

***Рвачева Вероника Юрьевна***  
Научный сотрудник отдела научных исследований по специальным видам экспертиз и экспертно-криминалистического обеспечения противодействия наркопреступности ЭКЦ МВД России

Rvacheva Veronika Yur`evna  
Researcher subdivision on special expertise and forensic support of countering of drug-related crimes,  
Forensic Science Center, MIA of Russia,  
E-mail: eg7911@yandex.ru

***Дашко Леонид Васильевич***  
Заместитель начальника отдела научных исследований по специальным видам экспертиз и экспертно-криминалистического обеспечения противодействия наркопреступности ЭКЦ МВД России, кандидат химических наук

Dashko Leonid Vasil`evich  
Deputy head research subdivision on special expertise and forensic support of countering of drug-related crimes, Forensic Science Center, MIA of Russia, PhD (Chemistry),  
E-mail: ldashko@mvd.ru

***Синюк Вадим Дмитриевич***  
Эксперт отдела взрыво- и пожарно-технических экспертиз ЭКЦ МВД России,

Siniuk Vadim Dmitrievich  
Expert subdivision on expertise of explosion and fire Forensic Science Centre,  
MIA of Russia,  
E-mail: whitcher@bk.ru

**УСТАНОВЛЕНИЕ СТЕПЕНИ ТЕРМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ  
НА ИЗДЕЛИЯХ ИЗ ХОЛОДНОДЕФОРМИРОВАННОЙ СТАЛИ,  
ИЗЪЯТЫХ С МЕСТ ПОЖАРОВ**

**DETERMINATION OF THE DEGREE OF THERMAL IMPACT ON PRODUCTS  
FROM COLD-DEFORMED STEELS FOUND ON FIRES**

Аннотация: В статье рассмотрена возможность исследования изделий, выполненных из холоднодеформированной стали, с помощью

коэрцитивного метода в целях выявления степени термического воздействия. С применением данного метода проведены исследования элементов кузова автотранспортного средства, подвергшихся воздействию высоких температур. Показана зависимость значения коэрцитивной силы от температурного воздействия.

Abstract: The possibility of determining the degree of thermal effect applying the coercive method in the examination of the products made of cold-deformed steel is considered in the article. Car body parts being exposed to high temperatures had been studied (examined) with help of the mentioned method. The dependence of coercive force upon the thermal effect had been determined.

Ключевые слова: пожарно-техническая экспертиза, коэрцитивная сила, холоднодеформированные стальные изделия, автотранспортное средство, термического воздействие, очаг пожара.

Keywords: fire and technical expertise, coercive force, cold-formed steel products, car, thermal impact, fire.

Холоднодеформированные изделия (в частности, стальные) – это изделия, изготовленные путем пластической деформации металла при относительно низкой температуре (ниже температуры плавления и размягчения) методами холодной штамповки, высадки, волочения и т.д.

К данной номенклатуре относятся прежде всего наиболее распространенные типоразмеры крепежных изделий: гвозди, болты, гайки, шпильки, шурупы, винты, скобы, холодноотянутая стальная проволока; холоднодеформированными являются кузова автомобилей, штампованные корпуса холодильников, стиральных машин, другой бытовой техники и т.п.

Обработка изделий в процессе их изготовления методом холодной деформации приводит к изменению структуры металла, сплава (в данном случае – стали) и его физико-механических свойств. Металл уплотняется, приобретает так называемый «наклеп»<sup>1</sup>, но при этом находится в термодинамически неустойчивом состоянии. При нормальной температуре ему не удастся перейти в исходное состояние. Реализуется стремление к такому переходу при нагреве металла, в частности в ходе пожара.

При нагреве в холоднодеформированных стальных изделиях протекают так называемые дорекристаллизационные и рекристаллизационные процессы (возврат<sup>2</sup> – полигонизация<sup>3</sup> – рекристаллизация<sup>4</sup>), при этом последовательно меняются структура изделия, а также его структурочувствительные физико-

---

<sup>1</sup> Уплотнение металла при обработке давлением.

<sup>2</sup> Процесс повышения структурного совершенства наклепанного металла путем перераспределения и уменьшения концентрации точечных дефектов. Видимых изменений микроструктуры металла на стадии возврата не происходит, однако имеет место частичное восстановление свойств металла.

