

**Тема: «Создание упрощённой комбинированной методики для  
криминалистического исследования стекла»**

***Авторы:***

***Фролова Виктория, 17 лет, МБОУ СОШ № 9, г. Ступино***

***Софронова Мария, 17 лет, МБОУ СОШ № 9, г. Ступино***

***Научные руководители:***

***Букина Ирина Александровна, учитель химии СОШ №9 г.о. Ступино***

***Сенина Марина Олеговна, доцент кафедры химической технологии керамики и  
огнеупоров Российского-технологического университета имени Д.И.Менделеева***

## Оглавление:

|   |    |
|---|----|
| Введение.....   | 3  |
| Обзор литературы.....   | 4  |
| 1.Силикатное стекло.....  | 4  |
| 2.Состав и свойства силикатного стекла.....   | 4  |
| 3.Классификация по видам стёкол.....  | 6  |
| 4.В зависимости от количества компонентов в стекле, стёкла используют в разных сферах применения..... | 6  |
| 5.Классификация по области применения силикатного стекла.....   | 7  |
| 6.Оргстекло.....  | 8  |
| 7.Состав и свойства оргстекла.....  | 8  |
| 8.Применение оргстекла.....   | 8  |
| 9.Методы исследования стекла.....   | 8  |
| Практическая часть.....   | 12 |
| Ответы на вопросы постановления.....  | 16 |
| Методика.....   | 16 |
| Вывод из практической части.....  | 17 |
| Заключение.....   | 17 |
| Литература.....   | 18 |

Практическая часть работы выполнена на лабораторном оборудовании в рамках сотрудничества СОШ №9 г.о. Ступино с кафедрой химических технологий керамики и огнеупоров Российского - технологического университета имени Д.И.Менделеева под руководством доцента кафедры химических технологий керамики и огнеупоров.

## **Введение**

Произошло дорожно-транспортное происшествие. Столкнулись автомобиль и автобус, в результате аварии разбилось стекло автобуса, от осколков пострадал пассажир общественного транспорта. Осколки были изъяты для дальнейшей экспертизы. Во время ДТП возбуждается уголовное дело. Необходимо установить, являются ли стёкла в автобусе достаточно безопасными для пассажиров. При проведении следствия большую роль играет химическая экспертиза. Было рассмотрено уголовное дело, возбуждённое 20.11.2023. При исследовании доказательств с места ДТП необходимо обратиться в лабораторию для проведения досудебной экспертизы.

Многие методы исследования осколков, которые используют эксперты в данном случае для определения материала, являются сложными и возможными для проведения в специализированных химических лабораториях, так как для них необходимы соответствующие технические аппараты, реактивы, лабораторные условия, большие временные ресурсы. В данном исследовательском проекте было решено создать упрощённую методику для того, чтобы появилась возможность проведения экспертизы в любой лаборатории, даже не специализированной.

**Цель работы:** создание и апробирование упрощённой методики исследования стекла на основе существующих методик проведения судебно - криминалистической экспертизы.

### **Задачи:**

1. Изучить состав стекла, его свойства, области применения и основные криминалистические техники исследования стекла.
2. Продиагностировать методики исследования стеклянных изделий для определения правомерности применения в данной области для дальнейшего использования их при расследовании ДТП.
3. На основе анализа проведённых исследований скомбинировать исследованные методы в методику проведения досудебной криминалистической экспертизы.

## Обзор литературы

Впервые стекло появилось на Земле естественным образом. При остывании лавы образовался обсидиан, который люди научились обрабатывать и использовать в качестве орудий труда и охоты. По словам учёных, стекло появилось двенадцать тысяч лет назад в Египте, а искусственное стекло люди научились получать и обрабатывать намного позже пять тысяч пятьсот лет назад.

Стекло является очень важным и полезным материалом. Стекло используется во многих отраслях промышленности, строительства, транспорта. При добавлении различных компонентов можно усилить уже имеющиеся свойства.

