

# MHD



## MAGNETIC FLUID TREATMENT

**- Magneto-Hydro-Dynamics -**

**Обработка жидкостей – Магнитные модули FLOWMAG**

Президент, П. Вольфс

Консультант по техническим процессам, Р.  
Хагельстайн

14 ноября, 2014



# Содержание

- Представление компании MHD Magnets
- Двойная выгода
- Устройство FLOWMAG
- Как это работает
- Как это работает: заключение
- Приложения
- Характеристики магнитного модуля SS
- Ссылки





# Представление компании MHD Magnets

- Компания MHD Magnets, основанная в 1986 году, на данный момент является ведущим производителем запатентованных магнитных систем очистки жидкостей
- Результатом многолетнего научно-исследовательского труда и опытно-конструкторских разработок стали следующие линейки продуктов:
  - Магнитные модули для контроля за образованием отложений в трубах
  - Контроль за биопленкой, предотвращение биологической коррозии и обрастания органическими соединениями;
  - Магнитные сепараторы, удаляющие металлические примеси из жидкостей
- Начиная с 1994 года MHD сконцентрировались на магнитных сепараторах
  - Был разработан дизайн RASMAN, который продолжает совершенствоваться
  - Новый сепаратор, ROTOMAG, был представлен в 2010.
- Тот факт, что за плечами у MHD более 200 установленных фильтров доказывает, что RASMAN это лучшее техническое решение для очищения жидкостей от намагничивающихся частиц:
  - Отходы от сварочных работ;
  - Металлическая пыль;
  - Растительные сорные примеси;
  - Стружки;
  - Ферриты и оксиды железа.



## Двойная выгода

- Магнитная обработка жидкостей позволяет избежать образования разрушительного слоя механических примесей.
- Вне зависимости от того, нагревает ли среда механизм или охлаждает его, рано или поздно образуются карбонат и сульфат кальция, а также фосфаты железа и различные гидроксиды, которые доставляют немало проблем с техобслуживанием. Под удар попадает продуктивность, идет увеличение эксплуатационных расходов и появляется риск вынужденной остановки.
- Обработка жидкостей по магнитным технологиям MHD является предупредительным и (если нужно) корректирующим решением.
- Предупреждать...

