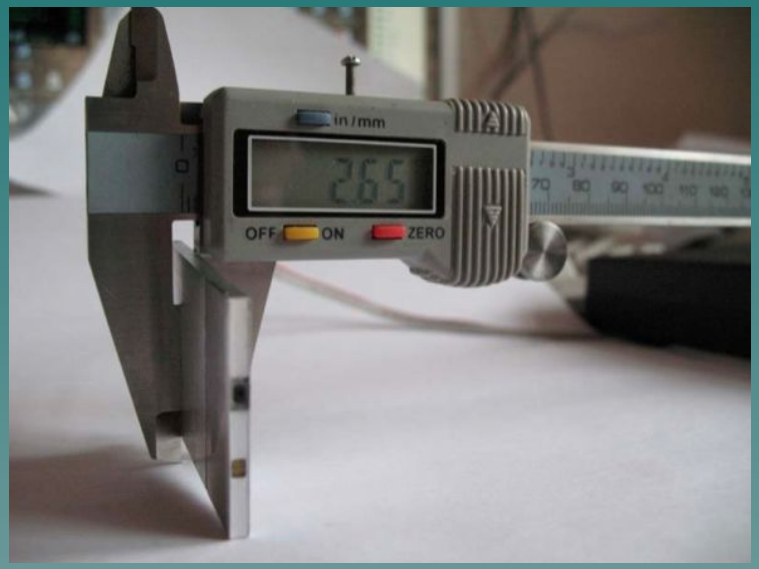
Отчет по Научно-исследовательской работе

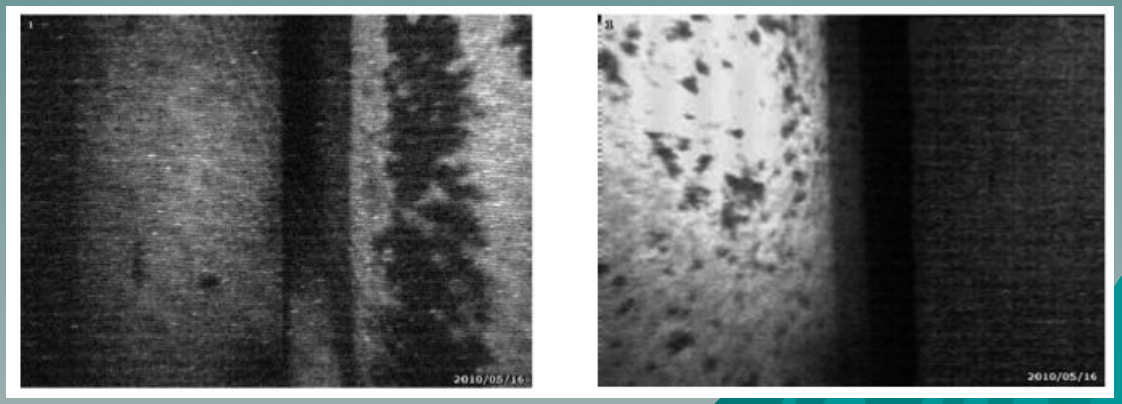
Подготовил:
Антон Алексеевич Столяров
Руководитель:
Валерий Павлович Лунин

