

# ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАЖИГАТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ РАЗРЯДОВ СТАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА С ЧЕЛОВЕКА

**Т.В. Удилов,**

старший преподаватель кафедры пожарно-  
технической экспертизы ФГКОУ ВПО  
Восточно-Сибирский институт МВД России,  
кандидат технических наук

**К.Л. Кузнецов,**

эксперт сектора судебных экспертиз ФГБУ СЭУ  
ФПС «Испытательная пожарная  
лаборатория по Иркутской области»,  
кандидат химических наук

*В работе на основе данных статистики пожаров подчеркивается актуальность исследования зажигательной способности разрядов статического электричества. На основе эмпирических данных дан вывод о зажигательной способности разрядов статического электричества с человека.*

*The statistics of fires is investigated. The urgency of research is considered. Experiences are carried out. Incendiary ability of electrostatic categories from the person is investigated<sup>1</sup>.*

Согласно статистике<sup>1</sup>, наиболее распространенными источниками зажигания на производстве являются: открытое пламя, высоко нагретые продукты сгорания и нагретые поверхности.

Как показывает практика, производственные операции, связанные с применением открытого огня; искрообразованием и нагреванием веществ и материалов до высоких температур, способны вызвать воспламенение материалов и конструкций. Такие операции, как правило, находятся под контролем технологов, и пожары происходят, в основном, в результате нарушения правил пожарной безопасности, строгое соблюдение которых практически исключает вероятность возникновения пожара. На наш взгляд, наиболее пожароопасны технологические операции, не связанные с постоянным контролем специалистов, в результате которых, возможно появление источников зажигания. Например, накопление и разряды статического электричества.

Как отмечают эксперты, разряд статического электричества может привести к возникновению пожара<sup>2</sup>.

Так, 23 августа 2011 года на полигоне Ашулук произошел взрыв. В результате инцидента погибли шестеро военнослужащих, в том числе один офицер, 12 человек получили ранения. По мнению экспертов, накопление статического электричества при отсутствии предохранительных шнуров на ракетной части установки "Град" привело к самопроизвольному запуску

---

<sup>1</sup> Т. Udilov, Kuznecov K. Research of incendiary ability of electrostatic discharges from the person

двигателей трех реактивных снарядов, один из которых взорвался в районе проведения работ по утилизации<sup>3</sup>.

29 августа 2011 года в Кировском округе Омской области сгорел цех по производству полистирола. По мнению экспертов, причиной пожара стал разряд статического электричества<sup>4</sup>.

26 августа 2011 года в Саратовской области, в центральную районную больницу Балакова с ожогами был доставлен 65-летний пенсионер. По данным информационного агентства, ожоги были получены в результате загорания одежды пострадавшего. По мнению экспертов, загорание произошло от разряда статического электричества<sup>5</sup>.

Случаи загорания одежды и возникновения пожаров в результате накопления статического заряда на одежде и человеке происходили и раньше.

7 февраля 2007 года в Екатеринбурге при пожаре на заводе "Агроспецмонтаж" погибло 12 человек. По рассказам очевидцев, пожар начался из-за разряда статического электричества. Человек, работавший с поролоном, стал доставать нож из ведра с растворителем, от него искра ударила в железное ведро, растворитель воспламенился. Мгновенно огонь перекинулся на расположенные рядом запасы ткани и поролона. По мнению спасателей, жертв могло быть намного больше, так как в цехе в том момент находилось около 90 человек<sup>6</sup>.

Аналогичный пожар произошел 8 февраля 2011 года на складе мебельного цеха в Благовещенске. По версии экспертов, горючие материалы вспыхнули в цехе из-за разряда статического электричества. При пожаре никто не пострадал<sup>7</sup>.

13 января 2007 года на нефтеперерабатывающем заводе в Комсомольске-на-Амуре, заборщик проб производил замеры топлива в цистерне без спецодежды. Из-за образовавшегося на его одежде статического электричества возникла искра, от которой загорелась емкость с топливом<sup>8</sup>.

Проведенный анализ статистики пожаров от статического электричества показал, что наименее предсказуемыми и наиболее частыми видами разрядов, послужившими причиной пожаров являются разряды с одежды человека.

Таким образом, целью данной работы является исследование зажигательной способности разрядов статического электричества с одежды человека.

В соответствии с поставленной целью, в качестве объектов исследования были выбраны три вида спецодежды, наиболее часто встречающиеся на различных производственных объектах:

Объект 1 – комплект спецодежды «Актив». Производитель «Авангард-спецодежда» (Россия). В состав комплекта входят: куртка, полукомбинезон. Материал изготовления: полиэфир — 65%, хлопок — 35%, 210 г·м<sup>-2</sup>.