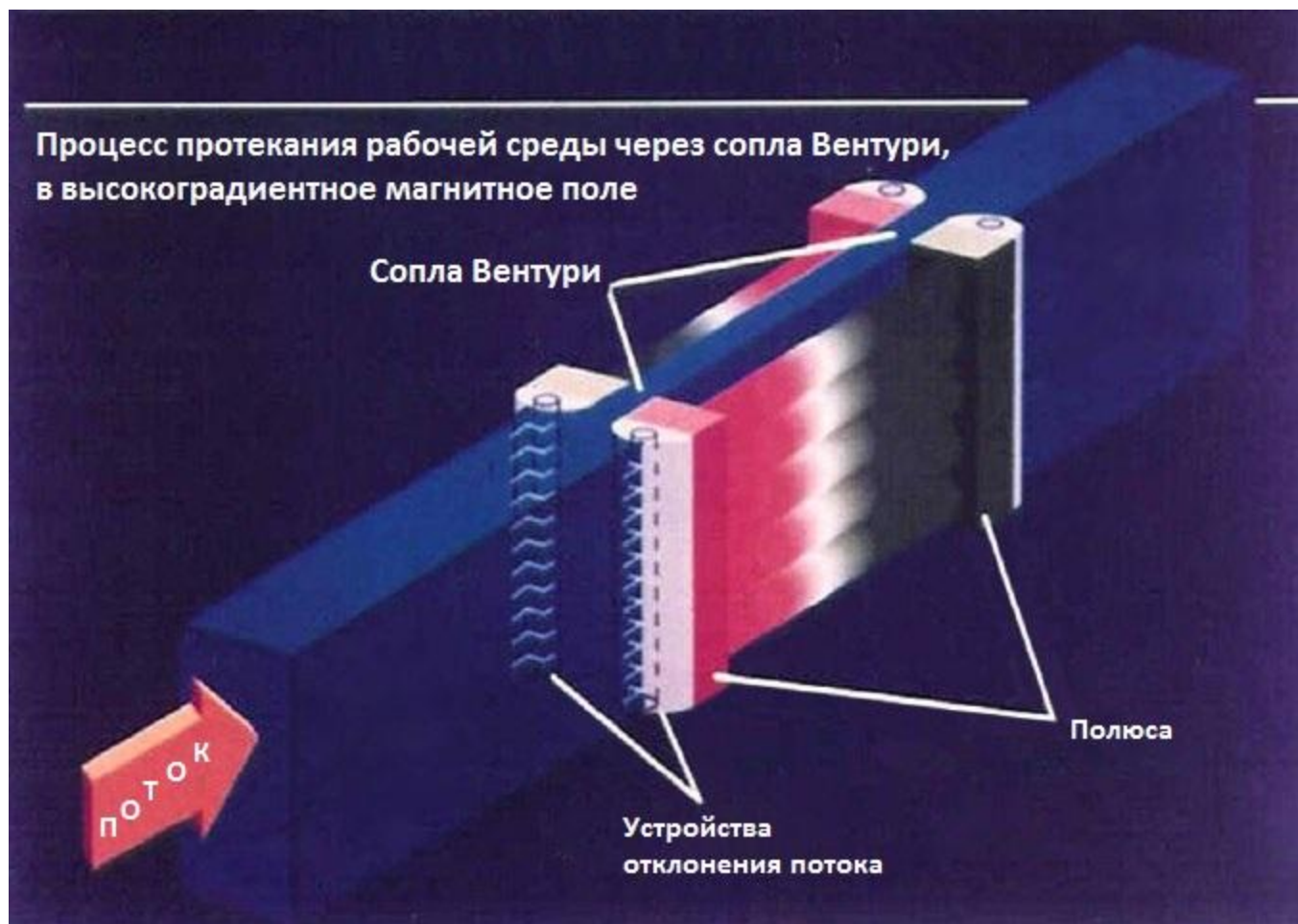
Комбинация передовых магнитных технологий и гидродинамики, контроль за образованием окалины в трубах и технологическое оборудование предотвращают нагромождение примесей и незапланированное техобслуживание.

- ...и исправлять (если нужно)

Существующие отложения в трубах и эксплуатационном оборудовании постепенно растворяются и распадаются. Далее они перемещаются вниз по потоку.



# Устройство FLOWMAG





## Как это работает (1)

- В результате кристаллизации карбоната кальция образуются крупные отложения

Кристаллы карбоната кальция, образовавшиеся в трубе vaporизатора с использованием аналога FLOWMAG, поддерживающего заданный коэффициент турбулентности



Кристаллы карбоната кальция, образовавшиеся в трубе vaporизатора с использованием FLOWMAG.



Фотографии со сканирующего электронного микроскопа кристаллов  $\text{CaCO}_3$  x 1000

Университет Сити, Лондон,  
Великобритания



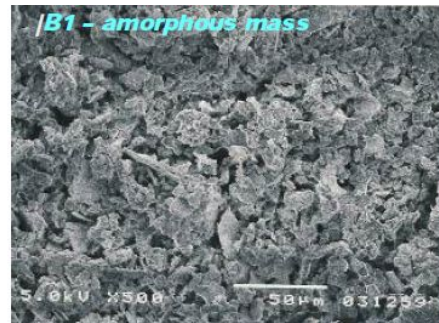


## Как это работает (2)

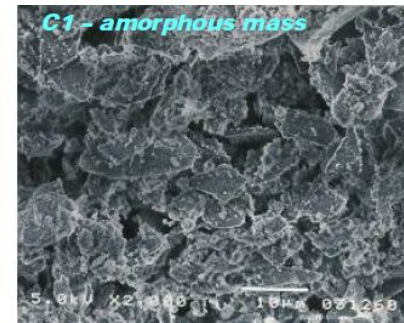
- Фосфат кальция формирует большие образования из-за меньшей энергии кристаллической решетки



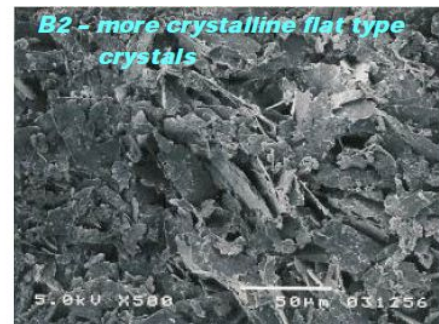
Powder x 500



fragment x 500



fragment x 2000



Выпадение осадков  $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_3\text{PO}_4$  с использованием аналога FLOWMAG, поддерживающего заданный коэффициент турбулентности

Выпадение осадков  $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_3\text{PO}_4$  с использованием FLOWMAG.