Схема отвода тепла от реактора

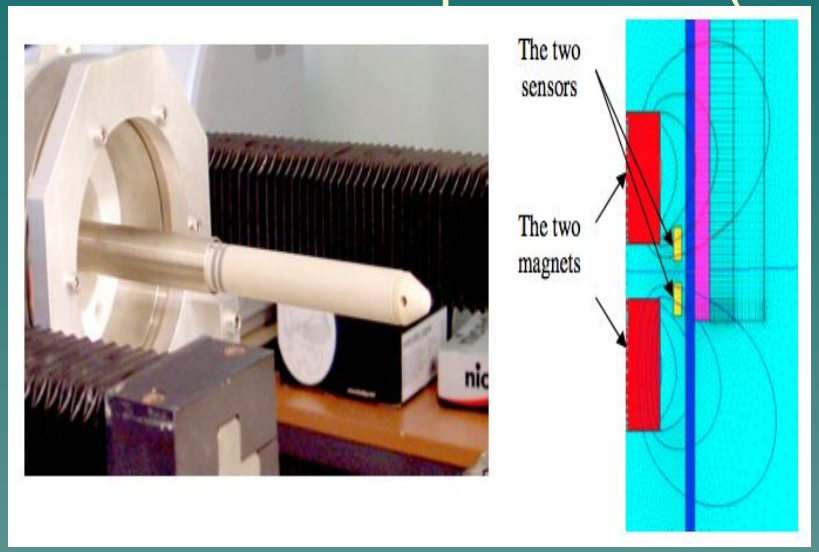


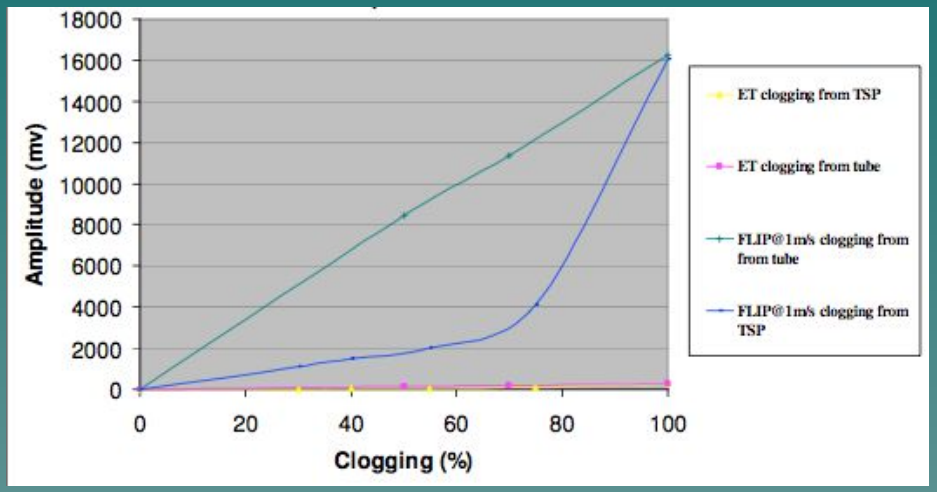
Были рассмотрены различные методы контроля применительно к определению отложений (например, работа Б.А. Чичигина)





Использование магнитного метода в решении проблемы (M. Piriou, S.W. Glass)



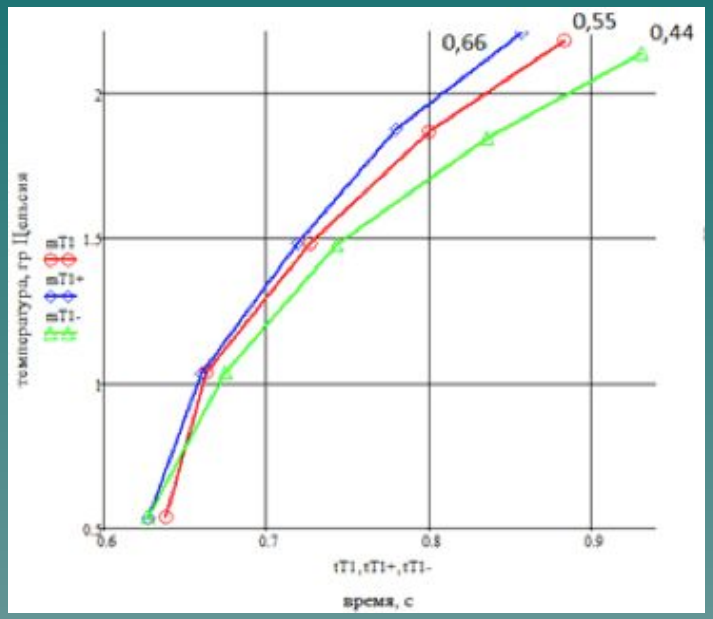


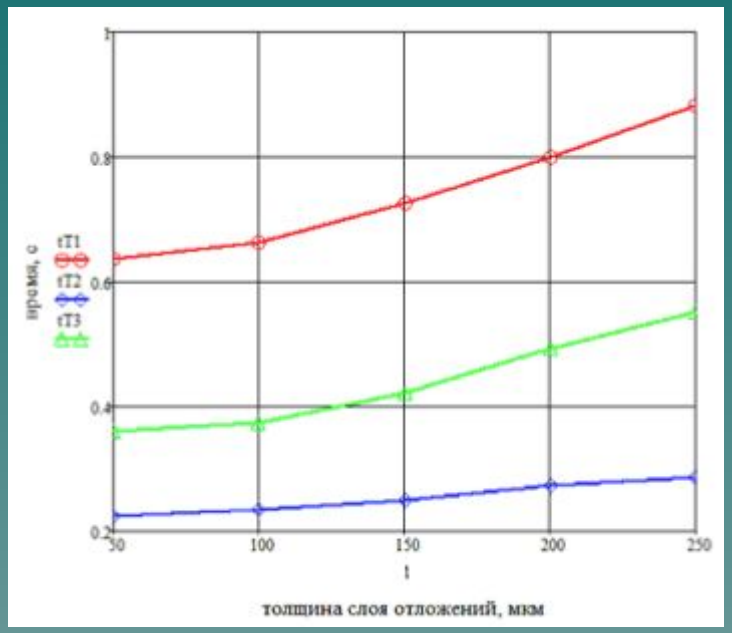
Минусами метода являются:

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.

