

# **МИКРОВОЛНОВЫЙ ГАЗОРАЗРЯДНЫЙ МЕТОД ОЧИСТКИ ИНДУСТРИАЛЬНЫХ ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ**

---

**ИОФ РАН**

# ОБЛАСТИ ИССЛЕДОВАННЫХ (ИССЛЕДУЕМЫХ) ПРИЛОЖЕНИЙ

---

- **Утилизация CO<sub>2</sub>**
  - **Конверсия CH<sub>4</sub> в синтез-газ**
  - **Очистка атмосферы от фреонов**
  - **Очистка атмосферы от городских газовых выбросов**
-

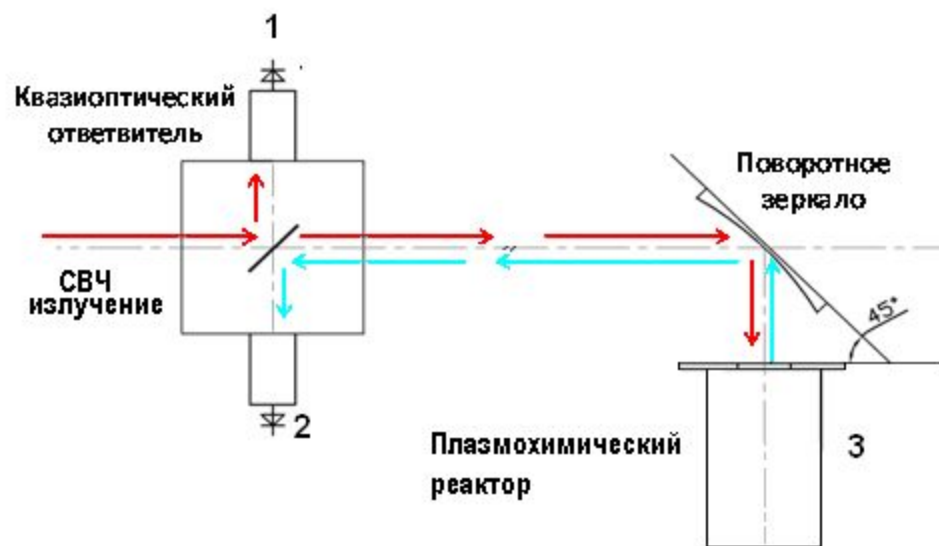
---

**Очистка атмосферы в  
реакторе на СНС-разряде,  
создаваемом мощным  
гауссовым пучком  
микроволнового излучения.**

---

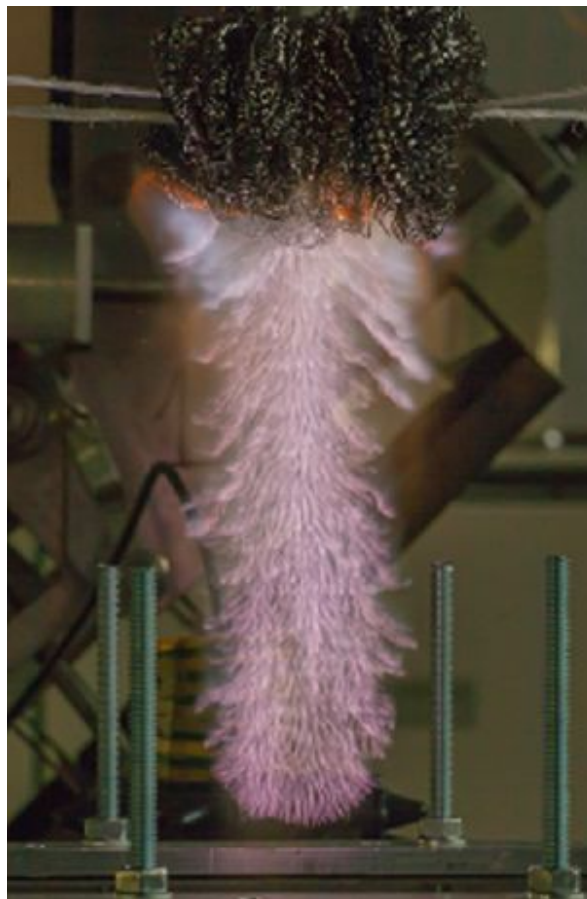
# Схема эксперимента по возбуждению СНС-разряда в пучке мощного микроволнового излучения