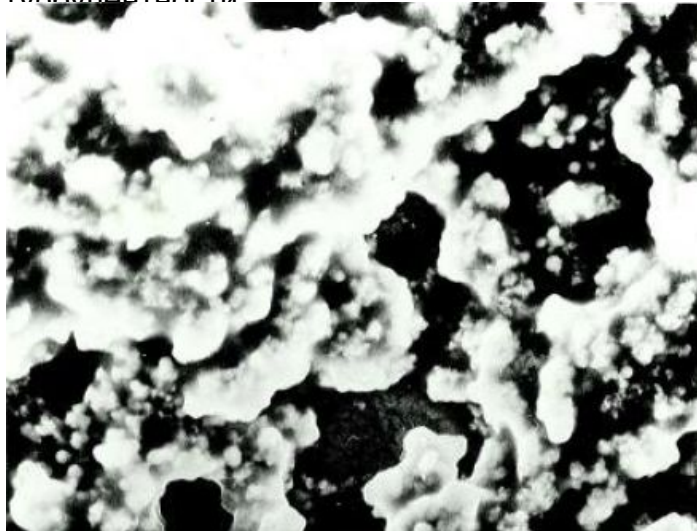
Делфтский технический университет,  
Нидерланды



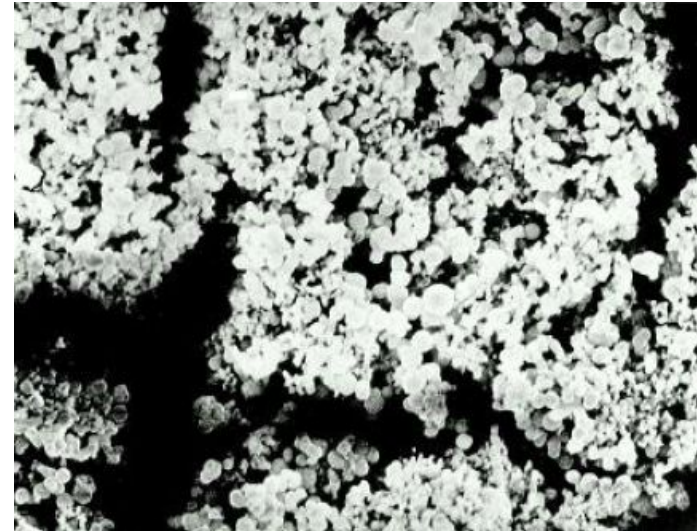
## Как это работает (3)

- Сульфат олова оседает более кристаллизированно.

Кристаллизация сульфата олова с использованием аналога FLOWMAG, поддерживающего заданный коэффициент турбулентности