Объект 2 – комплект спецодежды «Эмертон». Производитель «CERVA» (Чехия). В состав комплекта входят: куртка, жилет, брюки. Материал изготовления: полиэстер - 65%, хлопок — 35%, 280 г·м<sup>-2</sup>.

Объект 3 - комплект спецодежды «Техник». Производитель ООО «РОБА» (Россия). В состав комплекта входят: куртка, полукOMBинезон. Материал изготовления: полиэстер — 65%, хлопок — 35%, 240 г·м<sup>-2</sup>.

Для определения величины электризации спецодежды на человеке была разработана лабораторная установка представленная на рисунке 1.

Установка по измерению величины электризации спецодежды на человеке (рис. 1) состоит из потенциометра 1, металлического съемника электрических зарядов 2, ковра 3 из диэлектрического материала и заземлителя 4.

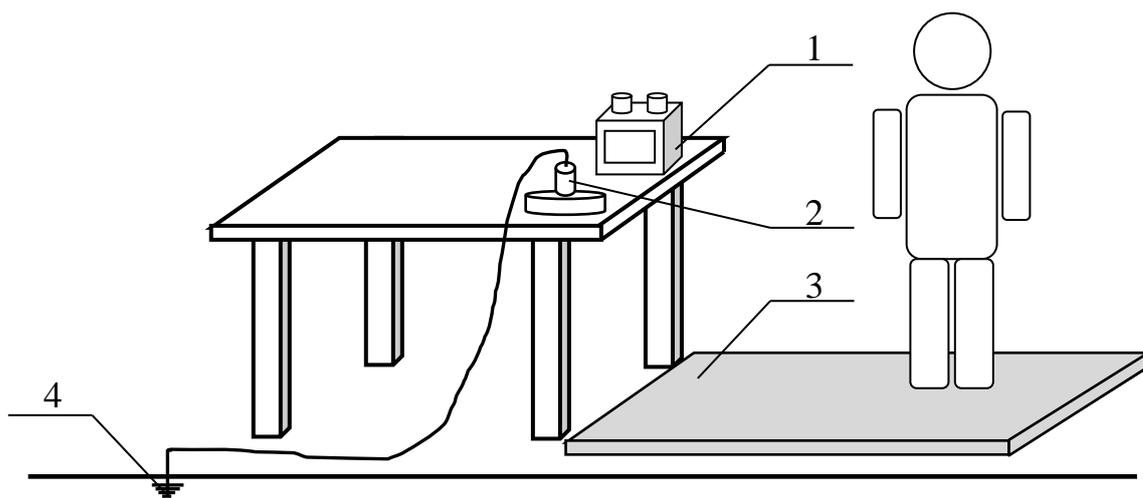


Рис. 1 Установка по измерению величины электризации спецодежды на человеке:  
1 - потенциометр; 2 – съемник электрических зарядов; 3 - ковер из диэлектрического материала; 4 - заземлитель

В качестве материалов покрытия пола (ковра 3) были выбраны наиболее часто применяемые в производствах материалы: древесина сосновая, линолеум поливинилхлоридный, керамическая плитка, металлический лист.

Исследование величины электризации спецодежды на человеке проводилось следующим образом: человек надевал на себя испытываемый вариант спецодежды (куртку, брюки или полукOMBинезон), вставал на диэлектрический ковер 3 (рис. 1). Съемником зарядов 2 с человека снимались остаточные заряды статического электричества. Съемник зарядов 2 укладывался на стол. В течение заданного времени (60 - 660 секунд), человек совершал интенсивные телодвижения (приседания, бег на месте, вращения руками в разные стороны). Затем, оставаясь на диэлектрическом ковре 3, при помощи потенциометра фиксировались показания потенциала электризации.

Во время проведения эксперимента фиксировались продолжительность эксперимента и показания потенциала электризации. За результат измерений принималось среднее арифметическое из пяти проведенных опытов.

Энергия, выделившаяся в искровом канале при разряде с тела человека на заземленные предметы, определяется по формуле<sup>9</sup>:

$$W_{\text{ч}} = 0,5C_{\text{ч}} \cdot U_{\text{ч}}^2, \quad (1)$$

где  $C_{\text{ч}}$  – емкость человека, как электрического конденсатора, Ф;

$U_q$  - потенциал электризации человека относительно земли, В.

Величина ёмкости  $C_q$  определяется по формуле<sup>7</sup>:

$$C_q = 66,67[\lg(H-130) \pm B], \quad (2)$$

где  $H$  – рост человека, см;

$B$  – коэффициент, величина которого зависит от материала покрытия пола (табл. 1).

Таблица 1

Значение коэффициента  $B$  для различных материалов покрытия пола<sup>7</sup>

Материал покрытия пола	Дерево-пластик	Керамическая плитка	Металл	Дерево	Пластик
$B$	-0,18	-0,045	-0,45	-0,25	0,10

При проведении исследований рост человека составлял 1,76 м. Температура воздуха в помещении во время проведения экспериментов составляла 18-22 °С.

