

И.С. Таубкин
главный эксперт ФБУ РЦСЭ
при Минюсте России, к.т.н.

ЭКСПЕРТНЫЙ АНАЛИЗ ВЕРСИИ О ПРИЧАСТНОСТИ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО РАЗРЯДА С УПАКОВОК ИЗ КАРТОНА К ПОЖАРУ

На примере раздела одной из судебных экспертиз показаны особенности экспертного анализа версии о причастности электростатического разряда с упаковок из картона к пожару грузового автомобиля. Материал представляет собой методическое пособие для экспертов по оценке опасности электростатического разряда с поверхности листовых диэлектрических материалов.

Ключевые слова: разряд, электростатика, упаковка, картон, перевозка, медицинские препараты, пожар, грузовой автомобиль, причина, опасность, судебная экспертиза.

I. Taubkin, PhD (Engineering)

Master Forensic Examiner of the Russian Federal Center of Forensic Science of the Russian Ministry of Justice

EXPERT ANALYSIS OF THE VERSION OF THE INVOLVEMENT OF ELECTROSTATIC DISCHARGE WITH PACKAGES OF CARDBOARD TO FIRE

On the example of one section of the show features forensic expert analysis version of the involvement of electrostatic discharge packs of cardboard in a fire truck. The material is a handbook for experts, to assess the risk of electrostatic discharge from the surface of the sheet of dielectric materials.

Keywords: discharge, electrostatics, packaging, cardboard, transportation, medical preparations, fire, cargo truck, cause, danger, forensics.

Введение

При возникновении пожаров и взрывов на производственных объектах и в быту, в случаях, когда их причину установить не представляется возможным, весьма часто в качестве источника зажигания горючих сред называют без достаточного технического обоснования разряд статического электричества.

Методика экспертного анализа версии о пожарной опасности электростатического разряда с поверхности твердого диэлектрического материала, в частности

упаковочного картона, была изложена в разделе экспертного заключения РЦСЭ по гражданскому делу № 2-1046/2010 от 11 апреля 2011 года.

1. Обстоятельства дела. Результаты проведенного ранее пожарно-технического исследования. Вопрос, поставленный перед экспертами РЦСЭ

При перевозке упаковок медицинских препаратов в картонных ящиках в полуприцепе седельного тягача возник пожар,

в результате которого весь груз был уничтожен. Владельцы груза обратились с исковыми требованиями к компании, которая осуществляла его перевозку, о взыскании убытков за утрату груза.

В отделе Государственного пожарного надзора по г. Вышний Волочек и Вышневолоцкому району УГПН Главного управления МЧС России Тверской области управления МЧС Российской Федерации имелись следующие сведения об объекте, в котором произошел пожар, о его ликвидации и последствиях.

Так, в «Акте о пожаре» было отмечено: наименование объекта: «полуприцеп бортовой тентованный г/н ...»;

адрес объекта: «трасса Москва – С.-Петербург, 282 км»;

время обнаружения пожара: 09 часов 34 минуты;

место возникновения пожара: «полуприцеп»;

дата и время поступления сообщения о пожаре в пожарную охрану: 09.12.08 в 09 часов 35 минут;

время прибытия 1-го пожарного подразделения: 09 часов 55 минут;

дата и время локализации пожара: 09.12.08 в 10 часов 05 минут на площади 20 м²;

дата и время ликвидации пожара: 09.12.08 в 10 часов 39 минут;

обстановка к моменту прибытия подразделений пожарной охраны: «горение полуприцепа по всей площади», «пломбы на полуприцепе сохранены»;

условия, способствующие развитию пожара: «позднее обнаружение, удаленность объекта».

В результате пожара груз уничтожен почти полностью.

Из материалов дела следовало, что возникновение пожара в грузовом полуприцепе было обнаружено во время движения примерно в 9 часов 34 минуты, т.е. по истечении 7-8 часов после погрузки груза.

Последствия пожара в полуприцепе зафиксированы в протоколе осмотра места происшествия вербально и на фотографиях.

На разрешение судебной пожарно-технической экспертизы был поставлен один вопрос: «Установить причину пожара, произошедшего 09.12.2008 года в грузовом полуприцепе».

