

Синтез нанопорошков оксидов металлов методом искрового разряда

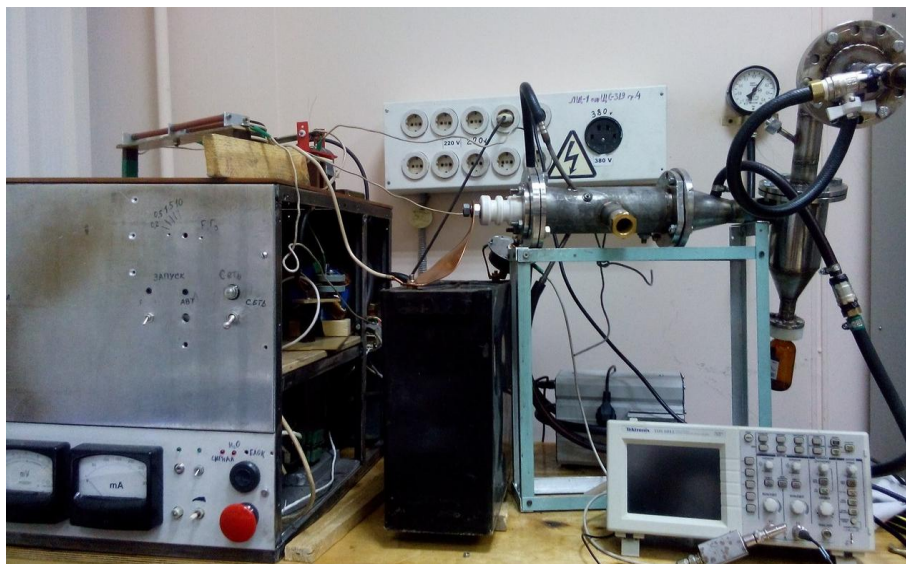
Выполнил: Портнов Дмитрий Сергеевич

Руководитель: Бекетов Игорь Валентинович

Цель исследования:

Разработка установки для синтеза нанопорошков методом искрового разряда и исследование влияния основных факторов на их характеристики.

