

# **Взаимодействие озона с волокнистыми фильтрующими материалами различного химического состава**

*Выполнила: Нефёдова Анастасия, ученица 10-л  
класса СУНЦ МГУ*

*Научный руководитель: Обвинцева Л. А.  
кандидат физико-математических наук, ст.  
научный сотрудник лаборатории химической  
кинетики НИФХИ им. Л. Я. Карпова*

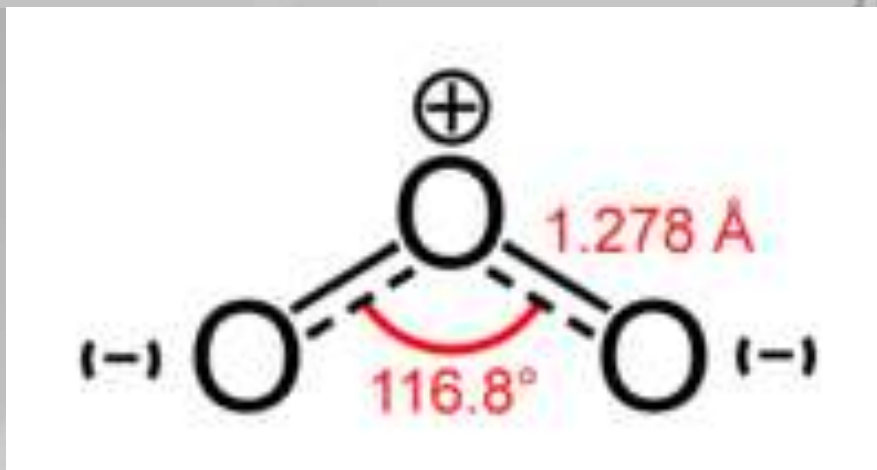
# Первая часть

## Актуальность исследования

связана с повышением содержания озона в приземном воздухе и, напротив, понижением его концентрации в нижней стратосфере (озоновые дыры), а также с широким применением озона в различных технологиях<sup>1</sup>.

1. *Лунин В. В., Попович М. П., Ткаченко С. Н.*, Физическая химия озона, 1998, Издательство Московского Университета, с. 140 – 163.
2. *Разумовский С.Д., Заиков Г.Е.* Озон и его реакции с органическими соединениями (кинетика и механизм) М.: Наука, 1974. – 322 с.

# Строение молекулы озона



- Озон - аллотропная модификация кислорода, состоящей из трех формульных единиц (O-O-O)
- $O_3 \rightarrow O_2 + O\cdot$

# Применение озона

- в водоподготовке и очистке сточных вод;
- для очистки воздуха от микроорганизмов;
- в химической промышленности для очистки масел, получения новых веществ;
- в целлюлозно-бумажной промышленности для отбеливания бумаги и тканей;
- в микроэлектронике для травления контактных поверхностей<sup>1</sup>;
- в сельском хозяйстве для обеззараживания продукции;
- в медицине для стерилизации в гигиенических и лечебных целях<sup>2</sup> и т.д.

- 1. Slavcho Rakovsky, Metody Anachkov and Gennady Zaikov, Fields of ozone applications, 2009, p. 2.
- 2. Ф. В. Баллюзек, З. И. Арчаба, В. П. Челибанов. Озон в медицине. 2005, Санкт-Петербург, с. 53-55.

# Концентрации озона

	С, молек/см <sup>3</sup>	С, г/м <sup>3</sup>	С, %	Где используются
Высокие концентрации	10 <sup>13</sup> – 10 <sup>18</sup> молек/см <sup>3</sup>	Единицы – десятки г/м <sup>3</sup>	Доли – десятки %	Применяются в технологических процессах
Низкие концентрации	Меньше 10 <sup>13</sup> молек/см <sup>3</sup>	Единицы – сотни мкг/м <sup>3</sup>	Доли % - меньше 10 <sup>-4</sup> %	Контроль ПДК, мониторинг в атмосфере

- Предельно допустимая концентрация озона в рабочей зоне (ПДКр.з.) составляет 100 мкг/м<sup>3</sup> или 2\*10<sup>12</sup> молек/см<sup>3</sup>
- <sup>1</sup>ПДК в населенной местности составляет 30 мкг/м<sup>3</sup>

1. ГОСТ Р 51 706-2001. Оборудование озонаторное. Требования безопасности.

