

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИК-СПЕКТРОСКОПИИ  
ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ СТЕПЕНИ ТЕРМИЧЕСКОГО  
РАЗРУШЕНИЯ АКРИЛОВЫХ ГРУНТОВЫХ ПОКРЫТИЙ  
КУЗОВОВ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ  
ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПОЖАРНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ**

**М.Б. Руденко,**

доцент кафедры пожарно-технической  
экспертизы ФГКОУ ВПО ВСИ МВД  
России

**П.П. Польша,**

эксперт второго отделения  
межрайонного отдела № 1 ЭКЦ УМВД  
России по Забайкальскому краю

*В статье оценивается возможность использования инфракрасной (ИК-) спектроскопии для установления очага возгорания автотранспортных средств по степени термического разрушения грунтовых покрытий кузовов автотранспортных средств. Вывод делается на основании исследования акриловых грунтовых покрытий различных производителей.*

*The aim of the article is to estimate the possibility of the usage of IR-Spectroscopy in order to locate vehicle's inflaming, the analysis being based on the examination of the thermal destruction of an acrylic ground covering of vehicle's bodies. The conclusion is being made on studying various producers' acrylic ground coverings<sup>1</sup>.*

---

<sup>1</sup> Rudenko M., Polyga P. The usage of ir-spectroscopy results in analysing the extent of the thermal destruction of an acrylic ground covering of vehicles' bodies while implementing fire-technical examination

В практике работы экспертно-криминалистических подразделений МВД России используются разные методы и технические средства по установлению причин и очага возгорания автотранспортных средств [1-6]. Наше внимание обращено к методу, которому на наш взгляд уделяется не достаточно внимания в рамках производства пожарно-технической экспертизы. При использовании данного метода основную информацию о параметрах развития пожара несут вещественные доказательства, представляющие собой металлические кузовные детали автомобиля со следами термического воздействия. При использовании метода исследованиям подвергаются лакокрасочные покрытия автомобиля, в частности, грунтовые покрытия кузовов [7]. Результаты исследований с использованием ИК-спектроскопии показывают, что существует возможность установления степени термического воздействия на элементы кузова и, как следствие, установления очага возгорания.

Современные автоконцерны в нашей стране и за рубежом используют широкое разнообразие грунтовых покрытий для покрытия кузовных деталей автомобиля. Наиболее широкое применение в этой области нашли акриловые грунты, одной из особенностей которых является глубокое проникновение в основу [11], также способствующее сохранению материала на поверхности кузова после пожара.

Степень термического поражения лакокрасочных покрытий кузовов автотранспортных средств оценивалась с использованием метода инфракрасной (ИК-) спектроскопии. Грунт, как и любой лакокрасочный материал, представляет собой состав, состоящий из множества компонентов. В результате использования ИК-спектроскопии выявляется содержание функциональных групп химических соединений компонентов грунта.

В качестве образцов для исследований были отобраны грунтовые покрытия различных производителей: акриловый грунт «Chamaleon» производство Германия, акриловый грунт «Primer» производство Голландия и акриловый грунт «Грунт» производство Россия.

На исследования направлялись соскобы высушенных и измельченных образцов, снятые в спектре КВг таблетки [8].