---



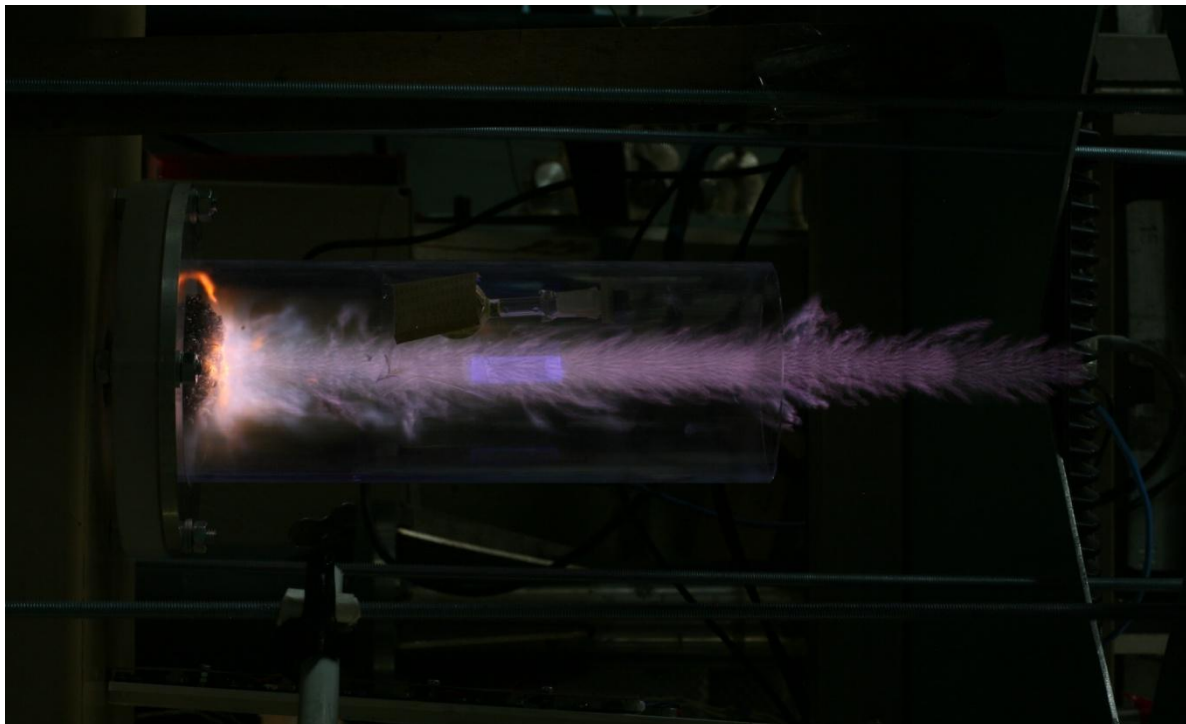
# СНС-разряд в пучке микроволн в воздухе в свободном пространстве

---



**Фотография СНС-разряда в камере (воздух атмосферного давления).  $P_i = 200$  кВт;  $\tau_i = 2$  мс**

---



# Лефортовский тоннель

---



# Результаты экспериментов по очистке выбросов. Лефортовский тоннель.

1. Результаты измерений:

№	Элемент	ед.изм.	Результат	ПДК (м.р <sup>***</sup> ) мг/м <sup>3</sup>
			<b>ВХ1504КИ-1</b> Лефортовский тоннель	
1	1,2-дихлорэтан	мг/м <sup>3</sup>	0,09100	3
2	<b>Ацетальдегид</b>	мг/м <sup>3</sup>	<b>0,07500</b>	<b>0,01</b>
3	Ацетон	мг/м <sup>3</sup>	0,03300	0,35
4	Бензол	мг/м <sup>3</sup>	н.о. <sup>*</sup>	<b>0,3<sup>****</sup></b>
5	Винилацетат <sup>****</sup>	мг/м <sup>3</sup>	0,06600	0,15
6	Изопропанол <sup>****</sup>	мг/м <sup>3</sup>	0,13600	0,6
7	Метанол	мг/м <sup>3</sup>	н.о. <sup>*</sup>	1
8	Ксилол	мг/м <sup>3</sup>	0,15190	0,2
9	<b>Стирол</b>	мг/м <sup>3</sup>	<b>0,04600</b>	<b>0,04</b>
10	Толуол	мг/м <sup>3</sup>	н.о. <sup>*</sup>	0,6
11	<b>Трихлорметан<sup>****</sup></b>	мг/м <sup>3</sup>	<b>1,51000</b>	<b>0,1</b>
12	<b>Тетрахлорметан<sup>****</sup></b>	мг/м <sup>3</sup>	<b>0,00800</b>	<b>4</b>
13	Фенол	мг/м <sup>3</sup>	0,00128	<b>0,01</b>
14	Формальдегид	мг/м <sup>3</sup>	<0,0100	<b>0,01<sup>****</sup></b>
15	Циклогексанон <sup>****</sup>	мг/м <sup>3</sup>	0,00620	0,04
16	Этанол <sup>****</sup>	мг/м <sup>3</sup>	н.о. <sup>*</sup>	5
17	Этилакрилат <sup>****</sup>	мг/м <sup>3</sup>	н.о. <sup>*</sup>	<b>0,1</b>
18	Этилацетат	мг/м <sup>3</sup>	н.о. <sup>*</sup>	<b>0,1</b>
19	<b>Этилбензол</b>	мг/м <sup>3</sup>	<b>0,09530</b>	<b>0,02</b>

\* - н.о. - не обнаружено

\*\* - ПДК (м.р.) - предельно допустимые максимальные концентрации за 20-минутный период для тех веществ, которые оказывают вредное влияние на здоровье человека при вдыхании

\*\*\* - СанПиН 2.1.6.1030-00 концентрация в воздухе рабочей зоны при вдыхании к проф.влиянию вышаренной опасности

\*\*\*\* - не вредит в области аккредитации лаборатории

1. Результаты измерений:

№	Элемент	ед.изм.	Результат	ПДК (м.р <sup>***</sup> ) мг/м <sup>3</sup>
			<b>ВХ1504КИ-2</b> Камера реактора	
1	1,2-дихлорэтан	мг/м <sup>3</sup>	0,21450	3
2	<b>Ацетальдегид</b>	мг/м <sup>3</sup>	<b>0,02720</b>	<b>0,01</b>
3	Ацетон	мг/м <sup>3</sup>	0,09400	0,35
4	Бензол	мг/м <sup>3</sup>	н.о. <sup>*</sup>	<b>0,3<sup>****</sup></b>
5	Винилацетат <sup>****</sup>	мг/м <sup>3</sup>	0,00845	0,15
6	Изопропанол <sup>****</sup>	мг/м <sup>3</sup>	0,04405	0,6
7	Метанол	мг/м <sup>3</sup>	н.о. <sup>*</sup>	1
8	Ксилол	мг/м <sup>3</sup>	0,05865	0,2
9	Стирол	мг/м <sup>3</sup>	0,01225	<b>0,04</b>
10	Толуол	мг/м <sup>3</sup>	н.о. <sup>*</sup>	0,6
11	<b>Трихлорметан<sup>****</sup></b>	мг/м <sup>3</sup>	<b>0,27350</b>	<b>0,1</b>
12	<b>Тетрахлорметан<sup>****</sup></b>	мг/м <sup>3</sup>	<b>0,16400</b>	<b>4</b>
13	Фенол	мг/м <sup>3</sup>	0,00102	<b>0,01</b>
14	Формальдегид	мг/м <sup>3</sup>	<0,0100	<b>0,01<sup>****</sup></b>
15	Циклогексанон <sup>****</sup>	мг/м <sup>3</sup>	0,00400	0,04
16	Этанол <sup>****</sup>	мг/м <sup>3</sup>	0,02300	5
17	Этилакрилат <sup>****</sup>	мг/м <sup>3</sup>	н.о. <sup>*</sup>	<b>0,1</b>
18	Этилацетат	мг/м <sup>3</sup>	н.о. <sup>*</sup>	<b>0,1</b>
19	<b>Этилбензол</b>	мг/м <sup>3</sup>	<b>0,02000</b>	<b>0,02</b>

\* - н.о. - не обнаружено

\*\* - ПДК (м.р.) - предельно допустимые максимальные концентрации за 20-минутный период для тех веществ, которые оказывают вредное влияние на здоровье человека при вдыхании

\*\*\* - СанПиН 2.1.6.1030-00 концентрация в воздухе рабочей зоны при вдыхании к проф.влиянию вышаренной опасности