<sup>3</sup> Процесс деформирования и укрупнения субзерен – самый низкотемпературный из процессов, заметно изменяющих под влиянием нагрева структуру деформированного металла.

<sup>4</sup> Процесс полной или частичной замены одних зерен другими зёрнами той же фазы.

механические характеристики. Возникает равновесная структура, и металл будто возвращается в прежнее (присущее ему до обработки холодной деформацией) состояние. Это обстоятельство позволяет использовать холоднодеформированные изделия как объект исследования для выявления зон термических поражений и установления очага пожара.

Ценной для эксперта особенностью рекристаллизационных процессов является то обстоятельство, что, в отличие от свойственных металлу фазовых переходов, они протекают не при фиксированной температуре, а в довольно широком интервале температур. Чем выше температура и больше продолжительность нагрева, тем полнее протекает процесс рекристаллизации.

Оценив степень рекристаллизации однотипных холоднодеформированных изделий, расположенных в различных зонах пожара, можно выявить зоны различного по интенсивности термического воздействия на конструкции, а соответственно, и определить очаг пожара.

На сегодняшний день серьезной проблемой остаются пожары автотранспортных средств<sup>1</sup>: их доля от общего числа пожаров в Москве в 2016 году составила 16 %, а материального – 7,8 %.

Определение причин возгорания АТС представляет большие трудности ввиду компактности узлов и агрегатов, быстротечности процесса, также уничтожения либо сильного видоизменения следовой картины на объектах-носителях вследствие последующего теплового и пламенного воздействия.

АТС является плотным по компоновке и сложным по конструкции энергонасыщенным объектом, в котором, помимо наличия множества потенциальных источников зажигания, в большом объеме присутствуют горючие и легковоспламеняющиеся материалы. В связи с этим после пожара на сравнительно небольшой площади может быть сосредоточено множество очаговых признаков, как первичных (по времени возникновения), так и вторичных (по сосредоточению горючей загрузки).

Определение места первоначального возникновения горения (очага пожара) – одна из основных задач при расследовании пожаров АТС, так как без этого установить экспертным путем причину пожара невозможно [1].

Нередко на основании визуального осмотра установление первоначального места возгорания затруднительно, а иногда и просто невозможно (очаговые признаки уничтожены огнем, вещественная обстановка на месте пожара сильно видоизменилась в результате уже проведенных следственных действий и т.д.). В таких ситуациях применение инструментальных методов выходит на первый план при поиске очага пожара [2].

При исследовании автотранспорта следует ориентироваться в первую очередь на те методы, которые позволяют проводить изучение объектов непосредственно на месте происшествия. Вызвано это тем, что изъятие крупногабаритных металлических элементов (кузовных деталей, панелей крыши и дверей) для лабораторных исследований весьма проблематично,

---

<sup>1</sup> Далее – АТС.

однако именно по ним можно проследить, как развивался пожар, в каких областях были достигнуты максимальные значения температуры, как эти области коррелируют с распределением пожарной нагрузки [3].

Основным объектом исследования и источником информации при решении первоочередной задачи по установлению очаговых признаков будет служить металлический кузов, так как вся горючая нагрузка находится внутри АТС [3].

Стальные габаритные элементы АТС в основном изготавливают «холодным способом» методом штамповки. Зерна металла в таких изделиях деформируются, вытягиваясь в направлении деформации. Нагрев металла до температуры рекристаллизации сопровождается резким изменением его микроструктуры и свойств. Нагрев приводит к резкому снижению прочности металла при одновременном возрастании его пластичности. Также снижается электросопротивление и повышается теплопроводность. Рекристаллизация состоит из двух стадий:

1) первичная рекристаллизация – образование центров кристаллизации и рост новых равновесных зерен с неискаженной кристаллической решеткой. Новые зерна возникают у границ старых зерен и блоков, где решетка была наиболее искажена. Количество новых зерен постепенно увеличивается и в структуре не остается старых деформированных зерен;

2) собирательная рекристаллизация – рост образовавшихся новых зерен. Для холоднодеформированных изделий такие процессы наблюдаются при температуре 600–1000 °С.