Изделия из стекла и их осколки - распространённый объект судебной экспертизы. Они являются вещественными доказательствами при расследовании различных преступлений: убийств, ограблений, дорожно-транспортных происшествий.<sup>1</sup>

В данном литературном обзоре рассмотрено, что такое стекло, какие есть виды и свойства у различных стёкол.

Выделяют различные виды стёкол:

- армированное стекло
- тонированное стекло
- узорчатое стекло
- матовое стекло
- стекло сатинат
- осветлённое стекло
- оргстекло
- триплекс<sup>2</sup>

Самыми широко применяемыми в различных сферах являются два вида стекла: силикатное и органическое.

### 1. Силикатное стекло

Силикатное стекло - твёрдый хрупкий аморфный материал, образующийся при охлаждении минерального расплава. При этом переход из жидкого состояния в стекловидное является обратимым.<sup>3</sup>

### 2. Состав и свойства силикатного стекла

Основной компонент силикатного стекла –  $\text{SiO}_2$  (70...75%), кроме того, в состав стекла входят оксиды натрия, кальция, магния и алюминия. Стекланные отходы могут повторно перерабатываться в изделия.

Сырьём для производства стекла служат кварцевый песок, кальцинированная сода, доломит, мел, известняк, полевой шпат, нефелиновый концентрат. Иногда для удаления воздушных пузырей в стекломассу вводят осветлители (хлорид или сульфат натрия), для придания светорассеивающих свойств – глушители (соединения фтора или фосфора) и для окрашивания – красители (оксиды цветных металлов, хлорное золото  $\text{AuCl}_3$ , соединения серебра  $\text{AgNO}_3$  и др.).<sup>4</sup>

В зависимости от основного используемого стеклообразующего вещества, различают стёкла оксидные (силикатные, кварцевое, германатные, фосфатные, боратные), фторидные, сульфидные и т.д. (Таблица №1 (Приложение 1))<sup>5</sup>

#### **Влияние главных составляющих:**

- Кремнезём. В обычных стёклах его содержание достигает 70% от общей массы. Кремнезём повышает тугоплавкость, вязкость и прочность, также вещество отвечает за термическую стойкость, улучшает показатели плотности и показатели светопреломления, также влияет на температурный коэффициент линейного расширения.
- Оксид алюминия. В составе стекла вещество улучшает многие характеристики: повышает температуру размягчения, плавкость смеси и её вязкость, улучшает механические свойства, химическую стойкость и характеристики теплопроводности.
- Оксиды щелочных металлов. В составе обычных стёкол их не более 15%, они повышают плотность, снижают химическую стойкость и электросопротивление стекла.
- Оксид бора. Корректирует вязкость, снижает температуру плавления, увеличивает химическую и термическую стойкость, заметно улучшает химические свойства.<sup>6</sup>

**Плотность стекла** зависит от химического состава и для обычных строительных стёкол составляет 2400 - 2600 кг/м<sup>3</sup>. Плотность оконного стекла — 2550 кг/м<sup>3</sup>. Высокой плотностью отличаются стекла, содержащие оксид свинца («богемский хрусталь») — более 3000 кг/м<sup>3</sup>. Пористость и водопоглощение стекла практически равны 0 %.

*Химическая стойкость силикатного стекла* — одно из самых уникальных его свойств. Стекло хорошо противостоит действию воды, щелочей и кислот (за исключением плавиковой и фосфорной). Объясняется это тем, что при действии воды и водных растворов из наружного слоя стекла вымываются ионы  $\text{Na}^+$  и  $\text{Ca}^{++}$  и образуется химически стойкая плёнка, обогащённая  $\text{SiO}_2$ .<sup>7</sup>

Стекло является таким популярным материалом, потому что сочетает в себе ряд полезных свойств. Стекло сочетает в себе ценные качества, такие как:

- Прозрачность.
- Твердость.
- Низкий коэффициент температурного расширения.
- Малая теплопроводность.
- Термостойкость.
- Высокая твердость.