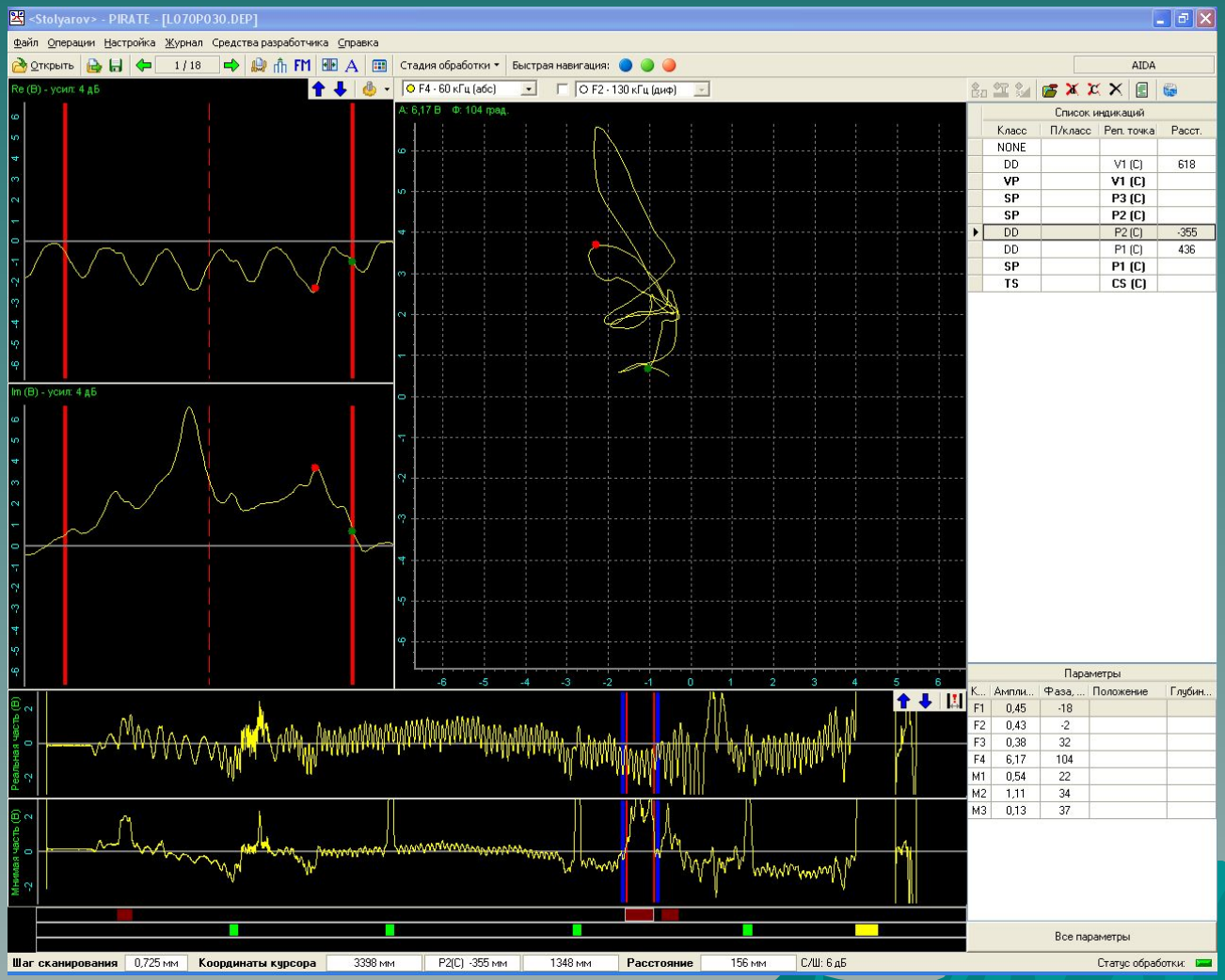
Плюс метода: большая чувствительность (до 40 раз)

