

УДК 614.841.2

kornilov\_alexei@mail.ru

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ГЕНЕРАТОРОВ ОГНЕТУШАЩЕГО АЭРОЗОЛЯ ПРИ ТУШЕНИИ МОТОРНОГО ОТСЕКА ЛЕГКОВОГО АВТОМОБИЛЯ****THE RESULTS OF THE TESTS OF FIRE-EXTINGUISHING AEROSOL GENERATORS WITH EXTINGUISHING THE ENGINE COMPARTMENT OF THE CAR**

*Корнилов А.А., кандидат технических наук,  
Бородин А.А., Булатова В.В.,  
Крудышев В.В., кандидат сельскохозяйственных наук,  
Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург*

*Kornilov A.A., Borodin A.A., Bulatova V.V., Krudishev V.V.,  
The Ural Institute of State Firefighting Service  
of Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Yekaterinburg*

В статье приводятся основные результаты натурных испытаний генераторов огнетушащего аэрозоля при тушении пожара в моторном отсеке легкового автомобиля.

*Ключевые слова:* пожары транспортных средств, автоматическое пожаротушение моторного отсека автомобиля.

*Abstract:* the main results of field tests of fire-extinguishing aerosol generators with extinguishing a fire in the engine compartment of the car.

*Keywords:* fires of vehicles, automatic fire extinguishing of the engine compartment.

В условиях необходимости обеспечения эффективного функционирования предприятий все чаще возникает вопрос о необходимости и экономической целесообразности противопожарной защиты автомобильного транспорта. Регулярно возникающие пожары на транспорте [1] свидетельствуют о том, что имеющиеся у водителя средства первичного пожаротушения чаще всего недостаточны для того, чтобы быстро потушить возникший и стремительно развивающийся пожар. Проблема защиты автомобильного транспорта от пожаров на сегодняшний день весьма активно решается разработчиками автоматических установок пожаротушения. На отечественном рынке представлена продукция нескольких производителей, предлагающих обеспечить защиту моторного отсека и кузова транспортного средства в случае возгорания. Однако, как и в отношении любого средства противопожарной защиты, целесо-

образно проведение комплексных натуральных испытаний, позволяющих оценить эффективность их применения, а также выявить особенности распространения опасных факторов пожара в условиях, характерных для защищаемого объекта. В связи с этим была проведена серия испытаний одного из видов установок пожаротушения для защиты моторного отсека автомобиля – генераторов огнетушащего аэрозоля (далее – ГОА), являющаяся продолжением комплекса работ по оценке эффективности применения различных технических средств тушения пожара [2–4].

Для проведения испытаний были выбраны три типа ГОА «Допинг-1.Р100», «Допинг-2.160» и «Допинг-2.160п» производства ЭПОТОС, предназначенные для размещения в подкапотном пространстве автомобиля.

В рамках экспериментальной части ставились следующие основные задачи:

- оценка эффективности тушения пожара в моторном отсеке легкового автомобиля в режиме принудительного запуска ГОА (основной режим функционирования) при различном взаимном расположении тестовых очагов и ГОА;

- оценка эффективности тушения пожара в моторном отсеке в режиме автоматического пуска ГОА (дополнительный режим функционирования);

- оценка динамики опасных факторов пожара в процессе развития и тушения пожара в моторном отсеке автомобиля.

Испытания проводились на легковом автомобиле «Москвич-412» (с продольным расположением двигателя), в моторном отсеке которого располагались тестовые очаги, генераторы огнетушащего аэрозоля и контрольно-измерительные приборы. Резиновые патрубки защищались от воздействия пламени экранирующими и теплоизоляционными материалами, что обеспечило возможность сохранения работоспособности двигателя, даже после серии огневых испытаний.

Принципиальная схема подключения контрольно-измерительных приборов представлена на рис. 1.

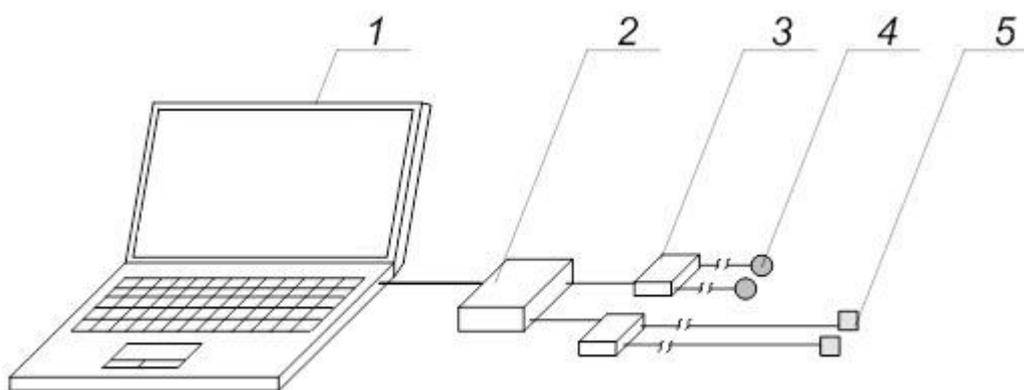


Рисунок 1. Принципиальная схема подключения измерительного оборудования

(1 – персональный компьютер; 2 – аналого-цифровой преобразователь; 3 – усилитель сигнала; 4 – термопара; 5 – электрохимические датчики концентрации кислорода «ОКСИК-3»)

В качестве тестовых очагов использовались емкости, выполненные из стали, высотой 0,05 м и диаметрами 0,08, 0,1 и 0,12 м.