Наиболее удобным неразрушающим методом определения относительной степени рекристаллизации холоднодеформированных изделий при проведении пожарно-технических исследований следует считать магнитный метод, основанный на измерении коэрцитивной силы (или тока размагничивания предварительно намагниченного изделия).

Методы неразрушающего контроля, основанные на измерении коэрцитивной силы, широко применяются. Их отличает высокая точность и достаточная простота, возможность проведения измерений на локальных участках контролируемых изделий, чувствительность к фазовым превращениям, слабая зависимость от геометрических размеров объекта контроля [4].

Коэрцитивная сила – величина напряженности магнитного поля, необходимая для полного размагничивания предварительно намагниченного стального изделия, является одной из наиболее структурочувствительных характеристик материала. Величина коэрцитивной силы (или пропорционального ей тока размагничивания) при рекристаллизации холоднодеформированных стальных изделий последовательно уменьшается, причем в достаточно широких температурных пределах – от 200 до 600–700 °С. Это обстоятельство дает возможность, исследуя рассредоточенные по месту пожара холоднодеформированные изделия, устанавливать зоны термических поражений.

Для оценки эффективности применения данного метода при выявлении очаговых признаков при исследовании пожара на АТС был проведен ряд

экспериментов.

В качестве объекта исследований выбрана дверь автомобиля, которая была разделена на образцы размером 10×10 см.

Их помещали в муфельную печь и выдерживали в течение 15 мин при температуре 200–1000 °С с шагом 100 °С, стабильность температуры в установившемся тепловом режиме составляла не более ±4 °С. Затем образцы вынимали из муфельной печи и охлаждали при комнатной температуре.

Дальнейшее исследование образцов проводили с помощью электронного коэрцитиметра «Каскад-01». Для измерения поверхность образцов зачищалась от окалины, на каждом проводилось по пять замеров. Результаты измерений коэрцитивной силы  $H_c$  на поверхности образцов приведены в табл. 1. Графически полученные результаты приведены на рис. 1.

Таблица 1

Значение коэрцитивной силы от температуры

Температура, °С	Среднее значение коэрцитивной силы по пяти измерениям, А/м
20	325
200	354
300	319
400	290
500	277
600	211
700	238
800	291
900	270
1000	254

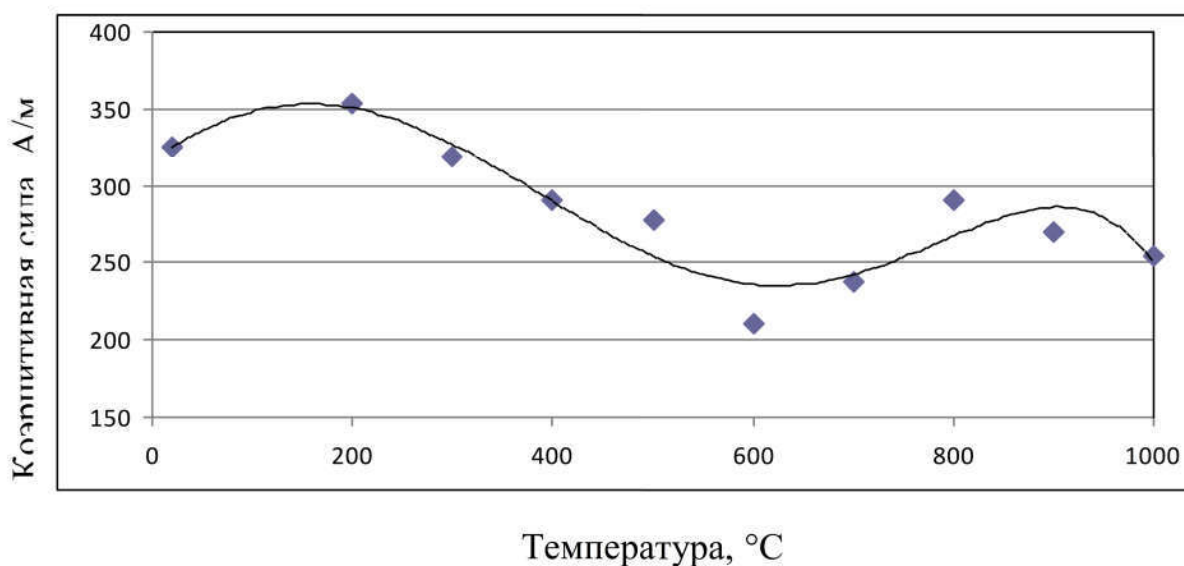


Рис. 1. Зависимость коэрцитивной силы при температуре 20–1000 °С

Проведенные исследования говорят о неоднозначности результатов измерения коэрцитивной силы при зондировании кузова АТС для выявления очаговых признаков пожара.

