



# «Основы электротехнологий. Электротехнологические процессы и аппараты»

---

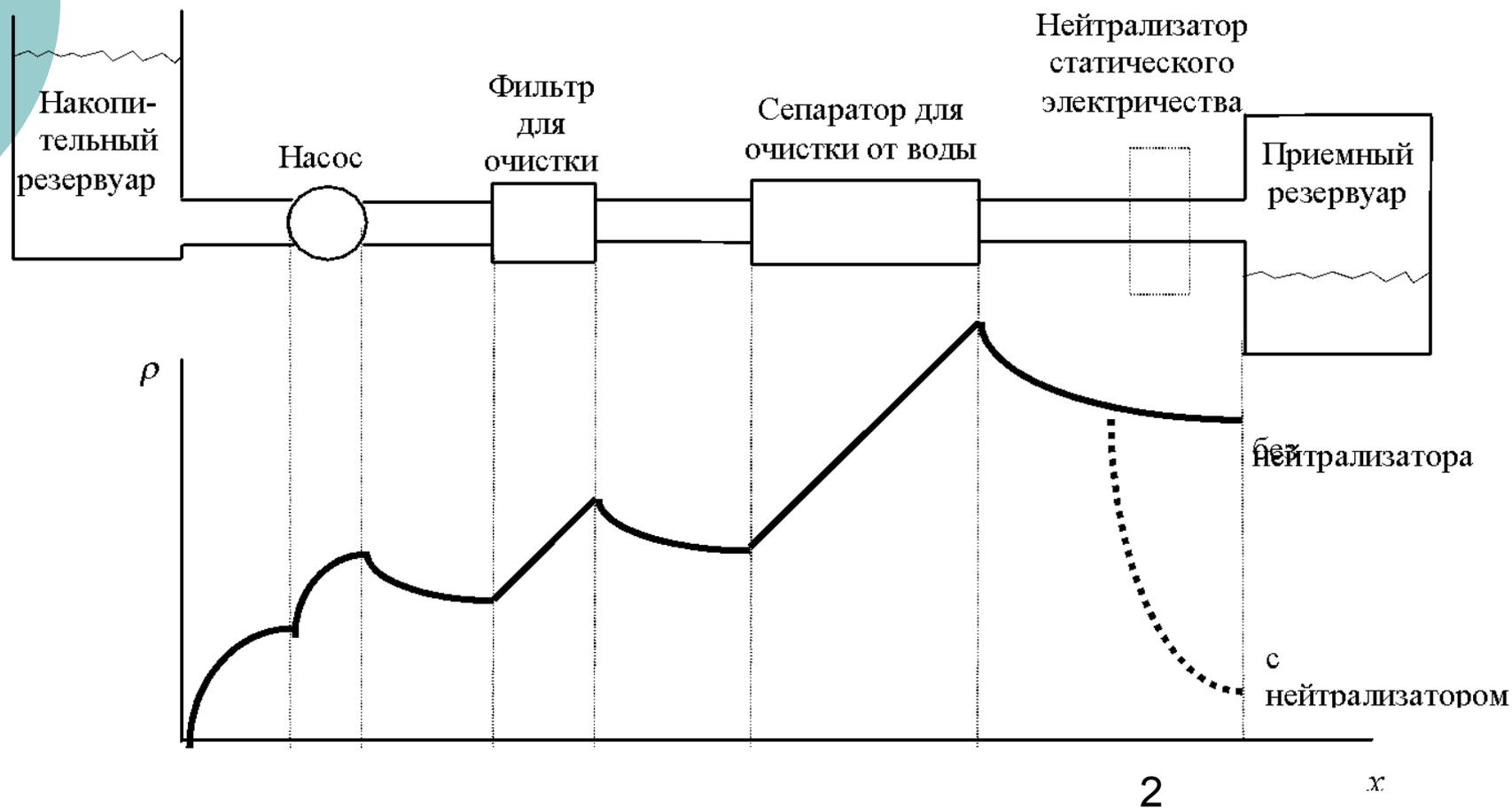
**Электронно-ионные технологии (технологии  
на основе коронного разряда)**

**Физические основы и техническая  
реализация**

**4. НЕЙТРАЛИЗАЦИЯ ЗАРЯДОВ СТАТИЧЕСКОГО  
ЭЛЕКТРИЧЕСТВА**

# Технологический процесс транспортировки нефти

## Нарастание плотности заряда в нефти при прохождении по тракту



## 4. НЕЙТРАЛИЗАЦИЯ ЗАРЯДОВ СТАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА

---

**Заряд, накапливаемый в приемном резервуаре** = входящий заряд за счет втекания в резервуар заряженной нефти + заряд стекающий на заземленные конструкции резервуара (релаксирующий заряд)

$$\left. \frac{dQ}{dt} \right|_{\text{общ}} = \left. \frac{dQ}{dt} \right|_{\text{вх}} + \left. \frac{dQ}{dt} \right|_{\text{релакс}}$$