Испытания проводились в следующем порядке:

- в подкапотном пространстве автомобиля крепился ГОА;

- тестовые очаги приблизительно до половины уровня наполнялись водой, после чего наливалось топливо (бензин АИ-92) до уровня не выше 1 см от верхнего края;

- перед установкой производилось взвешивание каждого тестового очага;

- тестовые очаги по различным схемам размещались в подкапотном пространстве автомобиля и поджигались с помощью факела;

- капот автомобиля закрывался и фиксировался с помощью штатного механизма (дополнительных средств герметизации подкапотного пространства не применялось);

- процесс изменения состояния парогазовой среды в подкапотном про-

странстве контролировался с помощью установленных измерительных приборов;

- по достижению температуры 160 – 180 °С производился запуск ГОА с помощью специальной кнопки пуска, вынесенной за пределы автомобиля;

- после тушения производилось повторное взвешивание каждого тестового очага;

- с помощью персонального компьютера фиксировались показания приборов в ходе каждого эксперимента.

После окончания эксперимента моторный отсек проветривался до достижения начальных условий для проведения следующего испытания.

Перечень испытаний и основных условий их проведения представлены в табл. 1.

Таблица 1  
Перечень испытаний

№ п/п	Виды ГОА и их расположение относительно двигателя	Количество тестовых очагов и их расположение относительно двигателя
1	2 ГОА «Допинг-1.Р100» слева и справа от двигателя	емкость диаметром 120 мм слева от двигателя, емкости диаметром 50 мм и 80 мм справа от двигателя
2	1 ГОА «Допинг-2.160» слева от двигателя	емкость диаметром 120 мм слева от двигателя
3	1 ГОА «Допинг-2.160» слева от двигателя	емкость диаметром 120 мм справа от двигателя
4	1 ГОА «Допинг-2.160п» слева от двигателя	емкость диаметром 120 мм слева от двигателя

#### Эксперимент № 1

Целью данного эксперимента являлось создание условий, при которых

ГОА и тестовые очаги располагались с двух сторон от двигателя.

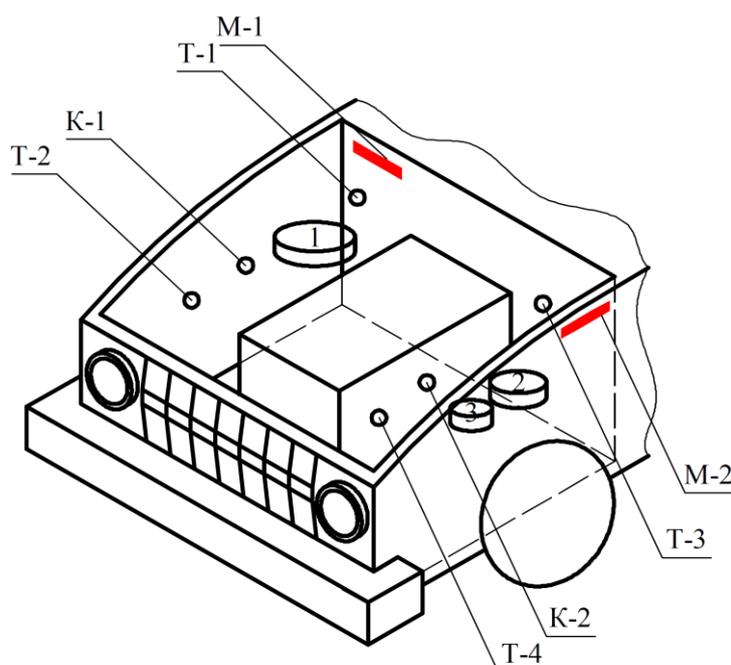


Рисунок 2. Схема размещения тестовых очагов и оборудования для проведения эксперимента № 1

(Т-1 – Т-4 – термопары; К-1, К-2 – датчики кислорода; М-1, М-2 – ГОА; 1, 2, 3 – тестовые очаги диаметром 0,12 м, 0,1 м и 0,08 м соответственно)