Ввиду отсутствия визуальных признаков изменения лакокрасочного покрытия при температуре около 200 °С нет необходимости применения инструментальных методов исследования. С учетом этого, а также температурного диапазона использования метода магнитных исследований (200–700 °С) была проведена обработка полученных данных, результаты приведены на рис. 2.

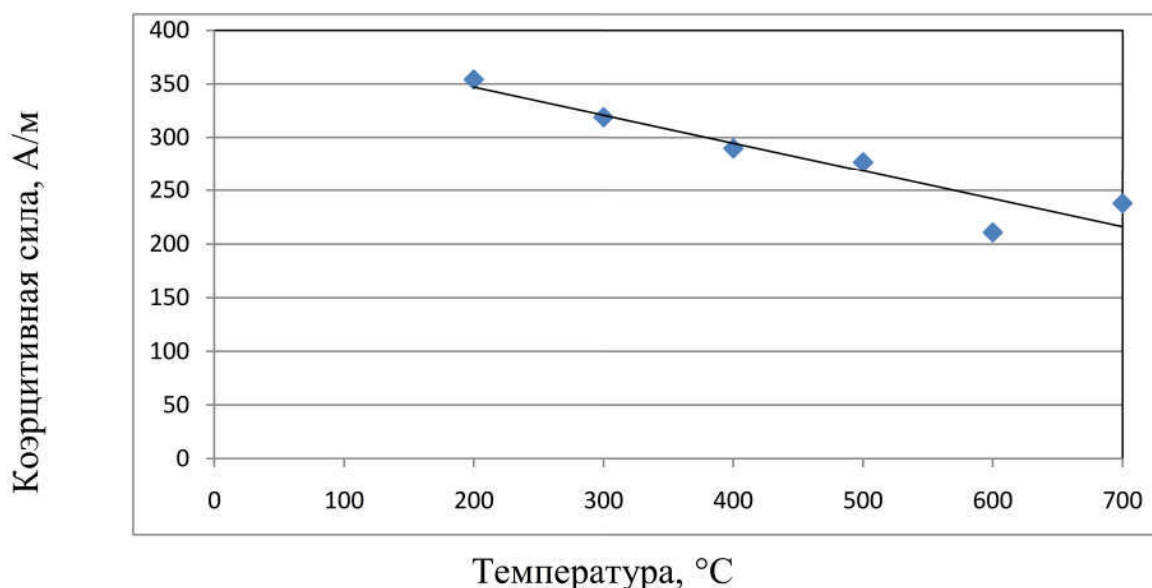


Рис. 2. Зависимость коэрцитивной силы при температуре 200–700 °С

Полученные результаты свидетельствуют о линейной зависимости коэрцитивной силы в диапазоне температуры 200–700 °С и подтверждают возможность определения распределения температурных полей на поверхности конструктивных элементов кузова АТС для определения очаговых признаков.

#### Список литературы

1. Типовые экспертные методики исследования вещественных доказательств. – Ч. II / Под ред. канд. техн. наук Ю.М. Дильдина. Общая редакция канд. техн. наук В.В. Мартынова. – М.: ЭКЦ МВД России, 2010. – 800 с.
2. Чешко И.Д. Экспертиза пожаров (объекты, методы, методики исследования). – СПб.: СПБИПБ МВД России, 1997. – 562 с.
3. Дашко Л.В., Синюк В.Д., Кабанов В.Н. Обнаружение признаков поджога автотранспортных средств при производстве пожарно-технических экспертиз // Профессионал. – М., 2017, С. 24–27. – № 4 (138).
4. Дашко Л.В., Синюк В.Д., Ключников В.Ю. Техничко-криминалистическое обеспечение расследования пожаров в экспертно-криминалистических подразделениях системы МВД России // Судебная экспертиза Беларуси. – Минск, 2017. – С. 63–69. – № 1 (4).