$$Q = I_{\text{вх}} \tau \left( 1 - e^{-t/\tau} \right)$$

где

$I_{\text{вх}}$  – ток зарядов статического электричества на входе в резервуар,

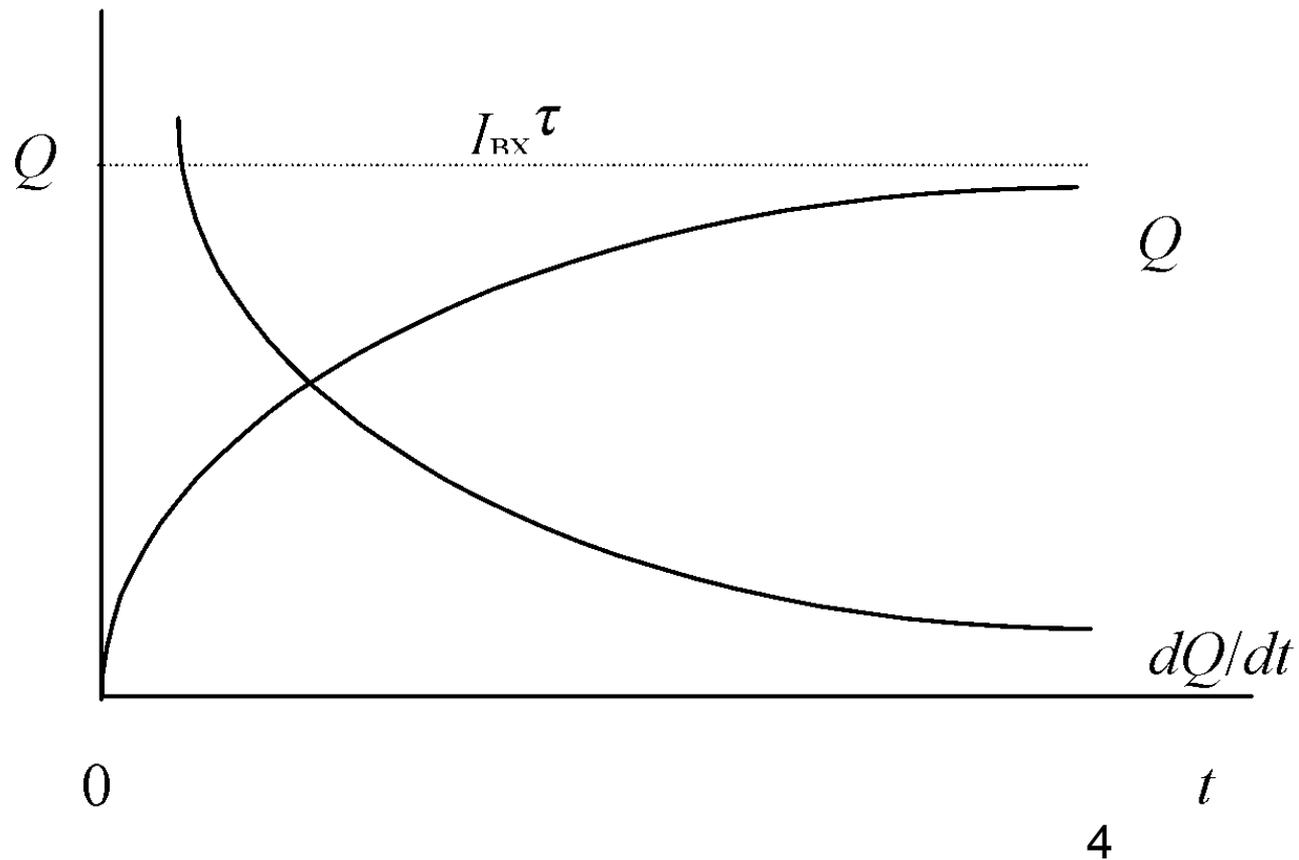
$\tau = \epsilon \epsilon_0 / \gamma$  – постоянная времени релаксации,

$\epsilon$ - относительная диэлектрическая проницаемость нефти,

$\gamma$  – проводимость нефти

## 4. НЕЙТРАЛИЗАЦИЯ ЗАРЯДОВ СТАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА

Зависимости изменения плотности и суммарного объемного заряда нефти в приемном резервуаре.