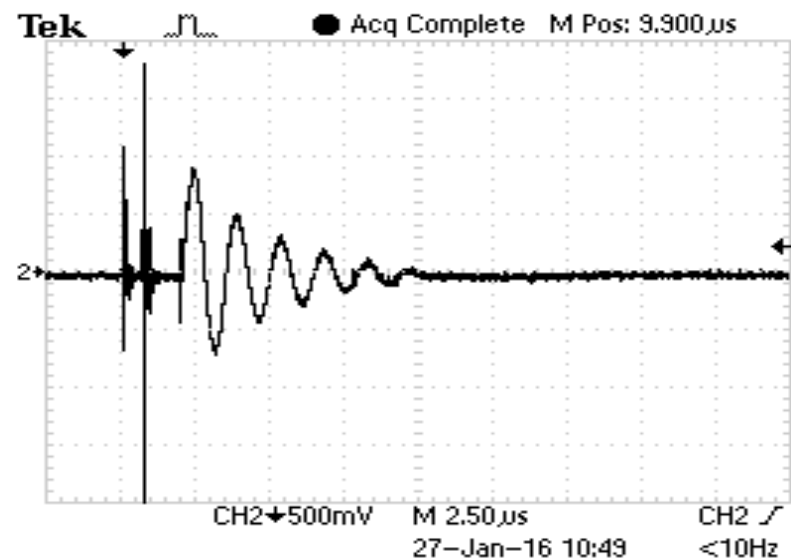
Общий вид установки



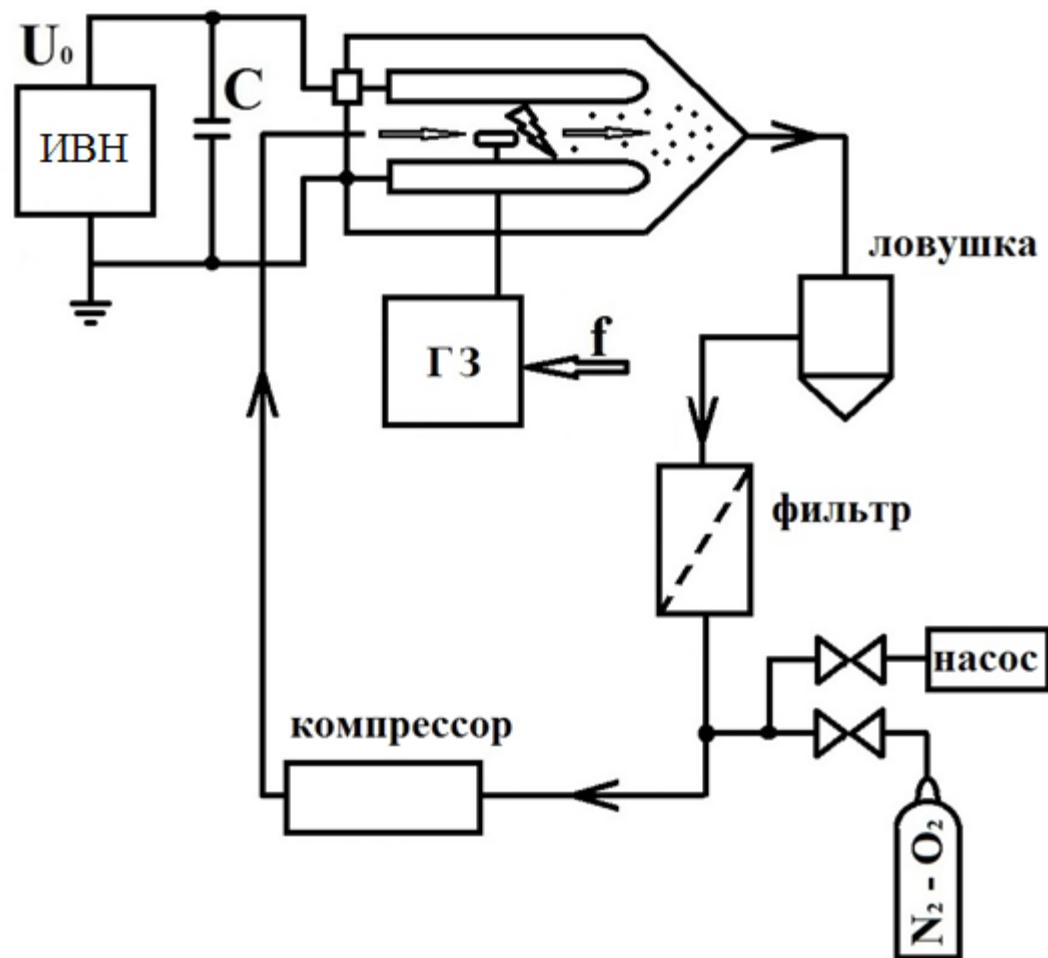
Параметры разрядного контура

$C, \text{ мкФ}$	$U, \text{ кВ}$	$T_{\text{ср}}, \text{ мкс}$	$Z, \text{ Ом}$	$L_k, \text{ мкГн}$	$R_k, \text{ Ом}$	$m_i, \text{ кА/В}$	$I_{\text{м ср}}, \text{ кА}$
0.1	10	1,432	2,273	0,516	0,33	1,742	4
0.25	10	2,115	1,341	0,449	0,239	1,954	7
0.4	10	2,534	1,003	0,403	0,191	1,678	9

Электродная система рельсового типа;
 Емкость конденсаторной батареи 0,1/0,25/0,4 мкФ;
 Зарядное напряжение от 7 до 22 кВ;
 Диапазон энергий от 4 до 100 Дж;
 Частота следования импульсов до 500 Гц;
 $R_k < Z$.



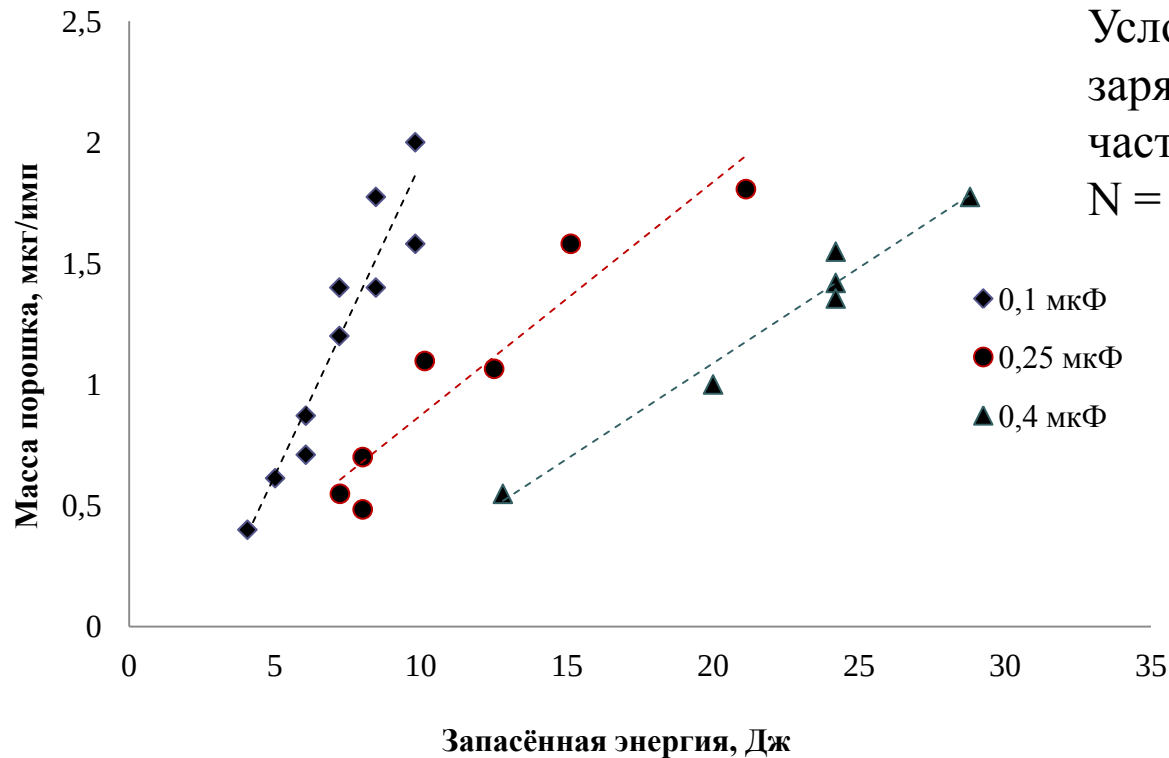
Функциональная схема установки



Блок-схема установки на основе
искрового генератора:
ИВН – источник высокого
напряжения,
ГЗ – генератор запуска,
Зазор между электродами 6-14 мм.

Порошки анализировались
методами БЭТ, РФА, ПЭМ.