Кристаллизация сульфата олова с использованием аналога FLOWMAG



Кристаллы сульфата олова x  
1000

Университет Сити, Лондон,  
Великобритания

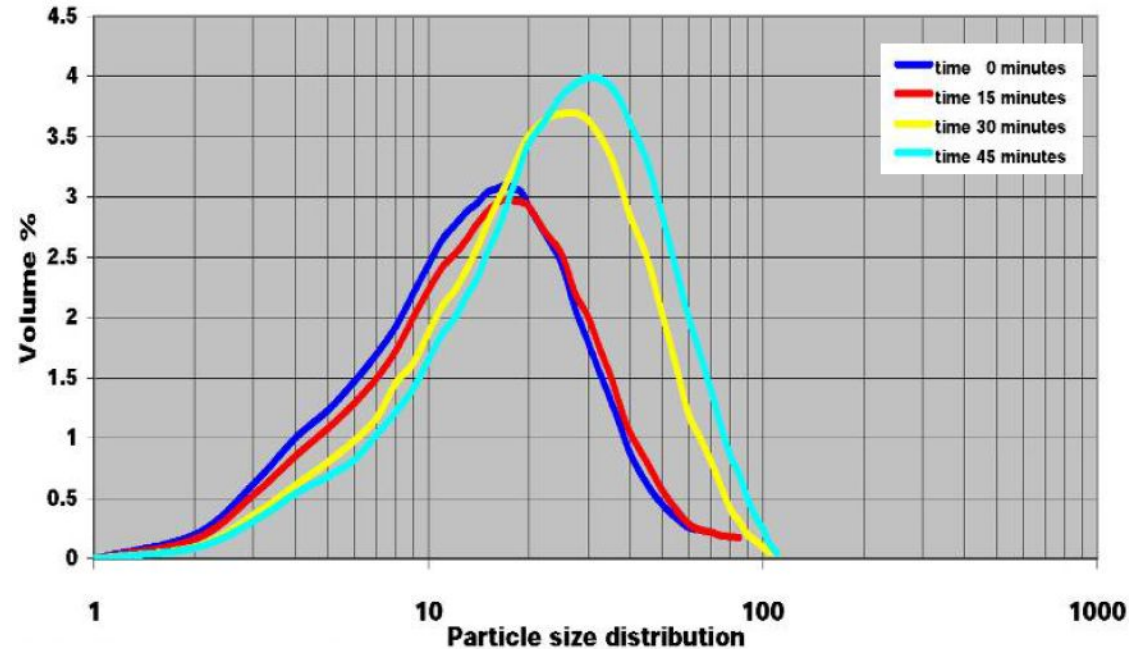




## Как это работает (4)

- Со временем величина частиц фосфата кальция повышается.

Влияние магнитного поля на ядрообразование и кристаллизацию частиц фосфата кальция в леминерализованной воде



V = 1.6 ltr calcium phosphate solution in demineralised water  
 $v^{200} = 2 \text{ m/s}$   
 $c = \text{Ca}^{2+} \cdot 4.8 / \text{PO}_4^{3-} \cdot 1.6 / \text{Na}^+ \cdot 1.5 \text{ mmol/l}$   
Magnetic field = MHD Magnetic module Typ SST-1 (0.35 Tesla)  
Test method = Coulter LS 130 Laser diffraction  
Ir. P.F.M. Durville  
Interfaculty Chemical Technology and Materials Engineering  
Laboratory for Process Equipment

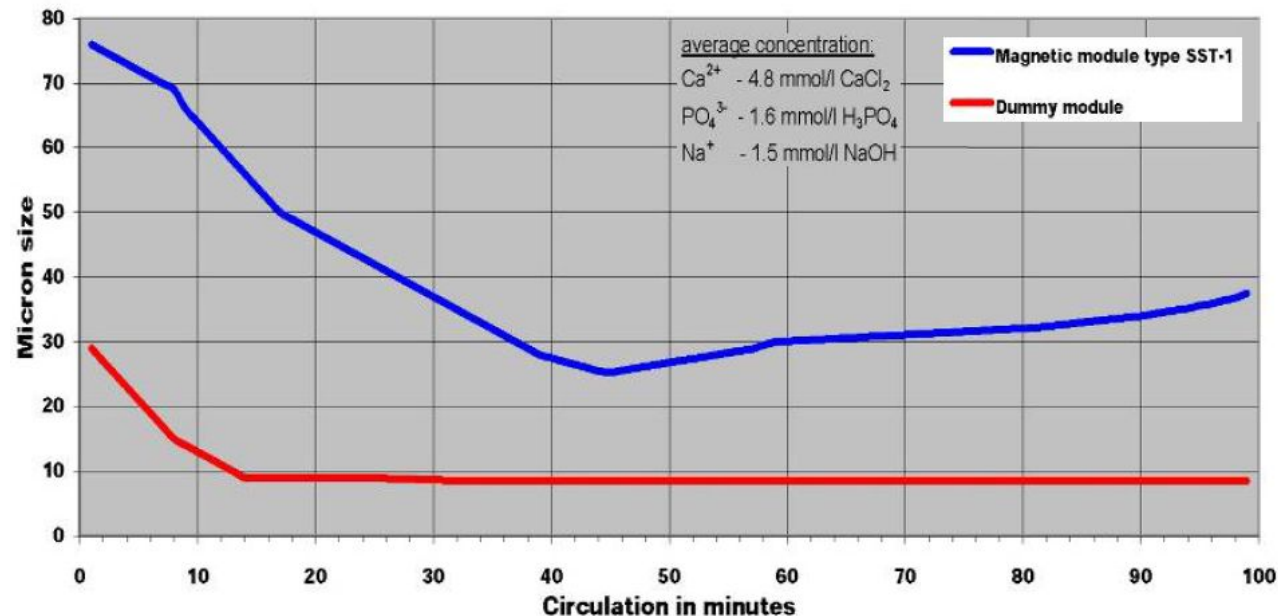
Делфтский технический университет, Нидерланды