## 4. НЕЙТРАЛИЗАЦИЯ ЗАРЯДОВ СТАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА

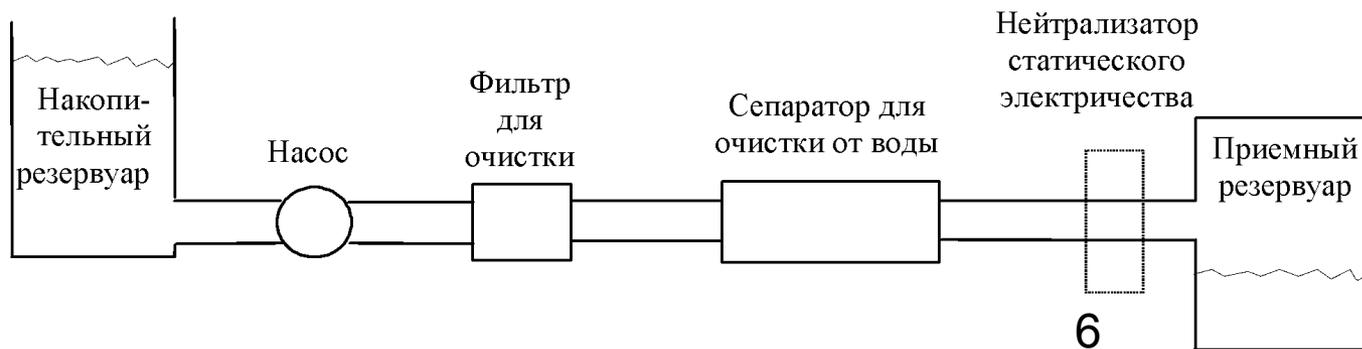
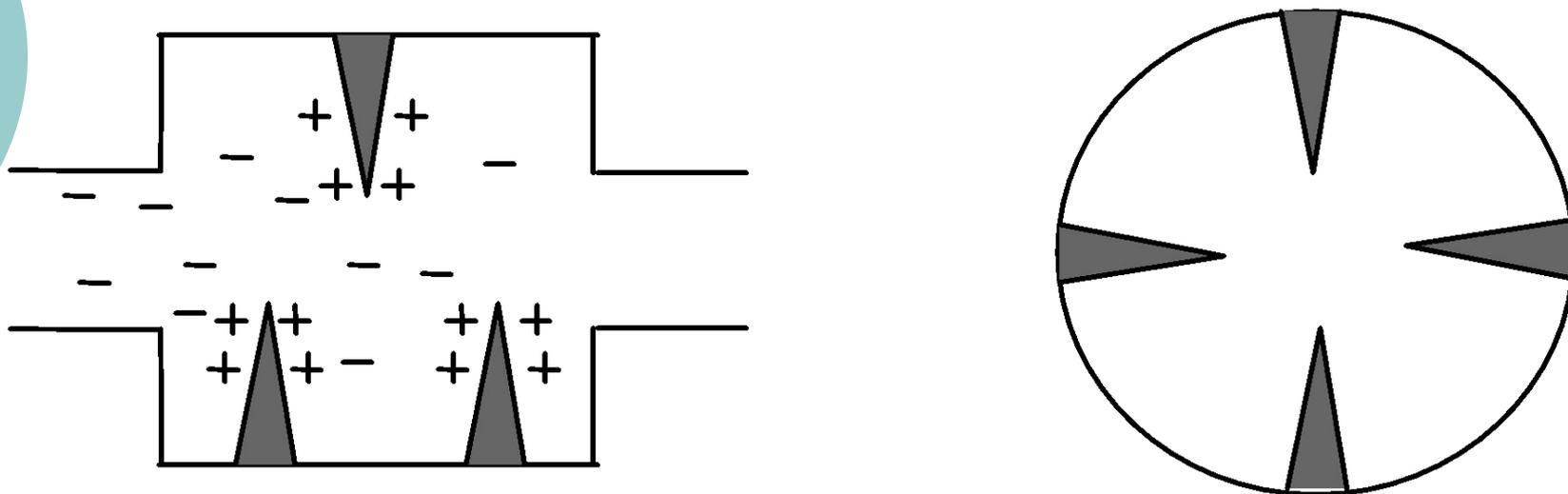
---

Для уменьшения заряда, накапливаемого в приемном резервуаре, есть два пути:

1. Снижение постоянной времени релаксации ( $\tau$ ) путем добавления в нефть специальных присадок, увеличивающих ее проводимость.
2. Уменьшение заряда, находящегося в приемном резервуаре (нейтрализаторы статического электричества).

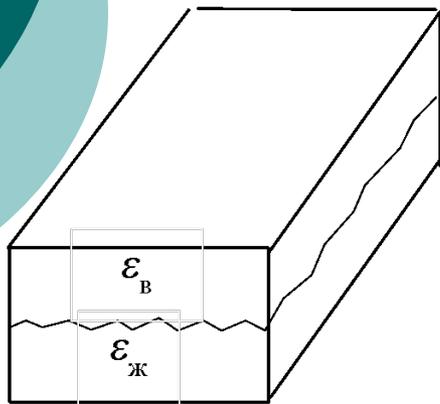
## 4. НЕЙТРАЛИЗАЦИЯ ЗАРЯДОВ СТАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА

### Схема нейтрализатора статического электричества

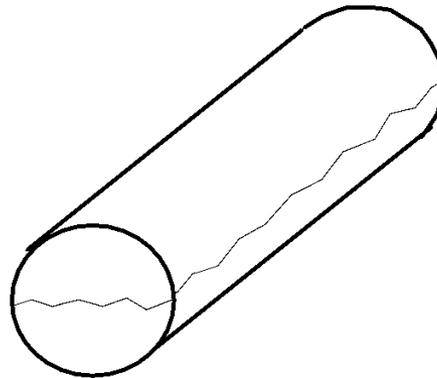


## 4. НЕЙТРАЛИЗАЦИЯ ЗАРЯДОВ СТАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА

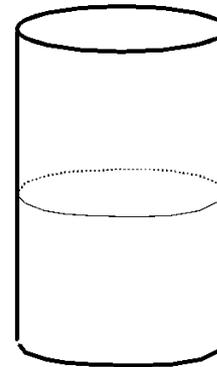
### Виды используемых резервуаров



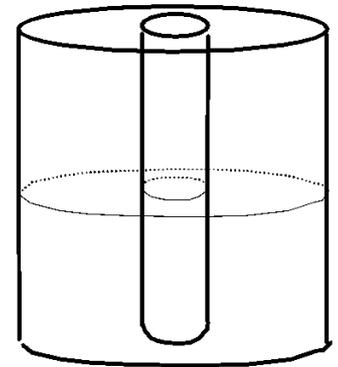
а)



б)



в)



г)

- а) прямоугольный; б) горизонтальный цилиндрический;  
в) вертикальный цилиндрический;  
г) вертикальный цилиндрический с центральной стойкой

## 4. НЕЙТРАЛИЗАЦИЯ ЗАРЯДОВ СТАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА

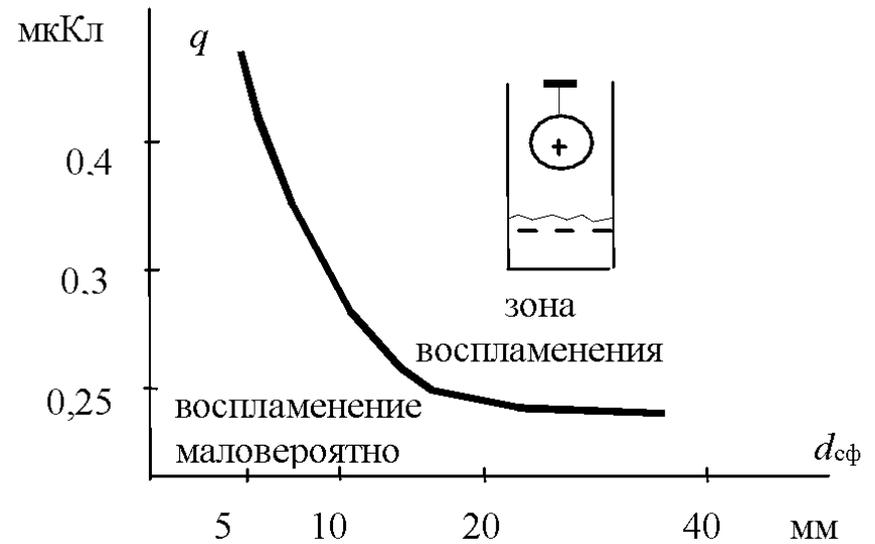
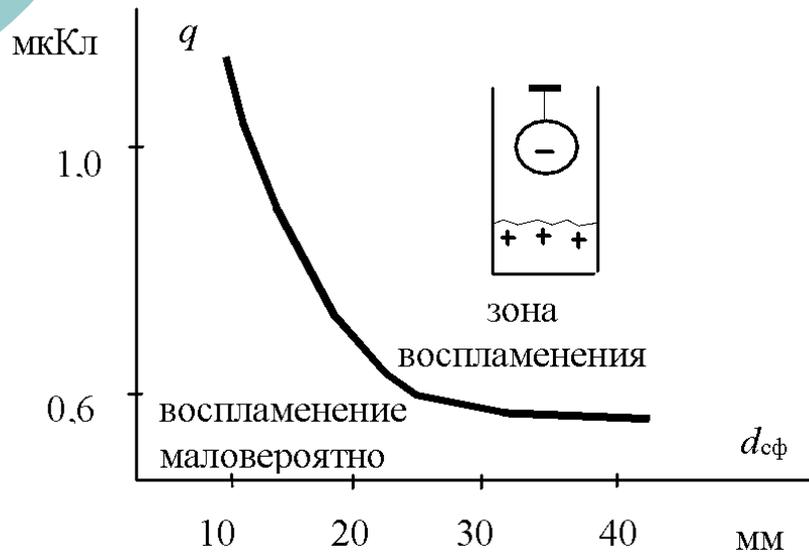
---