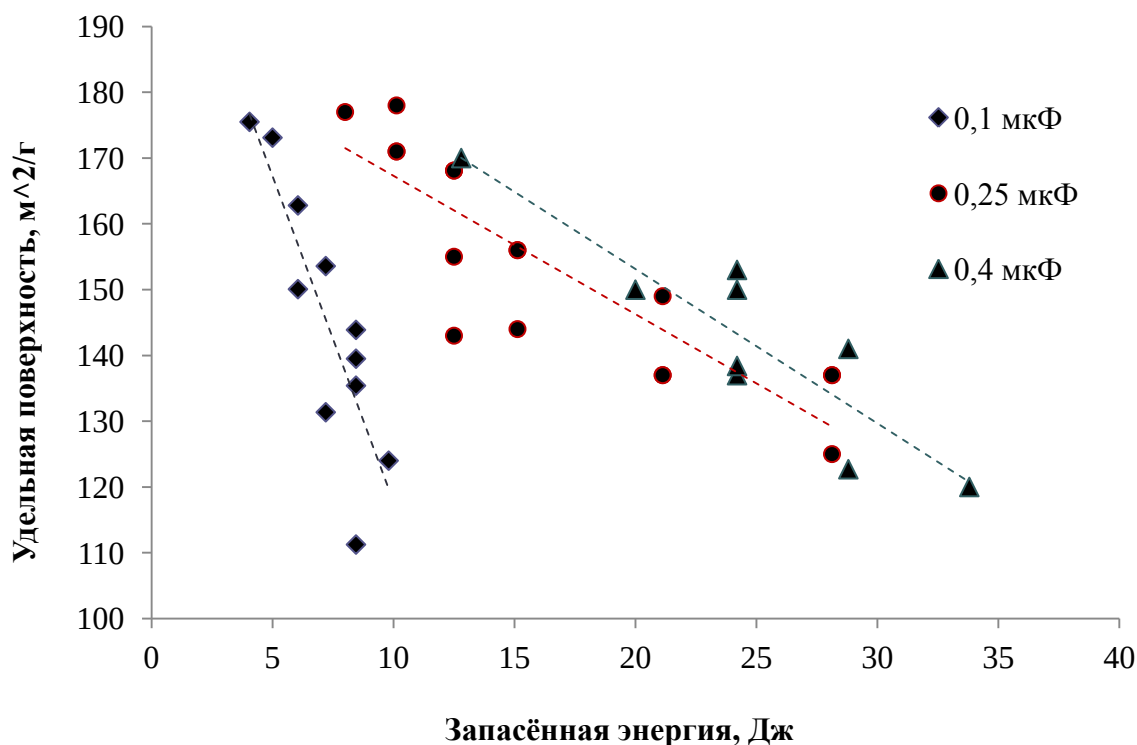
Выход порошка



Зависимость массы получаемого порошка за импульс от запасённой энергии W_0 , для частиц оксида железа

Дисперсность порошка

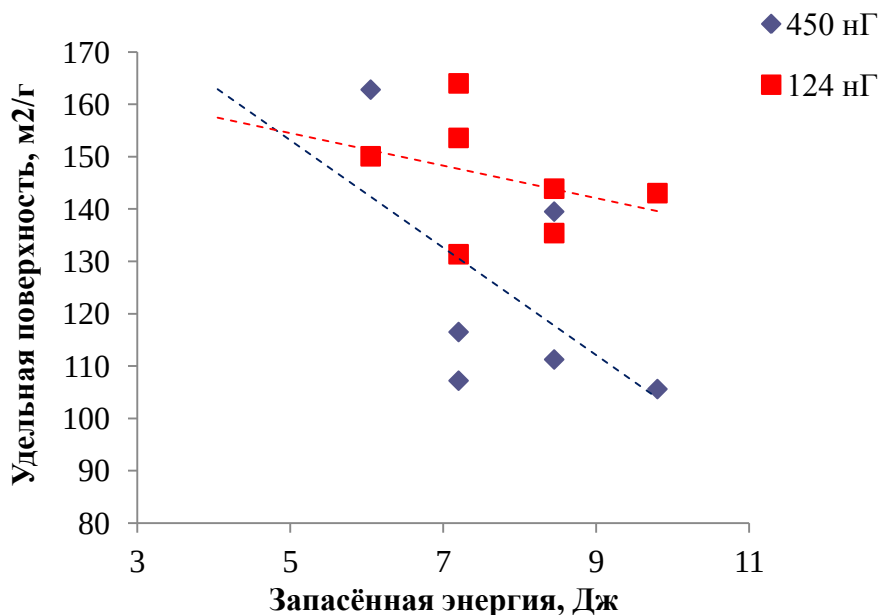
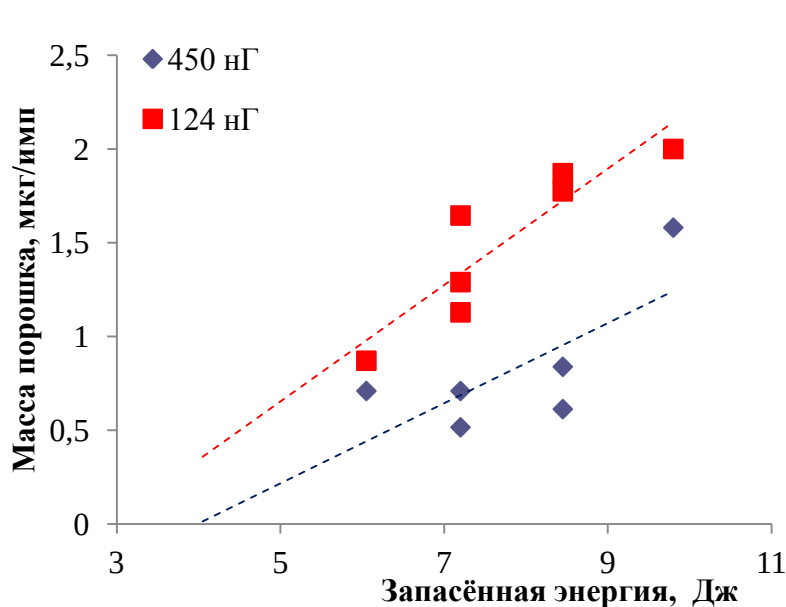
Условия экспериментов: зарядное напряжение 8-15 кВ,
частота следования импульсов 13 Гц, $N = 3 \cdot 10^4$.