# Основные задачи исследований с озоном

- 1) Измерение низких и высоких концентраций озона
- 2) Воздействие озона на конструкционные материалы и живые организмы
- 3) Поиск средств защиты от озона

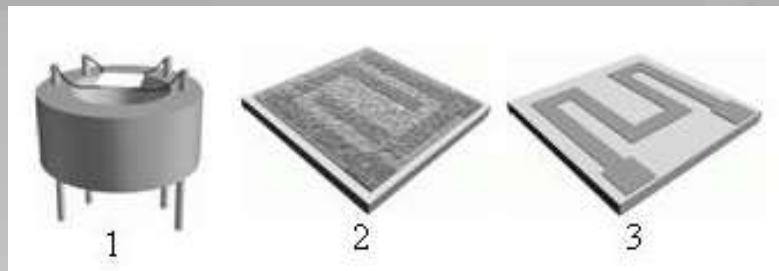
# НИФХИ им. Л. Я. Карпова



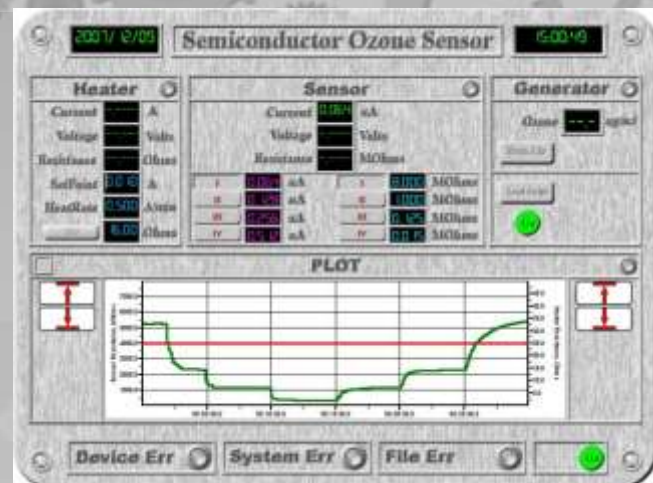
Работа выполняется в Научно-исследовательском физико-химическом институте им. Л. Я. Карпова в лаборатории химической кинетики

# Полупроводниковые сенсоры и приборы на их основе

## Полупроводниковый сенсор

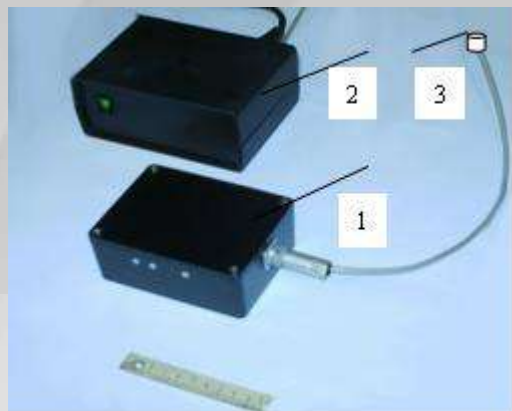


1 – внешний вид; 2 – измерительные электроды с чувствительным слоем, 3 – нагреватель.



Рабочее окно дисплея ПК

## Сенсорный анализатор газовых примесей



1 – измерительный блок, 2 – блок питания, 3 – камера полупроводникового сенсора.

