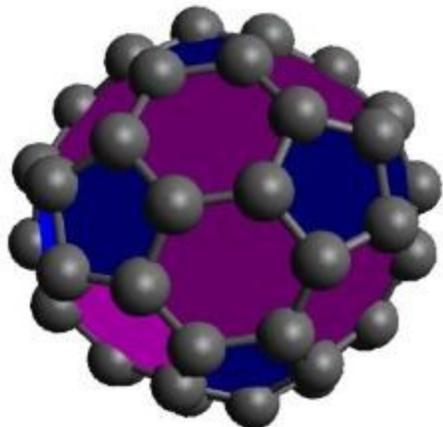


Метод получения фуллерита (карбида) меди и анализ его структурных свойств

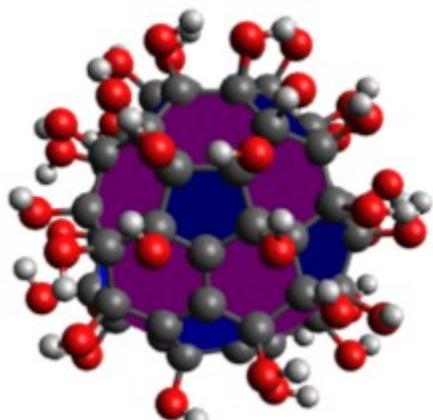
Магистерская диссертация студента 63602/3 группы

Зарафутдинова Руслана

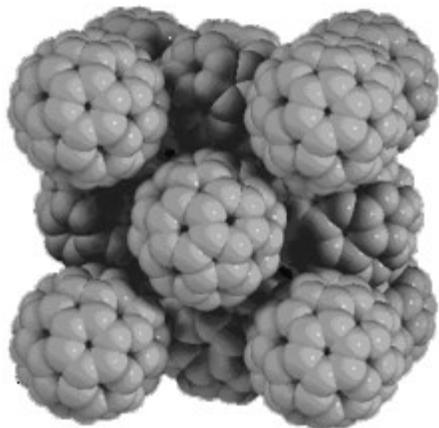
Научный руководитель: к.т.н. Герасимов Виктор Иванович



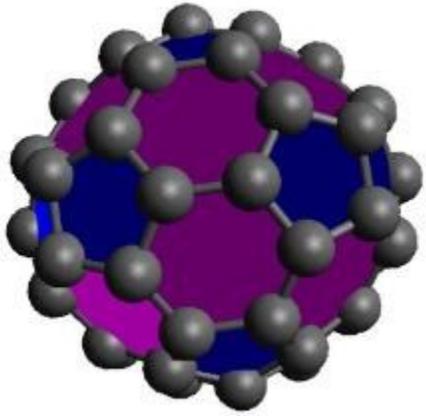
Фуллерен – молекулярное соединение, принадлежащее классу аллотропных форм углерода и представляющее собой выпуклые замкнутые многогранники, составленные из чётного числа атомов углерода.



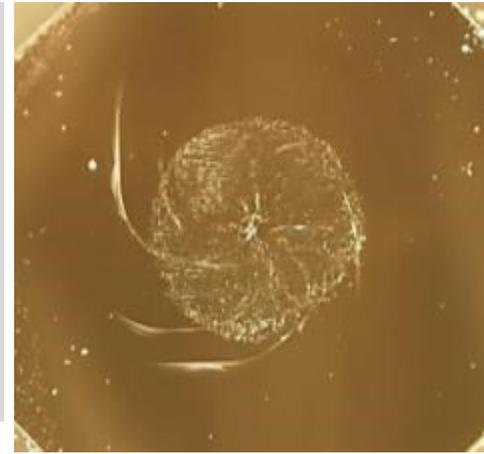
Фуллеренол – водорастворимая форма фуллерена, с посаженными на его поверхность ОН группами.



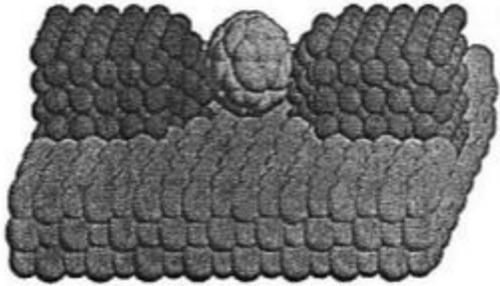
Фуллерит – молекулярный кристалл, в узлах решетки которого располагаются молекулы фуллерена.



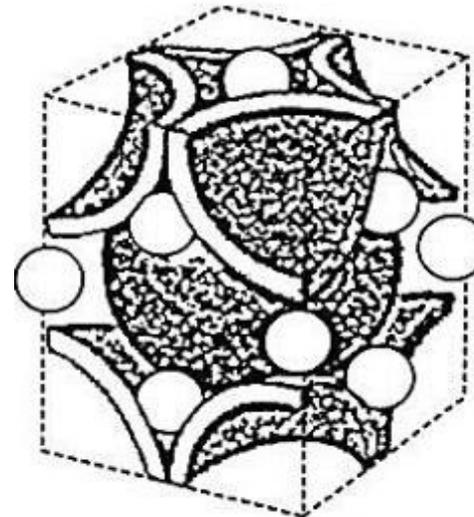
- За открытие фуллеренов физикам Р. Смоли, Х. Крото и Р. Керлу в 1996 году была присуждена Нобелевская премия.



- Царапины от образца фуллерита на алмазном пуансоне.

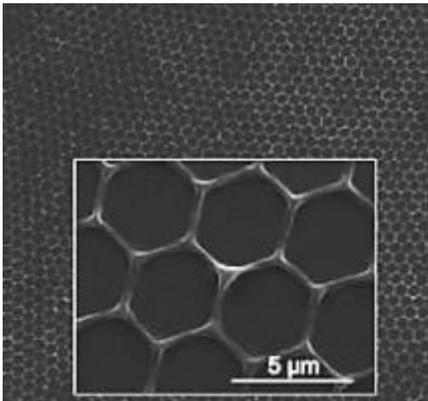


- Схема молекулярного транзистора на основе фуллерена.



- Строение ячейки интеркалированного фуллерена.