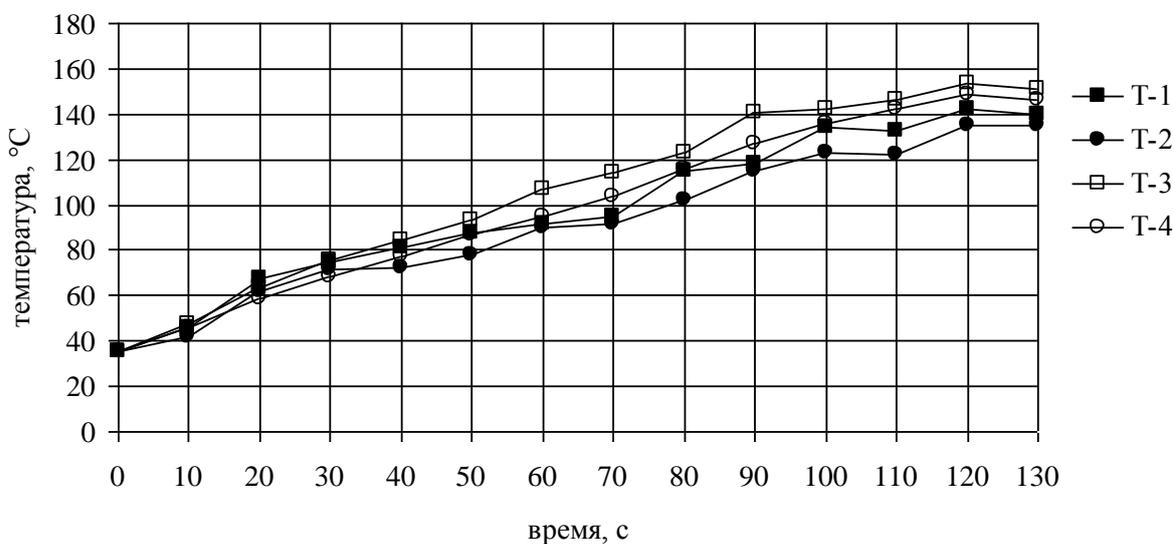


Рисунок 3. Динамика температуры в ходе эксперимента № 1

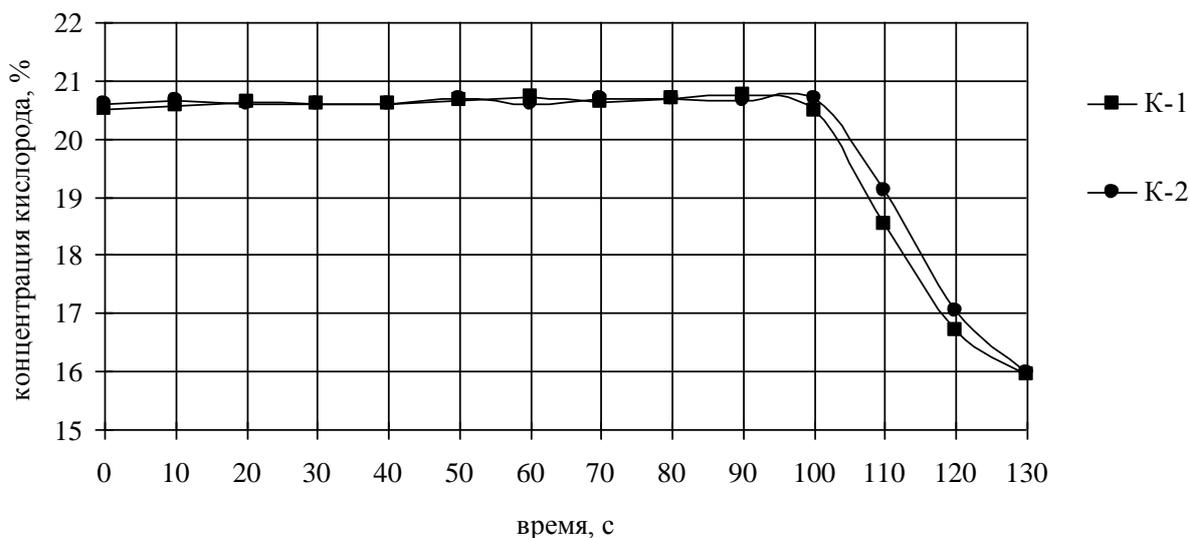


Рисунок 4. Динамика концентраций кислорода в ходе эксперимента № 1

Основные результаты эксперимента № 1:

- ГОА, расположенные с двух сторон от двигателя, успешно справились с тушением тестовых очагов;
- более интенсивный нагрев наблюдался в той части моторного отсе-

ка, где было установлено два тестовых очага, однако разница температур оказалась в пределах 15 °C;

- концентрация кислорода слева и справа от двигателя в момент пуска аэрозоля снизилась до уровня 15,8 %.



Рисунок 5. Фото подкапотного пространства после проведения эксперимента № 1

#### Эксперимент № 2

Целью данного эксперимента являлось создание условий для неравномерного распределения температуры и

концентрации кислорода с наиболее удаленной от очага стороны моторного отсека.

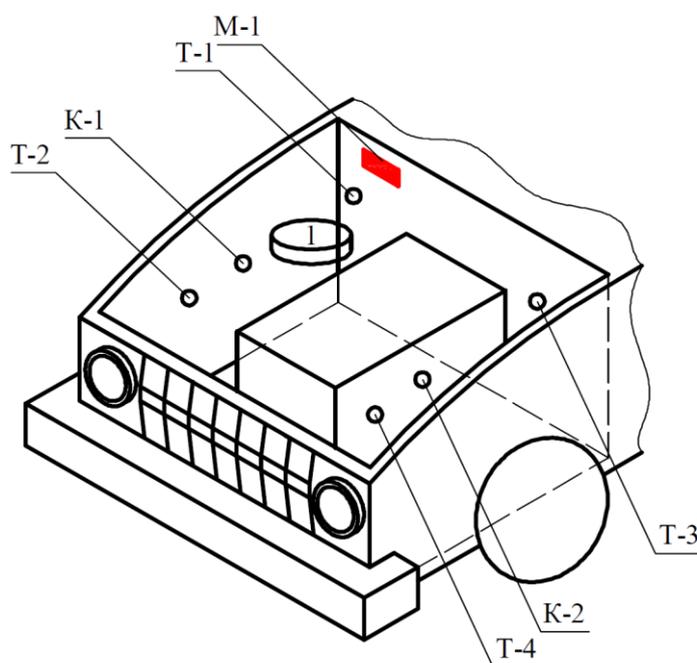


Рисунок 6. Схема размещения тестовых очагов и оборудования для проведения эксперимента № 2