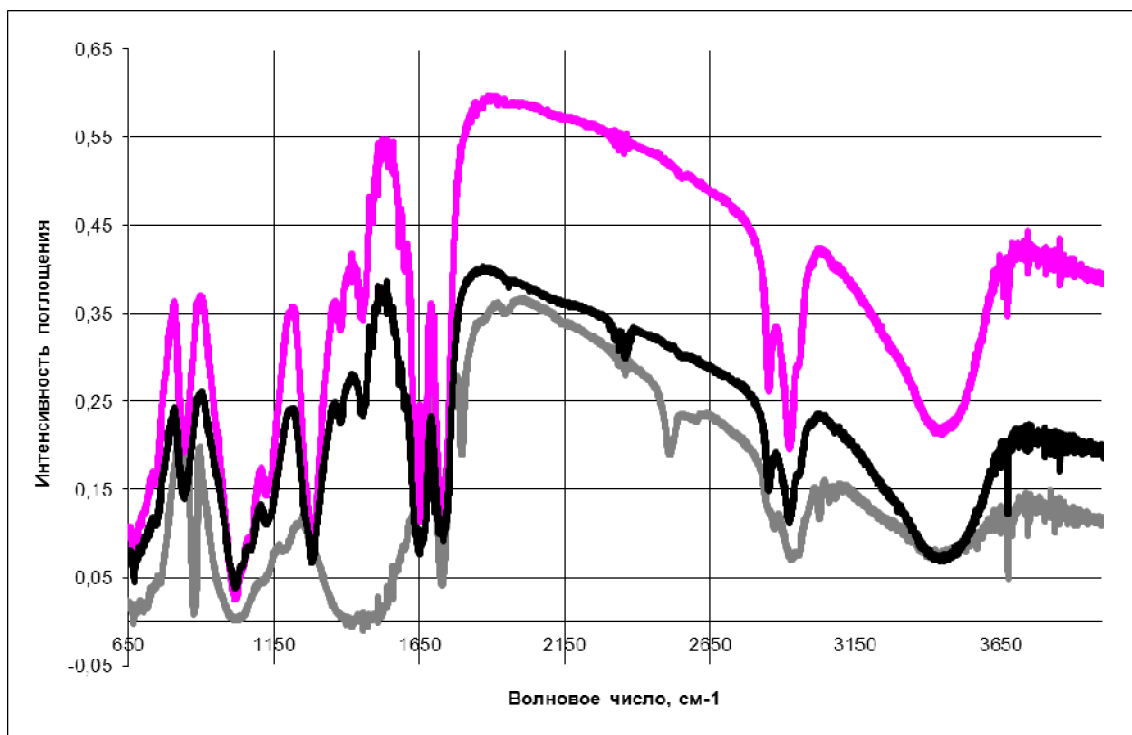


Рис.1. ИК-спектр нативных образцов акриловых грунтов (сверху вниз: грунт «Primer», Нидерланды; грунт «Chamaleon», Германия; грунт «Грунт», Россия)

Результаты ИК-спектроскопии нативных образцов сведены в таблицу №1, в которой представлены функциональные группы химических соединений и их местоположение в спектральной картине [9,10,12].

Таблица №1

Функциональные группы химических соединений акриловых грунтовых покрытий по результатам ИК-исследований

№ п/п	Функциональные группы химических соединений	Волновое число, см <sup>-1</sup>		
		грунт Chamaleon, Германия	грунт Primer, Голландия	Грунт «Грунт», Россия
1	2	3	4	5
1.	Валентные колебания О-Н групп	3600-3050	3650-3050	3600-3100
2.	Валентные колебания С-Н ароматических углеводов	-	-	3050-3100
3.	$\begin{array}{c}   \\ =\text{C}-\text{H} \end{array}$ валентные колебания олефинов, ароматических углеводов (фталатов) (частота 3040-2980 см <sup>-1</sup> )	-	-	3120-2990 незначит.

4.	Валентные антисимметричные C–H колебания метильных групп, валентные антисимметричных C–H колебания метиленовых групп.	3020-2840	3020-2880 значит.	2990-2830 средние
5.	Валентные $\begin{array}{c}   \\ -\text{C}=\text{O} \end{array}$ колебания сложноэфирных групп.	-	2880-2800 средние	2805-2895
6.	Валентные колебания Si-H	-	-	2550-2450 средние
7.	Валентные $\begin{array}{c}   \\ -\text{C}=\text{O} \end{array}$ колебания сложноэфирных групп.	-	-	1850-1780 средние
8.	Валентные $\begin{array}{c}   \\ -\text{C}=\text{O} \end{array}$ колебания сложноэфирных групп.	1800-1700 значит-е	1800-1690 значит.	1780-1680 значит
9.	валентные C=C колебания олефинов, деформационные O–H колебания воды	1700-1620 значит-е	1690-1610 значит.	1680- значит.
10.	C...C колебания ароматического кольца	1620-1490 незначит.	1610-1480 незначит.	+
11.	деформационные антисимметричные колебания метильных групп, деформационные симметричные (ножничные) колебания метиленовых групп. Полоса поглощения валентных C...C колебаний ароматического кольца	1490-1440 средние	1480-1420 средние	+
12.	деформационные симметричные колебания метильных групп. Полосы поглощения метильных групп $-\text{CH}_3$ , $\begin{array}{c}   \\ -\text{C}(\text{CH}_3)_2 \end{array}$ , $-\text{C}(\text{CH}_3)_3$	1420-1360 незначит.	1410-1360 незначит.	+
13.	валентные антисимметричных колебаний сложноэфирных групп $\begin{array}{c}   \\ -\text{C}-\text{O}-\text{C}=\text{O} \\   \end{array}$	1380-1230 значит.	1350-1220 значит.	-1230 значит.
14.	Валентные колебания C-O (одинарные $sp^2$ , $sp^3$ связи C-O)	-	-	1250-1170 незначит.
15.	валентные симметричные колебания сложноэфирных групп $\begin{array}{c}   \\ -\text{C}-\text{O}-\text{C}=\text{O} \\   \end{array}$	1220-1120 средние	1220-1100 средние	1170-1090 незначит.