### Минимальная энергия воспламенения паро-воздушных смесей (мДж)

Ацетилен	0,011	Метан	0,29
Ацетон	0,25	Пентан	0,18
Бензин	0,15-0,394	Толуол	0,60
Водород	0,013	Топливо Т-1	0,202
Гексан	0,23	Сероуглерод	0,077
Гептан	0,24	Этан	0,24
Керосин	0,48	Этиловый спирт	0,14

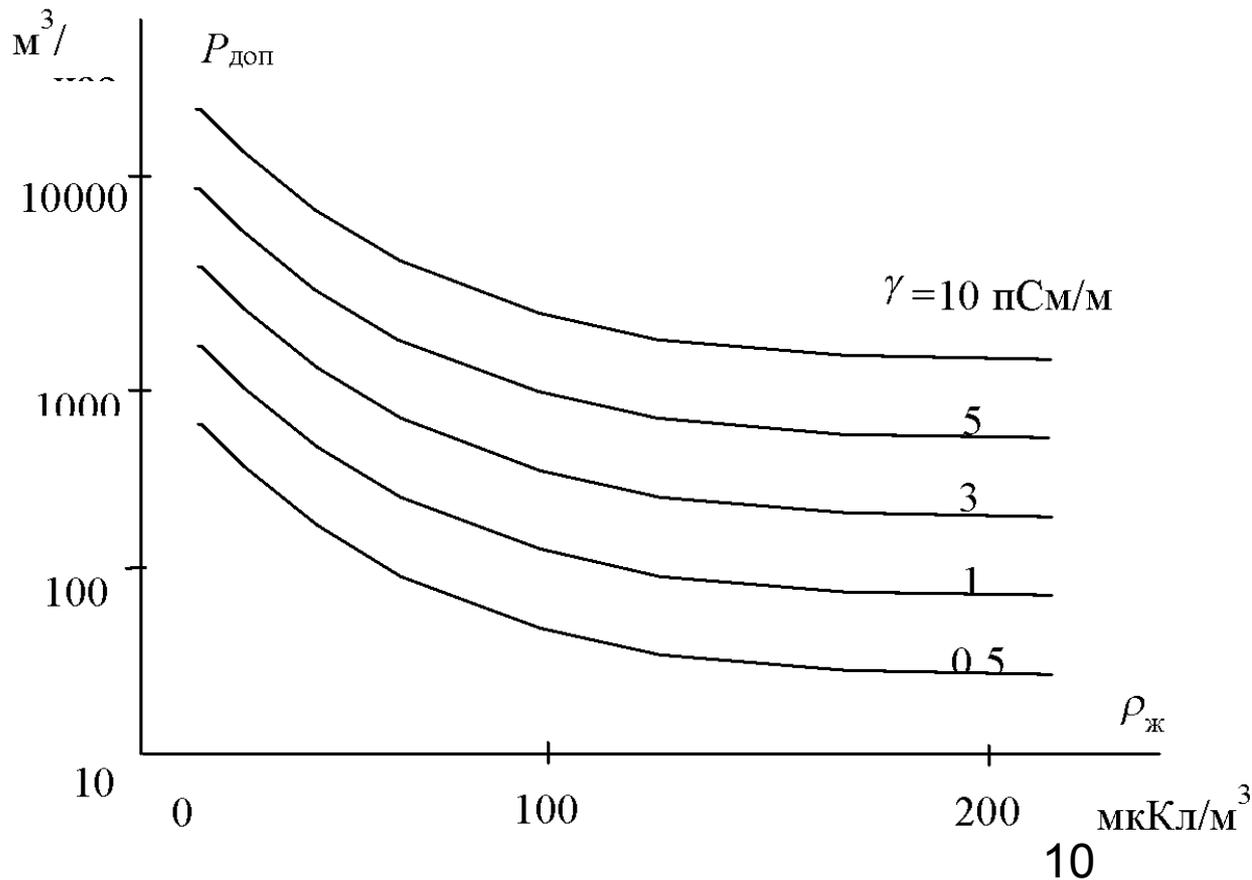
# 4. НЕЙТРАЛИЗАЦИЯ ЗАРЯДОВ СТАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА

## Воспламеняющие способности разрядов в зависимости от диаметра заземленного шара



## 4. НЕЙТРАЛИЗАЦИЯ ЗАРЯДОВ СТАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА

**Зависимость допустимой скорости перекачивания нефтепродуктов от накапливаемого удельного заряда и проводимости нефтепродуктов**



## Способы защиты от разрядов статического электричества

---

1. Предотвращение накопления зарядов статического электричества путем увеличения проводимости материалов (присадки, влажность).
2. Нейтрализация зарядов статического электричества с помощью специальных устройств.

# Способы защиты от разрядов статического электричества

---

## **Увеличение проводимости диэлектрических материалов.**

- 1) Использование поверхностно активных веществ – ПАВ.
- 2) Антистатические присадки, добавляемые в диэлектрические вещества и влияющие на их объемную проводимость.
- 3) Увлажнение воздуха.