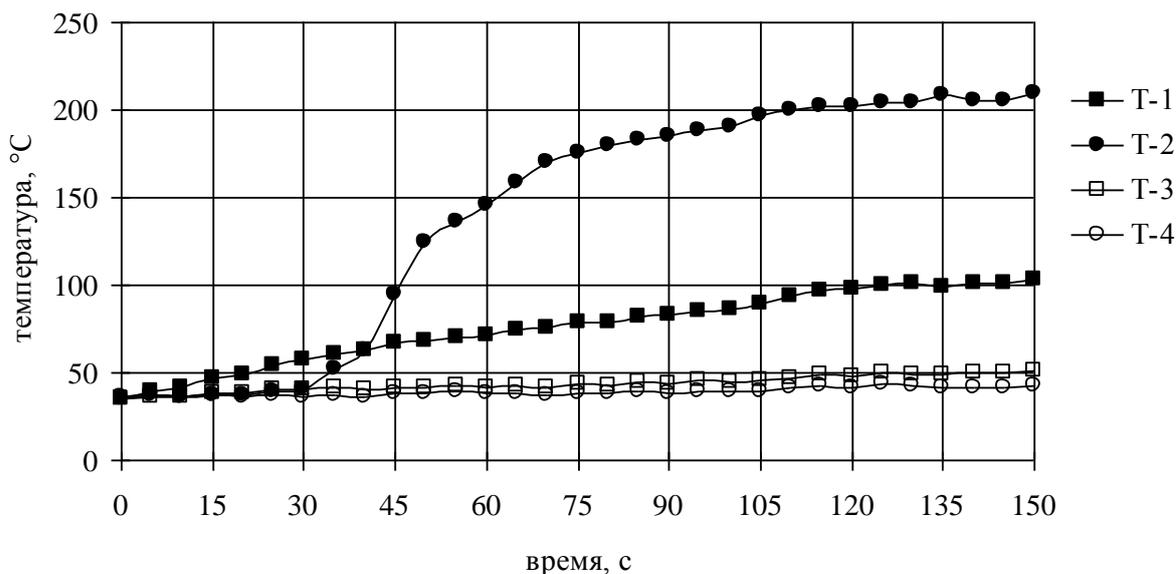


Рисунок 7. Динамика температуры в ходе эксперимента № 2

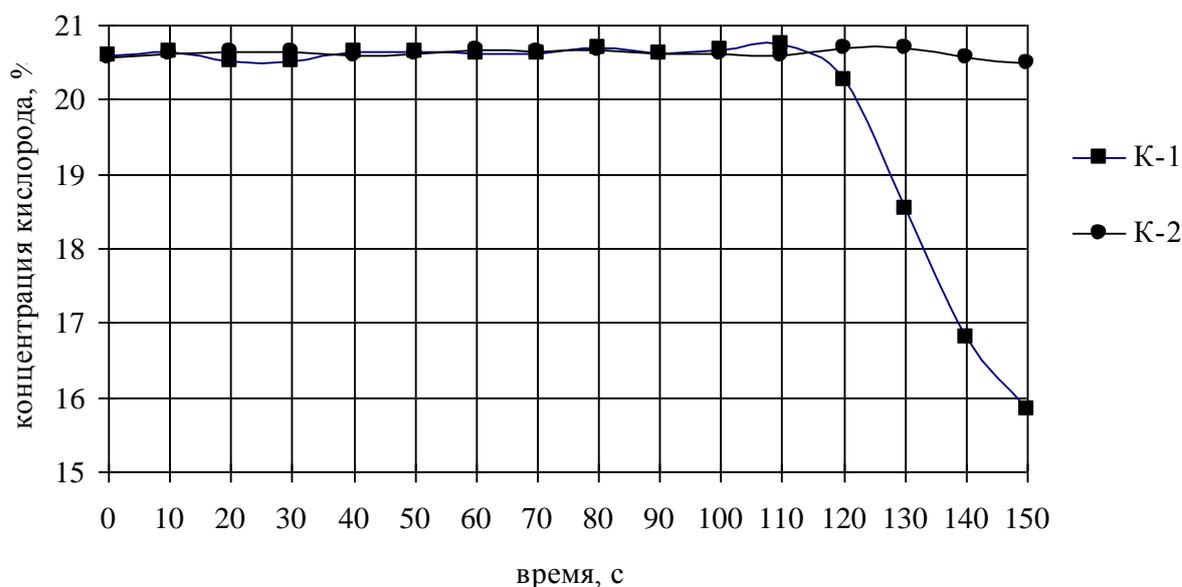


Рисунок 8. Динамика концентрации кислорода в ходе эксперимента № 2

Основные результаты эксперимента № 2:

– ГОА успешно справился с тушением тестового очага;

– более интенсивный нагрев наблюдался в той части моторного отсека, где был установлен тестовый очаг, при этом максимальная разница температур составила более 160 °C, что довольно существенно и свидетельствует о том, что при размещении ГОА с одной стороны от

двигателя его запуск в режиме саморазбавления может произойти с существенной задержкой, когда транспортному средству уже будет причинен значительный ущерб;

– концентрация кислорода в момент пуска аэрозоля снизилась до уровня 15,7 %, но только со стороны размещения ГОА.