\*\*\*\* - не вредит в области аккредитации лаборатории



# Результаты экспериментов по очистке выбросов. Лакокрасочный завод.

1. Результаты измерений:

№	Элемент	ед.изм.	Результат	ПДК (м.р <sup>п</sup> ) мг/м <sup>3</sup> Атмосферный воздух	ПДК (м.р <sup>р</sup> ) мг/м <sup>3</sup> Воздух рабочей зоны
			ВХ2406КИ-1 Цех мелкотоннажного производства		
1	1,2-дихлорэтан	мг/м <sup>3</sup>	0,27200	3	30
2	Ацетальдегид	мг/м <sup>3</sup>	0,98600	0,01	5
3	Ацетон	мг/м <sup>3</sup>	197,33000	0,35	800
4	Бензол	мг/м <sup>3</sup>	0,12500	0,3***	15
5	Винилацетат****	мг/м <sup>3</sup>	0,24300	0,15	30
6	Изопропанол****	мг/м <sup>3</sup>	0,54700	0,6	10
7	Метанол	мг/м <sup>3</sup>	н.о.*	1	15
8	Ксилол	мг/м <sup>3</sup>	5,51000	0,2	150
9	Стирол	мг/м <sup>3</sup>	2,90000	0,04	30
10	Толуол	мг/м <sup>3</sup>	4,20200	0,6	150
11	Трихлорметан****	мг/м <sup>3</sup>	490,20000	0,1	10
12	Тетрахлорметан****	мг/м <sup>3</sup>	н.о.*	4	20
13	Циклогексанон****	мг/м <sup>3</sup>	0,12800	0,04	30
14	Этанол****	мг/м <sup>3</sup>	н.о.*	5	2000
15	Этилакрилат****	мг/м <sup>3</sup>	н.о.*	0,1	15
16	Этилацетат	мг/м <sup>3</sup>	0,07000	0,1	200
17	Этилбензол	мг/м <sup>3</sup>	5,53000	0,02	150

\* - н.о. - не обнаружено

\*\* - ПДК (м.р<sup>п</sup>) - предельно допустимые максимальные разовые концентрации за 30-минутный период для населения, проживающего в окрестности, не принимающего участие в производстве

\*\*\* - Сан-Пин 122339-06 - Санитарные нормы - основные требования к профилактике канцерогенности воздуха

\*\*\*\* - не вредная область акклиматизации рабочих

1. Результаты измерений:

№	Элемент	ед.изм.	Результат	ПДК (м.р <sup>п</sup> ) мг/м <sup>3</sup> Атмосферный воздух	ПДК (м.р <sup>р</sup> ) мг/м <sup>3</sup> Воздух рабочей зоны	До обрабо- тки/пос- ле обрабо- тки
			ВХ2406КИ-2 Камера реактора			
1	1,2-дихлорэтан	мг/м <sup>3</sup>	0,21600	3	30	1,3
2	Ацетальдегид	мг/м <sup>3</sup>	0,46200	0,01	5	2,1
3	Ацетон	мг/м <sup>3</sup>	19,54000	0,35	800	10
4	Бензол	мг/м <sup>3</sup>	0,01240	0,3***	15	10
5	Винилацетат****	мг/м <sup>3</sup>	0,21800	0,15	30	1,1
6	Изопропанол****	мг/м <sup>3</sup>	2,36000 +	0,6	10	0,23
7	Метанол	мг/м <sup>3</sup>	н.о.*	1	15	
8	Ксилол	мг/м <sup>3</sup>	3,80084	0,2	150	1,45
9	Стирол	мг/м <sup>3</sup>	0,41000	0,04	30	7
10	Толуол	мг/м <sup>3</sup>	0,18500	0,6	150	23
11	Трихлорметан****	мг/м <sup>3</sup>	31,20000	0,1	10	15,7
12	Тетрахлорметан****	мг/м <sup>3</sup>	5,17500	4	20	0о появил ся
13	Циклогексанон****	мг/м <sup>3</sup>	0,04000	0,04	30	3,2
14	Этанол****	мг/м <sup>3</sup>	н.о.*	5	2000	
15	Этилакрилат****	мг/м <sup>3</sup>	н.о.*	0,1	15	
16	Этилацетат	мг/м <sup>3</sup>	н.о.*	0,1	200	
17	Этилбензол	мг/м <sup>3</sup>	0,25100	0,02	150	22