## Как это работает (5)

- Размер частиц уменьшается благодаря турбулентному течению и увеличивается только благодаря магнитной обработке.

Влияние магнитных полей и турбулентности на средний размер частиц фосфата кальция в циркулирующей деминерализованной воде



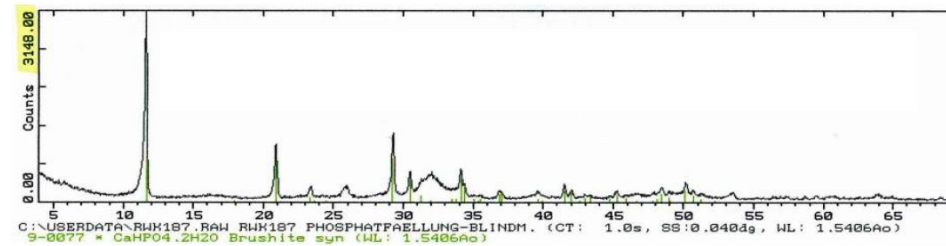
V = 1.6 ltr calcium phosphate solution in demineralised water  
 $v^{app} = 2$  m/s  
c = Ca<sup>2+</sup> - 4.8 / PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> - 1.6 / Na<sup>+</sup> - 1.5 mmol/l  
Magnetic field = MHD Magnetic module Typ SST-1 (0.35 Tesla)  
Test method = Coulter LS 130 Laser diffraction  
Ir. P.F.M. Durville  
Interfaculty Chemical Technology and Materials Engineering  
Laboratory for Process Equipment

Делфтский технический университет,  
Нидерланды

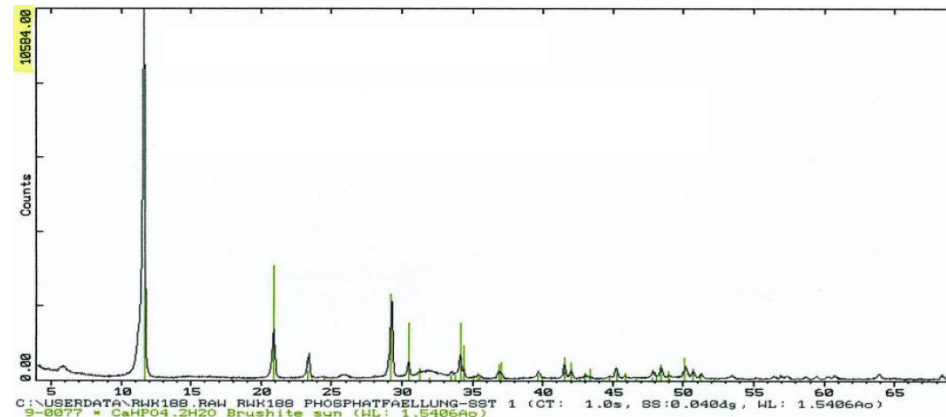


## Как это работает (6)

- Чем выше интенсивность магнитной обработки осадка, тем ощутимее изменения в кристаллической решетке, формирующей большие кристаллы.



Осадки фосфата кальция с использованием аналога FLOWMAG для поддержания коэффициента турбулентности.



Осадки фосфата кальция с использованием FLOWMAG.