#### Эксперимент № 3

Целью данного эксперимента являлось создание условий для неравно-

мерного распределения температуры и концентрации кислорода с наиболее удаленной от очага стороны моторного отсе-

ка, а также создания наилучших для тушения условий.

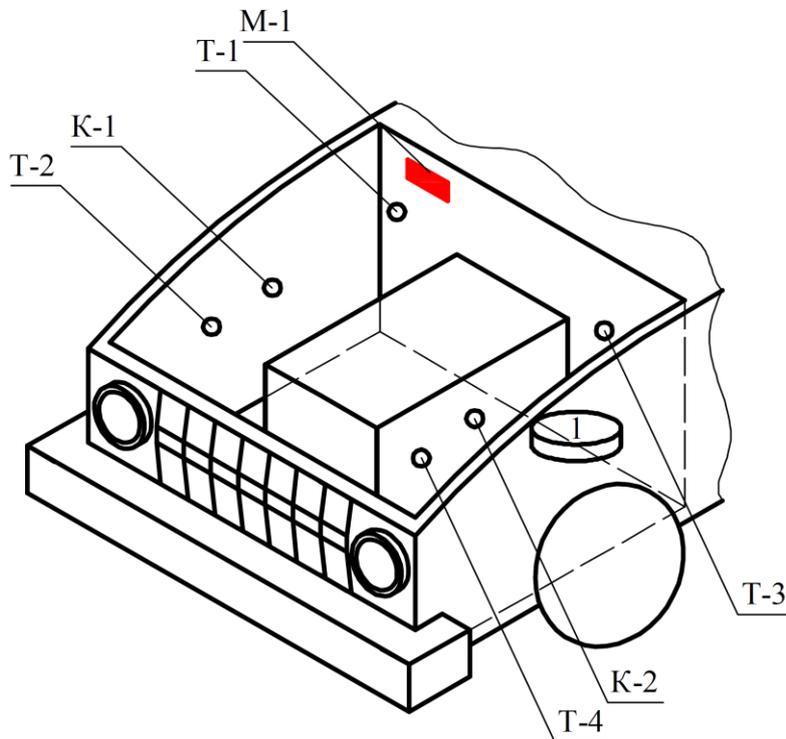


Рисунок 9. Схема размещения тестовых очагов и оборудования для проведения эксперимента № 3