В «Заключении специалиста по причине пожара» [1] было высказано предположение о том, что «пожар мог возникнуть от статического электричества в результате трения перевозимого груза в картонных коробках». Оно было обосновано следующим образом. «Из специальной литературы известно, что наиболее характерная причина появления статического электричества – трение одних тел о другие. Степень электризации обуславливается рядом факторов, характеризующихся видом материала, степенью его объемного и поверхностного сопротивления, условиями заземления одного или двух трущихся тел и др. В специальной литературе [3] указано, что при длительном трении поверхностей упаковочного материала (картон) возможно возникновение статического электричества с потенциалом полей в 40 кВ, а также возникновение волокнистой, пылевоздушной смеси, вследствие чего возможно возгорание данного горючего материала. Искры, образующиеся при разряде статического электричества, способны вызвать воспламенение горючей смеси газов, паров и пыли с воздухом. При разности потенциалов в 3 кВ искровой разряд может воспламенить почти все горючие газы, а при 5 кВ – большую часть горючих пылей».

Примечание. Под ссылкой [3] в «Заключении специалиста...» указан следующий источник: Донцов В.Г., Путилин В.И. Дознание и экспертиза пожаров: справ. пособие. – Волгоград: УПО, ИПЛ Волгоградского облисполкома, ВСШ МВД СССР, 1991. – 593 с.

Проанализируем обоснованность такого предположения, для чего рассмотрим особенности электризации твердых диэлектриков, диэлектрические свойства картона и зажигающую способность электростатических разрядов с поверхности диэлектриков.

Проанализируем обоснованность такого предположения, для чего рассмотрим особенности электризации твердых диэлектриков, диэлектрические свойства картона и зажигающую способность электростатических разрядов с поверхности диэлектриков.

2. Анализ версии о причастности электростатического разряда с упаковки для перевозки медицинских препаратов к их возгоранию и, как следствие, к пожару

2.1. Особенности электризации твердых диэлектриков

Статическая электризация (СЭ) – термин, используемый для обозначения процесса, заканчивающегося разделением электрических зарядов на положительные и отрицательные в результате механической деформации, имеющей место при столкно-

вении или контакте поверхностей двух твердых тел, поверхностей твердого тела и жидкости, а также при разбрызгивании жидкостей и взвихривании пылей и порошков [2].

Контакт двух твердых тел сопровождается возникновением на границе их соприкосновения двойного электрического слоя (рис. 1), что связано с обменом электрическими зарядами между телами [3].

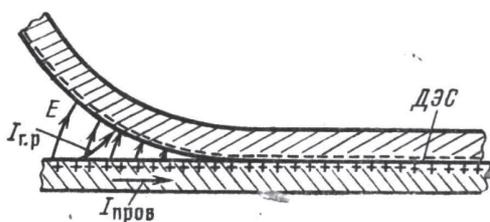


Рис. 1. Электризация двух диэлектриков: $I_{г.р}$ – ток газового разряда; $I_{пров}$ – ток проводимости; ДЭС – двойной электрический слой.

Переход зарядов с одного тела на другое возможен вследствие разности энергетического состояния взаимодействующих поверхностей, например работы выхода электронов, температур, концентраций носителей электрического заряда и др. Электризуются, как правило, разнородные материалы [3].

То, что принято называть электризацией трения или трибоэлектризацией, следует во многих случаях более правильно называть контактной электризацией. Она происходит в результате контакта или столкновения сухих поверхностей двух твердых тел и их последующего разделения. Это обычно относится к контакту поверхностей двух разнородных тел, например двух твердых изоляторов, или изолятора и металла, или двух твердых тел, содержащих различную концентрацию одних и тех же ионов. Объяснение этого явления основано на предположении о переходе электронов или ионов между двумя контактирующими поверхностями под действием поверхностных сил, сходных возможно с теми, которые имеют место при контакте двух металлов [2].

Однако образование двойных электрических слоев возможно при контакте тел и из одинаковых диэлектрических материалов за счет различия на их поверхностях загрязнений, различной температуры тел и т. д.

Вместе с тем величина заряда, получаемого при трении (контакте) двух диэлектриков, существенно меньше, чем при трении двух разнородных тел.

Одним из способов защиты от появления зарядов статического электричества на взаимодействующих телах является изготовление их поверхностей из однородных материалов [3]. Так, например, покрытие натяжного барабана горизонтальной клеепромазочной машины при шпрединовании (нанесение на ткань резиновой пленки) ткани такой же тканью существенно снижает интенсивность процесса их электризации [4, с. 34].