Зависимость удельной поверхности от запасённой энергии W_0 , для порошка оксида железа

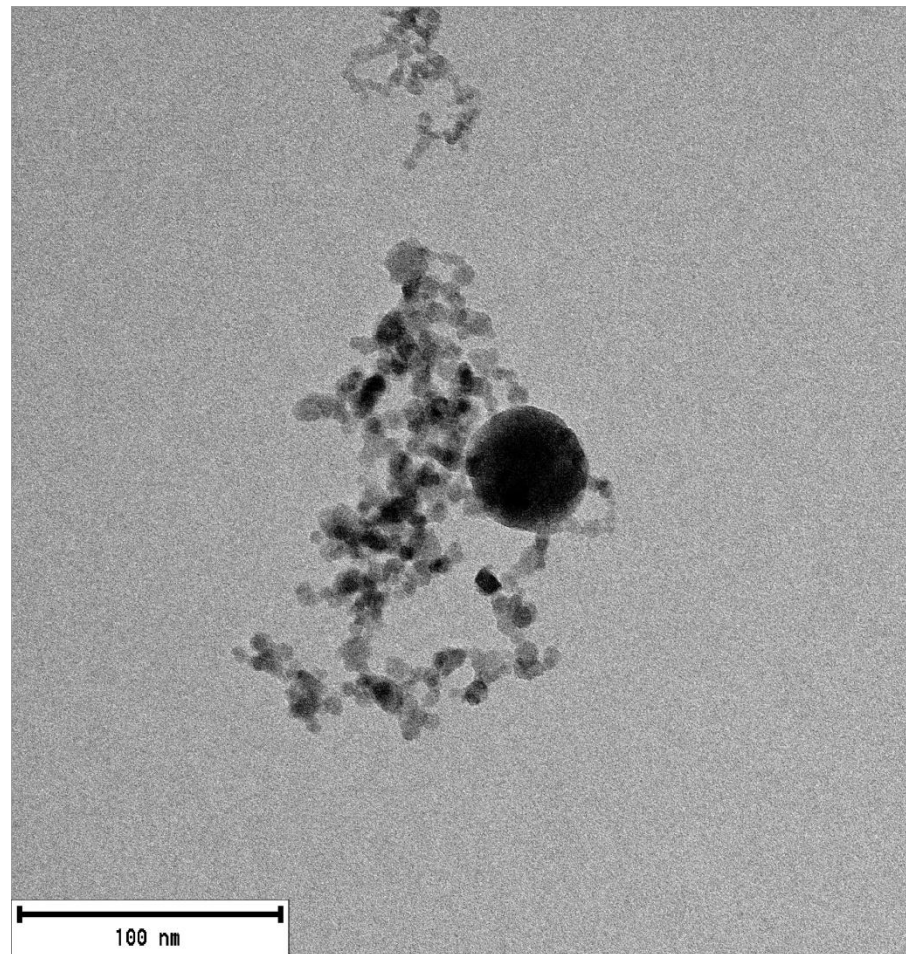
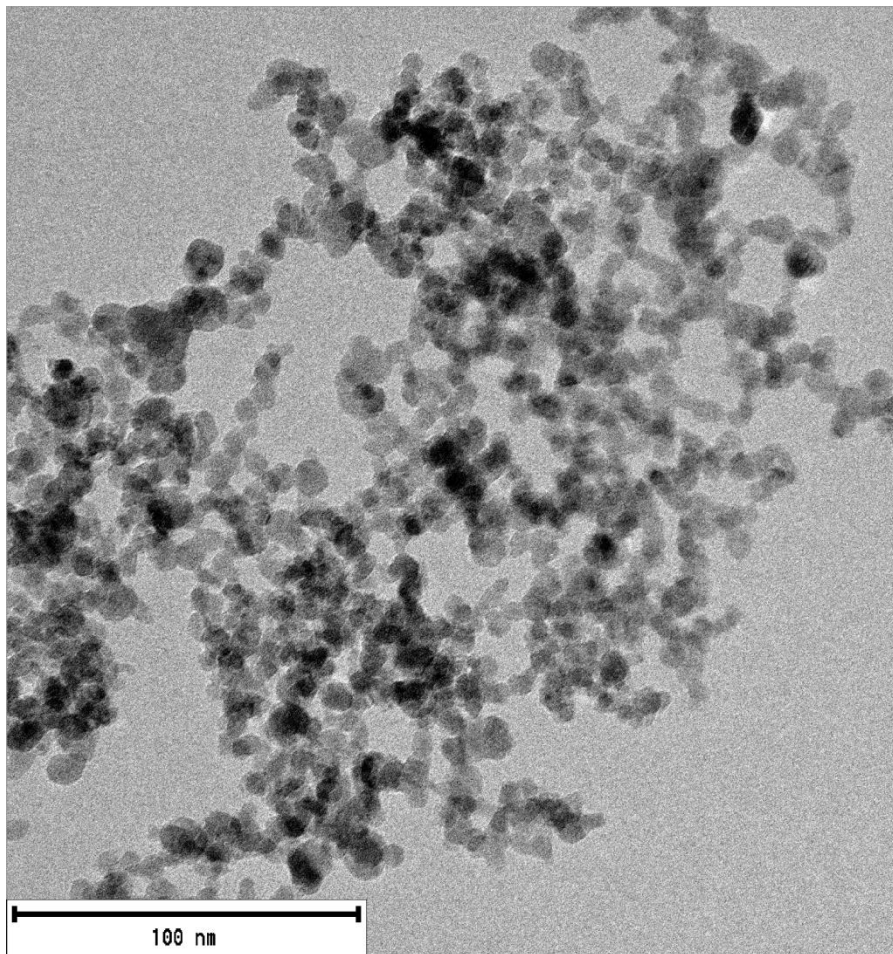
Влияние индуктивности разрядной цепи

Условия экспериментов: зарядное напряжение 8-15 кВ,
частота следования импульсов 13 Гц, $N = 3 \cdot 10^4$,
ёмкость конденсаторной батареи 0,1 мкФ.