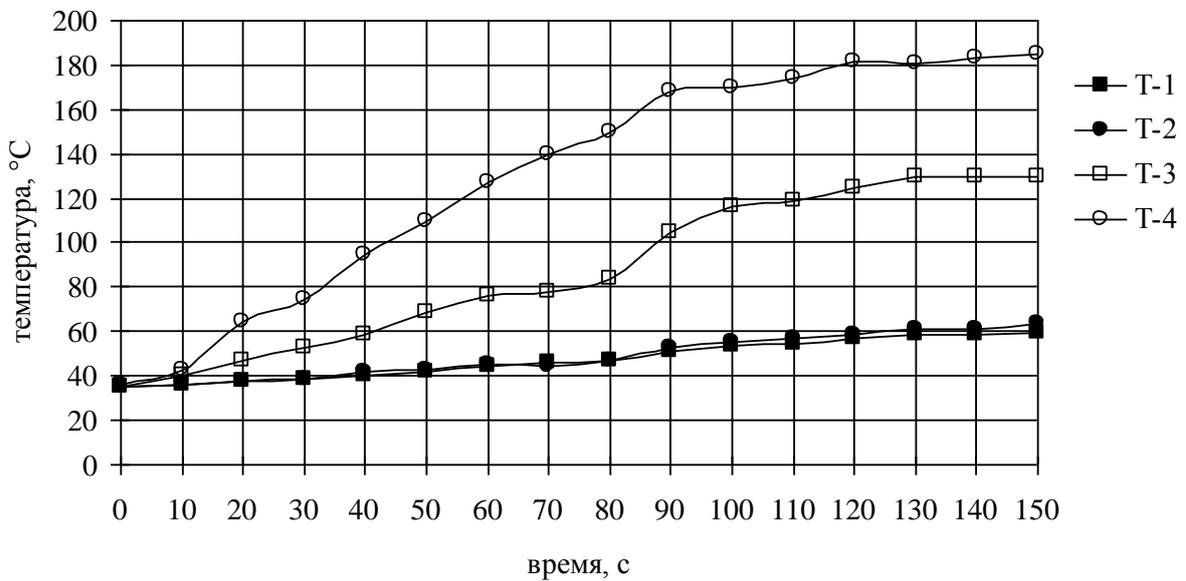


Рисунок 10. Динамика температуры в ходе эксперимента № 3

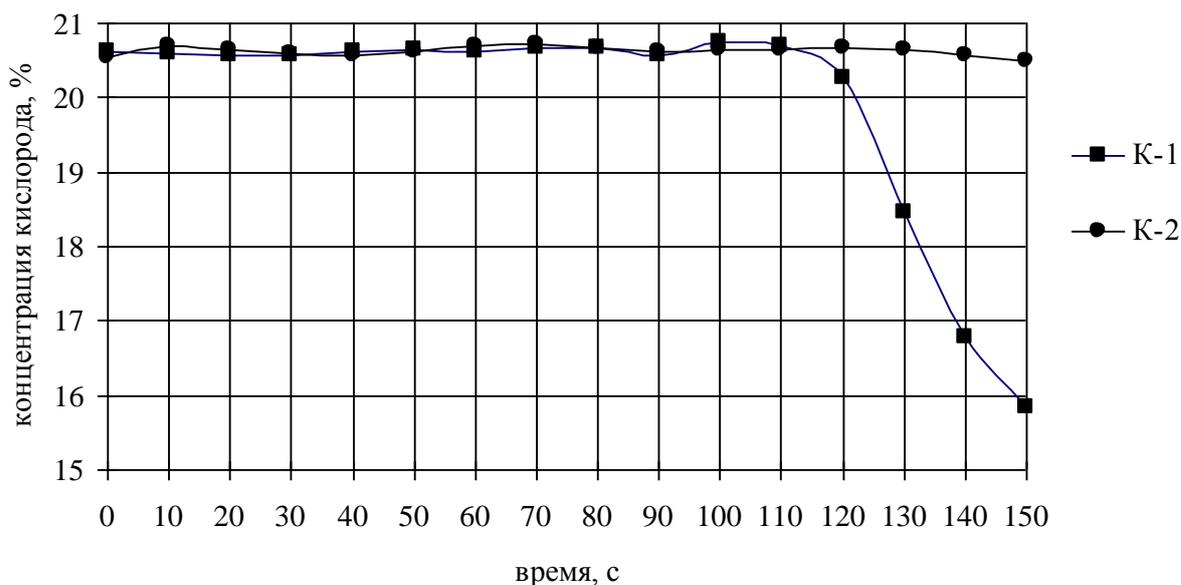


Рисунок 11. Динамика концентрации кислорода в ходе эксперимента № 3

Основные результаты эксперимента № 3:

- ГОА успешно справился с задачей;
- более интенсивный нагрев наблюдался в той части моторного отсека, где был установлен тестовый очаг, при этом максимальная разница температур составила более 120 °С, что довольно существенно и, как в эксперименте № 2,

свидетельствует о том, что при размещении ГОА с одной стороны от двигателя его запуск в режиме самосрабатывания может произойти с существенной задержкой;

- концентрация кислорода в момент пуска аэрозоля снизилась до уровня 15,9 %, но только со стороны размещения ГОА.