# Способы защиты от разрядов статического электричества

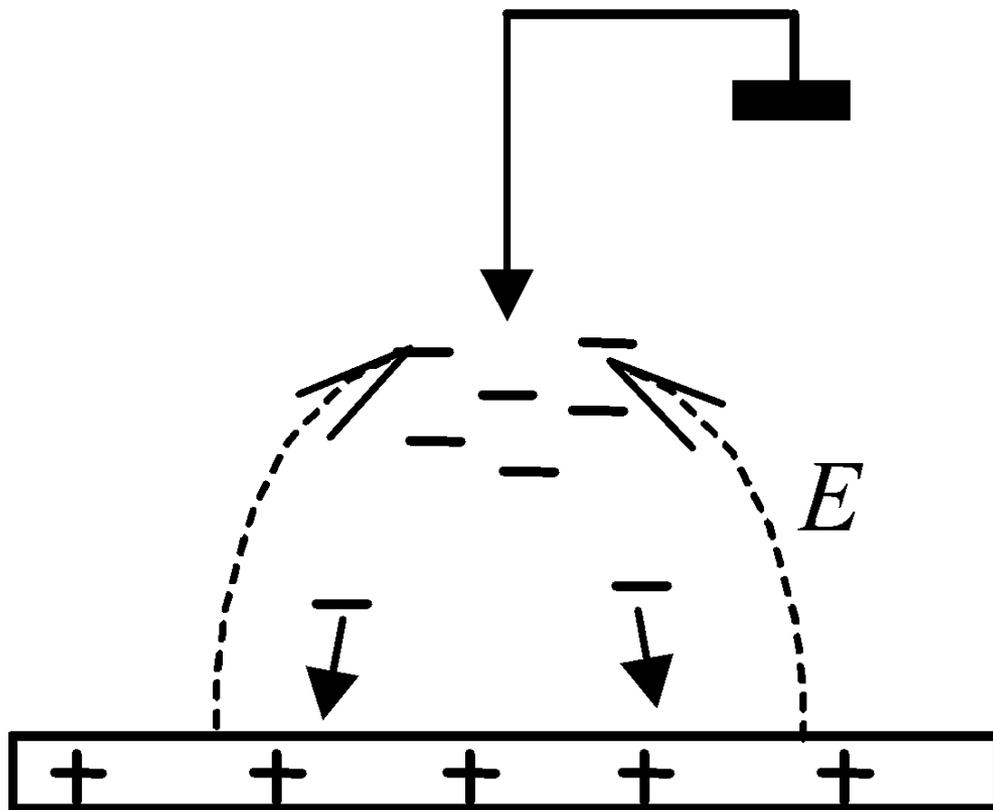
---

## Применение нейтрализаторов зарядов статического электричества

1. Индукционные (пассивные) нейтрализаторы
2. Высоковольтные (активные) нейтрализаторы
3. Радиоактивные нейтрализаторы
4. Комбинированные нейтрализаторы
5. Аэродинамические нейтрализаторы