Обмен зарядами в ходе формирования двойного электрического слоя происходит в местах контактных точек соприкасающихся поверхностей [3]. Трение способствует электризации тел за счет увеличения числа контактных точек и перехода работы трения в тепло, изменяющее энергетическое состояние взаимодействующих поверхностей. Находящиеся в контакте тела с образовавшимся на границе раздела двойным электрическим слоем остаются электрически нейтральными, т.е. суммарный заряд системы может быть равен нулю, если до соприкосновения тела не несли избыточного электрического заряда. Однако каждое из контактирующих тел приобретает электрический заряд, плотность которого равна плотности заряда возникшего двойного электрического слоя. Знаки зарядов взаимодействующих тел противоположны. Двойной электрический слой упрощенно можно представить в виде конденсатора, обкладками которого являются поверхности контактирующих тел. После механического разделения каждое тело приобретает равные по величине электрические заряды противоположного знака. Плотность зарядов СЭ при этом будет меньше плотности зарядов разрушенного двойного слоя.

Происходит это вследствие того, что в момент разделения двух поверхностей, например при отрыве пленки от поверхности твердого тела, в результате деформации электрического поля двойного слоя происходит значительное возрастание его напряженности в месте отрыва. Под действием этого поля заряды стремятся соединиться, нейтрализуя друг друга, что обуславливает протекание тока нейтрализации зарядов $I_{пров}$ (см. рис. 1). Этот процесс ограничивается электропроводностью материалов. У проводящих материалов заряды под действием электрического поля движутся свободно и при разделении поверхностей практически полностью нейтрализуются. Этим объясняется очень слабая статическая электриза-

ция проводящих тел. У диэлектриков, обладающих низкой электропроводностью, ток $I_{\text{пров}}$ мал, и большая часть зарядов двойного слоя остается на разделяемых поверхностях. Если этот заряд значителен по величине, то электрическое поле в образующемся между разделяемыми телами воздушном промежутке, возрастая, может достигать значений, при которых начинается развитие газового разряда. В этом случае за счет ионизации воздуха электрическим полем в воздушном промежутке дополнительно появляются положительные и отрицательные носители электрических зарядов, которые под действием сил поля оседают на разделяемых поверхностях, частично их нейтрализуя, что соответствует протеканию через воздушный промежуток тока газового разряда $I_{\text{гр}}$. На практике это проявляется в виде голубоватого свечения, искрения и потрескивания. Чем выше скорость разделения взаимодействующих поверхностей и меньше их электропроводность, тем меньшая часть заряда нейтрализуется токами проводимости и газового разряда, т.е. тем большая часть заряда остается на поверхностях после их разделения. При быстром разделении непроводящих тел максимальная величина заряда СЭ ограничивается электрической прочностью воздуха. Поскольку плотность заряда в большой степени зависит от поверхностной электропроводности электризующихся материалов, на процесс электризации сильно влияет влажность окружающего воздуха.

Наиболее интенсивно процесс электризации твердых тел протекает при относительной влажности окружающего воздуха, не превышающей 30–40%. При относительной влажности воздуха более 70% в ряде случаев электризация практически сводится к минимуму.

Пороговым значением, при котором возможно проявление СЭ для твердых диэлектриков, следует считать удельное электрическое сопротивление материала $\rho_v = 10^8 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ [3, с. 75]. Таким образом, электризация твердых тел становится заметной, если ρ_v материала превышает указанное значение [3, с. 16].

Примечание. Удельное объемное сопротивление – величина, дающая возможность оценить электрическое сопротивление материала при протекании через него постоянного тока, т.е. оно представляет отношение напряжения к сумме токов, теку-

щих от электрода к электроду через толщину диэлектрика [5, с. 5-6].

Удельное поверхностное сопротивление – величина, позволяющая оценить электрическое сопротивление материала при протекании постоянного тока по его поверхности между электродами [5].

Поверхностная и объемная проводимости материалов (веществ) существенно влияют как на процесс их электризации, так и на способность сохранять полученный заряд.