16.	Валентные колебания углеродного скелета в виде плеч на крыльях полосы C–O–C колебаний. валентные C–O колебания спиртовых $\begin{array}{c}   \\ -\text{C}-\text{OH} \\   \end{array}$ групп.	1120-980 значит.	1100-1050 незначит.  1050-890 значит-е	1090-890 значит.
17.	Деформационные колебания C-C	-	-	1250-890
18.	внеплоскостные деформационные колебания триазинового кольца.	900-810 средние	890-790 значит.	890-830 значит.
19.	внеплоскостные деформационные колебания пяти атомов водорода ароматического кольца.	690-730	690-730	690-730

Полученные результаты показывают, что грунтовые покрытия имеют одинаковую природу, подтверждая это набором схожих в большинстве своем функциональных групп химических соединений. Функциональные группы обладают химическими связями, отличающимися друг от друга типом и кратностью, а, следовательно, и химической прочностью. Степень термического воздействия на грунт можно оценивать по степени разрушения связей функциональных групп химических соединений. С этой целью исследуемые образцы выдерживали при температурах 250°C, 400°C, 450°C, 500°C и 600°C в течение 5 мин. Было выяснено, что одноименные функциональные группы химических соединений грунтовых покрытий различных производителей одинаково устойчивы к одной и той же величине теплового воздействия. В качестве примера рассмотрим термическое разрушение грунта «Primer» производства Голландии (рис. 2).

Тепловое воздействие в 250°C на грунтовое покрытие «Primer» характеризует незначительное изменение интенсивности полос поглощения в спектральной картине. Однако импульс теплового воздействия в 600°C указывает на нулевую регистрацию основных сигналов функциональных групп.

Выдержка образцов на промежуточных температурах позволяет оценить динамику изменения сигналов функциональных групп.

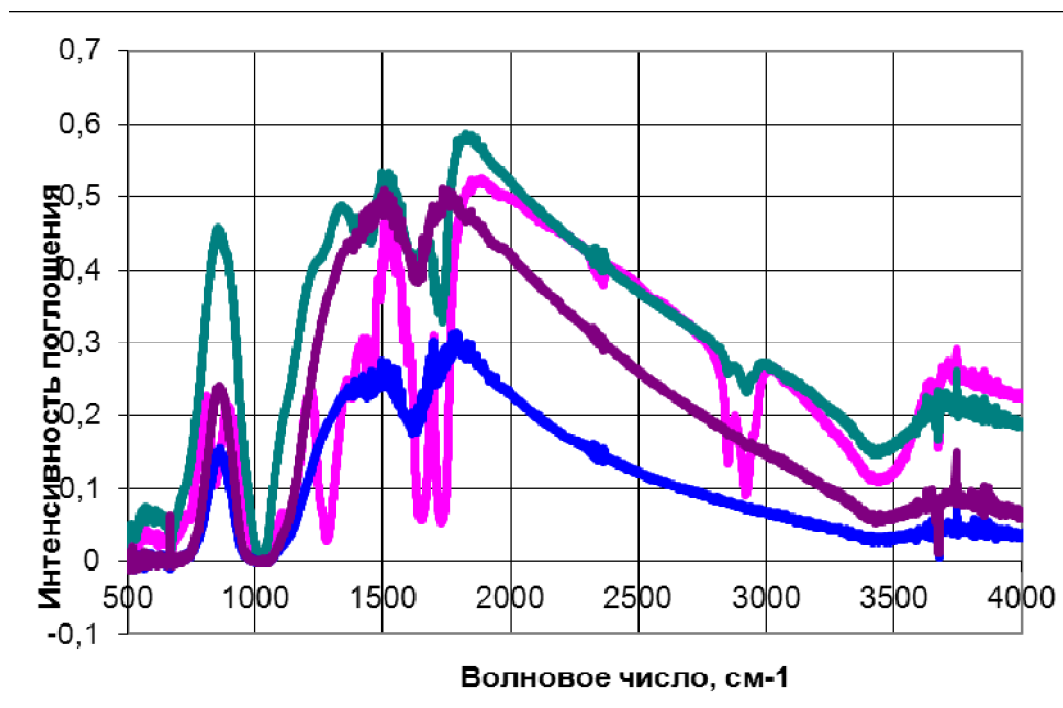


Рис. 2. Результаты теплового воздействия на акриловое грунтовое покрытие «Primer», Нидерланды (на позиции 2000,  $\text{см}^{-1}$  диаграммы сверху вниз: 400°C, 250°C, 500°C, 600°C)