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

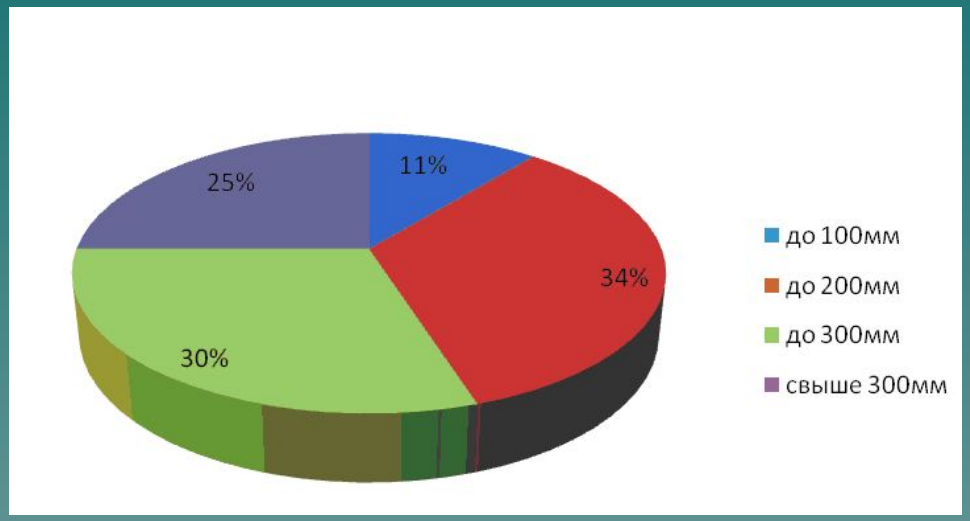


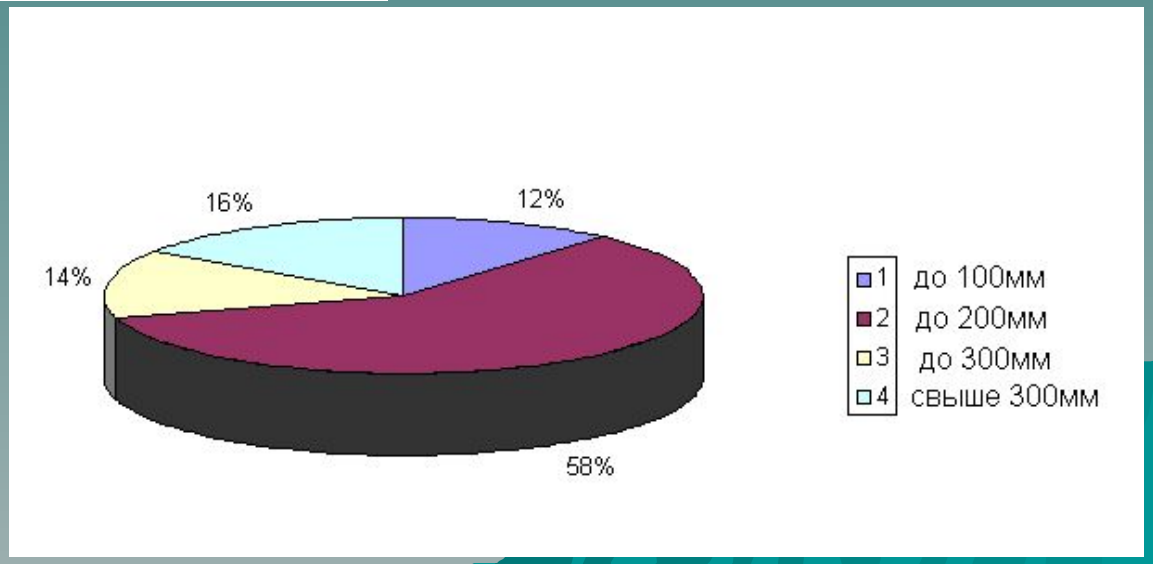


Вид сигнала от электропроводящего отложения



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



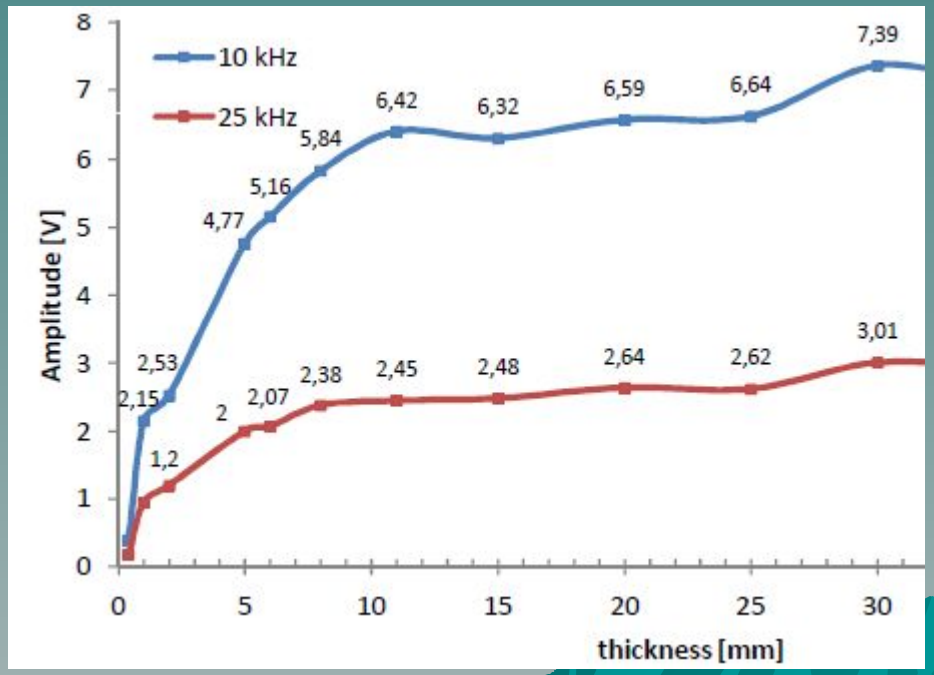


Обобщённая протяжённость отложений

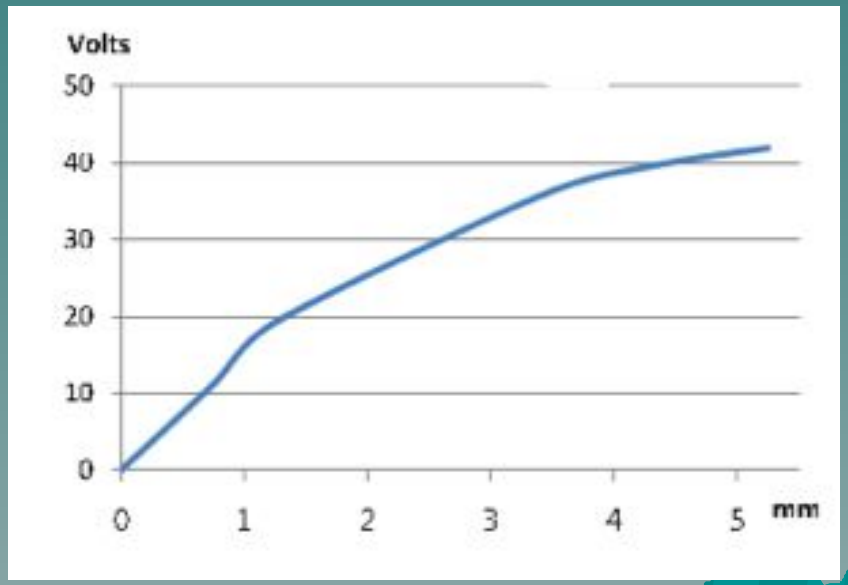
Для проведения экспериментов по построению градуировочной характеристики были исследованы зарубежные аналоги:

1) В статье финских учёных Tarja Jäppinen, Kari Lahdenperä и Sanna Ala-Kleme представлены результаты по определению отложений на трубном пучке:

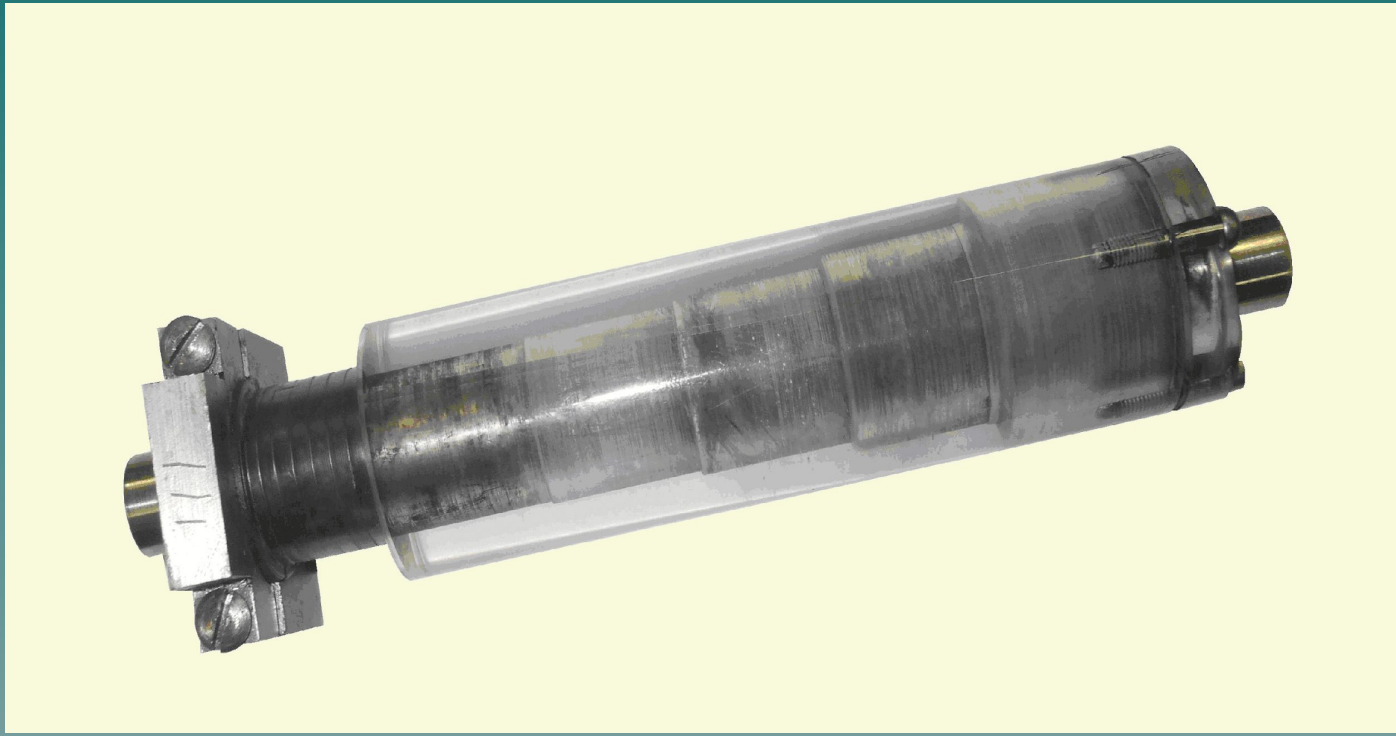
1. Основное количество отложений располагается на дне парогенератора и около конструктивных элементов.
2. Наиболее эффективными для поиска отложений являются частоты 10 и 25 кГц.
3. При увеличении толщины отложения на сигнале вихретокового датчика наблюдается насыщение. При дальнейшем увеличении толщины не виден рост амплитуды сигнала



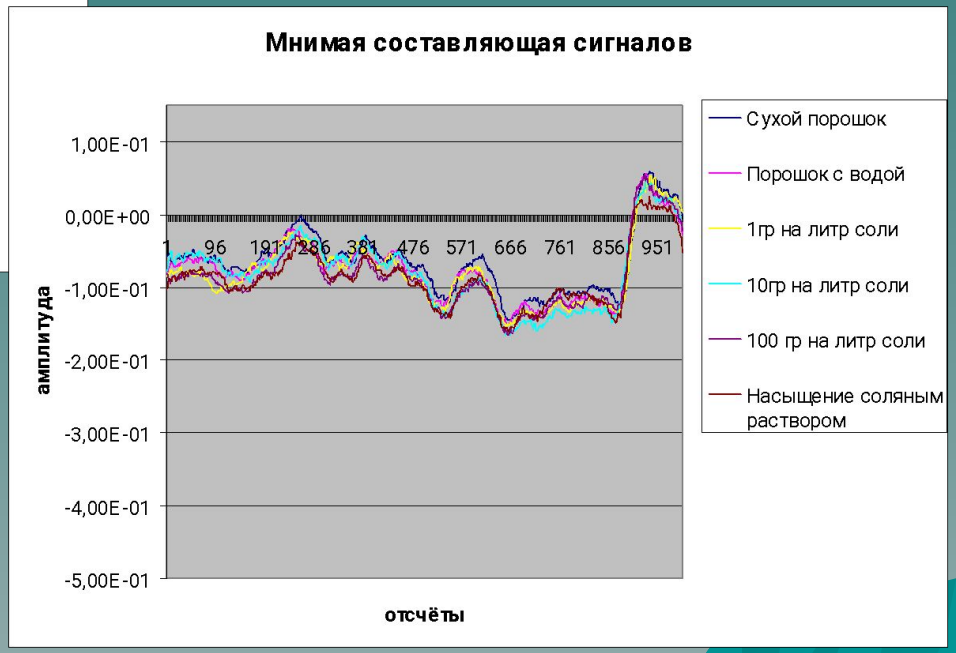
2) В работе Min-Kyoung Kim, Chang-Jae Yim, Eui-Lae Kim, Chang-Joon Lee and Joong-Ahm Park используется оксид железа Fe3O4