Таким образом, для электризации твердых материалов (в данном случае не имеются в виду гранулированные и порошкообразные вещества и материалы), представляющей опасность воспламенения горючих сред, необходимы следующие условия:

- одно из контактирующих тел должно иметь удельное электрическое сопротивление материала, превышающее $10^8 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ [3];
- между этими телами должен быть надежный контакт, обеспеченный трением между ними или давлением на них, который быстро нарушается в результате их разъединения;
- контактирующие тела должны быть разнородными, например представлять собой следующие пары: «металл – диэлектрик», «стекло – шелк», «эбонит – мех» и др.

2.2. Диэлектрические свойства картона и его электризация

2.2.1. Картоном называют плотный, иногда многослойный, материал толщиной от 0,3 до 5 мм, получаемый в процессе переработки и прессования волокнистой массы. От бумаги картон отличается большей толщиной и плотностью.

Упаковочный картон представляет собой многослойную конструкцию и является самым распространенным упаковочным материалом. Верхний и нижний слои обычно состоят из белой или небеленой целлюлозы, древесной массы или отбеленной макулатуры. Средний слой, называемый вкладышем, довольно толстый и изготовлен из дешевого сырья. Все слои картона соединяются друг с другом во влажном состоянии и спрессовываются на картоноделательной машине.

Комбинация различных сырьевых материалов позволяет придать картону большую прочность и жесткость, поэтому в качестве вкладыша может использоваться, например, смесь из длинных волокон хвой-

ных и коротких волокон листовых пород древесины.

Процесс изготовления картона сходен с производством целлюлозы или бумаги [6]. Суспензия из целлюлозы и воды наносится на движущуюся сетку, вода удаляется, а лист высушивается и хранится в рулоне. Этот процесс отличается по способам формирования листа, по комбинациям множественных слоев, а также по способам сушки.

На экспертизу были представлены в качестве вещественных доказательств образцы картона, из которого были изготовлены ящики для лекарственных средств. Они были выполнены из трехслойного картона толщиной 3 мм – два наружных слоя плоские, внутренний слой (слой между ними) из гофрокартона. Такие ящики изготавливаются по ГОСТ 9142-90 [7], а картон для них должен соответствовать ГОСТ Р 52901-2007 [8]. Указанные стандарты диэлектрические свойства картона не регламентируют.

2.2.2. В связи с указанным рассмотрим их на основании литературных данных. Выше отмечалось, что электризация твердых тел становится заметной, если удельное электрическое сопротивление материала превышает 10^8 Ом·м. В технической литературе отсутствуют данные об электрической проводимости упаковочного картона, поскольку они, как отмечено выше, при эксплуатации упаковок не требуются. В связи с этим представляют интерес сведения об электрическом сопротивлении электроизоляционного (электротехнического) картона, который обладает более высокими диэлектрическими свойствами, чем упаковочный картон. Электроизоляционными материалами, или диэлектриками, называют такие материалы, с помощью которых осуществляют изоляцию, т.е. создают препятствие утечке электрического тока между какими-либо токопроводящими частями, находящимися под разными электрическими потенциалами.

Электроизоляционный картон, предназначенный для изоляции электрооборудования и работы в воздушной среде при температуре до 90 °С, выпускается согласно ГОСТ 2824-86 [9]. Абсолютно сухой электроизоляционный картон имеет удельное объемное сопротивление, равное $\rho_v > 10^{15}$ Ом·см [10, с. 236]. Недостатком электроизоляционного картона, как и других видов картона, является гигроскопичность, в результате которой резко уменьшаются

его диэлектрические свойства (электрическая прочность, удельное электрическое сопротивление). Так, удельное объемное электрическое сопротивление картона, имеющего свыше 6% влаги в атмосфере 62% относительной влажности воздуха, уже при содержании влаги в 7% составляет $\rho_v = 1 \cdot 10^{10}$ Ом·см или $1 \cdot 10^8$ Ом·м [10, с. 237].

Следует особо отметить, что влажность даже для водонепроницаемого картона нормируется ГОСТ 6659-83 [11] в пределах $7 \pm 1\%$, о чем свидетельствует таблица 1.

Таблица 1

Показатели водонепроницаемого картона

Наименование показателя	Норма для марки		
	ВО-1	ВО-2	ВП
Плотность, г/см ³	0,9	0,92	0,95
Толщина, мкм	1,75±0,10	2,0±0,2	2,0±0,2
	2,0±0,10		
	2,5±0,20		
	3,00±0,25		
Стрела прогиба, мм	15	20	12
Влажность, %	7±1	7±1	7±1

Удельное объемное сопротивление представленного экспертам картона, подсушенного в термошкафу, составляло, по данным АНО НИЦ «Тест», $3,3 \cdot 10^{10}$ Ом·м. Таким образом, оно было на ~5 порядков меньше, чем у сухого электроизоляционного картона.