+ - н.о. - не обнаружено

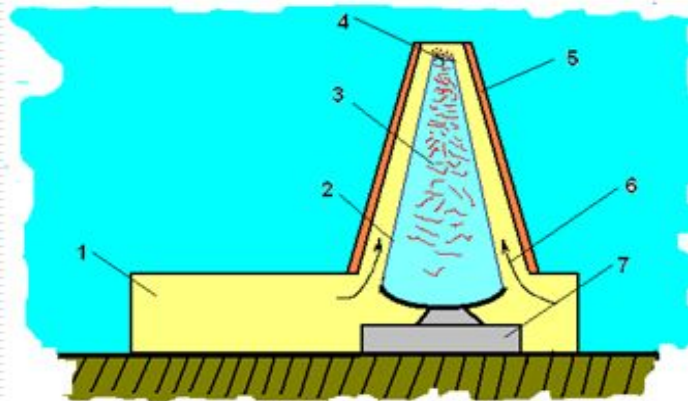
\*\* - ПДК (м.р<sup>п</sup>) - предельно допустимые максимальные разовые концентрации за 30-минутный период для населения, проживающего в окрестности, не принимающего участие в производстве

\*\*\* - Сан-Пин 122339-06 - Санитарные нормы - основные требования к профилактике канцерогенности воздуха

\*\*\*\* - не вредная область акклиматизации рабочих

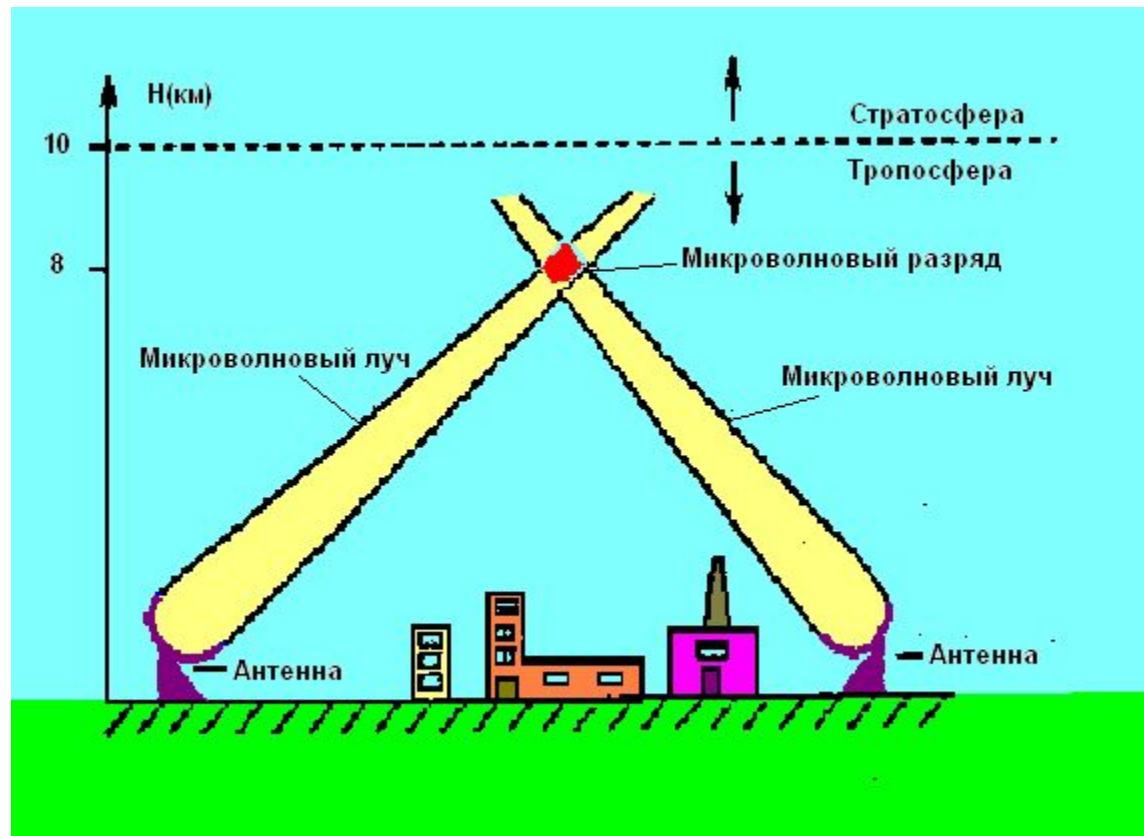
# Схема очистки промышленных газовых выбросов