При всех достоинствах, у стекла имеется и недостаток – хрупкость. В отличие от металлов и прочих материалов при механическом воздействии оно не деформируется, а разлетается на осколки. Осколки могут иметь острые кромки, что несёт опасность.<sup>8</sup>

Существуют различные классификации стёкол, основанные на их химическом составе:

### **3. Классификация по видам стёкол**

В зависимости от вида неорганических соединений стёкла разделяют на несколько классов:

- **Однокомпонентные.** Однокомпонентное стекло получают при плавлении кремнезёма или диоксида кремния.
- **Двухкомпонентные (или «жидкие»).** Двухкомпонентные стёкла содержат в себе расплав кремнезёма и щелочной окиси.
- **Многокомпонентные оксидные.** Многокомпонентные оксидные стёкла состоят из смеси различных оксидов таких, как  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{GeO}_2$ ,  $\text{B}_2\text{O}_3$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{As}_2\text{O}_3$ .

### **4. В зависимости от количества компонентов в стекле, стёкла**

**используют в разных сферах применения:**

- **Однокомпонентные.** Используются в быту, так как состав у них максимально простой.

- **Двухкомпонентные** (или «жидкие»). Применяются для изготовления кислотостойкого цемента, а также при проведении реставрационных мероприятий.
- **Многокомпонентные оксидные.** Востребованы в разных отраслях промышленности, в автомобилестроении, в гражданском и частном строительстве.<sup>6</sup>

## 5. Классификация по области применения силикатного стекла:

- бытовое стекло (разнообразные эмали, глазури, а также зеркала, посудное стекло, тара для пищевой продукции и др.)
- техническое стекло (стеклянные детали для автомобилей, производственных установок и машин, трубы для прокладки подземных кабелей, приборное стекло, оптическое стекло и др.)
- строительное стекло
- художественное стекло<sup>9</sup>

В данном исследовании интерес представляют силикатные стекла, которые используют для остекления автомобилей и общественного транспорта.

Автостеклом транспортного средства называется элемент кузова, который выполняет защитную функцию. Защищает от ветра, грязи, летящих камней вылетевших из под колёс проезжающих машин и различных других мелких источников опасности. Самым важным требованием к автостеклам является их прочность и безопасность для пассажиров. Обычно для самого прочного стекла - лобового, используется стекло, изготовленное по технологии триплекс, то есть в виде трёх, плотно сжатых между собой стёкол. Данные слои делятся на внутренний, внешний и соединяющий по середине между ними специальный склеивающий слой. В том случае, когда происходит повреждение лобового стекла, то сначала на его поверхности появляются трещины и сколы, которые постепенно вызывают разрушение всего элемента. Однако данное стекло не рассыпается на отдельные острые осколки, что обеспечивает больший шанс сохранности жизни пассажирам.<sup>10</sup>

В автобусах используют разные виды стёкол для разных частей транспортного средства, так как в некоторых участках нет необходимости устанавливать излишне прочное стекло. Боковые, заднее и стёкла пассажирских дверей — закалённые «сталинит» (для городского и пригородного назначений автобусов), стеклопакеты — для автобусов междугородного назначения; лобовое стекло и стекло маршрутоуказателя — «триплекс».<sup>11</sup>

## 6. Оргстекло

**Оргстекло** – это бытовое название листовых материалов, напоминающих по виду и некоторым свойствам оконное стекло, и состоящее из прозрачных полимеров: полиакрилатов, поликарбонатов, полистиролов, различных сополимеров. Чаще всего так называют полиметилметакрилат (ПММА), который представляет из себя полимер, элементарным звеном которого служит метилметакрилат.<sup>12</sup>

## 7. Состав и свойства оргстекла:

- Химическая формула :  $[-\text{C}\text{H}_2\text{C}(\text{C}\text{H}_3)(\text{C}\text{OOC}\text{H}_3)-]_n$
- Плотность: 1,19 г/см<sup>3</sup>[6]
- Оргстекло реагирует с ацетоном с выделением дыма.