2.2.3. Согласно климатическим данным по Тверской области относительная влажность воздуха в среднем близка к 70%, однако в период самых низких температур может достигать 84–90% [электронный ресурс: http://www.region.tver.ru/region/region_all.html].

С учетом приведенных данных о влиянии влажности воздуха на удельное электрическое сопротивление картона можно полагать, что этот показатель не превышал значение в 10^8 Ом·м. В связи с этим картон не мог приобрести значительный электростатический заряд.

Следует отметить, что, поскольку ящики выполнены из упаковочного картона, т.е. однородного по своим диэлектрическим свойствам материала, опасный электростатический заряд на их поверхностях при трении их друг о друга образоваться не мог. То же можно утверждать и об электризации при трении картона о борта машины, выполненные из дерева, поскольку древесина

является, так же как и картон, целлюлозным материалом.

2.3. Зажигающая способность электростатических разрядов с диэлектриков

Следует отметить, что минимальная энергия зажигания не может быть принята без ограничений в качестве критерия воспламеняющей способности электростатических разрядов любого вида (скользящий разряд, пробой диэлектрической стенки, разряд с поверхности сплошного и дисперсных диэлектриков), так как эти разряды существенно отличаются своими параметрами от конденсаторной искры, которая используется для определения $W_{мин}$. Таким образом, условие $W \geq W_{мин}$ является необходимым, но далеко не достаточным, т.е. оно не может быть условием воспламенения [12].

В связи с этим наиболее объективными методами оценки воспламеняющей способности разрядов статического электричества, а значит, и опасности технологических процессов, в которых они возникают, могут быть методы, в которых определяется чувствительность горючих смесей непосредственно к разрядам статического электричества, формируемым в условиях, максимально приближенных к реальной обстановке, или в наиболее жестких условиях.

В работе [13] исследовались характеристики электрических разрядов с листа полиэтилена толщиной 6,3 мм, наэлектризо-

ванного трением о махеровую (шерстяную) ткань, на электроды различного радиуса. Плотность заряда, наводимого на образцах площадью 225 см² в процессе экспериментов, достигала $2,3 \cdot 10^{-5}$ Кл/м².

Последовательным увеличением площади листов диэлектрика было установлено, что заряд, стекающий в каналы разряда, возрастает лишь до площади 300 см². На основании этого был сделан вывод о том, что максимальная площадь наэлектризованного листа полиэтилена, с которой возможно стекание заряда в разряд, не превышает указанную площадь.

Электрический потенциал поверхности листа в экспериментах достигал 76 кВ.

Электрическими разрядами, полученными в этих экспериментах, были воспламенены с 50%-й вероятностью метан и пары растворителей – ацетона, метанола, толуола, циклогексана и диоксана. Эти горючие среды имеют следующие значения минимальной энергии [14] в мДж: метан – 0,28, ацетон – 0,41, метанол – 0,14, толуол – 0,26, циклогексан – 0,22, диоксан – 0,9.

Разряды статического электричества, как и другие электрические разряды, представляют опасность при условии $W \geq W_{мин}$, где W – энергия разряда.

Картон не может так электризоваться, как полиэтилен, поскольку удельное электрическое объемное сопротивление пластика (ρ_v) составляет 10^{15} Ом·м [16], что существенно превышает ρ_v увлажненного электроизоляционного картона [10].

Таблица 2

Показатели пожаровзрывоопасности аэрозвесей бумаги [15]

Дисперсность образца, мкм	T _{св} , °C		НКПВ, г/м ³	W _{мин} , мДж	Показатели взрыва пыли		
	аэрозвеси	аэрогеля			C, г/м ³	P _{макс} , кПа	dp/dt, Мпа/с
74	390	170	70	20	200	352	4,8
					500	552	18,6
					1000	483	13,8
					2000	580	13,1
840	440	270	55	60	100	221	8,3
					500	662	24,8
					1000	580	11,47

Пояснения к таблице:

T_{св} – температура самовоспламенения;

НКПВ – нижний концентрационный предел воспламенения (взрываемости);

W_{мин} – минимальная энергия воспламенения;

C – концентрация аэрозвеси;

P_{макс} – максимальное давление взрыва;

dp/dt – скорость нарастания давления взрыва.

