

УДК 343.985.44

Исследование фрагментов стекла на электронном инвертированном микроскопе МЕТАМ ЛВ в целях пожарно-технической экспертизы

The study of glass fragments on the electronic inverted microscope METAM LV in order to fire-technical expertise

Ворошилов Р.Ф.

Антонов А.В., канд. тех. наук

Якимов В.А.

Татаркин И.Н.

ФГБОУ ВО Сибирская

пожарно-спасательная

академия ГПС МЧС России

ivan_10_88@mail.ru

R.F. Voroshilov

A. V. Antonov

V. A. Yakimov

I. N. Tatarkin

FSBEE HE Siberian Fire

and Rescue Academy EMERCOM

of Russia.

Рецензент:

Р.П. Жданов

д-р пед. наук, проф.

Аннотация:

Анализ обстановки с пожарами и последствий от них на территории Российской Федерации за 2016 год показывает, что за год огнем уничтожено 3273 единицы автотракторной техники. Таким образом, ежедневно в Российской Федерации, в среднем, в результате пожаров, уничтожается 9 единиц автотракторной техники [1].

Анализируя сложившуюся ситуацию возникает необходимость усовершенствования комплекса методик по исследованию причин пожаров на автотранспорте, одной из составляющих этого комплекса является исследование остатков остекления автомобиля с целью установления способа его разрушения при расследовании дел о пожарах связанных с поджогами при помощи исследования остатков остекления автомобиля на инвертированном микроскопе МЕТАМ ЛВ.

Ключевые слова: исследование пожаров, расследование преступлений, автомобиль, остекление.

Abstract:

Analysis of the situation with fires and consequences from them in territory of the Russian Federation for 2016 shows that during the year a fire destroyed 3273 units of tractors. So every day in the Russian Federation, on average, as a result of fires that destroyed 9 units of automotive vehicles [1].

Analyzing the current situation there is a need to improve techniques to study the causes of fires in vehicles, one of the components of this complex is the study of the remnants of glazing the car to identify the mode of fracture during the investigation of cases of fires associated with arson with the help of studies of the glazing of the vehicle on the inverted microscope METAM LV.

Key words: investigation of fires, investigate crimes, vehicle glazing

Начнем с того, что стекло — один из самых древних (появился по разным оценкам примерно 6 тысяч лет назад) и, благодаря разнообразию своих свойств, универсальный в практике человека материал. Используясь сначала в простых вещах (бусах, амулетах, подвесках, небольших пластинках для инкрустаций), как декоративный элемент, стекло постепенно вошло в нашу жизнь, и в наше время используется во всех сферах человеческой деятельности: от строительства, изобразительного искусства, оптики, медицины — до измерительной техники, высоких

технологий и космонавтики, автомобилях, авиации и военной техники.

В ходе непродолжительной истории автомобилестроения, с конца XIX века до наших дней, стекло в автомобилях используется в различных функциях, таких как: для улучшения видимости, для снижения шума, для обеспечения температурного комфорта, в целях безопасности человека, для защиты имущества, и просто для эстетики.

Несмотря на исследования [2], проведенные для выяснения поверхностной структуры стекла, полностью еще не решен вопрос о строении стекла и механизма его разрушения при воздействии высоких температур.

Начиная проведение данного исследования, авторы поставили перед собой цель - определить способ разрушения остекления автомобиля с помощью электронного инвертированного микроскопа МЕТАМ ЛВ, так как в большинстве экспертных лабораторий данный вид оборудования встречается повсеместно.

Для этой цели были проведены натурные испытания остекления автомобиля, в которых имитировался процесс разрушения стекла тепловым воздействием при загорании в салоне транспортного средства, а также разрушение стекла механическим способом.

Для исследования на предмет классификации повреждений в структуре стекла были отобраны однотипные боковые стекла легкового автомобиля отечественного производства. Стекла выдерживались при температуре 23 оС в течение суток. Затем один образец разрушался механическим воздействием, другой пламенем газовой горелки.