## Портативный сигнализатор превышения ПДКр.з. по озону

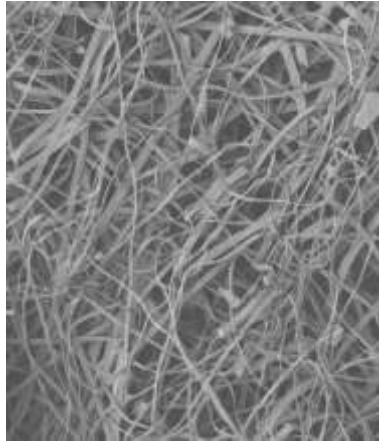


1. И. А. Мясников, В. Я. Сухарев, Л. Ю. Куприянов, С. А. Завьялов. Полупроводниковые сенсоры в физико-химических исследованиях. М.: Наука, 1991

2. Л. А. Обвинцева. Полупроводниковые металлооксидные сенсоры для определения химически активных газовых примесей в воздушной среде. Рос. хим. ж., 2008. № 2. с. 113 – 115.



# Фильтры Петрянова (ФП)

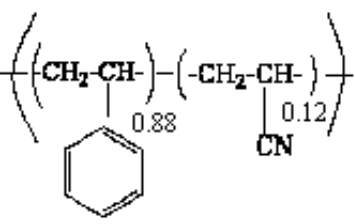
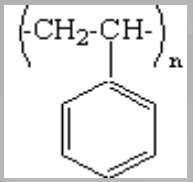
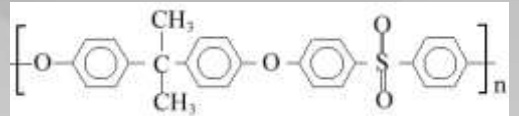
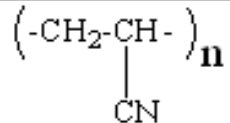
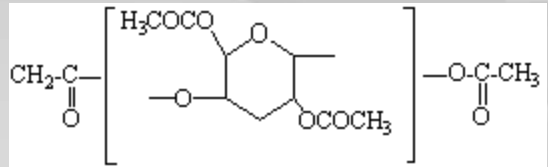
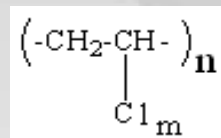



Респиратор из фильтрующего материала ФПС 15-1,5

- Легкие респираторы изготавливают из тонковолокнистых полимерных материалов – фильтров Петрянова - ФП
- ФП изготавливают методом электроформования
- ФП используются для защиты от аэрозолей – твердых и жидких

1. *Петрянов-Соколов И. В.* Избранные труды. Серия: “Памятники отечественной науки. XX век”. – М.: Наука, 2007.
2. *Басманов П. И., Каминский С. Л., Коробейникова А. В., Трубицина М. Е.* Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Справочное руководство. – СПб, 2002

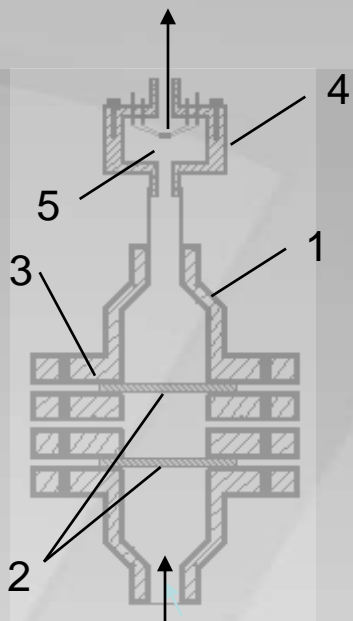
# Исследуемые материалы

<p>ФПСАН 70-0,5</p>	<p>Сополимер стирола с акрилонитрилом</p>		<p>Активный</p>
<p>ФПС -15-1,5</p>	<p>Полистирол</p>		<p>Активный</p>
<p>ФПСФ 15-1,5</p>	<p>Полисульфон</p>		<p>Активный</p>
<p>ФПАН 10-3,0</p>	<p>Полиакрилонитрил</p>		<p>Слабоактивный</p>
<p>ФПА 15-2,0</p>	<p>Диацетат целлюлозы</p>		<p>Средняя активность</p>
<p>ФПП 70-0,5</p>	<p>Хлорированный Поливинилхлорид содержание хлора 64-76%</p>		<p>Средняя активность</p>
<p>ФПФ 42-15-20</p>	<p>Сополимер тетрафторэтилена с винилиденфторидом</p>		<p>Известен как инертный к озону конструкционный материал</p>