Таким образом, если даже предположить, что картон в процессе движения автомобиля будет электризоваться как полиэтилен, что невозможно с учетом приведенных соображений, то разряды с поверхности ящика не смогут поджечь бумажную пыль, $W_{\text{мин}}$ которой существенно выше $W_{\text{мин}}$ тех газопаровоздушных смесей, которые зажигались разрядами с полиэтилена (табл. 2).

Это же можно утверждать и о возможных разрядах с поверхности клейкой ленты (скотч; обычно ширина 50 мм), которой могли крепиться крышки картонных ящиков.

Дополнительным доказательством несостоятельности версии о причастности электростатических разрядов к пожару в полуприцепе являются данные следующего эксперимента.

В работе [17] исследовалась воспламеняющая способность электростатических разрядов с внутренней поверхности трубы из стекла 13В, которое представляет собой хороший диэлектрик ($\rho_v = 4,45 \times 10^{14}$ Ом·см). Для этого была использована следующая методика. Внутренняя поверхность стеклянной трубы (наружный диаметр 92 мм, длина трубы 1 м, толщина стенки 6 мм) электризовалась в поле коронного разряда, возникающего между коронирующим электродом и наружной металлической и заземленной обкладкой этой трубы длиной 0,8 м, равноудаленной от ее торцов. Площадь внутренней поверхности трубы под этой обкладкой трубы составляла 2010 см². Максимальная плотность заряда на трубе при напряжении на коронирующем электроде в 60 кВ составляла $5 \cdot 10^{-4}$ Кл/м². Этот электрод был выполнен из тонких проволочек, расходящихся веерообразно. Источником высокого напряжения для электрода служил аппарат АИИ-70, предназначенный для испытания высоковольтной изоляции переменным и выпрямленным напряжениями, а также изоляционного масла на электрическую прочность.

В заряженную таким образом стеклянную трубу вдоль ее оси вводился электрод – металлический шар диаметром 50 мм, который соединялся с разрядным промежутком установки ИУ-1М [18] для определения $W_{\text{мин}}$ аэрозвесей, где создавалась оптимальная для зажигания конденсированным искровым разрядом пылевоздушная смесь (рис. 2).

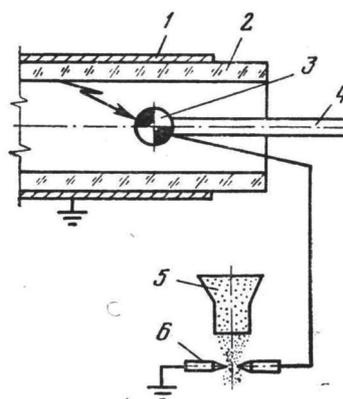


Рис. 2. Схема исследования воспламеняющей способности электростатических разрядов с трубы из стекла 13В:

1 – металлическая заземленная труба; 2 – стеклянная труба пневмотранспортной линии; 3 – шаровой электрод; 4 – передвижной стержень; 5 – вибросито с исследуемым ВВ; 6 – разрядный промежуток

Максимальный заряд, реализованный с трубы в единичном электростатическом разряде и определяемый по напряжению на емкости в цепи разряда, составлял $6 \cdot 10^{-5}$ Кл. Аэрозвесь аммонита с обратным соотношением компонентов (21% аммиачной селитры / 79% тротила), $W_{\text{мин}}$ которого равнялась 5,8 мДж, не воспламенялась разрядом такой величины, пропускаемым между металлическими электродами ИУ-1М. Заряд же в контрольных опытах по воспламенению конденсированным разрядом был в 5 раз меньше и составлял $1,2 \cdot 10^{-5}$ Кл.

Таким образом, разряд с поверхности диэлектрика, наэлектризованного в поле коронного разряда до плотности заряда, которой нельзя достичь трением, происходящий между электродами ИУ-1М, не в состоянии был воспламенить аэрозвесь с $W_{\text{мин}} = 5,8$ мДж.

Этот эксперимент наглядно свидетельствует о том, что в случае приобретения картоном в процессе движения автомобиля электростатического заряда с плотностью в $5 \cdot 10^{-4}$ Кл/м², что невозможно с учетом приведенных соображений, разряды с поверхности ящика не смогли бы поджечь бумажную пыль.