СХЕМА ОЧИСТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ  
ГАЗОВЫХ ВЫБРОСОВ

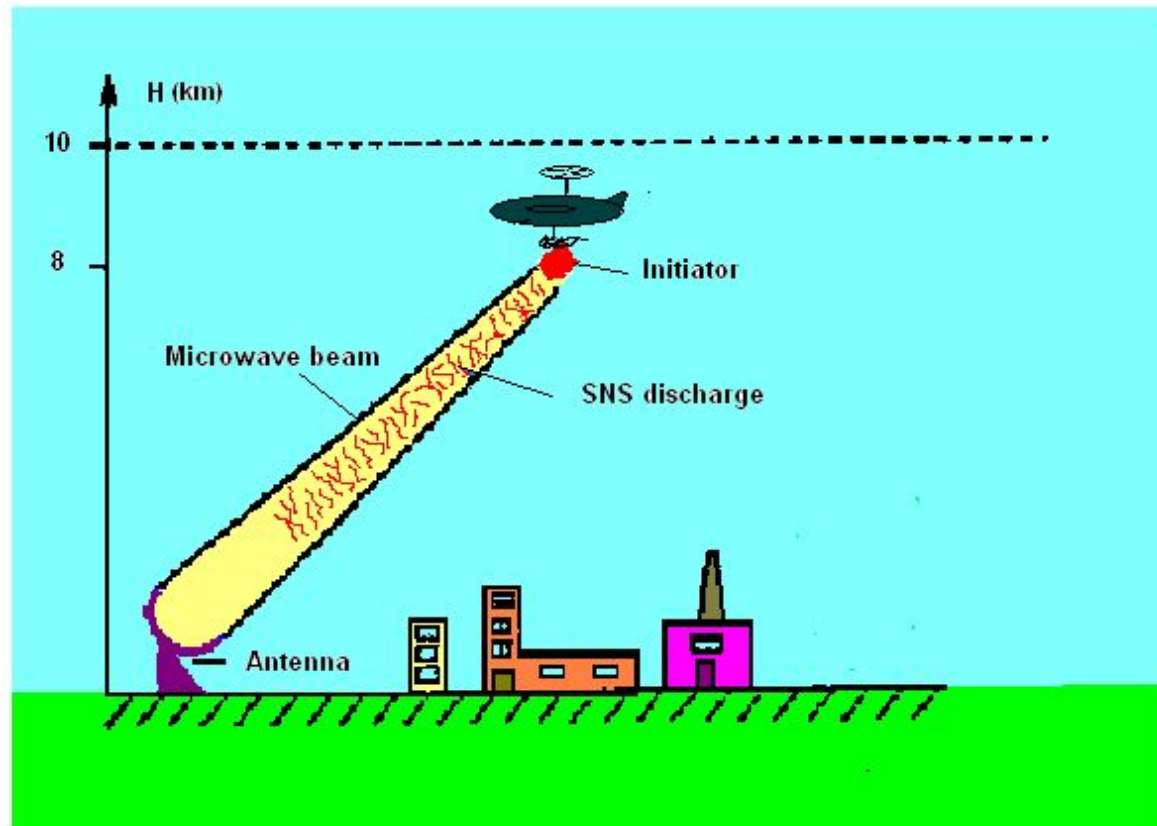


1-ЗДАНИЕ ЗАВОДА; 2-МИКРОВОЛНОВЫЙ ПУЧОК; 3-СНС-РАЗРЯД; 4-ИНИЦИАТОР; 5-ЗАВОДСКАЯ ТРУБА; 6-ПОТОК ВЫБРАСЫВАЕМОГО ГАЗА; 7-ГИРОТРОН.

# Схема микроволновой газоразрядной очистки атмосферы от озонразрушающих хлорфторуглеродов (самоподдерживающийся разряд)



# Схема очистки атмосферы СНС разрядом



# **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

---

- - Обнаружена новая форма микроволнового разряда в газах высокого давления;**
  - - Предложена физическая модель разряда;**
  - - Исследован ряд актуальных приложений разряда.**
-