# Публикации ЛХК

1. А. И. Климук, Л. А. Обвинцева, В.Л. Кучаев, А. Д. Шепелёв, Н. В. Садовская, Ю. Я. Томашпольский, Н.В. Козлова, А. К. Аветисов, Взаимодействие озона с микроволокнистыми материалами, Рос. хим. ж., 2008, № 5, с. 103-104
2. Л. А. Обвинцева, Т. Б. Цыркина, А. Д. Шепелев, И. П. Сухарева, М. П. Дмитриева, А. К. Аветисов. Материалы ФП в озоносодержащих средах. Сборник Петряновские чтения, 2011, с. 1 – 2.
3. Обвинцева Л.А., Жерников К.В., Сухарева И.П. и др. Взаимодействие озона при низких концентрациях с микроволокнистыми полимерными фильтрами // Журнал Прикладной Химии. 2010. Т. 83. Вып. 9. С. 1545-1551.
4. Обвинцева Л.А., Дмитриева М.П., Климук А.И. и др. Взаимодействие озона с микроволокнистыми фильтрами на основе полисульфона // Журнал Прикладной химии. 2010. Т. 83. Вып. 6. С.1015-1019.
5. Климук А.И., Козлова Н.В., Обвинцева Л.А. и др. Исследование взаимодействия озона с микроволокнистыми фильтрующими материалами методами ИК Фурье и КР спектроскопии // Журнал прикладной химии. 2009. Т. 82. С.63-69.
6. Садовская Н.В., Томашпольский Ю.Я., Обвинцева Л.А. и др. Исследование структурных изменений микроволокнистых материалов под воздействием озона методами атомно-силовой и растровой электронной микроскопии // Журнал прикладной химии. 2009. Т. 82. С.156-159.
7. Климук А.И., Обвинцева Л.А., Шепелев А.Д. и др. Исследование сорбции и разложения озона на микроволокнистых фильтрующих материалах // Журнал Прикладной химии. 2008. Т. 81. Вып. 4. С. 593-597.

# Активность ФП в разложении озона



**Фильтродержатель с исследуемым образцом и камера сенсора, вид в разрезе:** 1 – корпус фильтродержателя, 2 - слои ФП, 3 - отверстия для крепежных болтов, 4 - камера сенсора, 5 - сенсор. Стрелками показано направление газового потока.

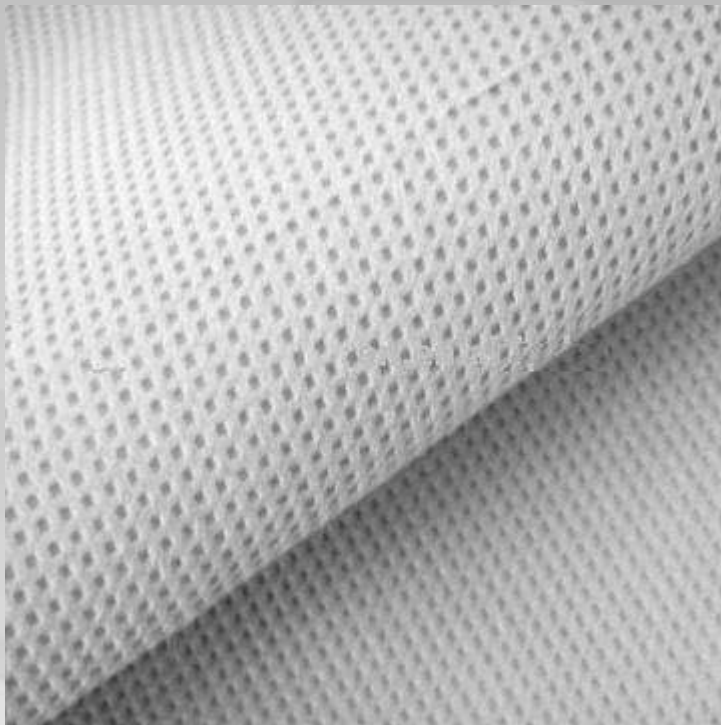
- Исследования проводили в реакционной ячейке: озон измеряли сенсором.
- Наиболее активны в разложении озона материалы, содержащие полистирол.
- Наименее активные материалы, содержащие полиакрилонитрил, фторопласт.