A_3C_{60} , ГЦК



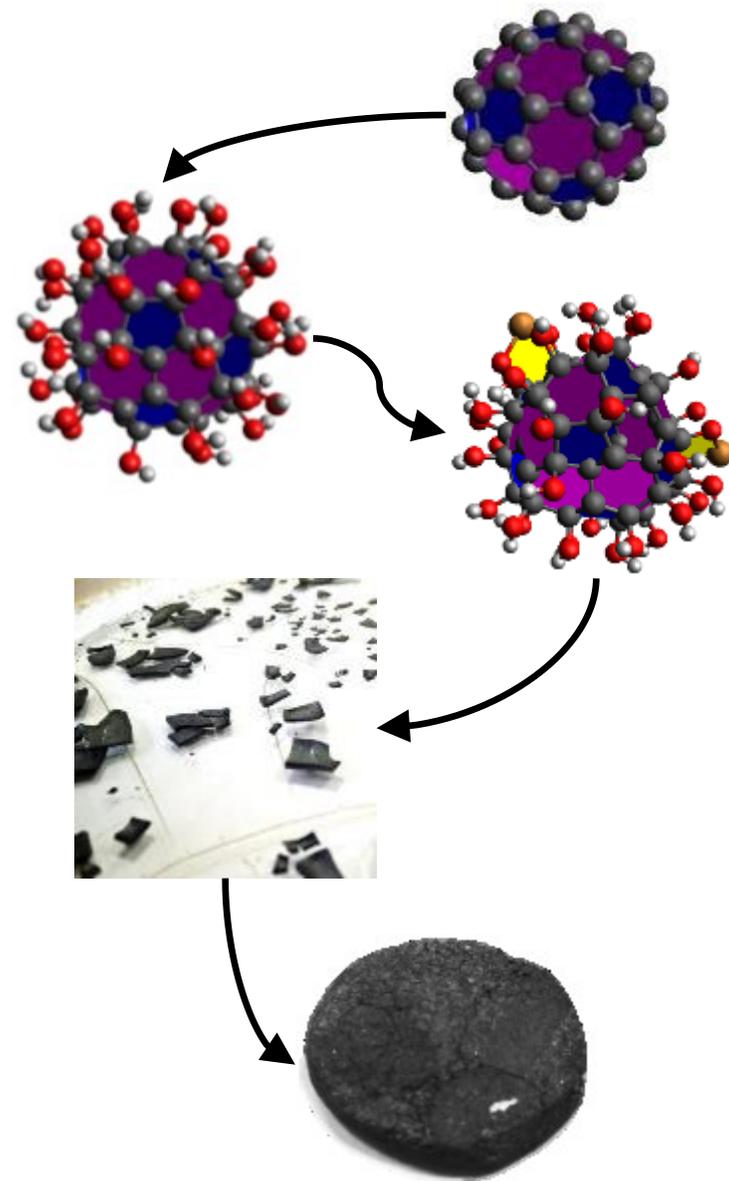
- Прозрачный солнечный элемент – фуллерен с полимером.

Цели работы:

- Получение фуллерита меди
- Исследование свойств нового вещества

Задачи работы:

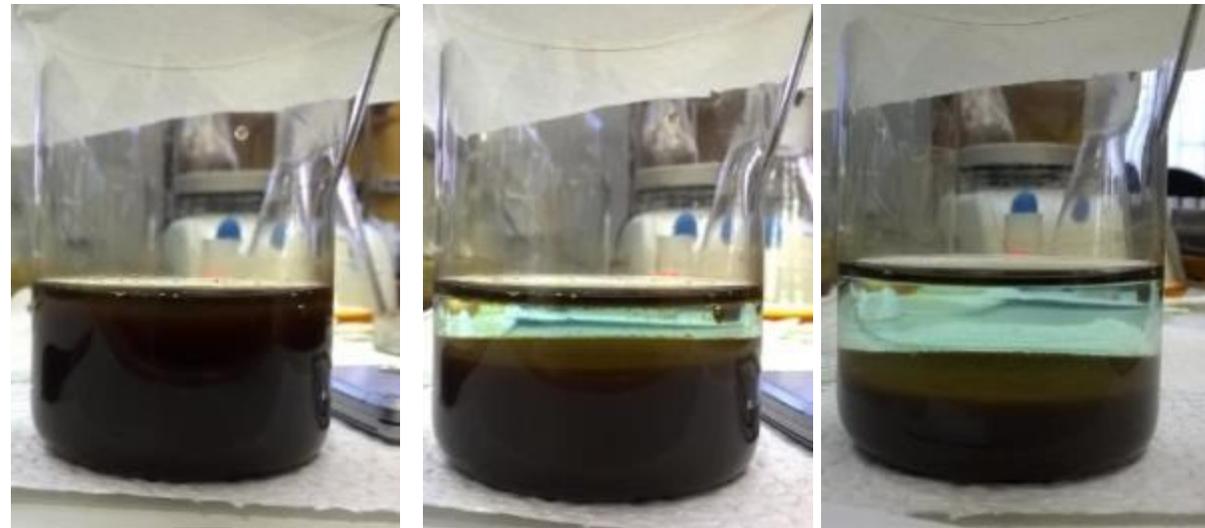
- Разработка методики проведения эксперимента
- Синтез нового вещества
- Получение образцов конечного продукта
- Анализ свойств образцов фуллерита меди



Эксперимент 1



Реакция в ускоренной съемке (x4)



1

2

3

Процесс выпадения осадка.

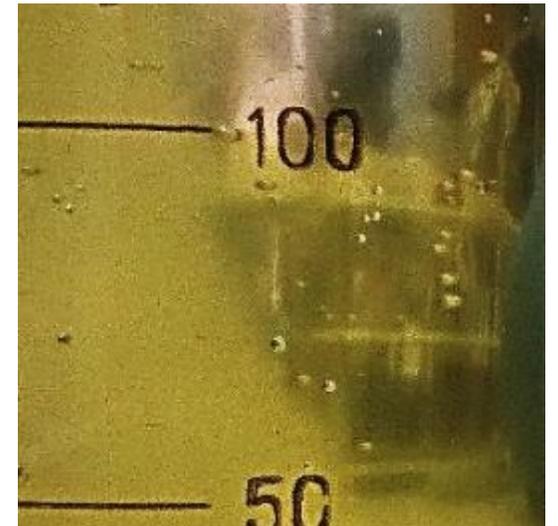
1 – непосредственно после смешивания. 2 – через 1.5
часа 3 – через 5 часов

Эксперимент 2

- Осадок нерастворим в воде и органических растворителях.
- Размер чешуек зависит от плотности высушиваемого раствора и колеблется от 1 до 9мм.
- При дроблении получается гомогенный черный порошок, не растворимый в воде и органическом растворителе.