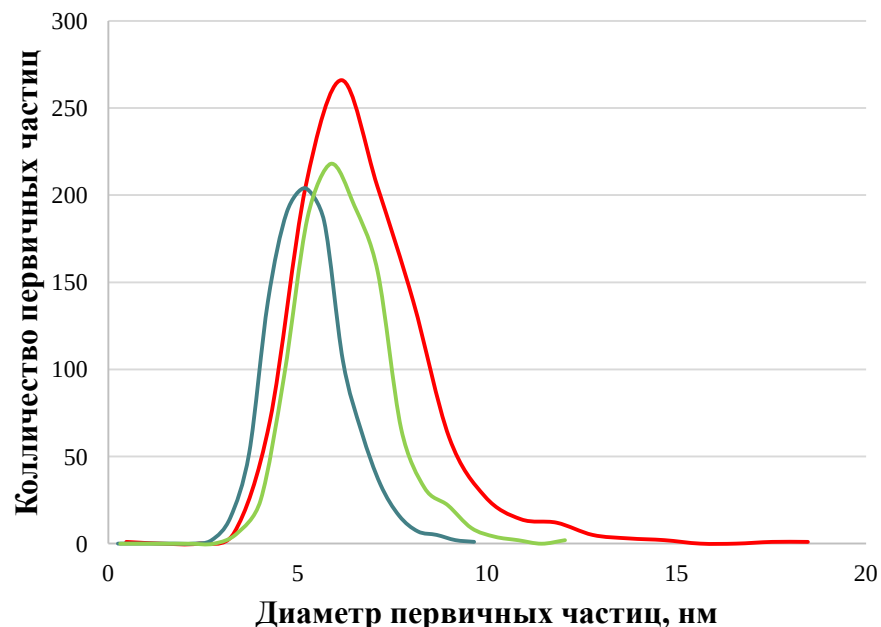
Зависимости массы получаемого порошка за импульс и удельной поверхности от запасённой энергии W_0 , для частиц оксида железа для разных значений индуктивности разрядного контура.

Результаты электронной микроскопии



Снимки частиц порошка оксида железа из фильтра.

Влияние запасённой энергии на распределение частиц по размерам



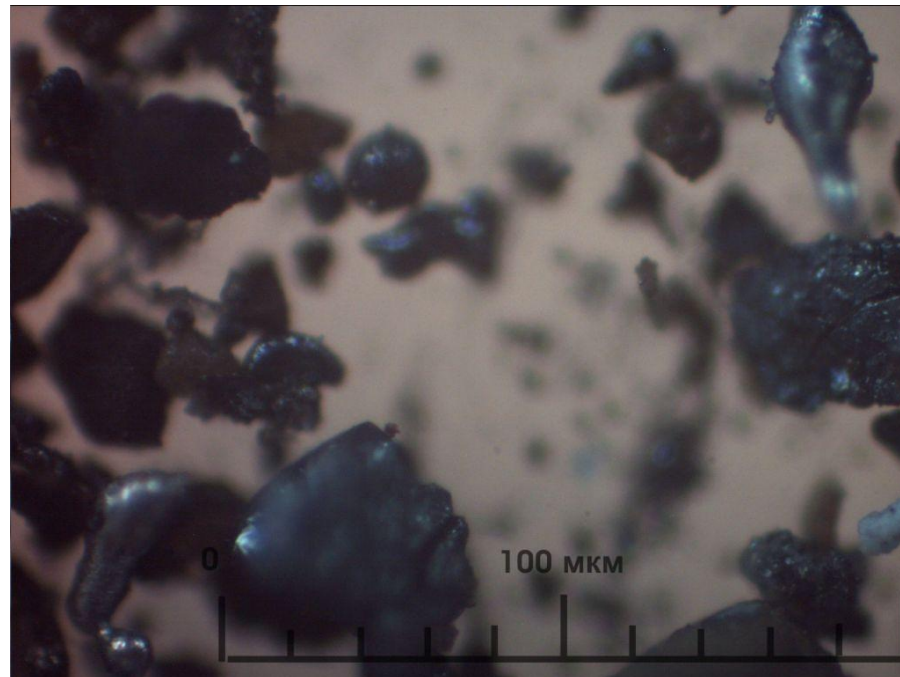
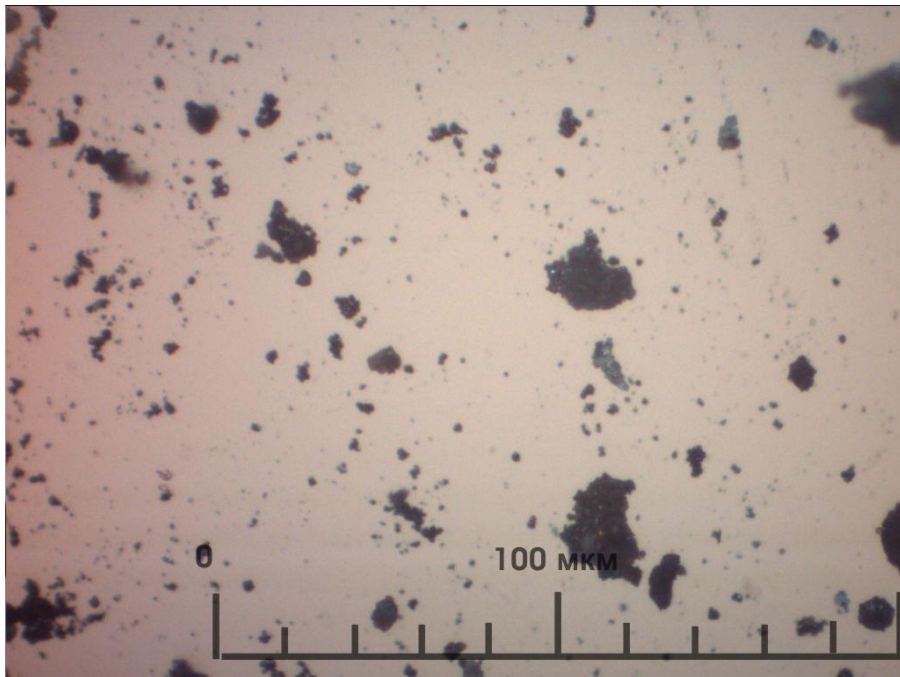
Условия экспериментов:

частота следования импульсов 13 Гц,

ёмкость конденсаторной батареи 0,25 мкФ.

Образец	W ₀ , Дж	S уд., м ² /г	D _n , нм	GSD	D _{сред.} , нм Крупные частицы
PG 03	28,1	105,5	6,8	1,29	45,2
PG 025	18	122,7	6,2	1,21	34,4
PG 014	8	146,5	5,3	1,21	31,7

Снимки крупных частиц



Масса крупных частиц из ловушки изменяется от 13 до 37 % от массы порошка извлеченного из фильтра, в зависимости от условий получения порошка.

Результаты рентгенофазового анализа

Рентгенофазовый анализ показал наличие четырёх фаз:

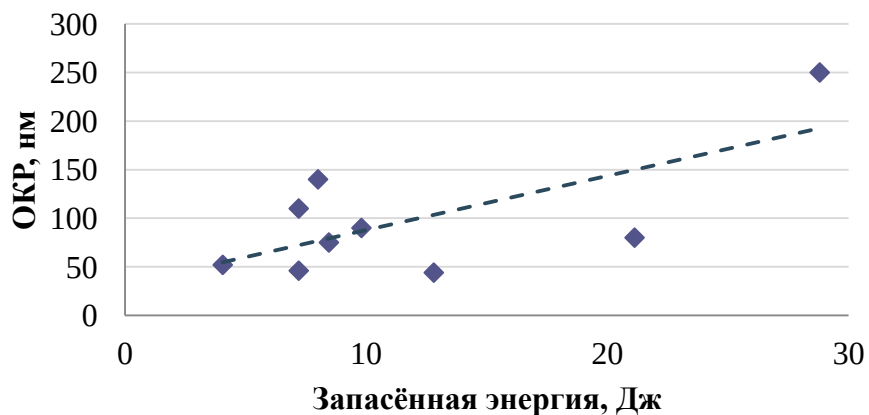
Магнетит - Fe_3O_4 (крупная и мелкая фракция),

Гематит - Fe_2O_3

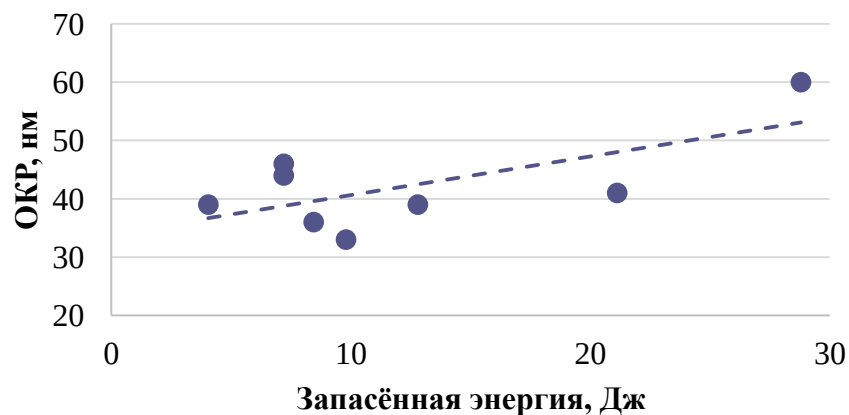
Смесь β - γ -фаз Fe_2O_3 .