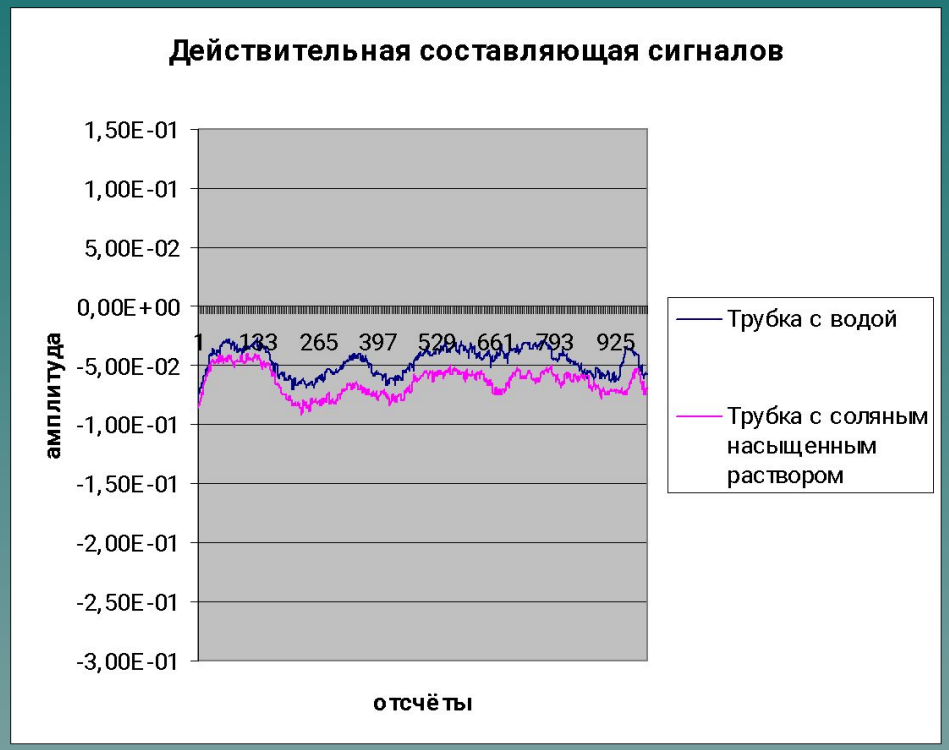
- Эксперименты, проведенные в МЭИ не дали схожего результата

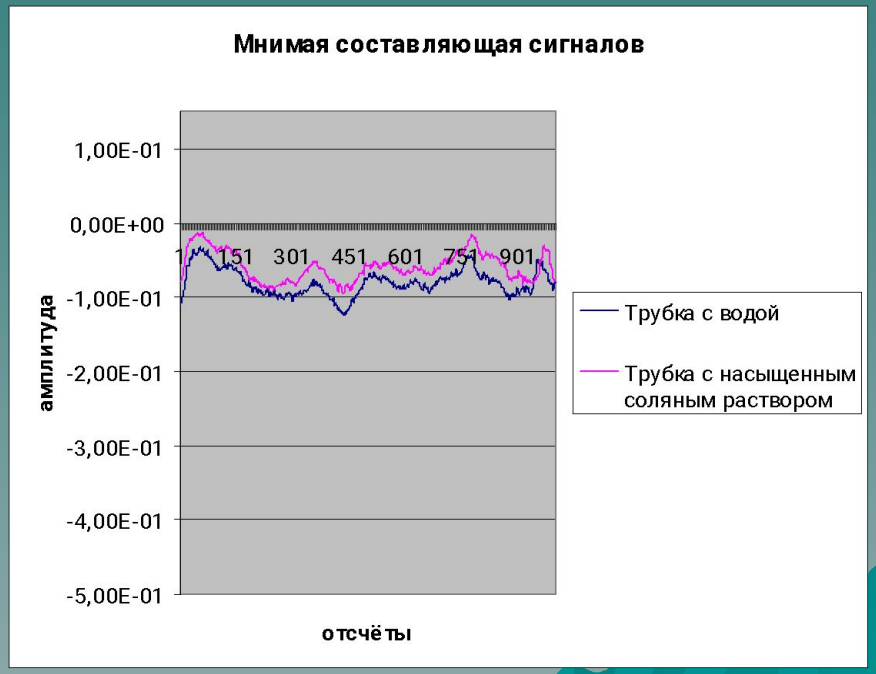


Использование растворов в качестве отложений (порошок Fe_3O_4)