Высушенный осадок



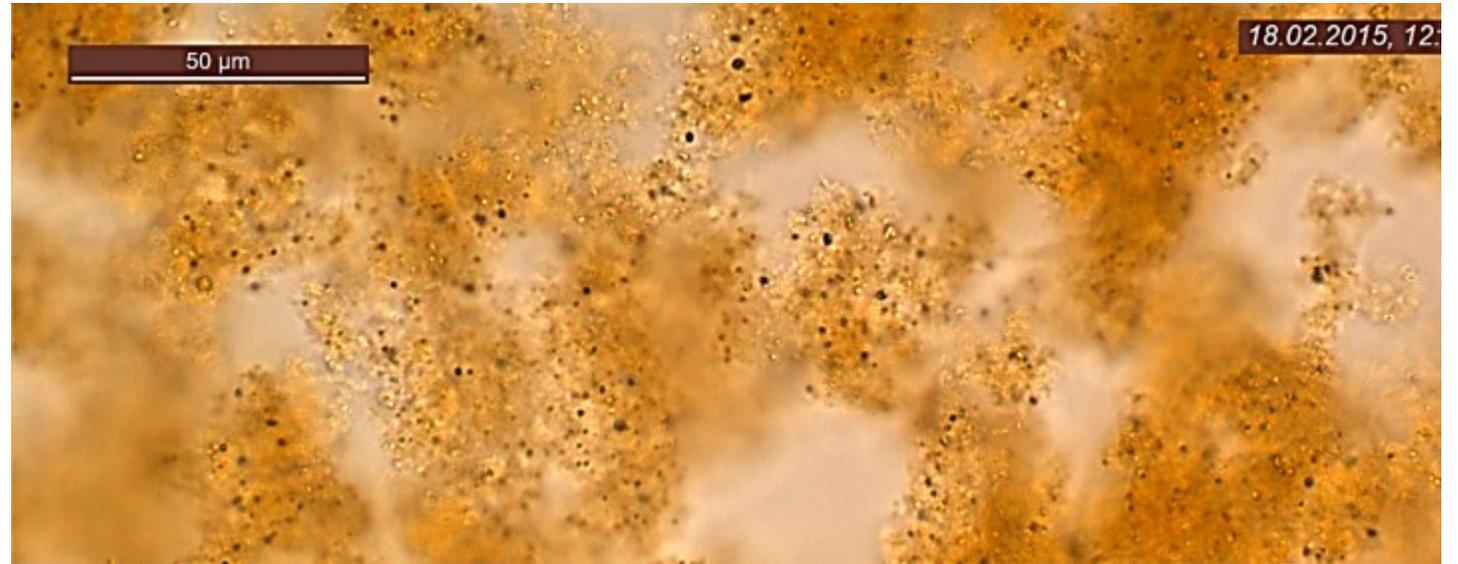
Выделение газа



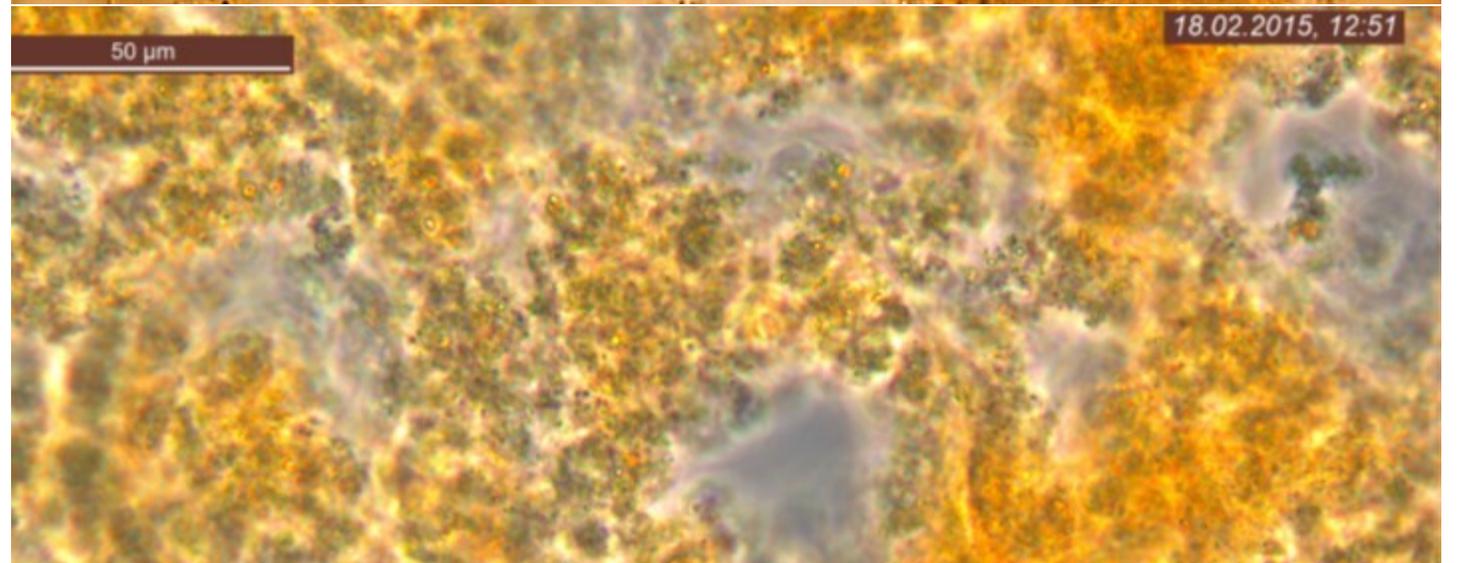
Сбор газа

Фазово-контрастная интерференционная световая микроскопия 1

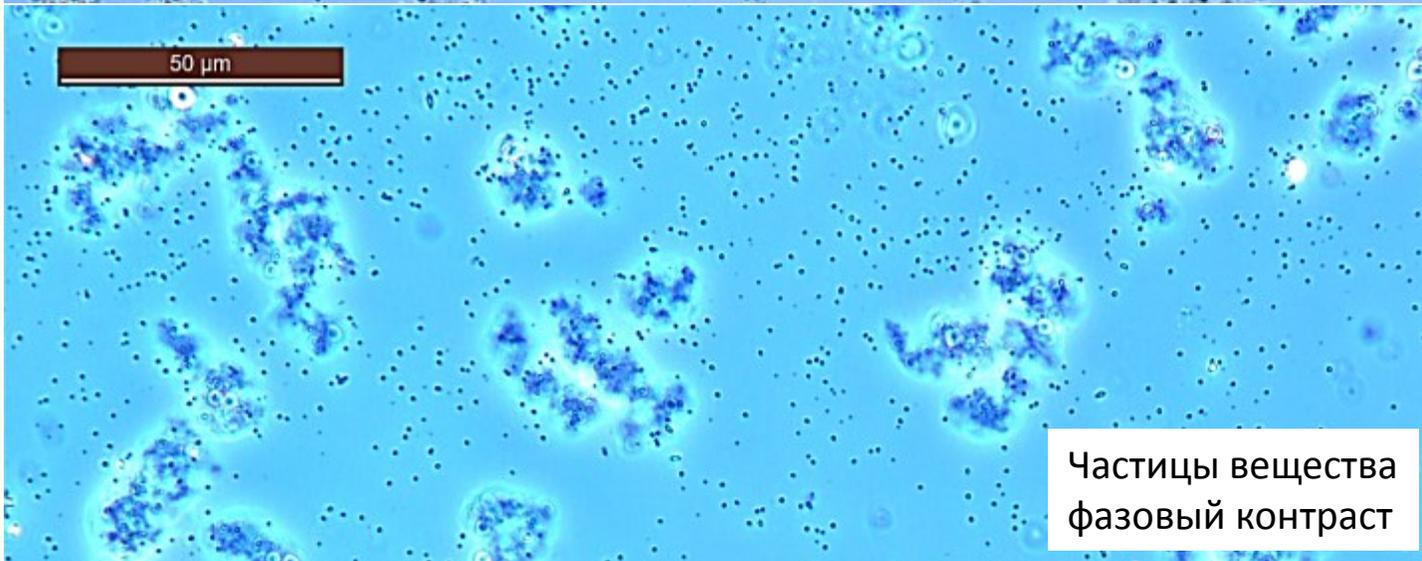
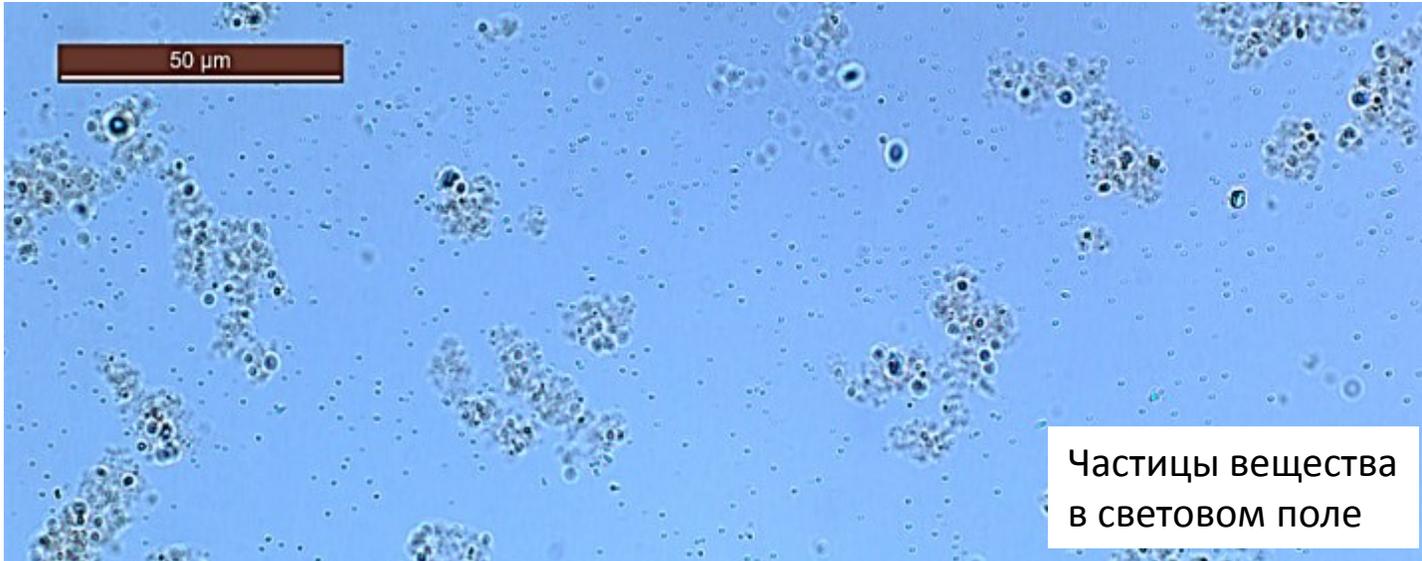
Осадок в световом поле