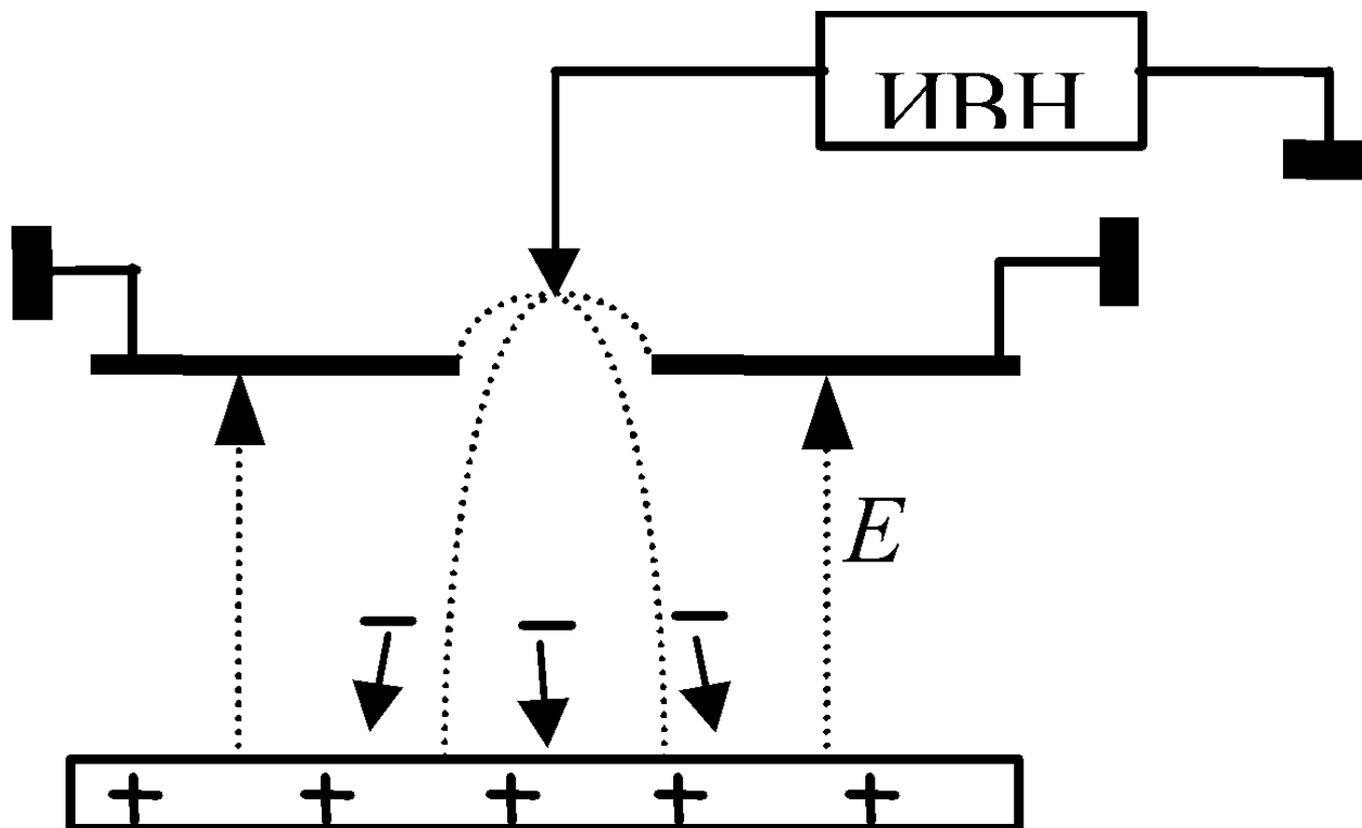
# Способы защиты от разрядов статического электричества

## 1. Индукционные (пассивные) нейтрализаторы



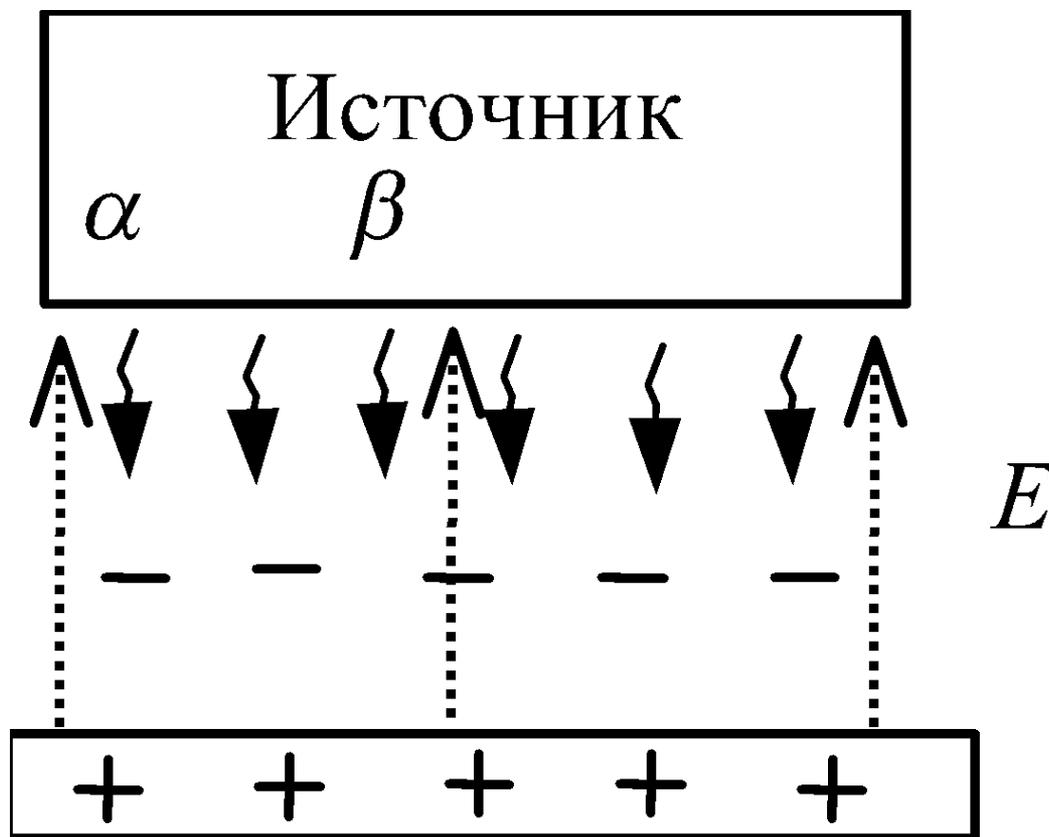
# Способы защиты от разрядов статического электричества

