



**КАФЕДРА ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ**



Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС
Кафедра ПБТПИП

ТЕМА № 4. МОЛНИЕЗАЩИТА И ЗАЩИТА ОТ СТАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА.

ЗАНЯТИЕ № 4.1. СТАТИЧЕСКОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСТВО

Цель занятия:

Довести и объяснить обучающимся причины возникновения статического электричества, сообщить сведения по пожарной опасности статического электричества и защите от него.

Учебные вопросы:

- 1. Причины возникновения статического электричества.**
- 2. Пожарная опасность статического электричества.**
- 3. Защита от статического электричества.**



Литература

Основная:

Агунов М.В., Маслаков М.Д., Пелех М.Т. Пожарная безопасность электроустановок: Учебник. —СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2012. – 292 с.

Дополнительная:

1. Агунов М.В., Маслаков М.Д., Пелех М.Т. Пожарная безопасность электроустановок: Учебное пособие. - СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2010. – 106 с.
2. Маслаков М.Д., Пелех М.Т., Родионов В.А., Хорошилов О.А. Пожарная безопасность электроустановок. Молниезащита и защита от статического электричества: Учебное пособие. – СПб.: Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2010. – 234 с.

НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ

1. Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 г № 123 – ФЗ “Технический регламент о требованиях пожарной безопасности”.
2. ГОСТ 12.1.018 – 93 ССБТ. Пожаровзрывобезопасность статического электричества. Общие требования.
3. Правила устройства электроустановок. - 7-е изд., перераб. и доп. – 2009.



ВОПРОС № 1. ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ СТАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА

СТАТИЧЕСКОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСТВО – это совокупность явлений, связанных с возникновением, сохранением и релаксацией свободного электрического заряда на поверхности или в объеме диэлектриков или в объеме диэлектриков или на изолированных проводниках.

(ГОСТ 12.1.018-93 "Пожаровзрывобезопасность статического электричества".)

Релаксация - (физика) (от лат. relaxatio — ослабление, уменьшение) — процесс установления термодинамического, а следовательно, и статистического равновесия в физической системе, состоящей из большого числа частиц.



РАЗРЯДЫ СТАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА

ВЫЗЫВАЮТ

взрыв, пожар

брак продукции

препятствуют

увеличению скорости
технологических
процессов

причиняют

травмы
обслуживающему
персоналу

ГОСТ 12.1.045 – 84 устанавливает допустимые уровни напряженности электростатических полей в зависимости от времени пребывания персонала на рабочих местах. Предельно допустимый уровень напряженности электростатических полей ($E_{пред}$) устанавливается равным 60 кВ/м в течение одного часа. При напряженности электростатических полей менее 20 кВ/м время пребывания в электростатических полях не регламентируется. В диапазоне напряженности от 20 до 60 кВ/м допустимое время пребывания персонала в электростатическом поле без средств защиты $t_{дон}$ определяется по формуле

$$t = \left(\frac{E_{пред}}{E_{факт}} \right)^2$$

где $E_{факт}$ – фактическое значение напряженности электростатического поля, кВ



При разделении поверхностей, между которыми возникла контактная электризация, каждая из них сохраняет свой заряд. Когда на разделенных поверхностях остаются электрические заряды Q , то эти поверхности становятся как бы пластинами конденсатора с емкостью C и между ними возникает напряжение:

$$U = Q/C.$$

Емкость плоского конденсатора прямо пропорциональна площади обкладок, абсолютной диэлектрической постоянной диэлектрика, находящегося между пластинами, и обратно пропорциональна расстоянию между обкладками, т.е.

$$C = \frac{\xi_a \cdot S}{d}$$

где:

C – емкость, Ф;

$$\xi_a = \xi_0 \cdot \xi$$

– абсолютная диэлектрическая проницаемость, Ф/м;

ξ

– относительная диэлектрическая проницаемость;

$$\xi_0 = \frac{1}{4\pi \cdot 9 \cdot 10^9} = 8,85 \cdot 10^{-12}$$

– диэлектрическая постоянная
(диэлектрическая проницаемость вакуума, Ф/м);

d – расстояние между обкладками, м.



ЗНАЧЕНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ ДЛЯ НЕКОТОРЫХ ДИЭЛЕКТРИКОВ.

Материал	ξ	Материал	ξ
Бумага (сухая)	2,5-3,0	Мрамор	8-9
Бумага парафинированная	4,3	Миканит	4,6-6,0
Вода дистиллированная	80	Парафин	2,0-2,3
Воздух	1	Резина	3-6
Воск	2,8-2,9	Слюда (мусковит)	6,5-7,2
Гетинакс	6-8	Стекло	5,5-8,0
Лакоткань	4-6	Фарфор	5,5-6,0
Масло минеральное	2,2	Эбонит	3,0-3,5
Трансформаторное масло	2,1-2,4	Электрокартон	3



КАФЕДРА ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ





Вопрос № 2. **ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ СТАТИЧЕСКОГО
ЭЛЕКТРИЧЕСТВА.**

**ВОЗМОЖНОСТЬ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОЖАРОВ И ВЗРЫВОВ,
ПРИЧИНОЙ КОТОРЫХ ЯВЛЯЕТСЯ СТАТИЧЕСКОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСТВО**