Наименование	ОКР, нм
β - γ -фазы Fe_2O_3	1,5 - 3
Fe_3O_4 , мелкая фракция	3 - 5

ОКР Крупной фракции Fe_3O_4

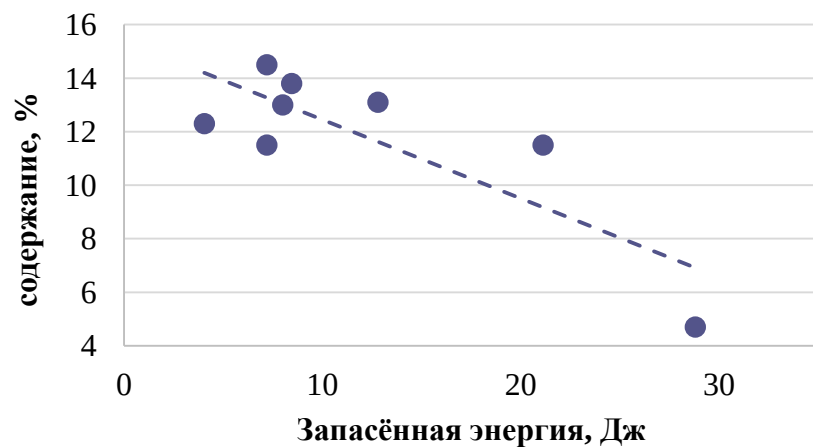


ОКР Fe_2O_3

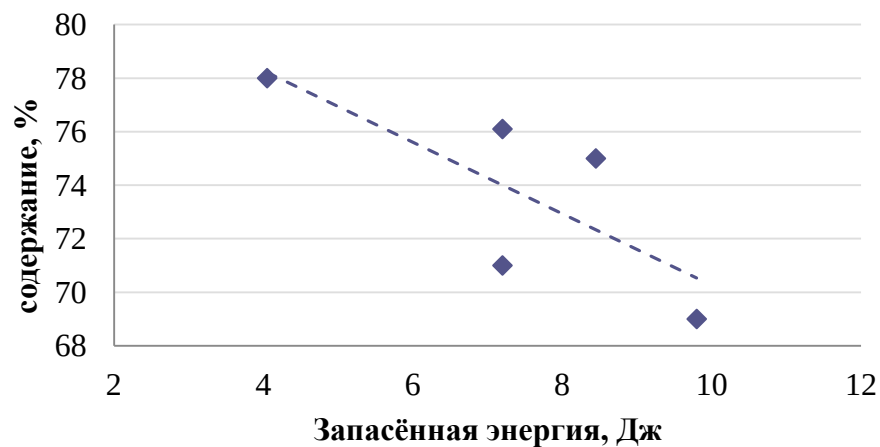


Результаты рентгенофазового анализа

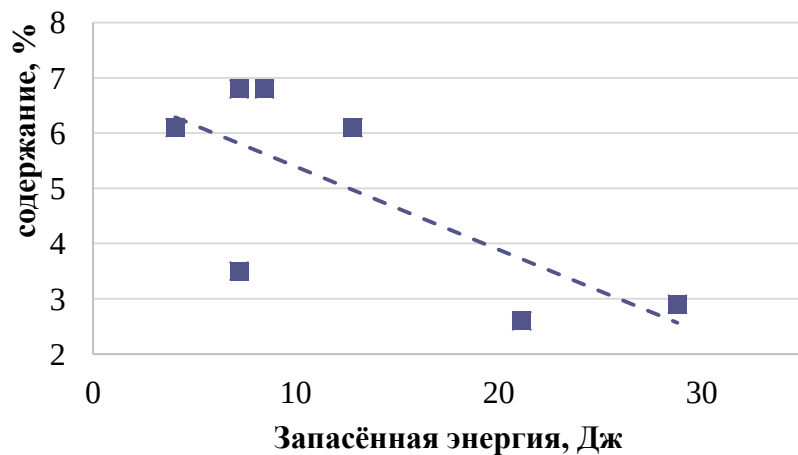
β - γ -фаза Fe_2O_3



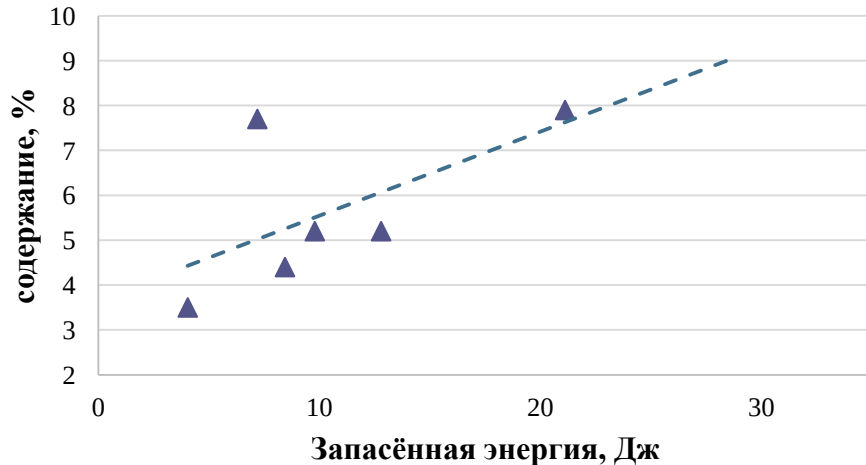
Мелкий Fe_3O_4



Fe_2O_3



Крупный Fe_3O_4



Выводы

В работе показано влияние условий синтеза на характеристики получаемых порошков. Получены зависимости дисперсности и фазового состава нанопорошков в зависимости от запасённой энергии и параметров разрядного контура.