# Выводы по первой части

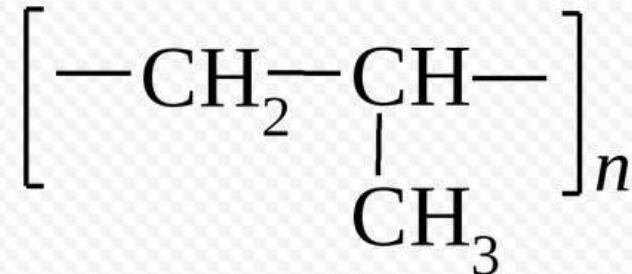
- Для использования в СИЗ от озона наиболее перспективен фильтр на основе полистирола;
- Следующее направление работы – это исследование взаимодействия озона с малоактивными материалами, которые могут использоваться в агрессивных озоносодержащих средах.

# Экспериментальная часть

Нетканый материал из полипропилена “спанбонд”

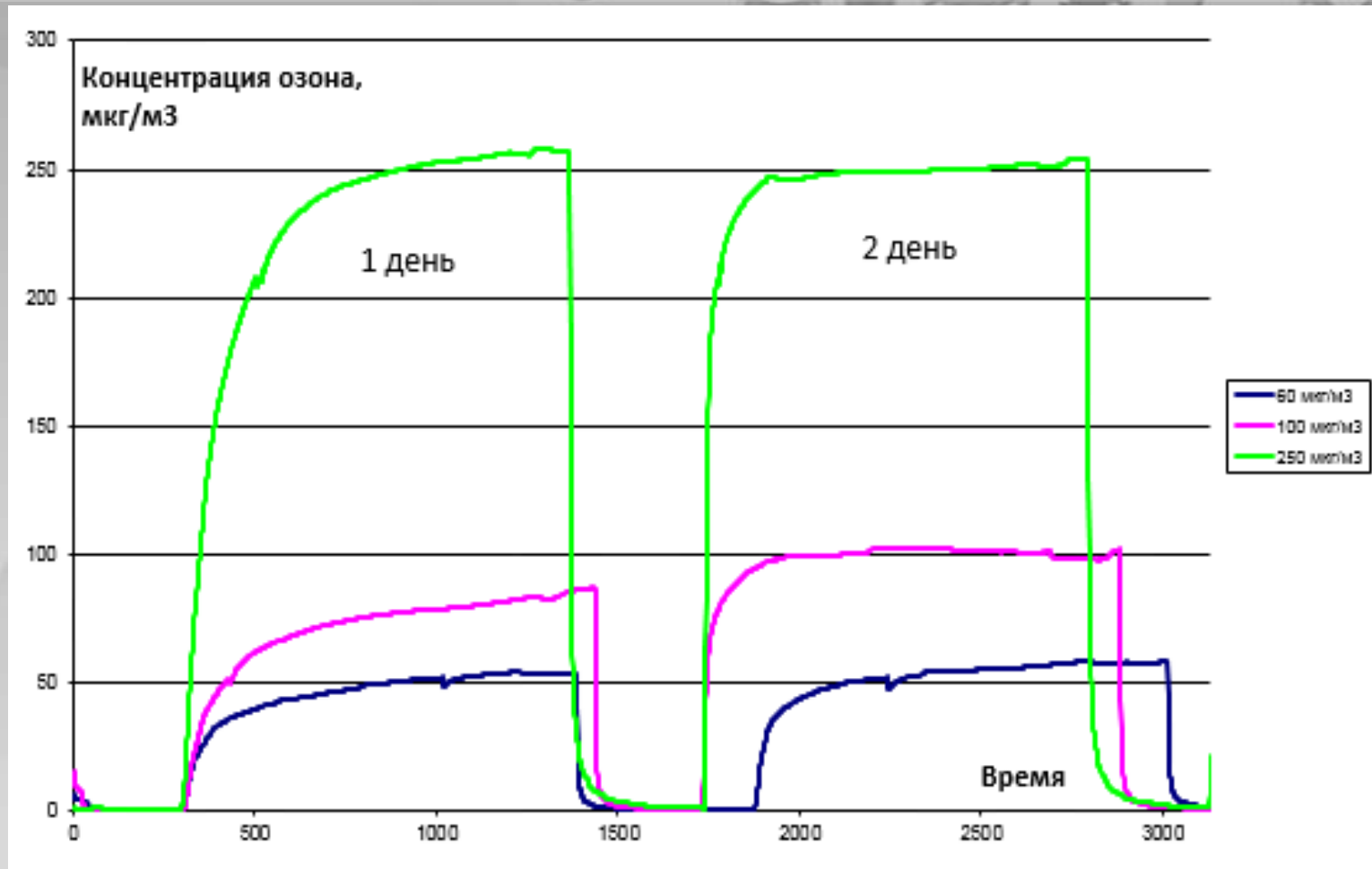


- Исследованный материал – полипропилен.
- Структурная формула полипропилена:



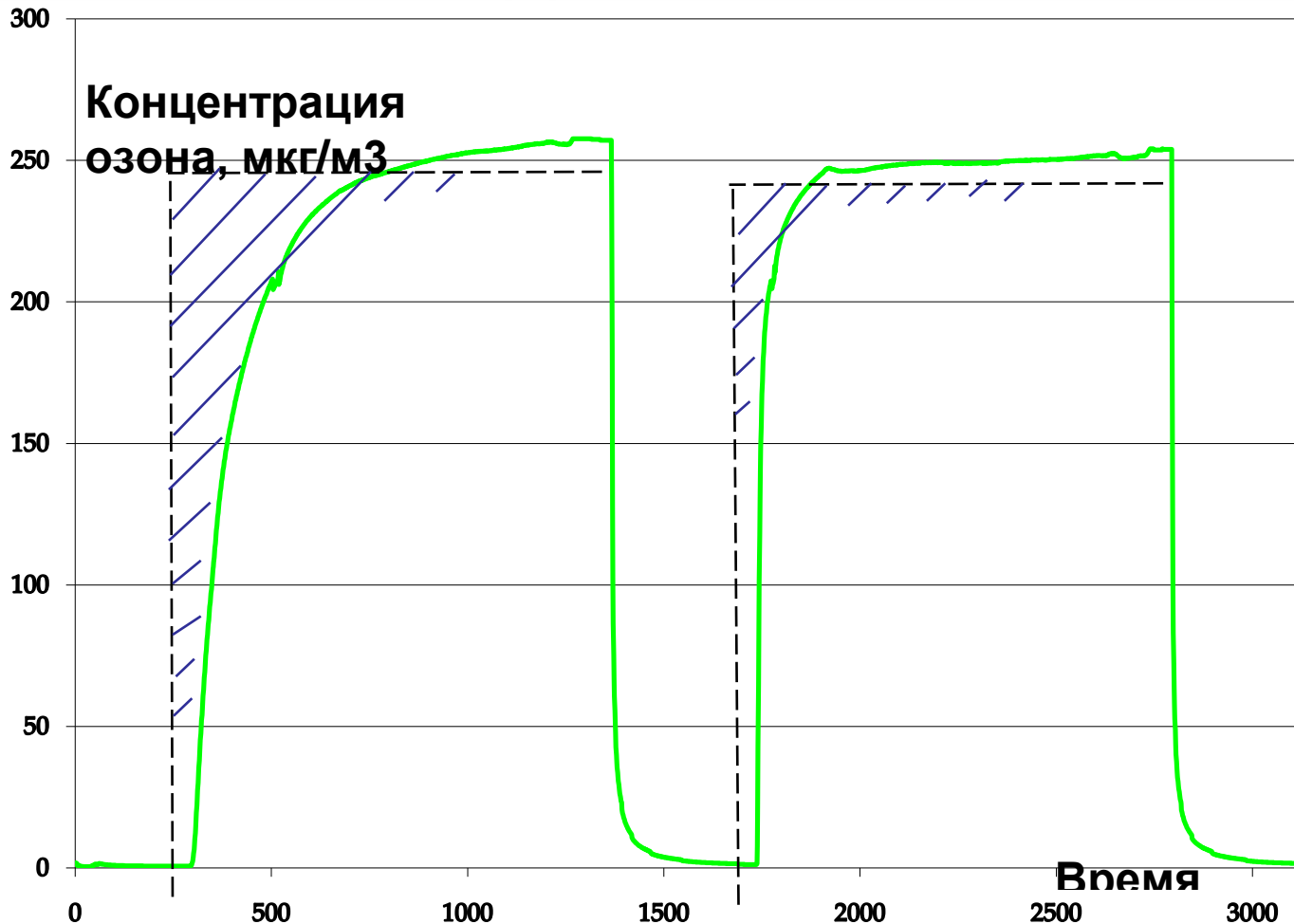
<http://infodwn.ru/nietkanyi-material-spanbond.html>