Оргстекло формально считается стеклом, но и по составу и по свойствам сильно отличается от силикатного стекла. Органические стёкла способны приблизиться по свойствам к большинству видов неорганических стёкол только в композитных материалах, огнеупорными они быть не могут. Стойкость к агрессивным средам и органическим растворителям органических стёкол значительно хуже.<sup>13</sup>

## 8. Применение оргстекла

Оргстеклом остекляют дома, витрины, используют для разных приспособлений, используется при остеклении транспортных средств, изготовления рекламных вывесок, остекляют различные навесы, теплицы, оранжереи, аквариумы и террариумы, используют вместо полок, применяют в элементах мебели, перегородках, изготавливают сувениры, бирки, номерки и декоративные изделия.<sup>14</sup>

Использование оргстекла в остеклении автотранспорта происходит крайне редко, так как оргстекло имеет ряд недостатков, которых нет у силикатных стёкол. Оно горит, легко царапается. является более прочным, чем обычное стекло, поэтому при необходимости вылезти через окно, например в случае аварии, не получится.

## 9. Методы исследования стекла

При исследовании стекла могут решаться различные задачи: идентификационные (установление единого целого), диагностические (установление причины разрушения), классификационные (определение вида и назначения стекла).<sup>11</sup>

При исследовании изделий из стекла и керамики применяется комплекс физико-химических методов, необходимый и достаточный для выявления значимых признаков. В их число входят поляризационная микроскопия и рефрактометрия (измерение показателей преломления), определение твёрдости и хрупкости стекла, эмиссионный и люминесцентный спектральный анализ, исследование примесей методом электронного парамагнитного резонанса (ЭПР). В исследовании причин разрушения стёкол широко используются данные о фактографических признаках в морфологии поверхностей разделения (трещинах) в стёклах.<sup>15</sup>

### **Спектроскопия электронного парамагнитного резонанса**

Спектроскопия электронного парамагнитного резонанса(ЭПР) – это явление поглощения энергии электромагнитных волн неспаренными электронами, находящимися в исследуемом образце, помещёнными в постоянное магнитное поле. Это поглощение возникает в результате того, что неспаренные электроны парамагнитных частиц ориентируются в постоянном магнитном поле так, что их собственный момент количества движения (спин) направлено по полю или против поля. Вследствие поглощения энергии высокочастотного поля образцом появляется сигнал ЭПР. Спектр ЭПР представляет собой зависимость поглощения микроволновой энергии от внешнего магнитного. Поглощение энергии сверхвысокочастотного магнитного поля регистрируется на экране осциллографа или на самописце радиоспектрометрии. Данный метод помогает установить толщину материала и обнаружить дефекты. Для проведения данного исследование необходим осциллограф или самописец.<sup>16</sup>

### **Поляризационная микроскопия**

Поляризационная микроскопия – это метод наблюдения в поляризованном свете микроскопических объектов, имеющих оптически анизотропные элементы (или целиком состоящих из таких элементов). Например, это многие минералы, зёрна в шлифах сплавов, некоторые животные и растительные ткани и пр. Оптические свойства анизотропных микрообъектов зависят от ориентации этих объектов относительно направления наблюдения и плоскости поляризации света, падающего на них. Основное преимущество этого метода исследования - это возможность исследовать прозрачные и полупрозрачные

объекты. Данный метод помогает определить структуры объекта. Для проведения анализа необходим поляризационный микроскоп.<sup>17</sup>

### **Эмиссионный и люминесцентный спектральный анализ**

**Эмиссионный спектральный анализ** использует спектры излучения, главным образом атомов. Однако возможен эмиссионный анализ и молекулярного состава, например, в случае определения состава радикалов в пламенах и газовом разряде. Метод позволяет с помощью определения испускания и поглощения волн атомами определять какие элементы входят в состав исследуемого объекта. До начала анализа необходимо отшлифовать образец на шлифовальной машине.