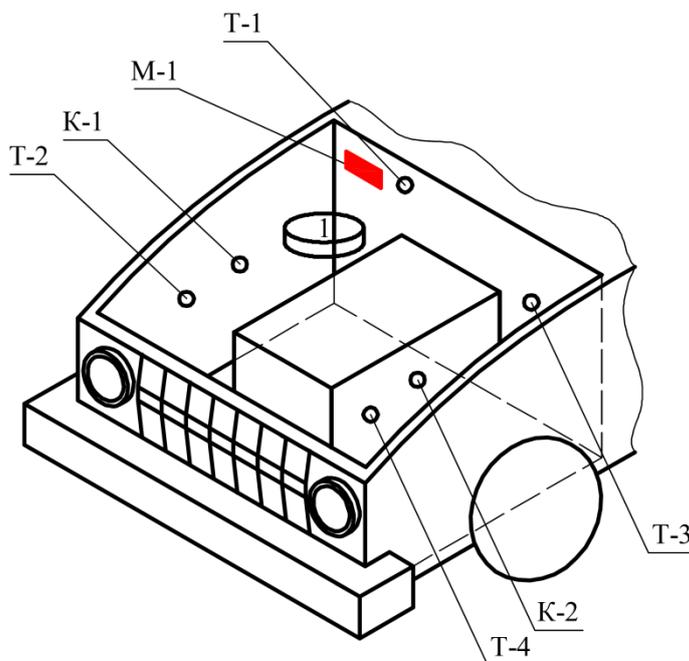


Рисунок 12. Фото автомобиля в ходе проведения эксперимента № 3

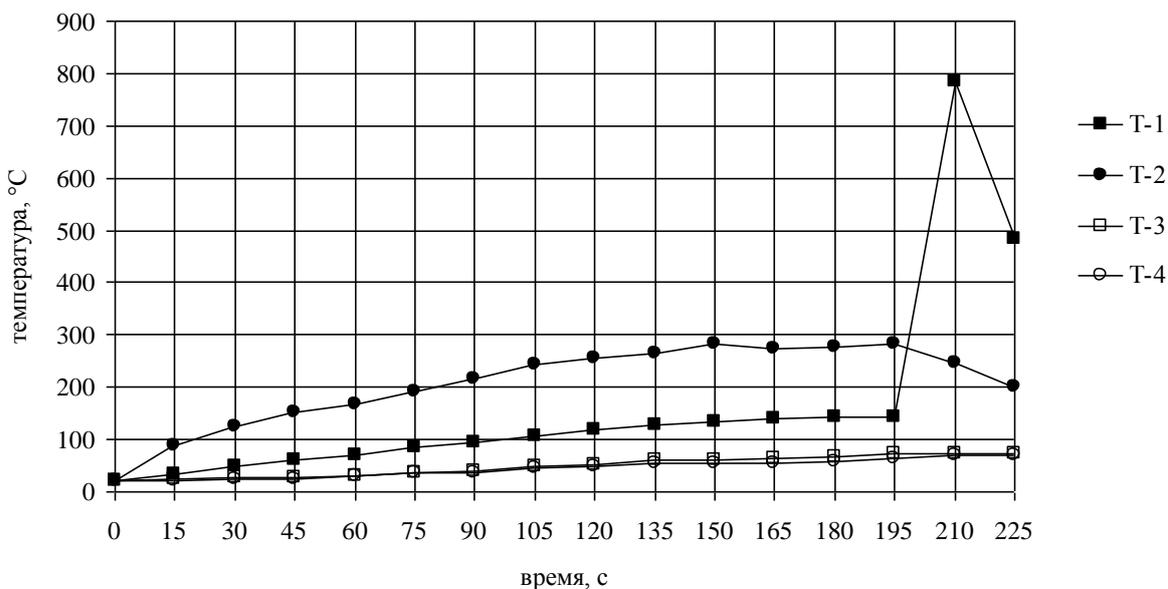
*Эксперимент № 4*

Целью данного эксперимента являлось создание условий для неравномерного распределения температуры и концентрации кислорода с наиболее удаленной от очага стороны моторного отсека, а также проверки возможности туше-

ния пожара ГОА в режиме самосрабатывания. При этом одна из термопар была установлена фактически в непосредственной близости от шнура самозапуска ГОА с целью контроля фактической температуры срабатывания.



*Рисунок 13. Схема размещения тестовых очагов и оборудования для проведения эксперимента № 4*



*Рисунок 14. Динамика температуры в ходе эксперимента № 4*

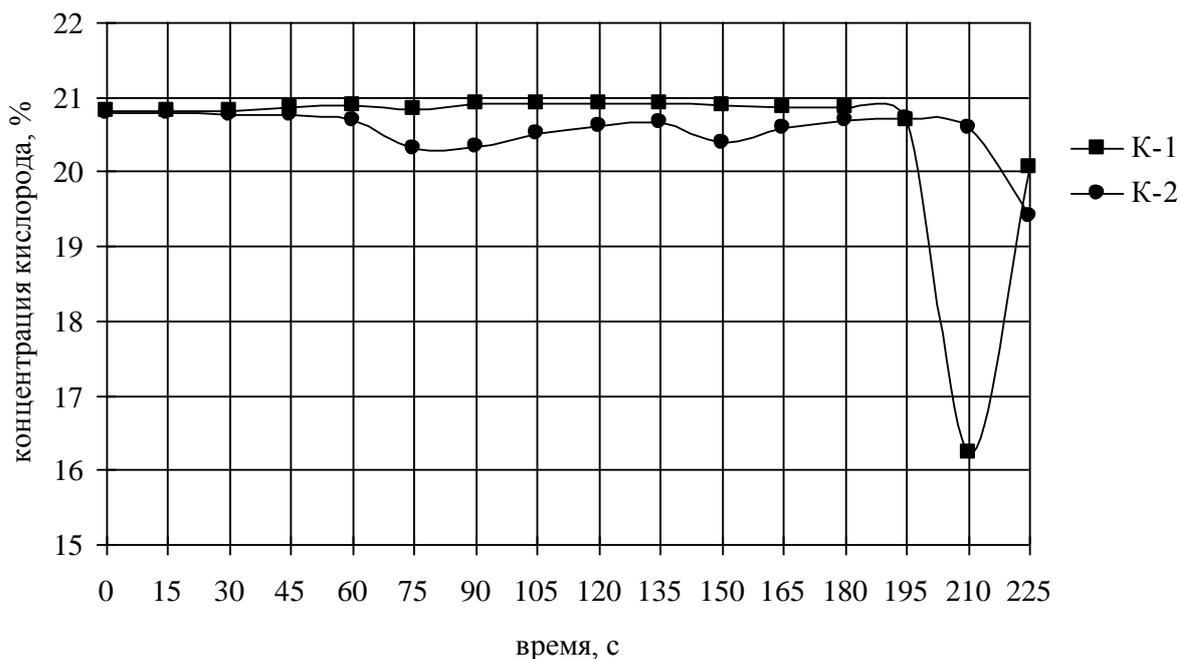


Рисунок 15. Динамика концентрации кислорода в ходе эксперимента № 4

Основные результаты эксперимента № 4:

- ГОА, расположенный с одной стороны с тестовым очагом от двигателя, успешно справился с задачей;

- более интенсивный нагрев наблюдался в той части моторного отсека, где был установлен тестовый очаг, при этом максимальная разница температур составила более 140 °С, что также довольно существенно и свидетельствует о том, что при размещении ГОА с одной стороны от двигателя его запуск в режиме самосрабатывания может произойти с существенной задержкой;

- концентрация кислорода в момент пуска аэрозоля снизилась до уровня 16,2 %, но только со стороны размещения ГОА;

- в режиме самосрабатывания время проведения эксперимента было увеличено до момента наступления температуры срабатывания ГОА (согласно данным производителя около 170–180 °С);

- температура в непосредственной близости от шнура самозапуска ГОА в момент его срабатывания была

около 140 °С, что соответствует заявленным параметрам производителя;

- в момент самосрабатывания ГОА была зафиксирована температура, с которой происходило сгорание шнура самозапуска ГОА, максимальная температура составила около 800 °С.