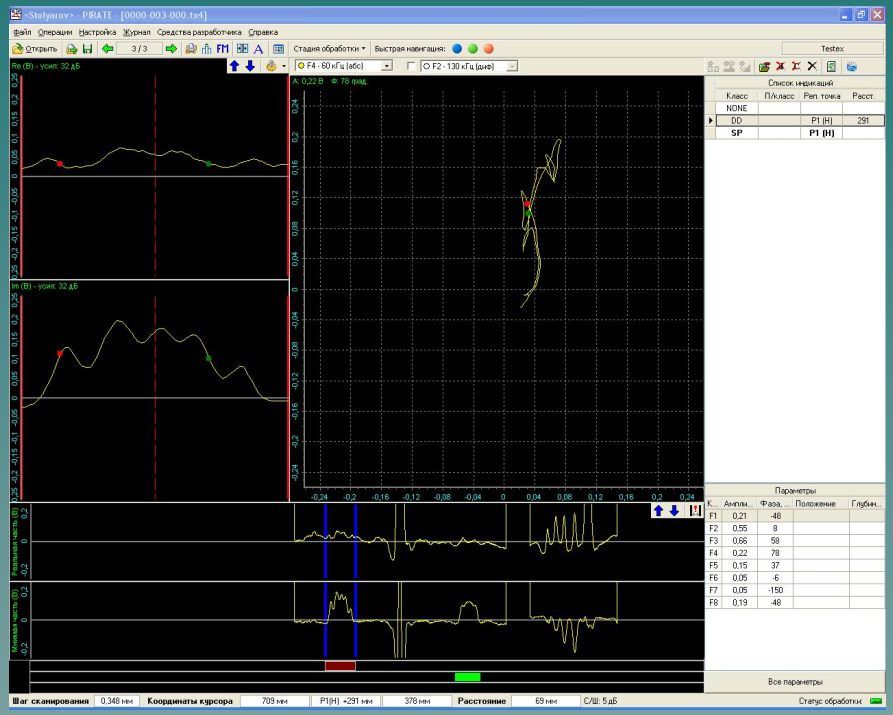


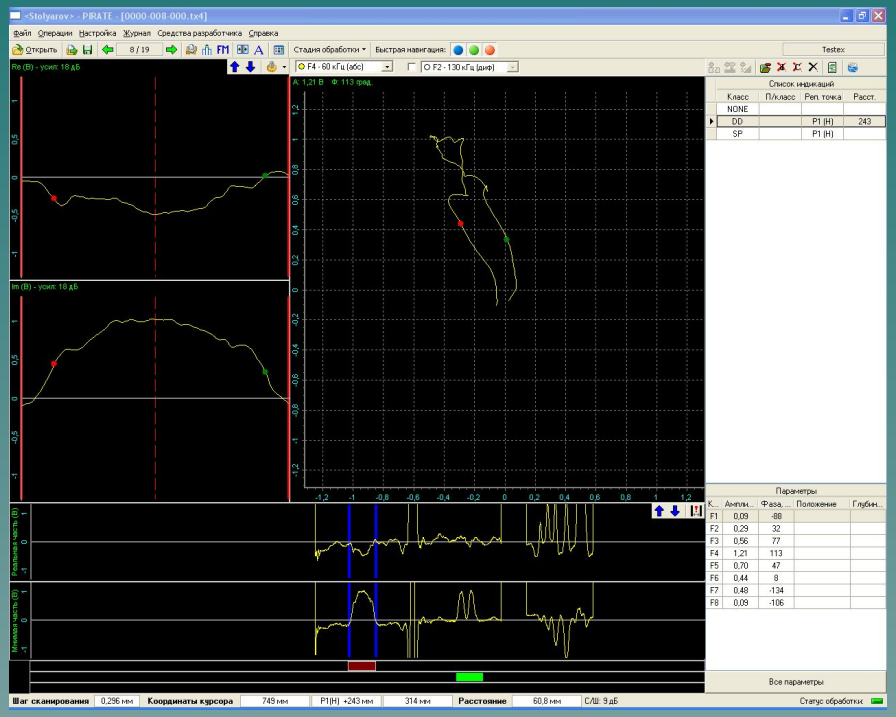
Были проведены эксперименты, моделирующие отложения по своему составу





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





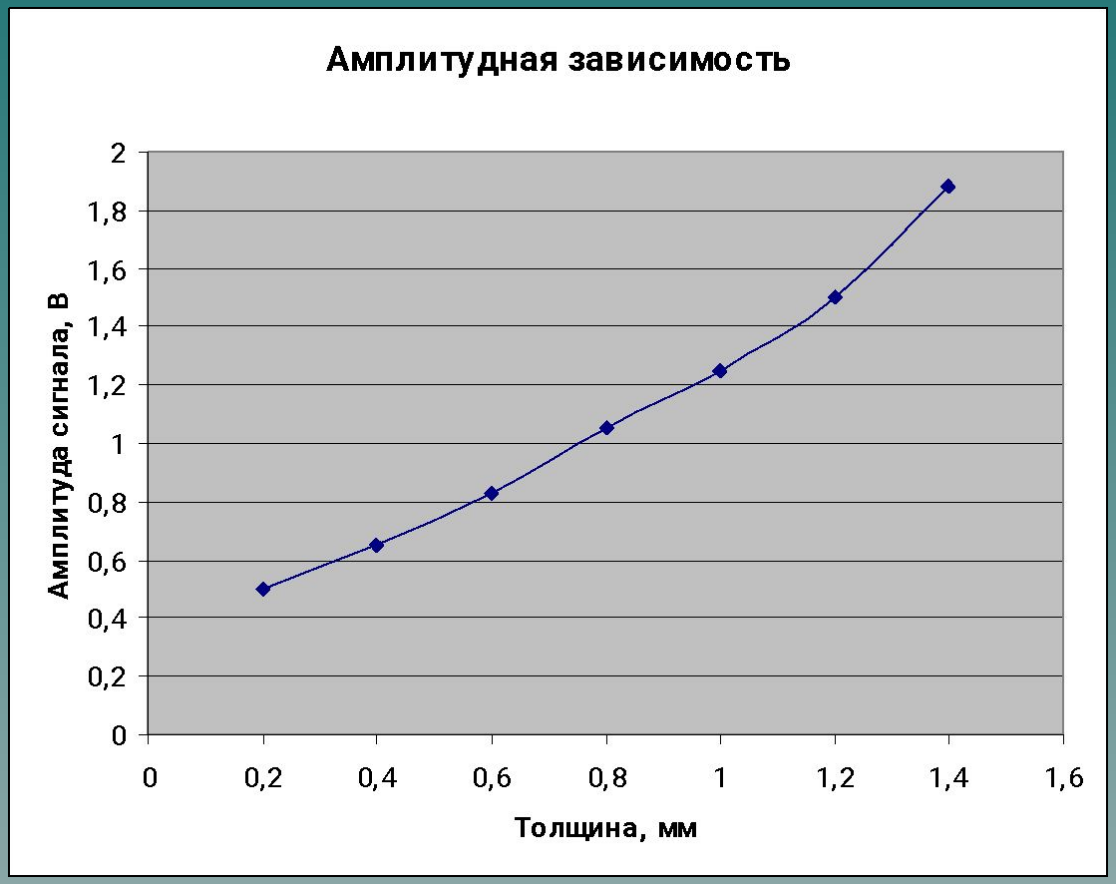
- В статье В.П. Горбатых «Влияние сочетания аммиака и медь содержащих сплавов на коррозионное растрескивание трубных пучков парогенераторов из аустенитных сталей» затрагивается тема химического состава отложений. Рассматривается образование комплексных соединений меди с аммиаком в процессе работы парогенератора.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