# Экспериментальные данные



Экспериментальные зависимости концентрации озона от времени

# Обработка экспериментальных данных



Пример обработки экспериментальных данных по графику зависимости концентрации озона от времени (250 мкг/м<sup>3</sup>)



# Обработка экспериментальных данных

- Количество поглощенного озона определяется как разность масс поданного и пройденного озона:

$$m_{\text{погл}} = m_{\text{поданного}} - m_{\text{пропуц}}$$

- Количество поданного озона :

$$m_{\text{поданного}} = C_{O_3} \times t_{\text{эксп}} \times v_{\text{расхода}}$$

- Концентрация озона – 60, 100 и 250 мкг/м<sup>3</sup>,  
объемный расход газа –  $5 \cdot 10^{-5}$  м<sup>3</sup>/мин.

# Обработка экспериментальных данных

$C_{gen} = 100 \text{ мкг/м}^3$

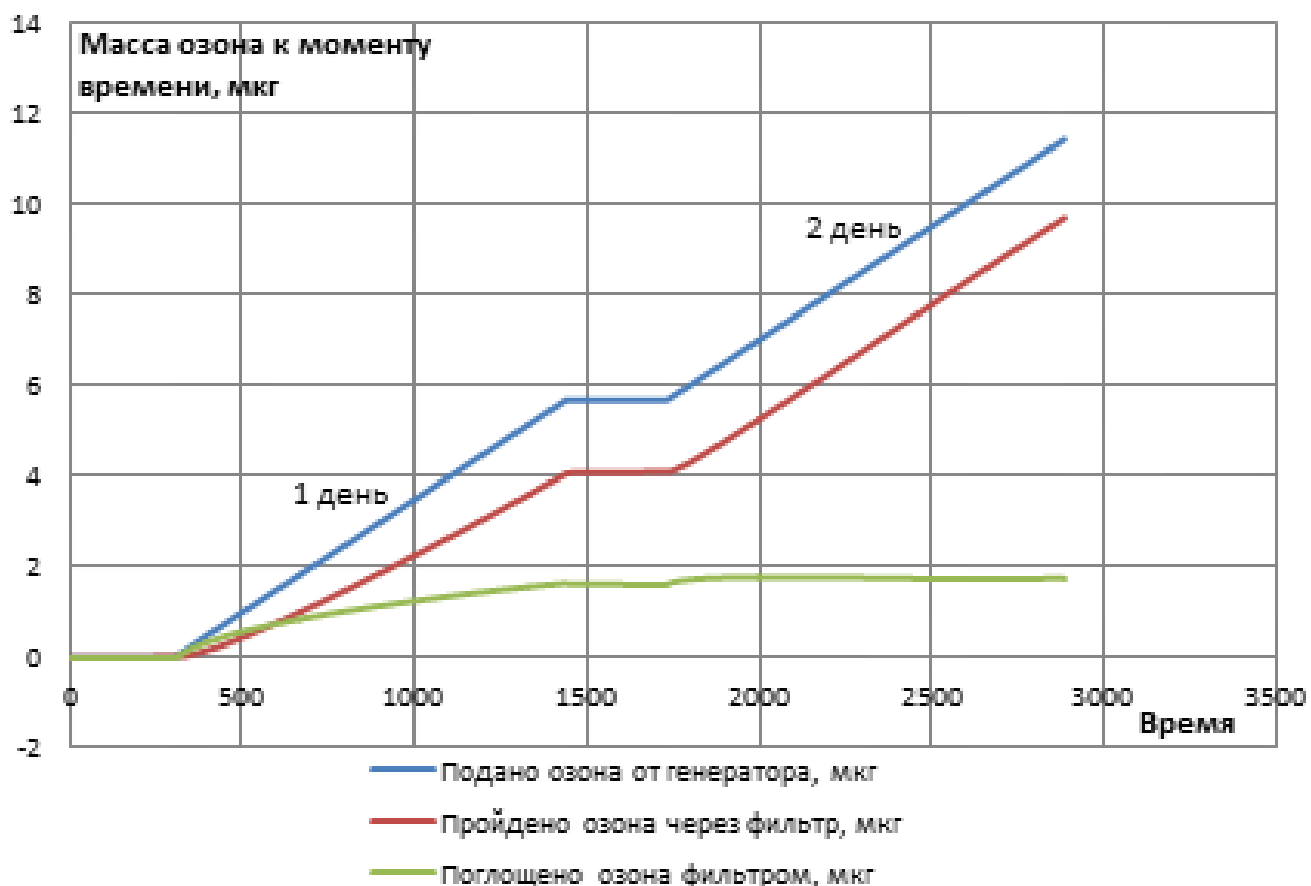


График зависимости поданного генератором, пройденного через фильтр и поглощенного озона от времени при концентрации  $100 \text{ мкг/м}^3$

# Результаты эксперимента

- Для сравнения: емкость по озону самого активного материала - полистирола - 2340 мкг/г.