## 2. Высоковольтные (активные) нейтрализаторы



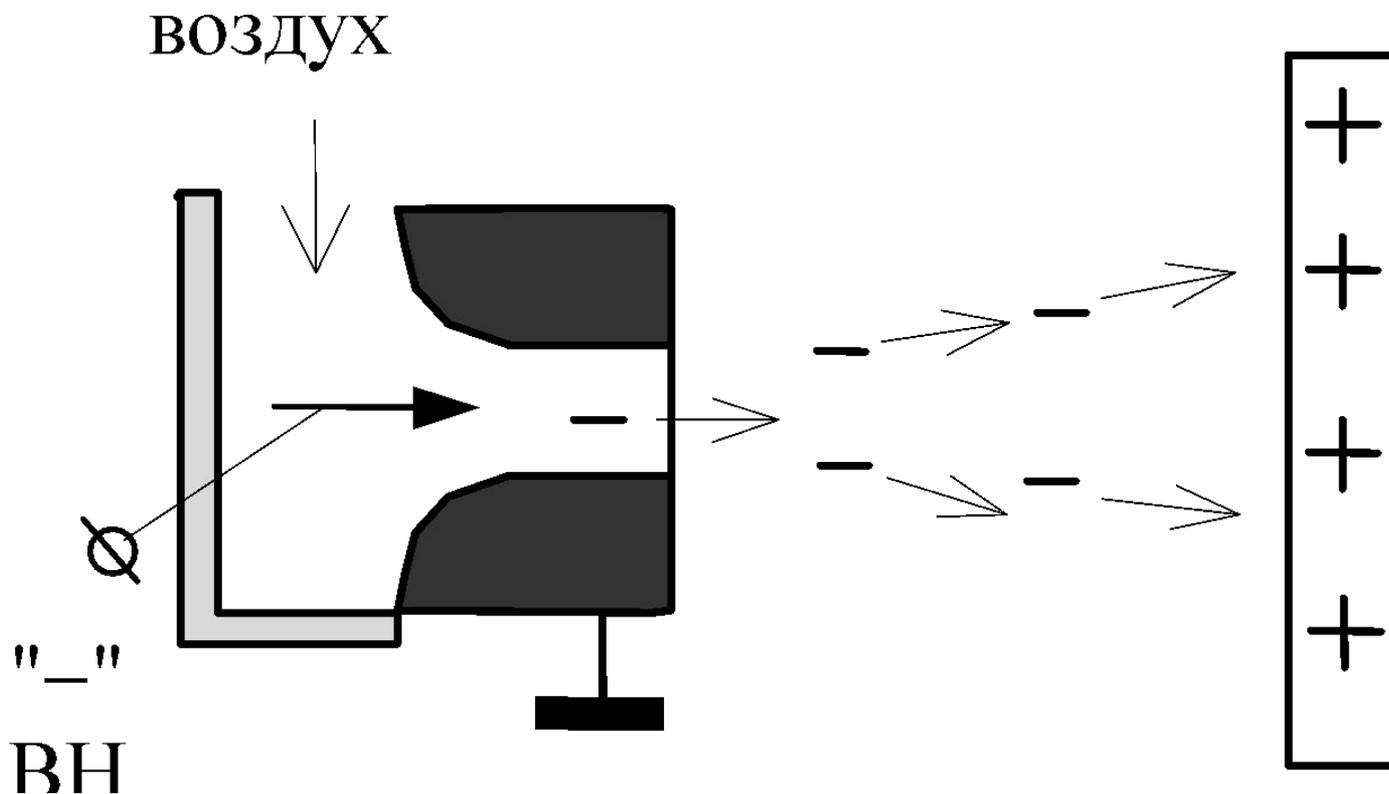
# Способы защиты от разрядов статического электричества

## 3. Радиоактивные нейтрализаторы



# Способы защиты от разрядов статического электричества

## 5. Аэродинамические нейтрализаторы.



# Способы защиты от разрядов статического электричества

---

Эффективность нейтрализаторов -  $\eta$

$$\eta = \left( 1 - \left| \frac{\sigma_{\text{ост}}}{\sigma_{\text{н}}} \right| \right) \cdot 100\%$$

$\sigma_{\text{н}}$  ,  $\sigma_{\text{ост}}$  – начальная и остаточная плотность зарядов статического электричества.

$$\eta = J_{\text{нейтр}} / J_{\text{нач}}$$

$J_{\text{нач}} = \sigma_{\text{н}} \cdot v$  - эквивалентная плотность тока на единицу длины

$J_{\text{нейтр}}$  – плотность тока нейтрализатора на единицу длины

# Способы защиты от разрядов статического электричества

## Вольт-амперные характеристики нейтрализаторов различных типов