$$2H_2O \Rightarrow 2H^+ + 2OH^-$$

$$2Fe(OH)_2 + 2OH^- \Rightarrow 2Fe(OH)_3 + 2e$$

$$2e + Cu^{2+} \Rightarrow Cu$$

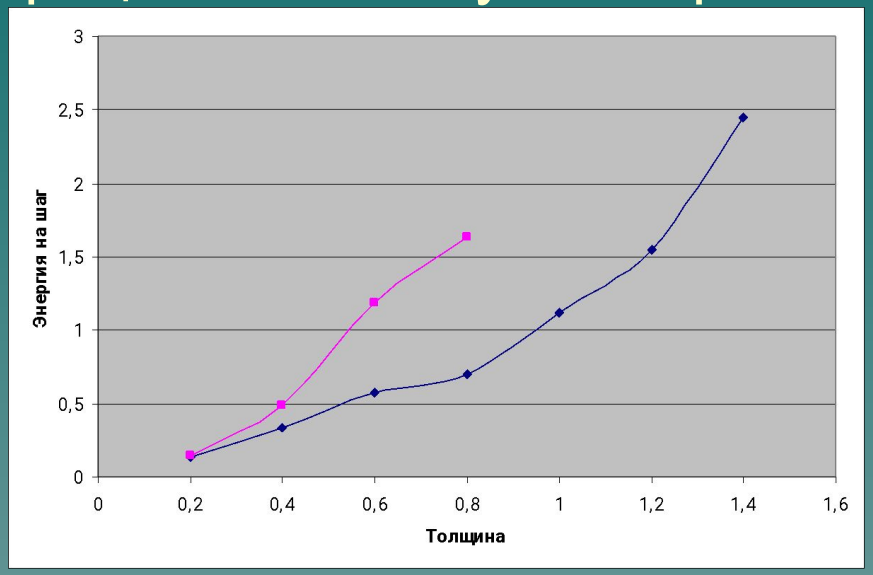
Амплитудная характеристика материала из нержавеющей стали линейно зависела от его толщины и не уходила в насыщение

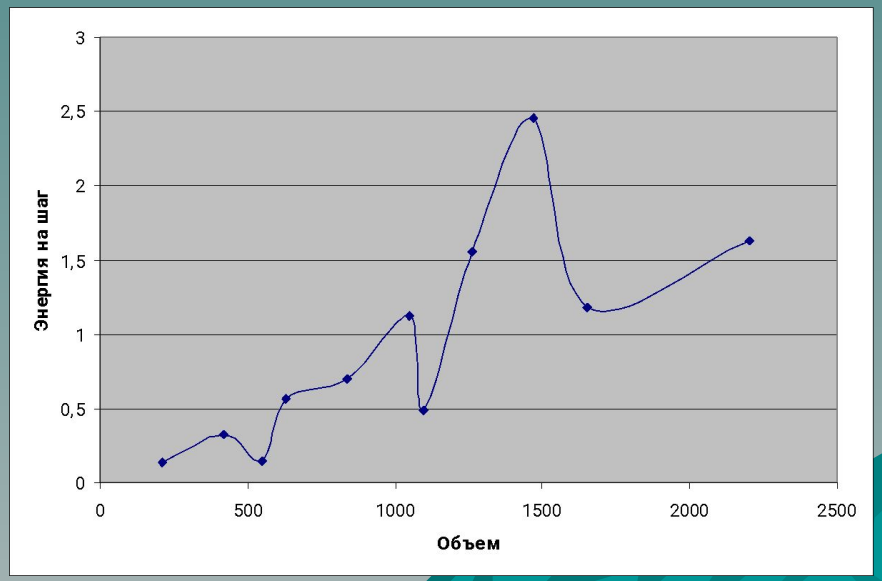


Градуировочная характеристика для определения объёма (е – это энергетический коэффициент)

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

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!