Осадок фазовый контраст

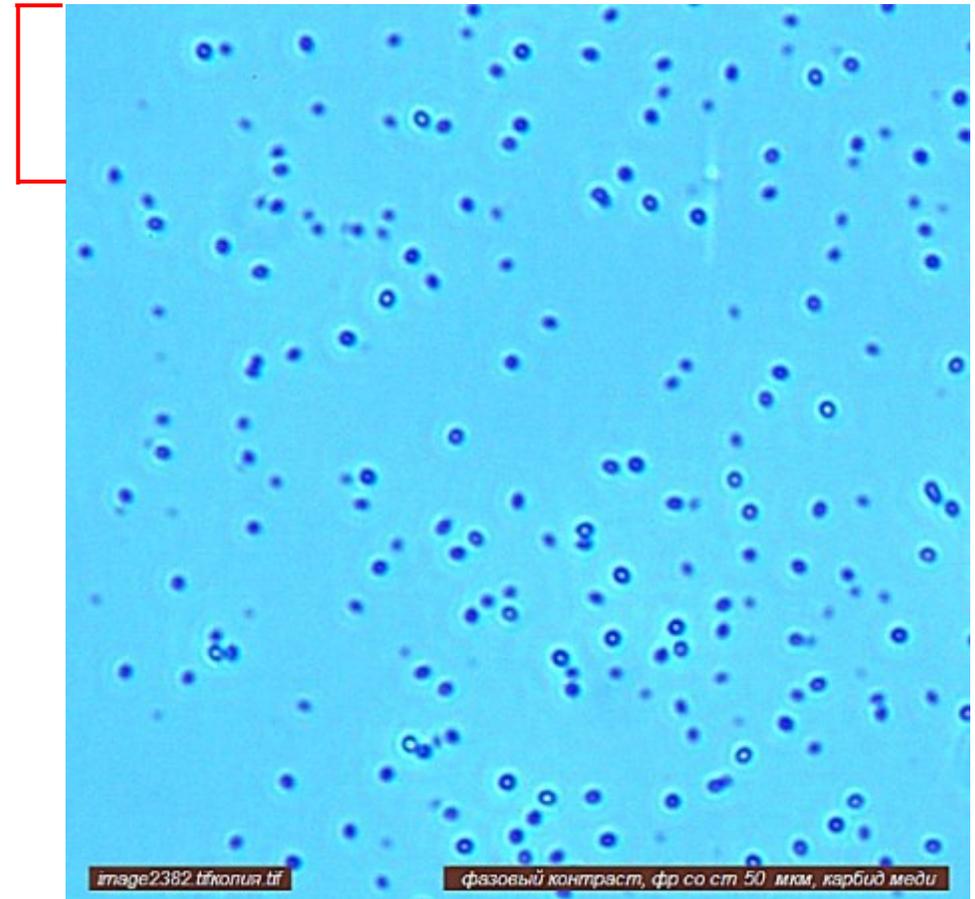


Фазово-контрастная интерференционная световая микроскопия 2



10мкм

Увеличенное изображение



Химический анализ

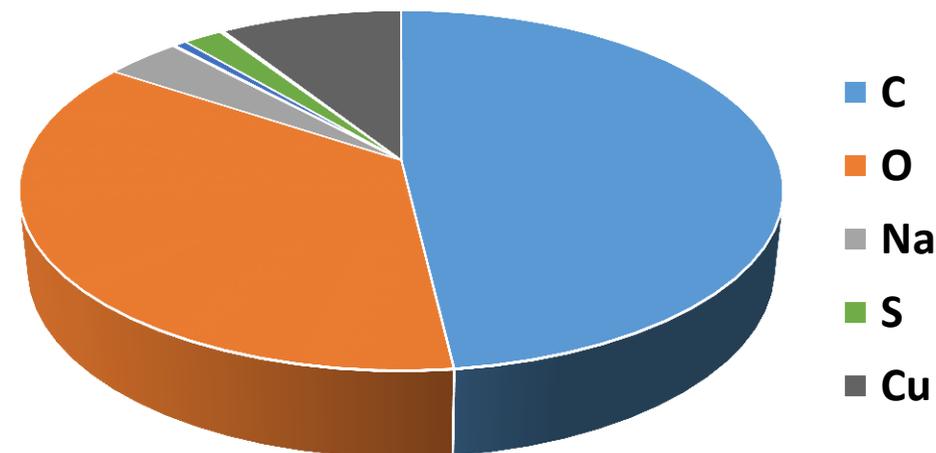
Элемент	Весовой % порошок	Весовой % Спеченный образец	Ср. Кв. отклонение %
C	49,54	84,9	0,09
O	37,66	-	0,14
Na	0,75	-	0,04
S	1,94	-	0,02
Ca	0,07	-	0,01
Cu	10,04	15,1	0,07
Сумма	100	100	-

Количество атомов в конечном продукте при пересчете на одну молекулу фуллерена (60 атомов C):

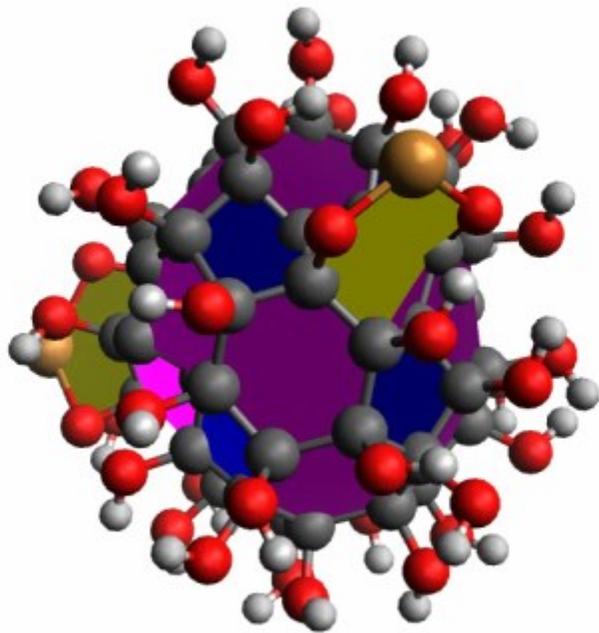
Углерод – 60.12 шт.