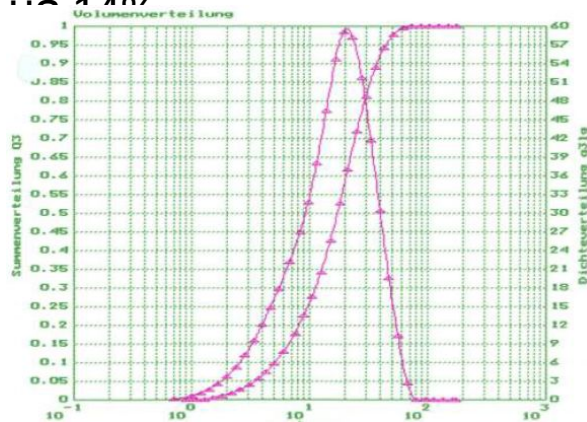
График рентгеновского анализа

Делфтский технический университет,  
Нидерланды



## Как это работает (7)

- Одновременно с ростом размера кристаллов можно наблюдать уменьшение относительной массы  $\square 1,4\%$



Осадки фосфата кальция с использованием аналога FLOWMAG для поддержания коэффициента турбулентности.

Размер частиц и их распределение

- точка 1 = 5,09 микрон
- точка 2 = 17,18 микрон
- точка 3 = 37,39 микрон

Рациональная поверхность/объем  $\square 0,562 \text{ м}^2/\text{см}^3$

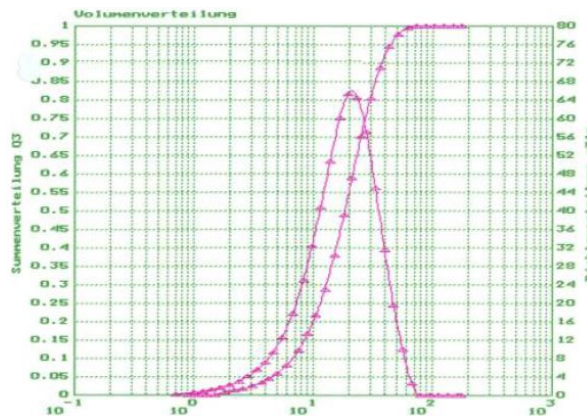
Рациональная поверхность/масса  $\square 2507,60 \text{ см}^2/\text{г}$

Размер частиц и их распределение

- точка 1 = 6,68 микрон (рост 31,2 %)
- точка 2 = 18,32 микрон (рост 6,6 %)
- точка 3 = 37,50 микрон (рост 0,3 %)

Рациональная поверхность /объем  $\square 0,485 \text{ м}^2/\text{см}^3$  (спад 13,7 %)

Рациональная поверхность /масса  $\square 2164,81 \text{ см}^2/\text{г}$  (спад 13,7 %)



Осадки фосфата кальция с использованием FLOWMAG.





## Как это работает: Заключение

- Осадки карбоната кальция формируют объемные кристаллы с более кристаллизированной структурой
- Фосфат кальция precipitate формируют объемные частицы из-за меньшей энергии кристаллической решетки
- Кристаллы сульфата олова оседают более кристаллизированно
- Размер частиц фосфата кальция увеличивается со временем
- Размер частиц уменьшается благодаря турбулентному течению и увеличивается только благодаря магнитной обработке
- Энергия кристаллической решетки осадков существенно изменяется
- Относительная масса кристаллов уменьшается на 14 %.



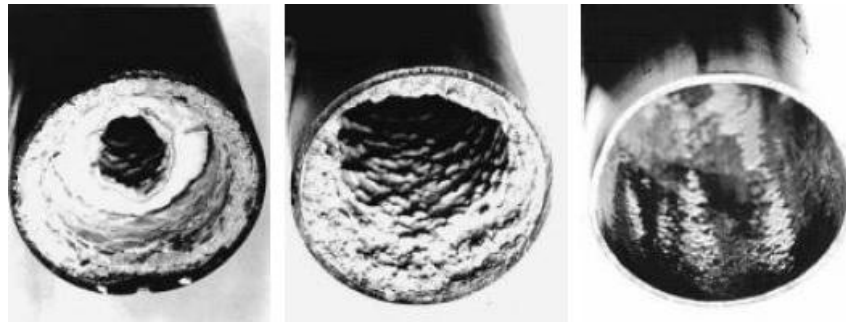
**Сформированный осадок менее твердый и более объемный. Поэтому ему менее свойственно оседать, что позволяет с легкостью удалять его с теплообменников, труб, стенок резервуаров и т.д.**