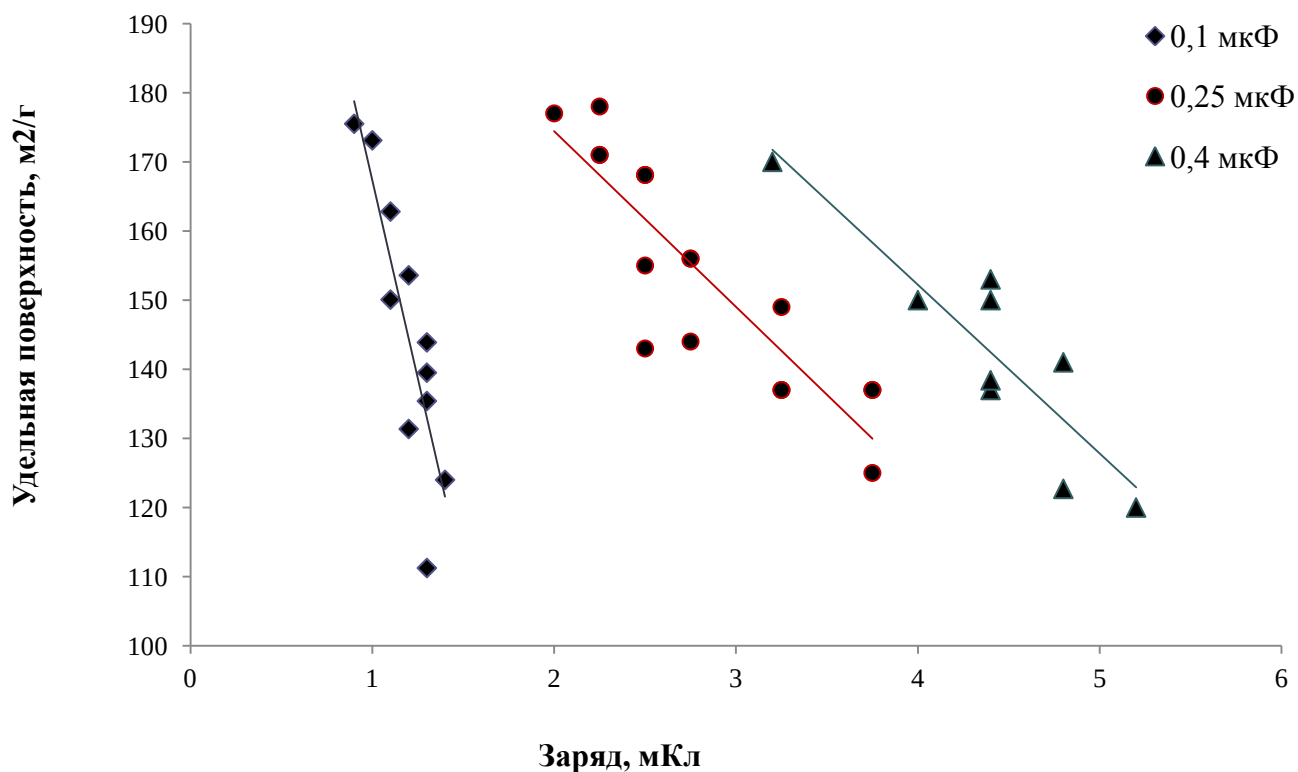
Спасибо за внимание!

Задачи исследования:

1. Разработка, проектирование и изготовление экспериментальной установки электроискрового синтеза нанопорошков.
2. Проведение экспериментов по синтезу порошков электроискровым методом.
3. Анализ и обобщение полученных результатов.

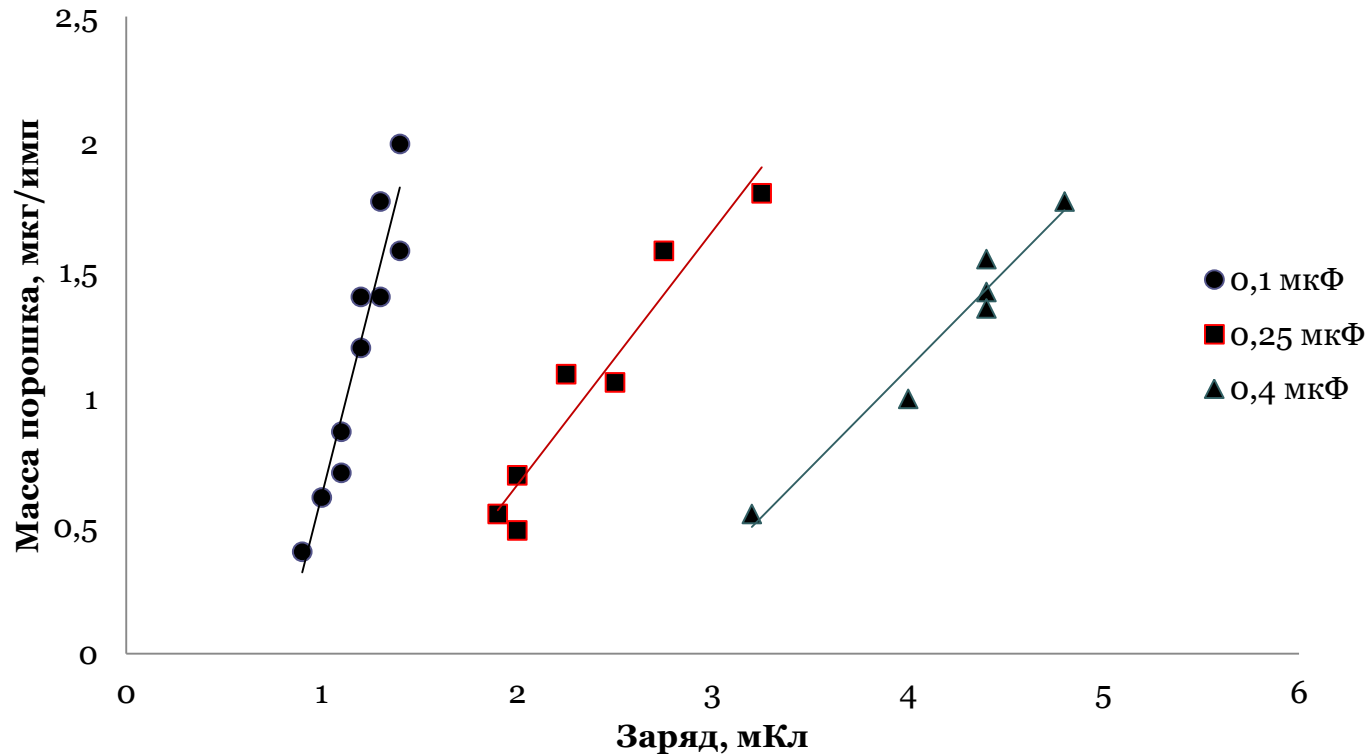
Результаты экспериментов

Условия экспериментов: зарядное напряжение 8-15 кВ,
частота следования импульсов 13 Гц.



Зависимость удельной поверхности от запасённого заряда

Результаты экспериментов



Зависимость массы получаемого порошка за импульс от запасённой энергии W_0 , для частиц оксида железа