Кислорода – 33.94 шт.

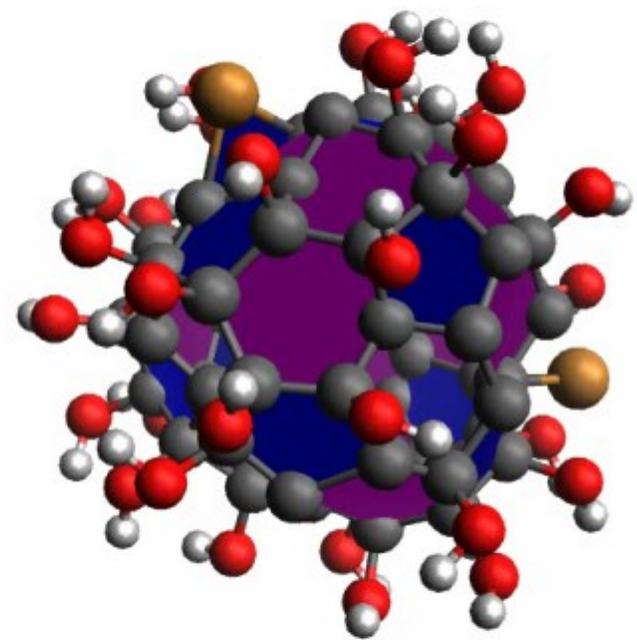
Медь – 2.13 шт.



Вероятные модели фуллеренита меди



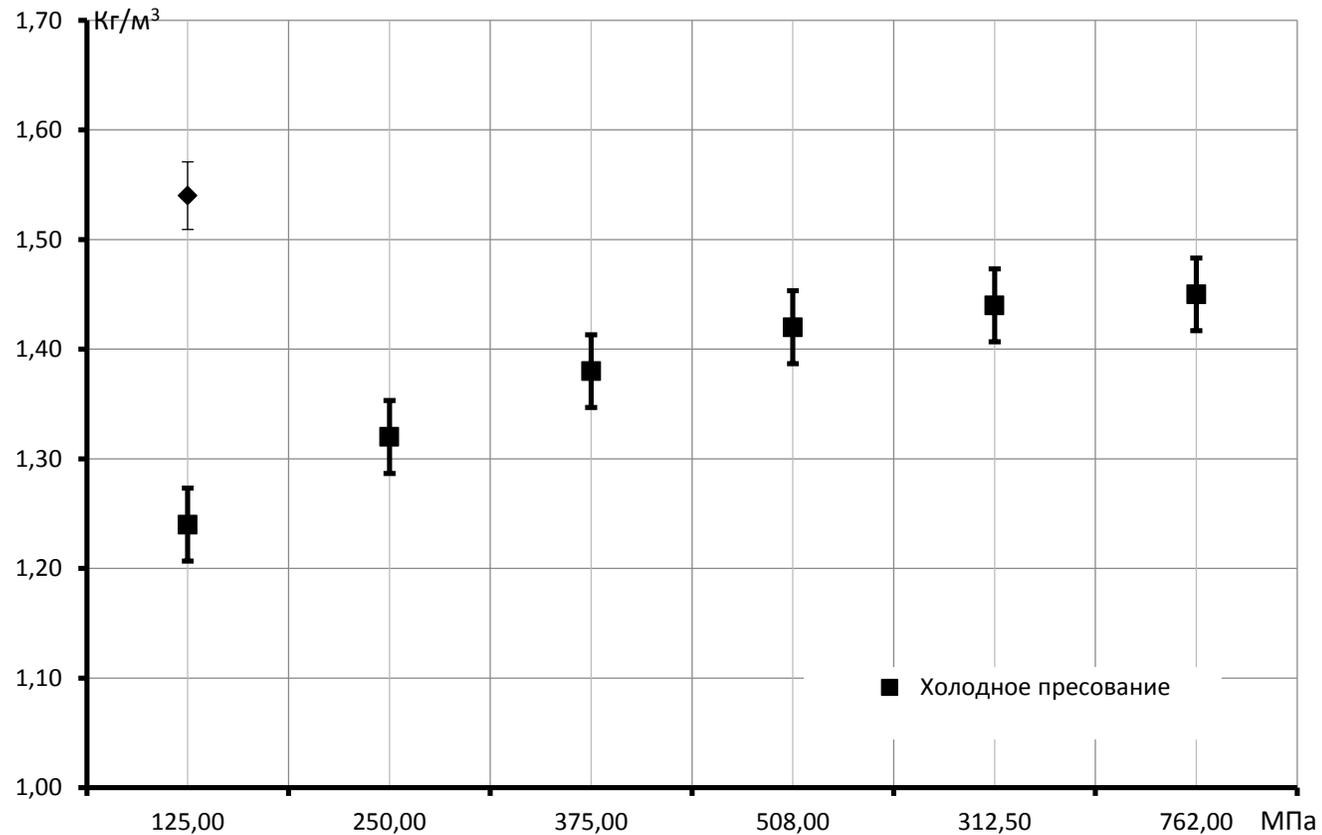
Модель фуллеренола меди с кислородным мостом



Модель фуллеренола меди без кислородного моста

Спекание образцов

№	1	2	3	4	5	6	7
Температура спекания °С	-	-	-	-	-	-	900
Давление для холодного пресования МПа	125	250	375	508	312.5	762	-
Плотность г/мм ³	1.24	1.32	1.38	1.42	1.44	1.45	1.54