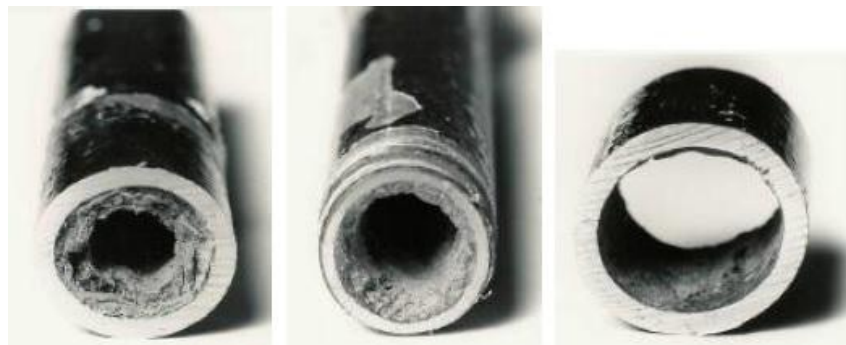
## Приложения (1)

- Система подачи холодной воды: Магнитная обработка отложений карбоната кальция.



Промышленное применение:

Перед обработкой (слева), после 3 месяцев (в центре), после 7 месяцев (справа).



Лабораторные тесты:

Перед обработкой (слева), после 3 месяцев (в центре), после 7 месяцев (справа).

Университет Сити, Лондон,  
Великобритания



## Приложения (2)

- Системы нагрева воды: Обработка воды с высоким содержанием извести.



Without MHD magnetic treatment.



After 4 months with MHD magnetic treatment.

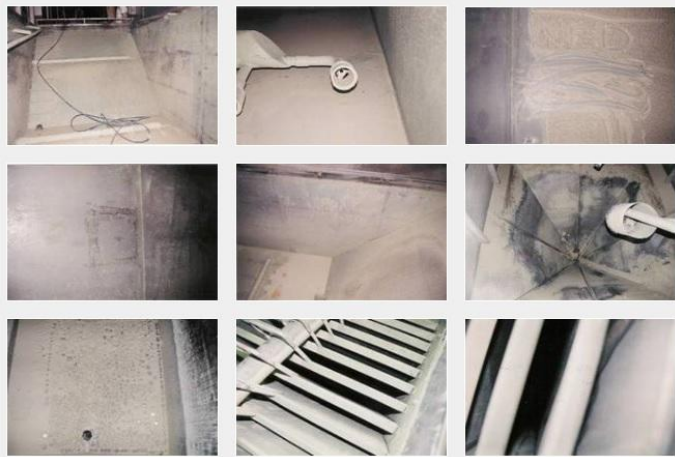
Ulm, Germany



## Приложения (3)

- Автомобильная промышленность: Dip phosphate section with 260 m<sup>3</sup> volume.
- Установка магнитных модулей MHD в тракт теплообменника и циркуляционные трубы.

Trail period 2 months: Soft sludge which can easily be cleaned.



Trail period 3 months: Soft sludge can easily be sprayed off, acid rinse of heat exchanger after 3 months.



Trail period 6 months: Soft sludge and light scaling of pipe work and nozzles. Green precipitate on tank walls is slowly decreasing starting from the weld seams. NEDCAR decided to postpone the sulphuric acid rinse and permanently install the MHD magnetic modules.