В результате проведения экспериментов, было выяснено, что при работе в рассматриваемой спецодежде, изготовленной из ткани (полиэстер — 65%, хлопок — 35%), максимальное значение энергии искрового разряда статического электричества составляет 0,01-0,02 мДж и достигается в среднем на 5-ой минуте на всех типах полового покрытия.

Основываясь на результатах исследований величины электризации человека и спецодежды на человеке, возможно проведение оценки возможности воспламенения горючих материалов от разряда статического электричества.

В соответствии с требованиями<sup>10</sup>, электростатическая искробезопасность объекта защиты достигается при условии выполнения соотношения:

$$W \leq K \cdot (W_{\min})^{-1}, \quad (3)$$

где  $W$  - энергия разряда, который может возникнуть внутри объекта или с его поверхности, Дж;

$K$  - коэффициент безопасности<sup>11</sup>, выбираемый из условий допустимой (безопасной) вероятности зажигания или принимаемый равным 0,4;

$W_{\min}$  - минимальная энергия зажигания, Дж.

Соответственно, зажигание возможно при выполнении следующих условий:

$$W > K \cdot (W_{\min})^{-1}, \quad (4)$$

В таблице 2 приведены значения минимальной энергии зажигания различных пожаровзрывоопасных веществ и материалов<sup>12,13</sup>.

Таким образом, сравнивая значения минимальной энергии зажигания различных пожаровзрывоопасных веществ и материалов с максимальным и минимальным значением энергии искрового разряда статического электричества со спецодежды на человеке, полученными в результате

проведения экспериментов, можно сделать вывод, что подобной величины энергии искрового разряда статического электричества недостаточно для воспламенения распространенных пожаровзрывоопасных веществ и материалов.

Таблица 2

Минимальная энергия, необходимая для воспламенения некоторых газо – и паровоздушных смесей (при атмосферном давлении)

Наименование газа или пара, входящего в состав смеси	Минимальная энергия зажигания, мДж
Ацетон	0,41
Бензины	0,23 - 0,41
Бутиловый спирт	0,276
Водород	0,017
Гексан	0,25
Диоксан	0,9
Лен (пыль текстильного волокна)	25
Магний	20
Метан	0,28
Метилацетилен	0,11
Пыль древесная	100
Пыль торфяная	45
Резина	50
Сено	260
Сероводород	0,068
Сероуглерод	0,009
Скипидар	0,396
Солод ячменный	35
Этилен	0,12
Этиловый спирт	0,246

#### ПРИМЕЧАНИЯ

1. Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.mchs.gov.ru/stats/detail.php?ID=571121> (1 июня 2012 г.)

2. Чешко, И.Д. Технические основы расследования пожаров: Методическое пособие / И.Д Чешко. – М.: ВНИИПО, 2002. - С. 141.

3. «Российская газета» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.rg.ru/2011/08/24/reg-jugrossii/ashuluk.html> (13 янв. 2012 г.).

4. Информационное агентство «SingleNews» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.singlenews.ru/news/493158/> (13 янв. 2012 г.).

5. Информационное агентство «СаратовИнформ» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://sarinform.com/lenta/archives/new/2011/8/29/11050> (13 янв. 2012 г.).

6. «Екатеринбург Он-лайн» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [http://www.e1.ru/news/spool/news\\_id-276310.html](http://www.e1.ru/news/spool/news_id-276310.html) (13 янв. 2012 г.).
7. Информационное агентство «АмурИнфо» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.amur.info/news/2011/02/08/9.html> (13 янв. 2012 г.).
8. ЗАО «Газета.Ру» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.gazeta.ru/> (13 янв. 2012 г.).
9. Овчаренко, А.Г. Электростатическая безопасность пожаро- и взрывоопасных производств / А.Г. Овчаренко, С.Л. Раско. – Бийск. Изд-во Алт. гос. тех. ун-та, 2006. – 156 с.
10. ГОСТ 12.1.018-93 ССБТ. Пожаровзрывобезопасность статического электричества. Общие требования. Введ. 01.01.1995. - М.: ФГУП «Стандартинформ», 2007. – с. 4.
11. ГОСТ 12.1.004 – 91\* ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования. – Введ. 01.07.92. – М.: ВНИИПО, 2000. – 30 с.
12. Корольченко, А.Я. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения [Текст]: справочник / А. Я. Корольченко. - М.: Пожнаука, 2000 - Ч.1. - 709 с.
13. Корольченко, А.Я. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения [Текст]: справочник: в 2 ч. / А. Я. Корольченко. - М.: Ассоц. "Пожнаука", 2000 - Ч. 2. - 757 с.