**Люминесцентный анализ** основан на исследовании излучения флуоресценции и фосфоресценции главным образом твёрдых и жидких проб при воздействии на них ультрафиолетового или корпускулярного излучения. Это позволяет фактически установить наличие тех или иных изменений в образце. Люминесцентный анализ обладает исключительно высокой чувствительностью. Этот анализ способен: определить химический состав объектов исследования, устанавливать различие химического состава, определять наличие малого количества примесей, устанавливать пространственную неоднородность объектов и наличие в них дефектов структуры, незаметных при обычном визуальном наблюдении. Для проведения анализа используются в основном флуориметры и спектрофлуориметры.<sup>18</sup>

### **Фотометрическое титрование**

Фотометрическое титрование — группа методов объёмного (титриметрического) анализа, в которых конечная точка титрования определяется по изменению оптической плотности раствора в ходе химической реакции между титрантом и титруемым веществом. Фотометрическое титрование, как правило, обеспечивает более точные результаты, чем прямой фотометрический анализ. Группа методов широко используется, так как явление поглощения квантов электромагнитного излучения в ультрафиолетовой или видимой области спектра свойственно многим неорганическим и органическим веществам различной химической природы.<sup>19</sup>

### **Капельный анализ**

Методика выполнения **капельного анализа** заключается в нанесении капель испытуемого раствора и раствора реагента на поверхность пористых веществ. Капельный метод, как и любой аналитический метод анализа, имеет ряд

особенностей. Основные особенности можно сформулировать следующим

образом:

- Реакции характерны, отчётливы и чувствительны.
- Времени для анализа капельным методом затрачивается в 3 - 10 раз меньше, чем для анализа пробирочным методом. Каждая дробная реакция отнимает в среднем 1 - 2 минуты.
- Оборудование капельного метода простое и дешёвое: капиллярные трубочки, полоски фильтровальной бумаги.
- Необычайно мал расход веществ. При капельном методе расходуется реактивов в десятки раз меньше, чем при пробирочном анализе. Это обстоятельство позволяет применять высокого качества, дорогостоящие и поэтому редко применяемые реактивы.
- Малая ёмкость ассортимента посуды при капельном методе позволяет использовать его в походных лабораториях.
- Капельный метод анализа проводится без применения сероводорода.
- Возможность выполнения анализа в широко варьируемых условиях (рН, маскирующие комплексообразователи и другие)

По взаимодействию реагента и объекта исследования можно определить материал. силикатное стекло будет реагировать с плавиковой кислотой, с ацетоном – оргстекло, с боратым стекло – соляная кислота, с различными органическими веществами- азотная.<sup>20</sup>

## **Рефрактометрия**

При прохождении лучом двух сред он преломляется - это явление носит название *рефракции*. Рефрактометрический метод анализа основан на измерении показателя преломления, который является индивидуальным свойством анализируемого вещества. данный анализ позволяет установить состав отталкиваясь от преломления луча света. Из оборудования необходим рефрактометр.<sup>21</sup>

Основываясь на данных полученных в литературном обзоре, было принято решение: попробовать ответить на вопросы постановления, применяя не все изученные методы. Если ответы будут получены, то возможно составить более упрощённую методику криминалистического исследования стекла.

## **Практическая часть:**

Некоторые методы анализа стекла, в которых используется дорогостоящее оборудование или реагенты, а также специализированные химические лаборатории и большие временные ресурсы, было принято не использовать. Были исключены следующие методы: эмиссионный и люминесцентный спектральный анализ, рефрактометрию и криминалистические методы исследования, кроме криминалистической трасологии. Криминалистические методы исследования не понадобились для ответов на вопросы постановления.

В практической части для ответов на все вопросы постановления было решено использовать следующие методы:

- трасология
- микроскопия
- титрование
- определение водостойкости
- капельный анализ

1 этап исследования.

*Нумерация и измерение толщины осколков.* Перед началом микроскопирования все осколки были пронумерованы от 1 до 21(приложение 2.). Толщина осколков под номерами 8 и 4 была измерена штангенциркулем(приложение 3).

Данные приведены в Таблице 2(Приложение 4)

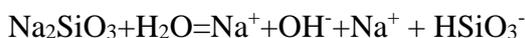
2 этап исследования.