Разрушение химических связей триазинового кольца ( $890\text{-}790, \text{см}^{-1}$ ), валентных  $\text{C}=\text{C}$  связей олефинов,  $\text{O}-\text{H}$  связей воды ( $1690\text{-}1610, \text{см}^{-1}$ ), валентных  $\text{C}=\text{O}$  связей сложноэфирных групп ( $1800\text{-}1690, \text{см}^{-1}$ ) и  $\text{C}-\text{O}-\text{C}=\text{O}$  групп ( $1350\text{-}1220, \text{см}^{-1}$ ) регистрируют пребывание образца при температуре 400°C. Пребывание образца в указанных условиях также способствует исчезновению полос поглощения метильных групп  $-\text{CH}_3$ ,  $-\text{C}(\text{CH}_3)_2$ ,  $-\text{C}(\text{CH}_3)_3$  ( $1410\text{-}1360, \text{см}^{-1}$ ), в значительной степени разрушению  $\text{C}=\text{O}$  колебаний сложноэфирных групп ( $2880\text{-}2800, \text{см}^{-1}$ ). Соотношение площадей сигналов ( $1690\text{-}1610, \text{см}^{-1}$ ,  $1800\text{-}1690, \text{см}^{-1}$ ) друг с другом указывает на большую стойкость к температурному воздействию валентных  $\text{C}=\text{O}$  связей сложноэфирных групп ( $1800\text{-}1690, \text{см}^{-1}$ ), что не наблюдалось при температуре в 250°C.

Выдержка образца в условиях среды 500°C ведет к размытию границ сигналов (1690-1610, см<sup>-1</sup>, 1800-1690, см<sup>-1</sup>) с образованием единого пика, который прекращает свое существование при температуре 600°C.

Исходя из того, что результаты ИК-исследований образцов акриловых грунтовых покрытий других производителей показывают идентичное изменение интенсивности сигналов функциональных групп при равном термическом воздействии, можно заключить, что по спектральной картине акриловых грунтов можно устанавливать степень термического воздействия, что может использоваться при производстве пожарно-технической экспертизы автотранспортных средств с целью установления очага возгорания. Изменение интенсивности сигналов проб будет способствовать определению степени теплового воздействия на места отбора вещественных доказательств, что в конечном итоге позволит выявить области наибольшего теплового воздействия. Данные ИК-спектроскопии могут также использоваться при идентификации акриловых грунтовых покрытий различных производителей или являться уточняющими наряду с результатами использования других методов.

#### ПРИМЕЧАНИЯ

1. Булочников, Н.М. Пожар в автомобиле. Как установить причину? / Н.М. Булочников, С.И. Зернов, А.А. Ставновенко, Ю.П. Черничук: практическое пособие. - М.: ФЛОГИСТОН, 2006. С. 86.
2. Чешко, И.Д. Экспертиза пожаров (объекты, методы, методики исследования) / И.Д. Чешко. - СПб.: СПБИПБ МВД РФ, 1997.
3. Демидов, П.Г. Горение и свойства горючих веществ / П.Г. Демидов, Шандыба В.А., Щеглов П.П. - 2-е изд., перераб. - М.: Химия, 1981.
4. Исхаков, Х.И. Пожарная безопасность автомобиля / Х.И. Исхаков, А.В. Пахомов, Я.Н. Каминский. - М.: Транспорт, 1987. - 87с.
5. Расследование пожаров. Пособие для работников ГосПожНадзора. - М., 1993. Часть 2.
6. Расследование пожаров. Пособие для работников ГосПожНадзора. - М., 1993. Часть 2.
7. ГОСТ 12.1.044-89. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.
8. ГОСТ 4160-74. Реактивы. Калий бромистый. Технические условия.
9. Атлас спектров для криминалистических подразделений МВД СССР под ред. Коптюга, В.А. - Новосибирск, 1987.
10. Купцов, А. Х., Жижин, Г. Н. Фурье-спектры комбинационного рассеяния и инфракрасного поглощения полимеров. Справочник. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2001. - 656 с.