УСЛОВИЯ

заряды статического электричества создают напряженность электрического поля, при которой возможно искрообразование

среда, в которой возможно искрообразование, является легковоспламеняющейся, а энергия разрядов статического электричества соизмерима с минимальной энергией воспламенения данной среды

среда, представляющая собой паро-, газо- или пылевоздушную смесь, имеет концентрацию, при которой возможно ее воспламенение искровыми разрядами



ВОСПЛАМЕНЯЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ

Реальная воспламеняющая способность электрической искры зависит от концентрации, температуры и давления взрывоопасной смеси. Условием воспламенения (взрыва) смеси от искры статического электричества является неравенство

$$W_{И} \geq W_{min}$$

где $W_{И}$ – энергия разряда статического электричества с заряженного материала (*зависит от свойств материала, конструкции аппарата, технологического процесса и др.*);

W_{min} – минимальная энергия зажигания горючей смеси, образование которой возможно в данном технологическом процессе (*зависит только от свойств горючей смеси и является характеристикой ее чувствительности к воспламенению, определяется экспериментально*).

W_{min} *взрывоопасных пылевоздушных смесей* выше W_{min} *паровоздушных смесей*.

Для многих *паро- и газовоздушных взрывоопасных смесей*

W_{min} - 0,009 ÷ 2,0 мДж, а *для пылевоздушных* 2 ÷ 250 мДж.

Разряды статического электричества не в состоянии воспламенить смеси с

$W_{min} \geq 100$ мДж.

Средняя напряженность электрического поля, при котором возможен разряд,

$4 \cdot 10^2 \div 5 \cdot 10^2$ кВ/м для резко неоднородного,

$15 \cdot 10^2 \div 20 \cdot 10^2$ кВ/м для слабо неоднородного

до $30 \cdot 10^2$ кВ/м для однородного электрического поля.



Вопрос № 3. ЗАЩИТА ОТ СТАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА.

**Устранение взрывоопасных смесей в местах возможных разрядов
статического электричества**

**Заземление оборудования,
коммуникаций, аппаратов**

**Снижение скорости
транспортировки жидкостей**

**Соблюдение
режимов
заполнения
емкостей**

Ионизация воздуха

**способы
устранения
опасности от
статического
электричества**

**Уменьшение объемного и
поверхностного удельного
электрического сопротивления**

**Обеспечение постоянного
электрического контакта с
заземлением тела человека**



**Уменьшение объемного и поверхностного удельного
электрического сопротивления**

повышения относительной влажности воздуха распылением водяного пара или воды, циркуляцией влажного воздуха, свободным испарением с большой поверхности воды

местного увлажнения струей пара или охлаждения электризующейся поверхности на 10^0 С ниже температуры окружающей среды

химической обработки поверхности кислотами, применения электропроводных покрытий (металлизация поверхностей)

применения антистатических веществ (для нефтепродуктов – нафтенаты хрома и кобальта, для промывочных жидкостей – присадки “Аккор-1” и АСП-1, для синтетических волокон – углеводороды парафинового ряда, для полиэтилена и полихлорвинила – введение в их состав ацетиленовой сажи, для резины – графит, смесь сажи с глицерином).



ИОНИЗАЦИЯ ВОЗДУХА

ИНДУКЦИОННЫМИ НЕЙТРАЛИЗАТОРАМИ, при использовании которых под действием электрического поля наэлектризованного тела вблизи проволочного электрода или остриев происходит ударная ионизация молекул воздуха, в результате которой образуются ионы обоих знаков. Заряды ионов одинакового знака с заряженным телом отводятся в землю, а противоположного знака нейтрализуют заряд тела.

ВЫСОКОВОЛЬТНЫМИ НЕЙТРАЛИЗАТОРАМИ, которые состоят из источника высокого напряжения и игольчатого разрядника; последний и обеспечивает ионизацию за счет высокого напряжения, подводимого к нему

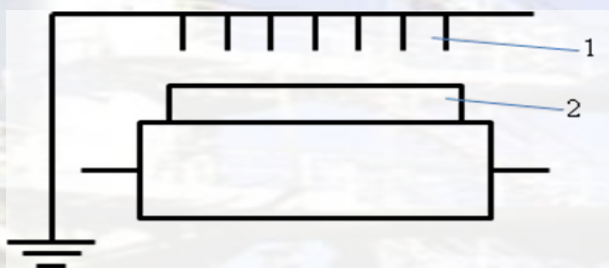
РАДИОАКТИВНЫМИ НЕЙТРАЛИЗАТОРАМИ на основе плутония ^{239}Pu с α – излучением и трития с β – излучением (γ – излучение из-за высокой проникающей способности и опасности для людей не применяется); β – излучение применяется для нейтрализации зарядов в аппаратах с большим объемом, а для локальной ионизации воздуха и нейтрализации зарядов в месте их образования применяется α – излучение.