Осколки стекла с целью удаления загрязнений обрабатывались спиртовым раствором и исследовались на электронном инвертированном микроскопе МЕТАМ ЛВ, оборудованном видеоспектральной системой на базе специализированной цифровой камеры Фотон ВК-8111. Для исследования фрагментов стекла использовались объективы 20х и 50х кратного увеличения. Анализ изображения проводился с помощью программы анализа изображений ImageExpert Pro 3, включающей в себя следующие модули:

1. ExpertCapture – модуль управления видеокамерой Фотон ВК-8111;
2. ExpertPaint – модуль редактирования изображений;
3. ExpertDBReport – модуль базы данных отчетов;

4. ExpertDBPicture – модуль базы данных изображений;
5. RemoteCaptureDC – получение снимков;
6. ZoomBrowser EX – просмотр и редактирование изображений [3].

В результате проведенного исследования были получены следующие результаты.

При механическом разрушении стекла ионы, входящие в его состав, не увеличивают свою кинетическую энергию, благодаря наличию в стекле целого спектра химических связей по их силе, не происходит их разрыв между собой (фото 1, 2), т.е. структура стекла остается стабильной.

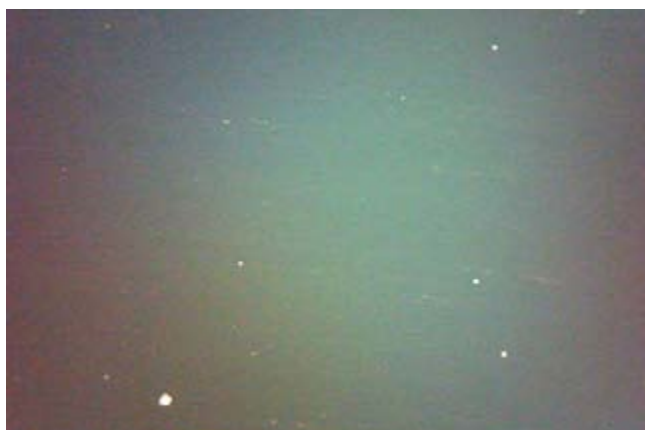


Фото 1. Межмолекулярные связи в стекле не повреждены, ионы остались на прежних позициях (20х кратное увеличение)



Фото 2. Межмолекулярные связи в стекле не повреждены, ионы остались на прежних позициях (20х кратное увеличение)

Для остекления автомобиля характер разрушения имеет важное значение, чем прочность. Для таких изделий важно, чтобы при разрушении не образовывались крупные, острые осколки, которые могут привести к травмированию людей. При исследовании сколов, по которым произошло разрушение стекла в результате динамического воздействия, установлено, что скол имеет игольчатую форму с закругленной вершиной (фото 2, 3, 4).



Фото 3. Кромка стекла, образовавшаяся в результате механического разрушения при 50х кратном увеличении

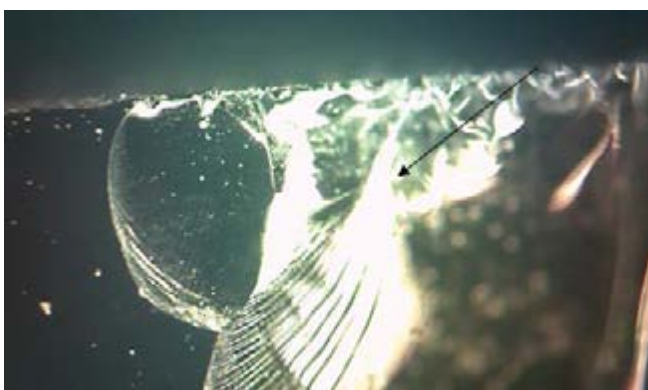


Фото 4. Кромка стекла, образовавшаяся в результате механического разрушения при 50х кратном увеличении



Фото 5. Разрыв химических связей (показано стрелками) в стекле при высокотемпературном воздействии (50х кратное увеличение)