*Микроскопия.* Осколки под номерами 4 и 8 были рассмотрены под микроскопом. Пузырьков воздуха не наблюдалось, что свидетельствовало о хорошем качестве материала(приложение 5).

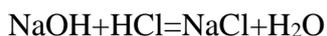
### 3 этап исследования.

*Титрование.* Этот этап позволяет определить природу осколков. Все оставшиеся осколки (кроме 1) были измельчены с помощью ступки и пестика(приложение 6).Осколки были просеяны через 2 сита: 0,8 микрометров и 0,5 микрометров. Отсеянные измельченные осколки были скатаны с влажной доски с целью получения круглых осколков массой 1,5-2 грамма. В результате была получена крошка массой 2,15 грамм(приложение 7).Были сделаны две пробы, установленные в обратный холодильник. Проба №1 - крошка с 50 мл воды и кипелками. Проба №2 (контрольная)-50 мл воды с кипелками. Две пробы были проварены в течение часа(приложение 8).

После варки раствор с двух проб был перелит в другие колбы. Раствор соляной кислоты объёмом 10 мл был разбавлен 30 мл воды и перелит в бюретку. В каждый раствор был добавлен индикатор метиловый красный. Производилось титрование 3 мл соляной кислоты(приложение 9).Дистиллированная вода показала розовый цвет.В пробе, в которой находились осколки, силикат натрия гидролизался с образованием щёлочи и гидросиликата натрия . В результате гидролиза раствор показал щелочную среду. Индикатор метиловый красный-жёлтый(приложение 10).



Постепенное титрование кислотой нейтрализовало щёлочь с образованием соли и воды. Цвет индикатора-оранжевый.



Результат титрования показал, что осколки с большой вероятностью состоят из неорганического стекла.

### 4 этап исследования.

*Расчёт водостойкости.* Расчёт водостойкости проводится по результатам титрования, проведённого на предыдущем этапе. Водостойкость была рассчитана по формуле

$$X = \frac{V - V_1}{2}$$

m

Где v-объём раствора HCl, молярной концентрации C=0,01 моль/дм<sup>3</sup>, израсходованный на титрование 25 см<sup>3</sup> анализируемого раствора, см<sup>3</sup>

V1- объём раствора HCl, молярной концентрации C=0,01 моль/дм<sup>3</sup>, израсходованный на титрование 25 см<sup>3</sup> первого контрольного раствора, см<sup>3</sup>

m-масса навески измельчённого стекла, гр

Результаты титрования из 3 этапа исследования были использованы для расчёта водостойкости.

$$V = 0.4 \text{ см}^3$$

$$V_1 = 0.03 \text{ см}^3$$

$$m = 2,15 \text{ гр}$$

$$X = 0.172 \text{ см}^3/\text{гр}$$

Полученные данные были соотнесены с таблицей гидролитических классов. Данные приведены в Таблице 3( Приложение 11).

Допускаемые расхождения между результатами каждого из трёх параллельных измерений и средним арифметическим значением не должны превышать:

+/- 15%- для класса 1/98

+/- 10%- для класса 2/98

+/- 5%- для класса 3/98, 4/98, 5/98.

Водостойкость равна 0,172 см<sup>3</sup>/гр, что относит стекло ко второму гидролитическому классу. Это самый распространённый вид стекла для промышленности, бытовой техники и автомобилей. Исследование подтвердило правомерность использования данного стекла для использования в автотранспорте.

5 этап исследования.

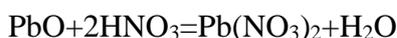
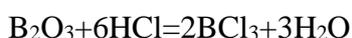
*Капельный анализ.* Этот этап определяет состав стекла. Капельный анализ производится соляной, азотной, плавиковой кислотами и ацетоном(приложение 12).

#### **Предполагаемые результаты исследования:**

1.Реакция с ацетоном с признаком растворения материала указывает на то, что стекло органическое



2.Реакции с соляной и азотной кислотами не являются качественными. Если реакции идут, то далее образец направляется на рентгенофлуоресцентный анализ. Реакции с соляной и азотной кислотами могут показать наличие оксида бора 3 и оксида свинца 2:



3. В результате циклических реакций с плавиковой кислотой и её продуктами реакций выделяется белый студенистый осадок в виде кремневой кислоты. Это качественный признак характерен для силикатного стекла(приложение 13).