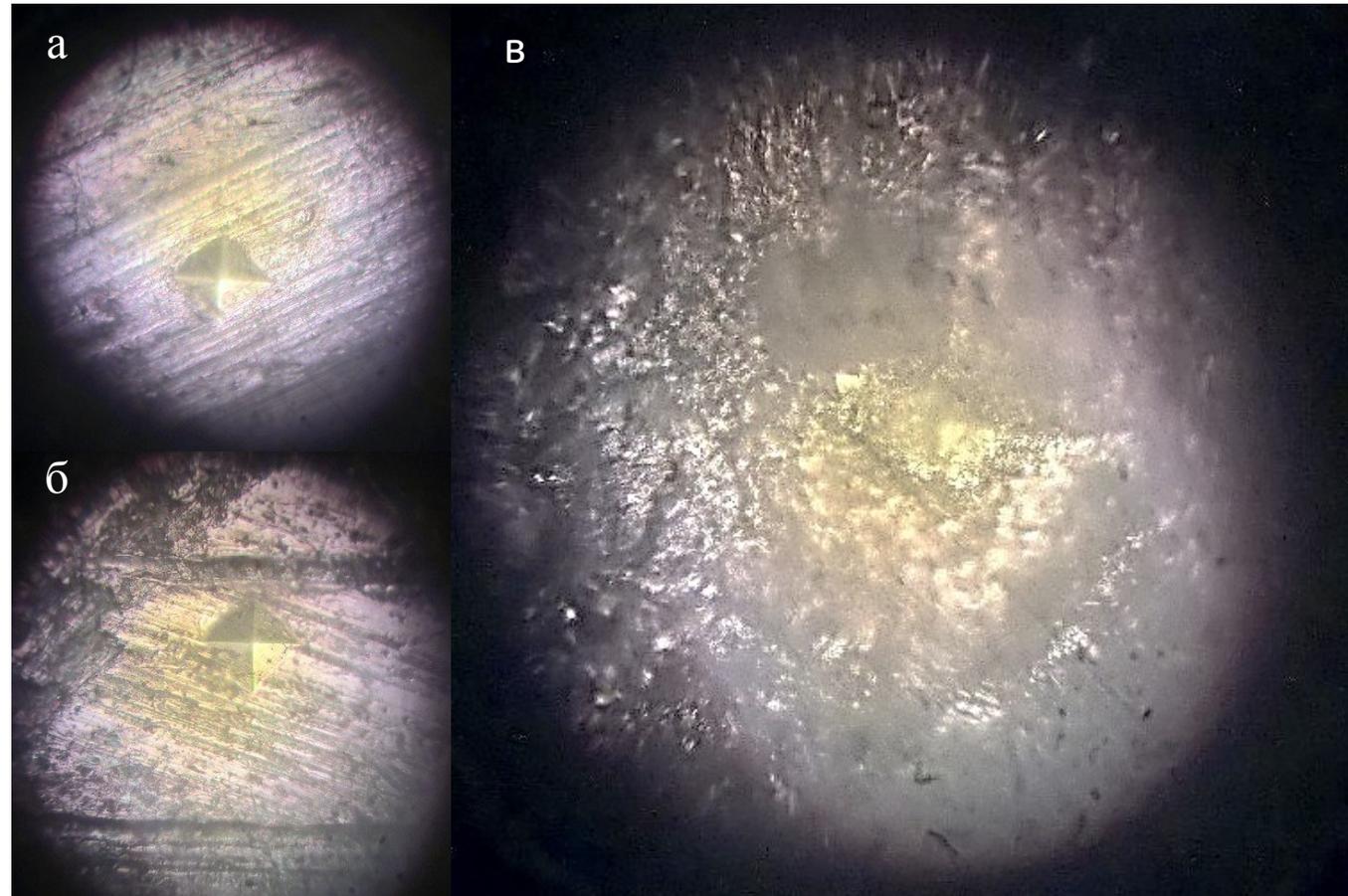
Образец, полученный холодным пресованием.



Образец, полученный горячим вакуумным спеканием.

Твердость

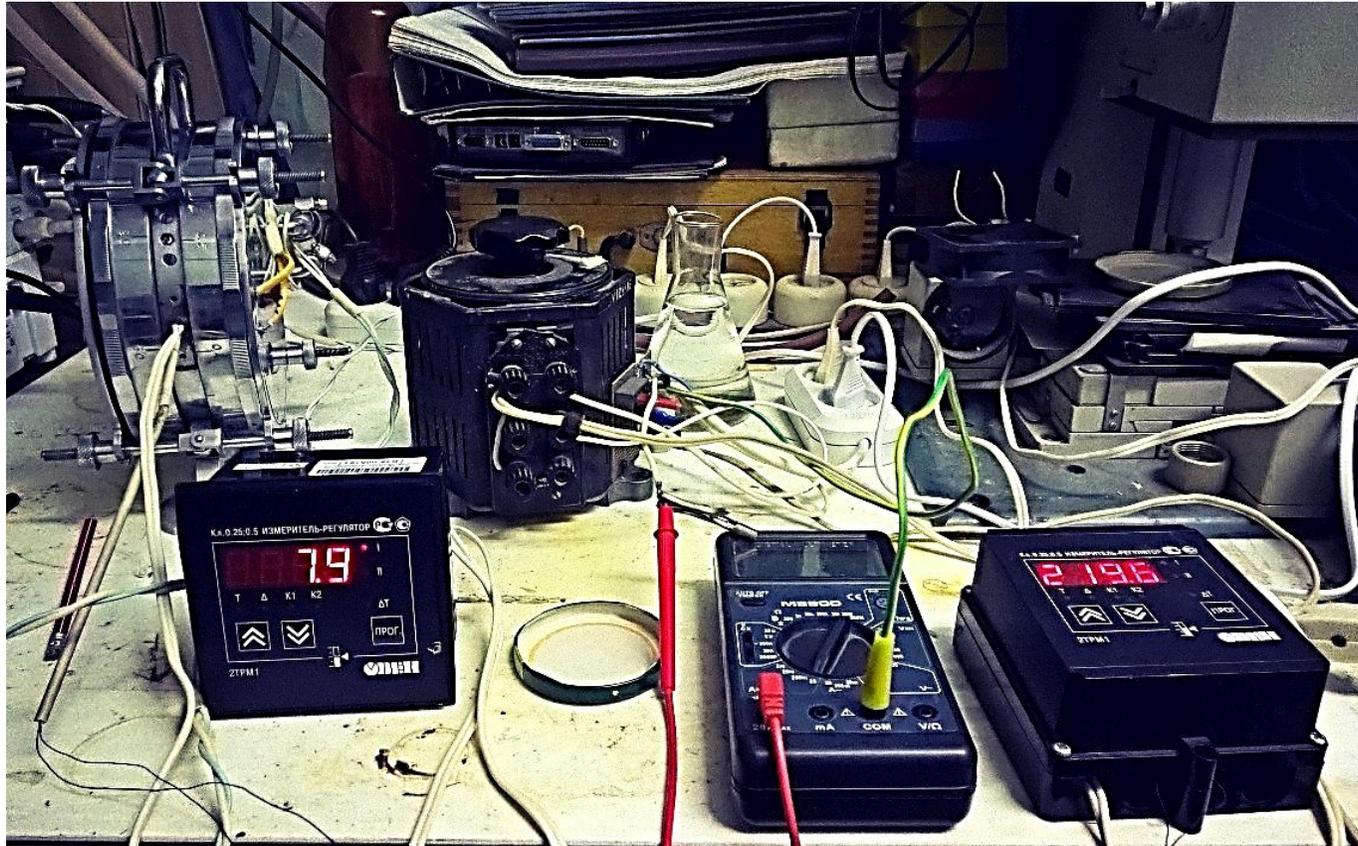
	Диагональ отпечатка мкм	Нагрузка г.	Твердость Кг/мм ²
Фуллерит меди	39,6	200	236,50648
Образец стали	38,4	200	251,5191
Образец алюминия	90	200	45,787654



Изображение отпечатка индентора
а – алюминий, б – сталь, в – фуллерит меди

Теплопроводность 1

Измерялась Калориметрическим методом при помощи дифференциального бикалориметра.