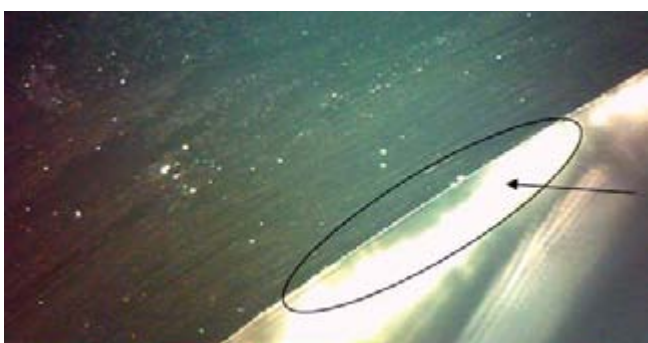


Фото 6. Скол на фрагменте стекла, образовавшийся в результате высокотемпературного воздействия (показан стрелкой)

При изучении релаксационных процессов, связанных с изменением структуры переохлаждённого расплава от неравновесного состояния к равновесному, сделан вывод, что любое изменение структуры стекла связано с перемещениями составляющих стекло атомов или ионов относительно друг друга. При этом перемещения должны затрагивать не только подвижные ионы типа щелочных, но и те ионы или атомы, которые образуют наиболее прочные связи.

Повышение температуры стекла приводит к изменению физико-химических свойств, что связано с изменением самой системы.

При его нагревании начинают увеличивать свою кинетическую энергию все ионы, однако, благодаря наличию в стекле целого спектра химических связей по их силе, происходит поэтапный их разрыв (фото 5).

Когда разрываются самые слабые связи, система немедленно реагирует на этот факт. Разрыв связей немедленно ведёт к изменению местонахождения остальных ионов – система деформируется для сохранения устойчивости. Так проявляется изменение структуры в стеклообразной системе при нагревании, система обладает динамическими свойствами.

Выше температуры начала размягчения – разрыва первых связей с ростом температуры, стекло хотя и представляет твёрдое тело, но это уже гетерогенная система твёрдое тело – жидкость. По своей конституции ионы с разорванными связями представляют жидкую фазу в стеклообразном твёрдом теле. Дальнейший разрыв связей приводит к уменьшению устойчивости системы и возможности переключения ещё жёстких связей. Тело становится упруго-вязким. Процесс нагревания далее приводит к разрыву следующих по силе связей и значительному ослаблению ещё не разорванных.

Таким образом, при нагревании стекло последовательно изменяет механические свойства и проходит следующие стадии своего состояния: упругое твёрдое тело; упругая гетерогенная система твёрдое тело – жидкость; упруго-вязкое тело; вязкое тело.

Исследование скола стекла, подвергнутого высокотемпературному воздействию, показало, что скол имеет ровные края (фото 6), в отличие от скола, образовавшегося в результате динамического воздействия (фото 3, 4).

В ходе выполнения исследований установлено:

1. Механизм слеодообразования на сколе остекления автотранспортного средства при динамическом воздействии отличается от скола, образовавшегося при высокотемпературном воздействии. При дина-

мическом воздействии скол имеет игольчатую форму с закругленной вершиной, а при высокотемпературном воздействии скол имеет ровные края.

2. При динамическом воздействии в структуре стекла не происходит изменение физико-химических свойств в виде разрыва межмолекулярных связей.

3. Воздействие высокой температуры на стекло приводит к изменению его физико-химических свойств, в виде разрыва межмолекулярных связей и изменению местонахождения остальных ионов, входящих в молекулярную решетку вещества.

Таким образом, в результате проведенных исследований, можно сделать вывод о том, что в лабораторных условиях можно классифицировать характер разрушения остекления автотранспортного средства и определить произошло ли разрушение в результате динамического воздействия или под воздействием пламени пожара.

Считаем, что данный способ определения характера разрушения остекления транспортного средства найдет своё применение при расследовании дел о пожарах в автотранспортных средствах, произошедших как при умышленном уничтожении имущества (поджоге), так и в результате технической неисправности.

Литература

1. Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. Официальный сайт. www.mchs.gov.ru.
2. Ивахнюк Г.К., Чешко И.Д., Иванов А.В., Южакова Н.А. статья «Исследование поверхности текстуры стекол, подвергшихся термическому воздействию, методом сканирующей зондовой микроскопии».
3. Микроскоп металлографический инвертированный Метам ЛВ. Руководство по эксплуатации. ИКШЮ.201132.002 РЭ.
4. Осмотр места пожара: Метод. пособие. – М.: ВНИИПО, 2005 – 505 с.