1.  $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + 6\text{HF} = \text{SiF}_4 + 2\text{NaF} + 3\text{H}_2\text{O}$
2.  $2\text{SiF}_4 + 4\text{HF} = 2\text{H}_2\text{SiF}_6$
3.  $3\text{H}_2\text{SiF}_6 + \text{Na}_2\text{SiO}_3 = \text{H}_2\text{SiO}_3 + \text{Na}_2\text{SiF}_6$

При проведении данного этапа эксперимента осколок стекла под номером 1 был измельчен. На каждый мелкий осколок капали кислотами и ацетоном.

В результате проведённых опытов пошла реакция только с плавиковой кислотой №1. Осколок стекла прореагировал с выделением белого осадка. Это указывает на высокое содержание силиката натрия, значит, стекло силикатное

После проделанных пяти анализов появилась возможность ответить на вопросы постановления.

#### **Ответы на вопросы постановления:**

1. Каким стеклом являются представленные осколки: неорганическим или органическим?

-Представленное стекло является неорганическим силикатным стеклом. Это показал капельный анализ, в котором произошла реакция с плавиковой кислотой.

2. Имеются ли на представленных осколках товарные знаки?

-нет

3. Допустимо ли использовать представленный материал в качестве остекления общественного транспорта?

-Да, допустимо. Это показал расчёт водостойкости. Он определил принадлежность ко второму гидролитическому классу и возможную область применения в автомобильной промышленности.

Ответы на вопросы постановления можно полностью дать исходя из четырёх анализов.

По результатам данной работы, возможно, составить упрощённую методику определения материала, его химического состава и возможную область применения. Второй этап «Микроскопия» не включён в методику, так как предполагает дорогостоящее оборудование и не является необходимым для ответов на вопросы постановления.

«Методика упрощенного анализа осколков стекла для криминалистического исследования непосредственно в неспециализированной лаборатории при районном центре исследований при ГИБДД»

- Титрование
- Расчёт водостойкости
- Капельный анализ

*1. Подготовка к исследованию: нумерация и измерение толщины осколков*

*2. Титрование*

2.1. измельчить осколки

2.2. просеять осколки через два сита

2.3. скатить измельченные осколки по влажной шероховатой доске

2.4. Установить пробу с водой и кипелками и пробу с крошкой осколков в обратный холодильник

2.5 варить две пробы в течение 1 часа

2.6 подготовить раствор соляной кислоты нужной концентрации и перелить в бюретку

2.7 добавить в две пробы индикатор метиловый красный

2.8 провести титрование и наблюдать изменение окраски раствора

2.9 определить материал осколков по цвету индикатора.

При титровании определяется материал, из которого изготовлено изделие.

*3. Расчёт водостойкости*

3.1 Исходя из полученных параметров при титровании рассчитать водостойкости по формуле

3.2 соотнести полученный результат с таблицей гидролитических классов

3.3 по гидролитическому классу определить область применения стекла

При расчёте водостойкости будет определен гидролитический класс, который позволит определить возможную область применения данного стекла.

*4. Капельный анализ*

4.1 измельчить осколок

4.2 капнуть азотной, соляной, плавиковой кислотами и ацетоном на измельченный осколок

4.3 наблюдать реакцию

4.4 определить химический состав стекла по прошедшей реакции

При капельном анализе возможно определение состава изделия: силикатного или органического стекла.

*5. Ответить на вопросы постановления*

При использовании этой методики были получены ответы на все вопросы постановления.

Данная методика может использоваться в районных центрах и лабораториях для досудебной экспертизы.

#### **Выводы из практической части:**

Проанализированы методы исследования стекла, получены ответы на вопросы постановления, составлена методика проведения досудебной экспертизы. Включены в методику следующие методы: трасология, титрование, расчёт водостойкости, капельный анализ.