Установка для измерения теплопроводности

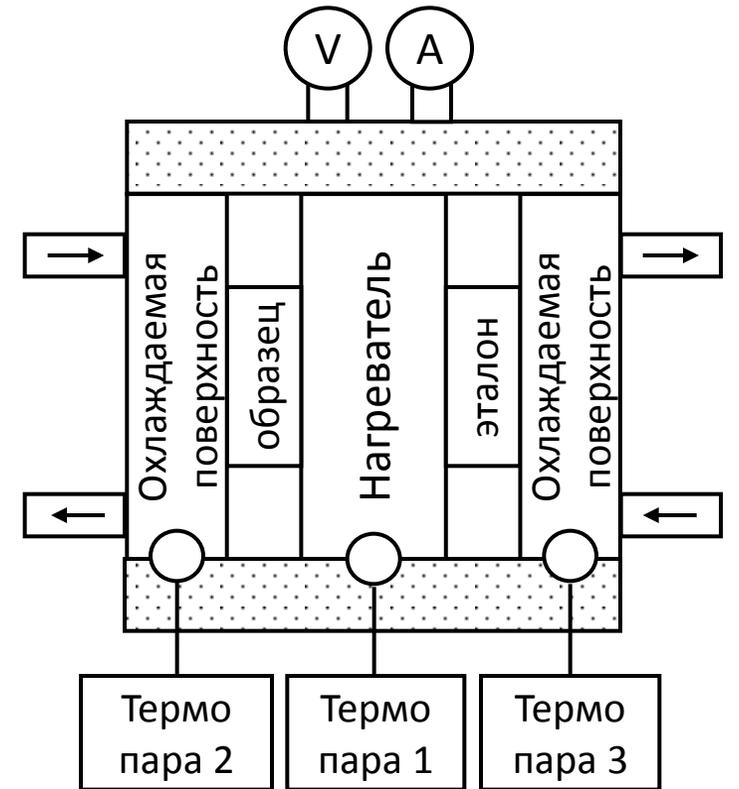
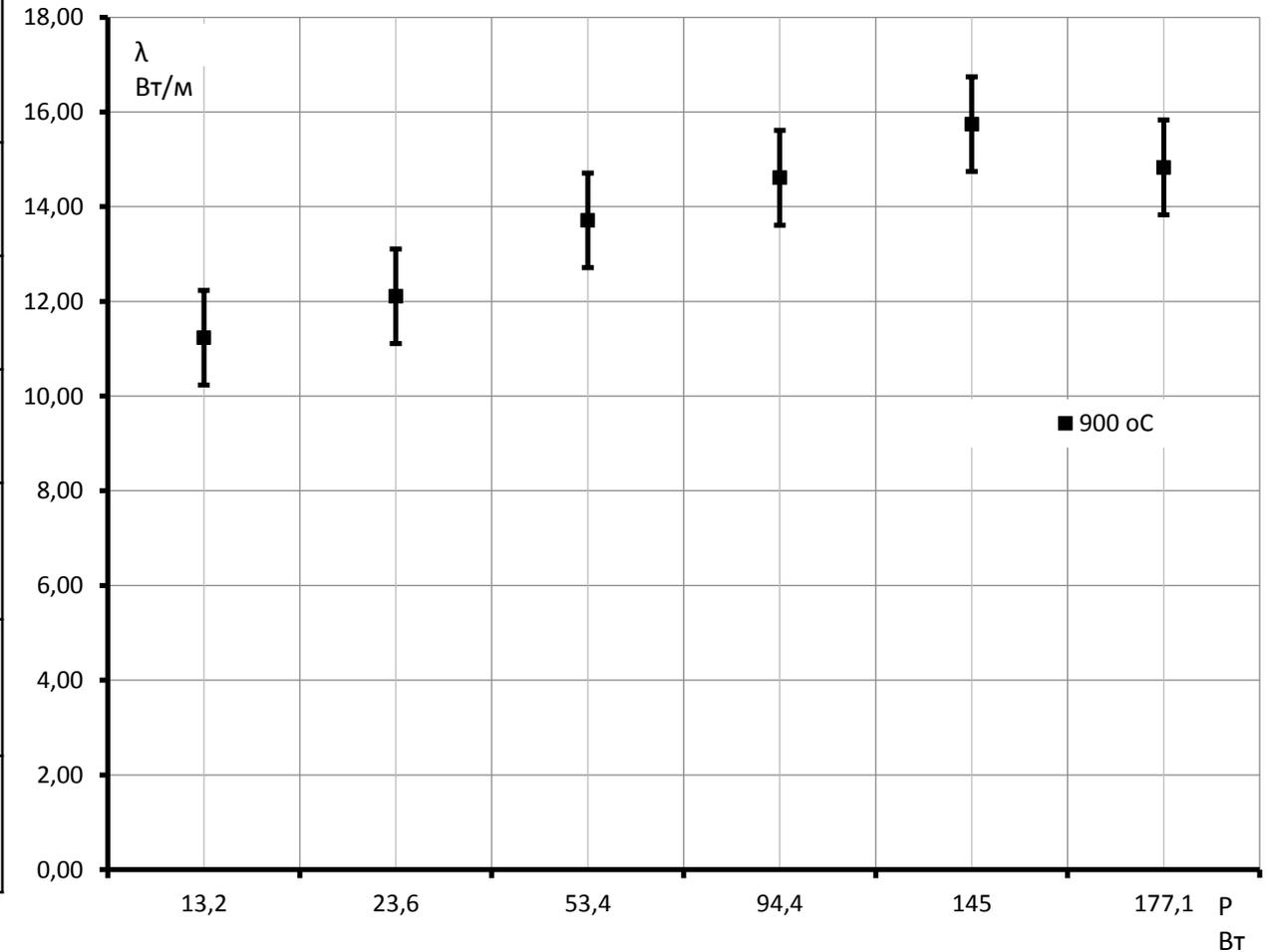


Схема установки

Теплопроводность 2

Ток нагревателя А	Мощность нагревателя Вт	Температура нагревателя °С	Температура образца °С	Температура эталона °С	Коэффициент теплопроводности Вт/м
0,44	13,2	29,20	7,30	6,80	11,23285
0,59	23,6	50,60	6,90	6,20	12,10737
0,89	53,4	84,20	7,00	6,10	13,71331
1,18	94,4	141,30	7,10	6,10	14,61002
1,45	145	192,70	7,50	6,20	15,74376
1,61	177,1	224,30	8,00	6,40	14,82964