Как говорилось в начале статьи, под ссылкой [3] в «Заключении специалиста по причине пожара» указан источник «Дознание и экспертиза пожаров. Справочное пособие. Волгоград, 1991»,

полное название которого дано в списке литературы к данной статье [19]. Однако в разделе 6.11 «Причина пожаров и источники зажигания, вызванные образованием и накоплением зарядов статического электричества» работы [19], на которую имеется ссылка в указанном заключении, процессы электризации картона не упоминаются, а значение электростатического потенциала в 40000 В приводится для трения целлюлоида.

Примечание. Согласно БСЭ целлюлоид – это пластмасса на основе нитрата целлюлозы (коллоксилина), содержащая пластификатор (дибутилфталат, касторовое или вазелиновое масло, камфару) и краситель. Таким образом, целлюлоид не идентичен упаковочному картону.

В «Правилах защиты от статического электричества...» [16] для «Целлюлоида технического марки Т» приведено значение удельного объемного электрического сопротивления, равное 10^9 Ом·м.

Вывод

С учетом приведенного выше материала пожар в полуприцепе с медпрепаратами, упакованными в картонные ящики, не мог возникнуть в результате разряда статического электричества, образовавшегося при трении этих упаковок.

Литература

1. Заключение специалиста по причине пожара, происшедшего 09 декабря 2008 г. в грузовом полуприцепе HODGER SNL 24 Р. ГУ «Судебно-экспертное учреждение Федеральной противопожарной службы "Испытательная пожарная лаборатория" по Тверской области».
2. Леб Л. Статическая электризация. – М.; Л.: Госэнергоиздат, 1963. – 408 с.
3. Максимов Б.К., Обух А.А. Статическое электричество в промышленности и защита от него. – М.: Энергия, 1978. – 80 с.
4. Шихов В.Н. Борьба со статическим электричеством при шпрединговании тканей. – М.: Химия, 1967. – 83 с.
5. Вальтер А.Ф., Карандеев К.Б., Кувшинский Е.В. и др. Испытания электроизолирующих материалов / под ред. М.М.

Михайлова. – Л.; М.: ОНТИ – НКТП СССР, 1936. – 671 с.

6. Энциклопедия по безопасности и гигиене труда / под ред. А.П. Починка. – М.: М-во труда и соц. развития РФ, 2001. – Т. 3.

7. ГОСТ 9142-90. Ящики из гофрированного картона. Общие технические условия.

8. ГОСТ Р 52901-2007. Картон гофрированный для упаковки продукции. Технические условия.

9. ГОСТ 2824-86. Картон электроизоляционный. Технические условия.

10. Корицкий Ю.В. Электротехнические материалы. – М.; Л.: Глав. ред. электротехн. лит., 1936. – 447 с.

11. ГОСТ 6659-83. Картон водонепроницаемый. Технические условия.

12. Таубкин С.И., Таубкин И.С. Пожаро- и взрывоопасность пылевидных материалов и технологических процессов их переработки. – М.: Химия, 1976. – 264 с.

13. Gibson N., Lloyd F.C. Brit. J. Appl. Phys., 1965, vol. 16, № 11, p. 1619.

14. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: справ. изд.: в 2 кн. / под ред. А.Н. Баратова, А.Я. Корольченко. – М.: Химия, 1990.

15. Корольченко А.Я., Корольченко Д.А. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: справ. изд.: в 2 кн. – М.: Ассоциация «Пожнаука», 2004.

16. Правила защиты от статического электричества в производствах химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности. – М.: Химия, 1973.

17. Таубкин И.С., Кармазинов Н.М., Малинин С.Е., Дубнов Л.В. Об опасности электризации графитов при пневмозарядке шпуров и скважин // Взрывное дело: сб. ст. – 1978. – № 80/37. – С. 221–228.

18. Овчаренко А.Г., Раско С.Л. Электростатическая безопасность пожаро- и взрывоопасных производств. – Бийск: Изд-во Алтайского гос. технол. ун-та, 2006. – 156 с.

19. Донцов В.Г., Путилин В.И. Дознание и экспертиза пожаров: справ. пособие. – Волгоград: УПО, ИПЛ Волгоградского облсполкома, ВСШ МВД СССР, 1991. – 593 с.