№	Обработка озоном	Масса образца, г	Поверхность образца, м <sup>2</sup>	Емкость по озону образца, мкг	Емкость по озону НМ-ПП, мкг/г	Емкость по озону НМ-ПП, мкг/м <sup>2</sup>
1	1-ый напуск О <sub>3</sub> , 60 мкг/м <sup>3</sup>	0,0067	0,0182	1,35	201	74
2	1-ый напуск О <sub>3</sub> , 100 мкг/м <sup>3</sup>	0,0076	0,0208	1,7	224	82
3	1-ый напуск О <sub>3</sub> , 250 мкг/м <sup>3</sup>	0,0096	0,0261	1,35	141	52

Массовая и поверхностная емкость НМ ПП по озону при 60, 100 и 250 мкг/м<sup>3</sup>

# Заключение

- Материал “снапбонд” на основе полипропиленовых волокон показал низкую активность по отношению к озону, наблюдается быстрое пропускание озона материалом;
- При исследованных низких концентрациях озона - менее  $250 \text{ мкг/м}^3$  материал НМ ПП можно использовать на практике почти неограниченное время.



Нефёдова Анастасия, ученица 10-л класса  
СУНЦ МГУ

[nastya5555555@mail.ru](mailto:nastya5555555@mail.ru)



Научный руководитель: Обвинцева Л. А.  
кандидат физико-математических наук, ст.  
научный сотрудник лаборатории химической  
кинетики НИФХИ им. Л. Я. Карпова

[obvint@yandex.ru](mailto:obvint@yandex.ru)



**Спасибо за внимание!**