Ионизация воздуха:

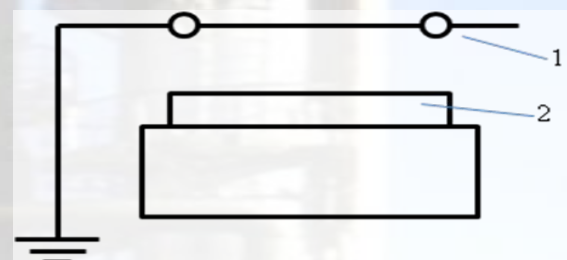
А. **Индукционными нейтрализаторами**, при использовании которых под действием электрического поля наэлектризованного тела вблизи проволочного электрода или остриев происходит ударная ионизация молекул воздуха, в результате которой образуются ионы обоих знаков. Заряды ионов одинакового знака с заряженным телом отводятся в землю, а противоположного знака нейтрализуют заряд тела.

Схема индукционного нейтрализатора



а) с остриями:

- 1 – острия;
- 2 – заряженная поверхность.



б) проволочный:

- 1 – проволока;
- 2 – заряженная поверхность.

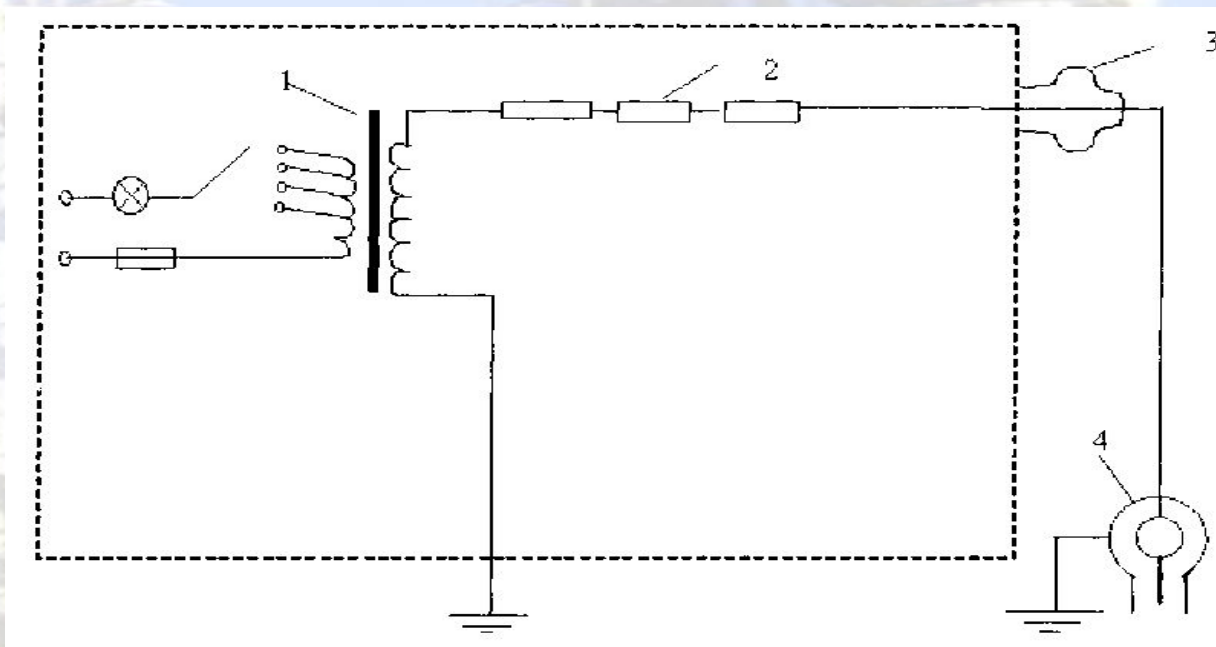


КАФЕДРА ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ



Б. **Высоковольтными нейтрализаторами**, которые состоят из источника высокого напряжения и игольчатого разрядника; последний и обеспечивает ионизацию за счет высокого напряжения, подводимого к нему.

Схема высоковольтного нейтрализатора



1 – трансформатор; 2 – защитное сопротивление;
3 – проходной изолятор; 4 – игольчатый разрядник.



Снижение скорости транспортировки жидкостей

Максимальная скорость потока нефтепродуктов при транспортировке по длинным трубам диаметром 100 – 250 мм может быть определена по эмпирической формуле

$$v_T^2 \cdot D_T \leq 0,64$$

где D_T – диаметр трубопровода в метрах,
 v_T – скорость жидкости в трубе, м/с.

Соблюдение режимов заполнения емкостей

наливная труба доводится до дна и струя направляется вдоль стенки

при заполнении резервуара жидкостью с $\rho \geq 10^5$ Ом·м до момента затопления загрузочной трубы рекомендуется подавать жидкость с v_T не более 1 м/с, а затем с $v_T \leq 5$ м/с

жидкость должна поступать в резервуар ниже уровня имеющегося в нем остатка жидкости



ЗАДАНИЕ НА САМОПОДГОТОВКУ

Тема № 4: «Молниезащита и защита от статического электричества».

Лекция № 4.1: «Статическое электричество».

1. Используя рекомендуемую литературу, изучить учебные вопросы лекции.
2. Дополнить конспект и повторить материал лекции по конспекту.