*Основные выводы по результатам экспериментов:*

1. Генераторы аэрозольного пожаротушения, применяемые при испытаниях, справились с тушением тестовых очагов возгорания при условии размещения как с двух сторон от двигателя, так и с одной из сторон;

2. Более интенсивный рост температуры всегда наблюдался в той части моторного отсека, где был установлен тестовый очаг, при этом максимальная разница температур через 100–200 с составила от 120 °С до 160 °С, что довольно существенно и свидетельствует о том, что при размещении ГОА (чувствительного элемента системы автоматического пуска) с одной стороны от двигателя его запуск в режиме самосрабатывания может произойти с существенной задержкой,

когда транспортному средству уже будет причинен значительный ущерб.

3. В зоне подачи аэрозольного состава наблюдается довольно существенное снижение концентрации кислорода, скорее всего, за счет вытеснения парогазовой

среды направленной струей аэрозоля, что является дополнительным фактором, способствующим тушению пожара, несмотря на то, что газовая фаза аэрозольного состава не вносит существенный вклад в огнетушащий эффект [5].

#### Литература

1. Маклецов А.К., Плотников С.Г., Корнилов А.А. Анализ статистики пожаров автомобильного транспорта // Техносферная безопасность. 2015. № 4(9). URL: <http://uigps.ru/sites/default/files/jurnal/stat%20PB%209/6.pdf> (дата обращения: 25.05.2017 г.).
2. Корнилов А.А., Бородин А.А., Булатова В.В., Абраков Д.Д., Шнайдер А.В. Экспериментальная оценка влияния ячеистого подвесного потолка на карту орошения водяного оросителя // Техносферная безопасность. 2016. № 4(13). URL: <http://uigps.ru/sites/default/files/jurnal/stat%20PB%2013/4.pdf> (дата обращения: 25.05.2017 г.).
3. Абраков Д.Д., Бородин А.А., Булатова В.В., Корнилов А.А., Шнайдер А.В. Об оценке инерционности спринклерного оросителя // Технологии техносферной безопасности. 2012. № 6. URL: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2012-6/18-06-12.ttb.pdf> (дата обращения: 25.05.2017 г.).
4. Абраков Д.Д., Бородин А.А., Булатова В.В., Корнилов А.А., Шнайдер А.В. Экспериментальная оценка инерционности спринклерных оросителей // Технологии техносферной безопасности. 2013. № 1. URL: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2013-1/03-01-13.ttb.pdf> (дата обращения: 25.05.2017 г.).
5. Баратов А.Н. Горение – Пожар – Взрыв – Безопасность. М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2003. 364 с.

#### References

1. Maklecev A.K., Plotnikov S.G., Kornilov A.A. Analiz statistiki pozharov avtomobil'nogo transporta [Elektronnyj resurs] / A.K. Maklecev, S.G. Plotnikov, A.A. Kornilov // Tehnosfernaja bezopasnost'. – Ekaterinburg, 2015. – № 4 (9). – Rezhim dostupa: <http://uigps.ru/sites/default/files/jurnal/stat%20PB%209/6.pdf> (data obrashhenija: 25.05.2017 g.).
2. Kornilov A.A., Borodin A.A., Bulatova V.V., Abrakov D.D., Shnajder A.V. Jeksperimental'naja ocenka vlijanija jacheistogo podvesnogo potolka na kartu oroshenija vodjanogo orositelja [Elektronnyj resurs] / A.A. Kornilov, A.A. Borodin, V.V. Bulatova, D.D. Abrakov, A.V. Shnajder // Tehnosfernaja bezopasnost'. – Ekaterinburg, 2016. – № 4 (13). – Rezhim dostupa: <http://uigps.ru/sites/default/files/jurnal/stat%20PB%2013/4.pdf> (data obrashhenija: 25.05.2017 g.).
3. Abrakov D.D., Borodin A.A., Bulatova V.V., Kornilov A.A., Shnajder A.V. Ob ocenke inercionnosti sprinklernogo orositelja [Elektronnyj resurs] / D.D. Abrakov, A.A. Borodin, V.V. Bulatova, A.A. Kornilov, A.V. Shnajder // Tehnologii tehnosfernoj bezopasnosti. – M., 2012. – № 6. – Rezhim dostupa: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2012-6/18-06-12.ttb.pdf> (data obrashhenija: 25.05.2017 g.).
4. Abrakov D.D., Borodin A.A., Bulatova V.V., Kornilov A.A., Shnajder A.V. Jeksperimental'naja ocenka inercionnosti sprinklernyh orositelej [Elektronnyj resurs] / D.D. Abrakov, A.A. Borodin, V.V. Bulatova, A.A. Kornilov, A.V. Shnajder. // Tehnologii tehnosfernoj bezopasnosti. – M., 2013. – № 1. – Rezhim dostupa: <http://agps-2006.narod.ru/ttb/2013-1/03-01-13.ttb.pdf> (data obrashhenija: 25.05.2017 g.).
5. Baratov A.N. Gorenje – Pozhar – Vzryv – Bezopasnost'. – M.: FGU VNIPO MChS Rossii, 2003. – 364 s.