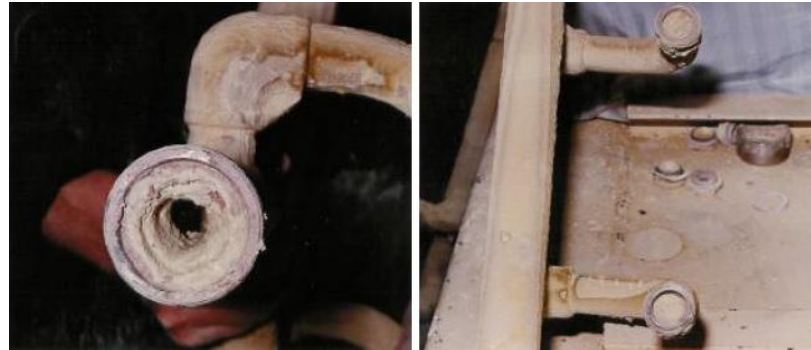
NEDCAR Born, NL



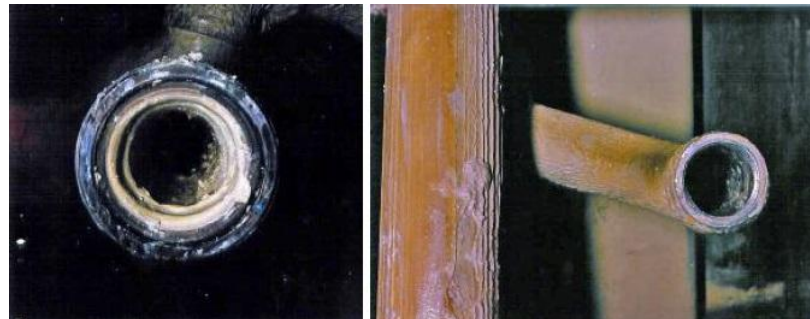


## Приложения (4)

- Автомобильная промышленность: Zinc phosphate section, first spray pump.



Without MHD magnetic treatment: Heavy scaling in spray rings and blockages in nozzles.



With MHD magnetic treatment: Spray rings and nozzles remain open.

OPEL Antwerp, Belgium



## Приложения (5)

- Автомобильная промышленность: Струйная промывка секции трубопровода piping following the zinc phosphate section.



Без магнитной обработки MHD (предварительная обработка на линии 1).



With MHD magnetic treatment (pre-treatment line 2).

Audi Ingolstadt, Germany



# Характеристики магнитного модуля SST

	Capacity [m <sup>3</sup> / hr]	Connections [in & outlet flange]	Length [mm]	Magn. flux density [Tesla / Gauss]	Pressure drop [bar]	Material
SST-3	30 - 45	DN80 - PN16	350	0.35 / 3500	max. 0.2	ss 304 / 316
SST-4	40 - 65	DN100 - PN16	350	0.35 / 3500	max. 0.2	ss 304 / 316
SST-5	60 - 100	DN125 - PN16	400	0.35 / 3500	max. 0.2	ss 304 / 316
SST-6	95 - 150	DN150 - PN16	450	0.35 / 3500	max. 0.2	ss 304 / 316
SST-8	145 - 250	DN200 - PN10/16	450	0.35 / 3500	max. 0.2	ss 304 / 316
SST-10	240 - 450	DN250 - PN10/16	450	0.35 / 3500	max. 0.2	ss 304 / 316
SST-12	440 - 650	DN300 - PN10	450	0.35 / 3500	max. 0.2	ss 304 / 316





# Партнеры

Audi Ингольштадт, Германия  
Компания DAF Trucks, Нидерланды  
Daimler Раштатт, Германия  
FORD Генк, Бельгия  
FORD Саарлуисе, Германия  
FORD Саутгемптон, Великобритания  
General Motors Пуна, Индия  
Jaguar Cars Бирмингем, Великобритания  
Mahindra Нашик, Индия  
Mercedes Benz Людвигсфельде, Германия  
NedCar рождения, Нидерланды  
OPEL Антверпен, Бельгия  
Renault Батийи, Франция  
Renault Flins, Франция  
Scania Меппел, Нидерланды  
Tata Motors Пуна, Индия  
Тиссен Билефельд, Германия  
Toyota Дурбан, Южная Африка  
Toyota Кирлоскар, Индия  
Vauxhall Motors Элсмир Порт, Великобритания  
Volvo Гетеборг, Швеция  
Volkswagen Пуне, Индия





**Магниты это то, что мы делаем лучше всех.**

**P.O. Box 1434**

**NL-3260 AK Oud-Beijerland**

**The Netherlands**

**Тел. : +31 186 616968**

**Факс : +31 186 617566**

**Сайт : [www.mhd-magnets.com](http://www.mhd-magnets.com)**

**Email : [info@mhd-magnets.com](mailto:info@mhd-magnets.com)**