#### **Заключение:**

1. Стекло – это хрупкий аморфный материал, широко применяемый в промышленности. Важными свойствами стекла являются высокая прозрачность, плотность, стойкость к химическим реагентам, тепло- и электропроводность. Были изучены химические и криминалистические техники исследования стекла.

2. Для создания упрощённой комбинированной методики криминалистического исследования стекла были продиагностированы и опробованы следующие методы: трасология, титрование, определение водостойкости и капельный анализ.

3. На основе анализа методов исследования стекла, была составлена комбинированная упрощённая методика, возможная для использования в неспециализированных лабораториях и районных центрах.

**Заключение:**

Создана и апробирована упрощённая методика диагностики стекла на примере существующих методик проведения судебно-криминалистической экспертизы.

## Литература

1. <https://studfile.net/preview/7007698/page:3/>
2. <https://moszerkala.ru/stati/steklo/vidy>
3. <https://gufo.me/dict/bse/Стекло>
4. [https://esychev.github.io/MaterialsScienceMCW/chapters/chapter\\_5/chapter5.html](https://esychev.github.io/MaterialsScienceMCW/chapters/chapter_5/chapter5.html)
5. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Стекло>
6. <https://zavodstekol.ru/news/klassifikaciya-stekla/>
7. <https://pandia.ru/text/82/355/35454-5.php>
8. <https://tehpribory.ru/glavnaia/materialy/steklo.html>
9. <https://bigenc.ru/c/steklo-3f164c>
10. <https://dzen.ru/a/XphWZJ7moAYx0z02>
11. <https://www.trakbus.ru/ruk/steklo.html#:~:text=Боковые%2С%20заднее%20и%20стекла%20пассажирских,и%20стекло%20маршрутоуказателя%20—%20«триплекс»>
12. <https://e-plastic.ru/specialistam/polimernie-materiali/orgsteklo/#:~:text=Оргстекло%20—%20это%20бытовое%20название,элементарным%20звеном%20которого%20служит%20метилметакрилат>
13. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Органическое\\_стекло#Состав](https://ru.wikipedia.org/wiki/Органическое_стекло#Состав)
14. <https://orgplex.com/что-такое-orgsteklo-vidyi-primenenie-svojstva>
15. <https://khimexpertiza.ru/stekla/>
16. <https://studfile.net/preview/5768846/page:17/>

17. [https://studopedia.ru/5\\_35397\\_polyarizatsionnaya-mikroskopiya.html](https://studopedia.ru/5_35397_polyarizatsionnaya-mikroskopiya.html)
18. <https://old.bigenc.ru/physics/text/2162560>
19. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Фотометрическое\\_титрование](https://ru.wikipedia.org/wiki/Фотометрическое_титрование)
20. <https://studfile.net/preview/17177684/>
21. <https://studfile.net/preview/9213432/page:4/>
22. <https://studfile.net/preview/2906801/page:50/>
23. <https://studfile.net/preview/16822511/page:51/>
24. <https://studfile.net/preview/429708/page:39/>
25. Комкова Е.А., Беляева Л.Д., Зайцев В.В. Экспертное исследование стекла и изделий из него: учебное пособие. Саратов: СЮИ МВД России, 2006.
26. Технология стекла. Справочные материалы. М: РХТУ им. Д.И. Менделеева, ОАО «НИИтехнического стекла, ЗАО НПО «Стройизмеритель», ООО НПП «АиСТ». 2012. – 647 с.
27. Виды брака в производстве стекла/Х.Бах, Ф.Г.К.Баукке, Р. Боюкнер и др.: под ред. Ибсена-Мерведея и Р.Брюкнера; Сокр. Пер. с нем. Л.Г. Байбурт и др.; под. Ред. Н.П. Рохлина. – М.: Стройиздат, 1986. – 648 с., ил.
28. ГОСТ 10134.1-82. Стекло неорганическое и стеклокристаллические материалы. Метод определения водостойкости при 98о С.
29. <https://www.scientificamerican.com/issue/supplements/1917/09-29/>