Теплопроводность образца в зависимости от мощности нагревателя

Сопротивление образца и его зависимость от температуры 1

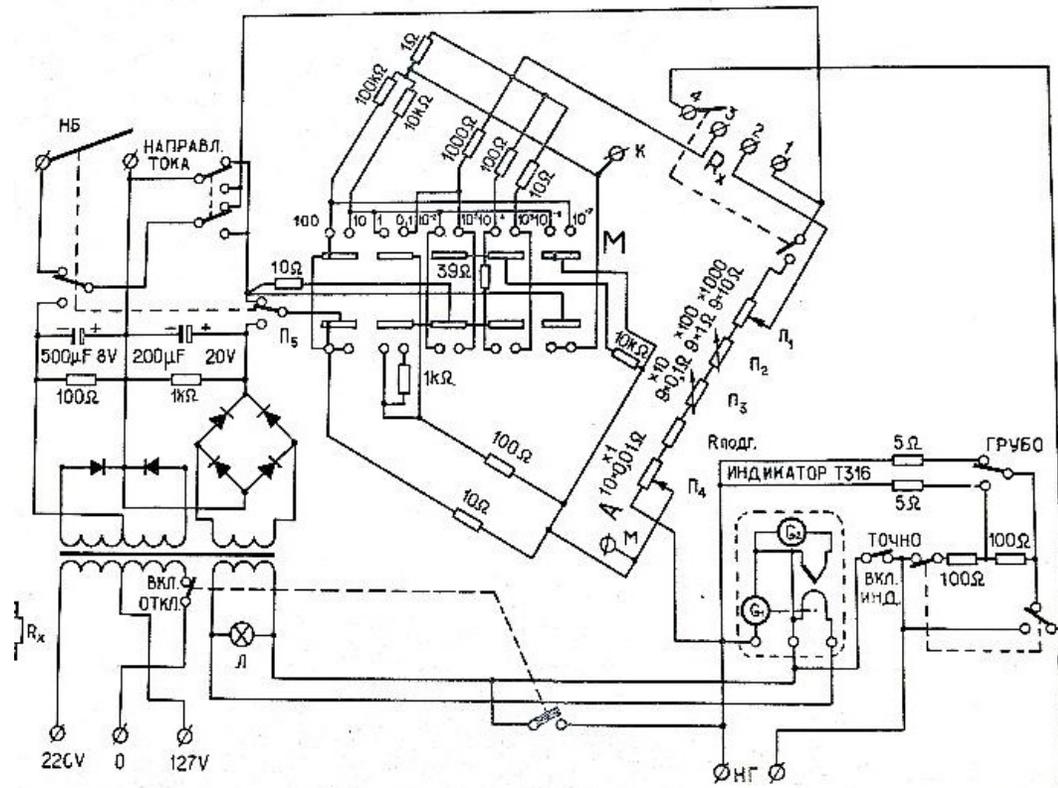


Схема моста для измерения сопротивления



Выводные проводники из образцов

Сопротивление образца и его зависимость от температуры 2

Температура образца °C	Сопротивление образца Ом
-14,00	3,92
22,60	4,92
40,00	5,12
60,00	5,43
80,00	5,58
100,00	5,66
120,00	5,72
140,00	5,75

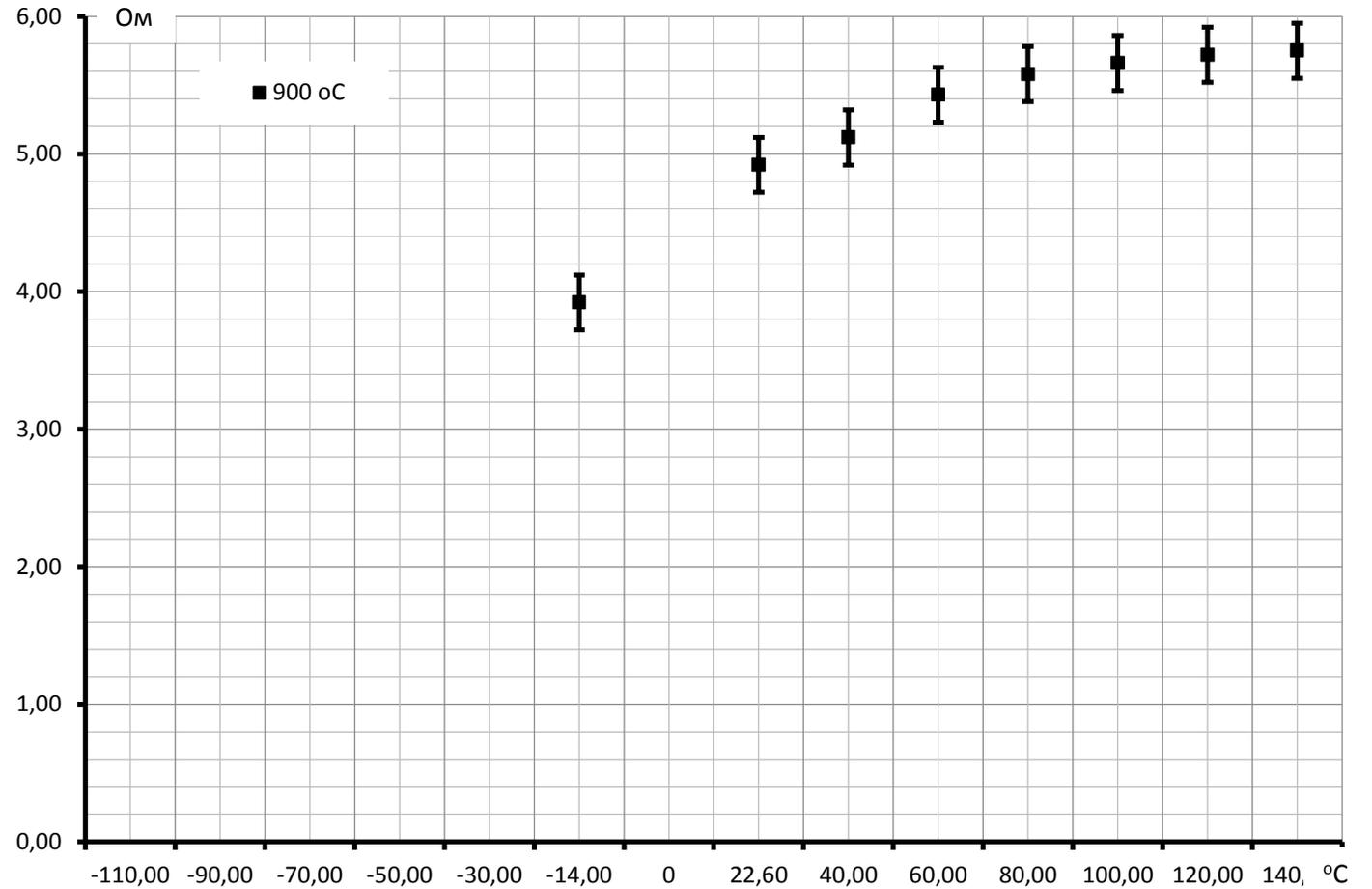


График зависимости сопротивления от температуры

Классификация фуллерита меди

Металлоподобные карбиды

- не разлагаются водой
- проводят ток
- медь – металл
- включают любую связь (ионную ковалентную металлическую)

Фуллерен интеркалированный медью

- стехиометрия
- потенциально сверхпроводники

Фуллериты

- стехиометрия
- структура - аморфный фуллерит

Заключение

- В работе был изучен метод синтеза нового вещества фуллерита меди.
- Были изучены некоторые свойства нового вещества.
- Твердость и химическая стойкость полученных образцов позволяет говорить об отсутствии ограничений с этой стороны для технического использования вещества в электронной и прочей промышленности.
- Зависимость сопротивления от температуры делает материал перспективным для исследований в области высокотемпературной сверхпроводимости.
- Несмотря на увеличение способности рассеивать тепло, относительно низкая теплопроводность может стать причиной ограничений для использования материала в высоковольтной электронике.