

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТУШЕНИЯ ПОЖАРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЖИДКОГО СТЕКЛА, ТЕПЛОВИЗОРОВ И ТЕМПЕРАТУРНО-АКТИВИРОВАННОЙ ВОДЫ

Литвинов В.А., Юкова К.В., Марсакова Е.В.
Оренбургский государственный университет

Пожар - стихийное бедствие, которое влечёт за собой катастрофические последствия для окружающей природы и людей. Поэтому тушение пожаров является рискованным мероприятием. Глядя на сложившуюся обстановку возникающих пожаров в различных сферах человеческой деятельности, остро стоит проблема пожарной безопасности. В связи с этим ставятся серьезные задачи по уменьшению количества, масштабов и силы пожаров. Наряду с этим особенно актуальны исследования по повышению эффективности средств пожаротушения, а также разработки новых.

При ликвидации пожаров основными критическими факторами для противопожарных служб являются:

- быстрое развитие пожара и задымление здания;
- сложность обеспечения действий по тушению пожара, аварийно-спасательных мероприятий и доставки средств пожаротушения;
- блокирование путей эвакуации.

Оценка эффективности тушения пожаров производится по различным критериям, а именно:

- количество жертв при пожаре;
- материальный ущерб от пожара;
- время локализации и тушения пожара;
- количество потраченных огнетушащих средств;
- площадь пожара и др [1].

Площадь пожара прямо пропорционально зависит от времени при прямоугольной форме пожара или пропорционально квадрату времени при круговой форме пожара.

$$S_{\text{п}} = \omega \cdot \pi \cdot R_{\text{п}}^2$$

где $R_{\text{п}}$ – радиус пожара,

ω - коэффициент, который зависит от формы пожара.

Тогда при круговой форме пожара площадь будет определяться выражением

$$S_{\text{п}} = \omega \cdot \pi \cdot (V_{\text{л}} \cdot (\tau_{\text{св}} - 5))^2$$

где $V_{\text{л}}$ – линейная скорость распространения пожара;

$\tau_{\text{св}}$ – время свободного развития пожара.

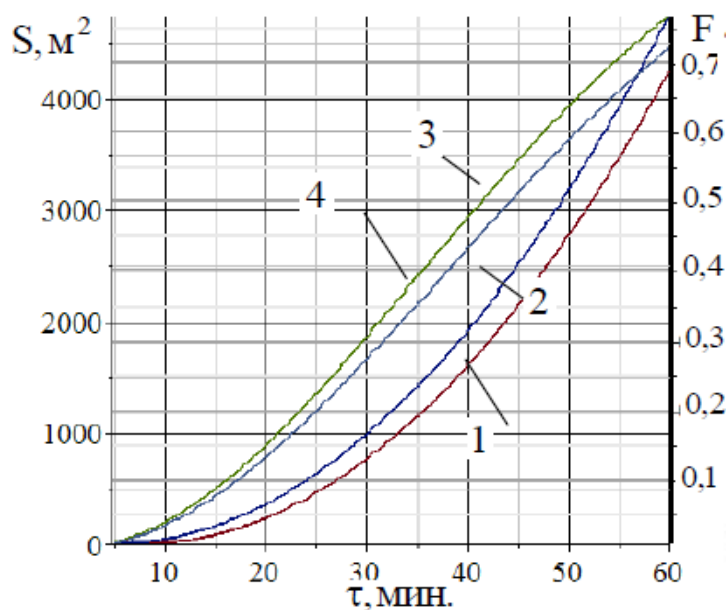


Рисунок 1 - Зависимость площади пожара и вероятности локализации от времени

Для успешного выполнения всего комплекса задач, стоящих перед противопожарными службами, и преодоления негативных тенденций увеличения количества пожаров и материального ущерба от них, разрабатываются высокоэффективные технические средства пожаротушения.

Со свойствами жидкого стекла ученые знакомы давно, но идея тушить пожары с его помощью стало инновационным открытием. Жидкое стекло представляет собой водный щелочной раствор силикатов натрия $\text{Na}_2\text{O}(\text{SiO}_2)_n$ и (или) калия $\text{K}_2\text{O}(\text{SiO}_2)_n$. Реже в качестве жидкого стекла используют силикаты лития. Специальный состав на основе воды, жидкого стекла и других компонентов предназначен для тушения пожаров повышенной сложности и возгораний веществ, находящихся в различных агрегатных состояниях.

При тушении пожаров водой, температура горения в очаге снижается за счет того, что испаряется вода и забирается большое количество тепла. В то время как тушение пожаров водным раствором жидкого стекла сопровождается первоначальным испарением воды, которой разбавили жидкое стекло, а затем удалением воды из самого жидкого стекла. Жидкое стекло превращается в твердообразное состояние, так называемый, ксерогель. Но он содержит еще молекулярную, химически-связанную воду, при дальнейшем нагреве которой образуется пленка. При высоких температурах эта пленка увеличивается в объеме примерно в 30 раз - образуется слой неорганической негорючей пены большой толщины. Эта пена обладает очень низкой теплопроводностью и изолирует доступ кислорода к горючей поверхности. Объект прекращает дальнейшее горение и тление [6].

Основными недостатками известных составов является многокомпонентность, сложность приготовления выделение ядовитых продуктов горения при разложении органических компонентов состава, а также возможность расслоения при хранении. Применение жидкофазных

огнетушащих составов на основе жидкого стекла позволит человечеству сберечь исчерпаемые природные ресурсы, а именно, запасы пресной воды, которая, как правило, применяется в пожаротушении и позволяет в разы быстрее потушить различные пожары, а так же предотвратить дальнейшее возгорание.

При тушении пожара и проведении разведки пожарные, находясь в сильно задымленных помещениях, лишаются возможности полноценно видеть обстановку. Таким образом, пожарным приходится ориентироваться не по визуальным, а по тепловым ощущениям, что существенно затрудняет точность подачи огнетушащих веществ в очаг пожара, соответственно и увеличивается время локализации и ликвидации пожара, которое в итоге и влияет на масштаб последствий от огненной стихии [2].

В результате пожарные расчеты стали активно применять тепловизоры, что несомненно помогло спасти тысячи жизней людей и животных. Использование тепловизора помогает почти в два раза сократить время обнаружения очага пожара и на треть – время поисков пострадавших. Эта система использует тепловое излучение, что дает возможность видеть через густой дым, и быстро и беспроблемно проводить разведку в задымленных зданиях [3].

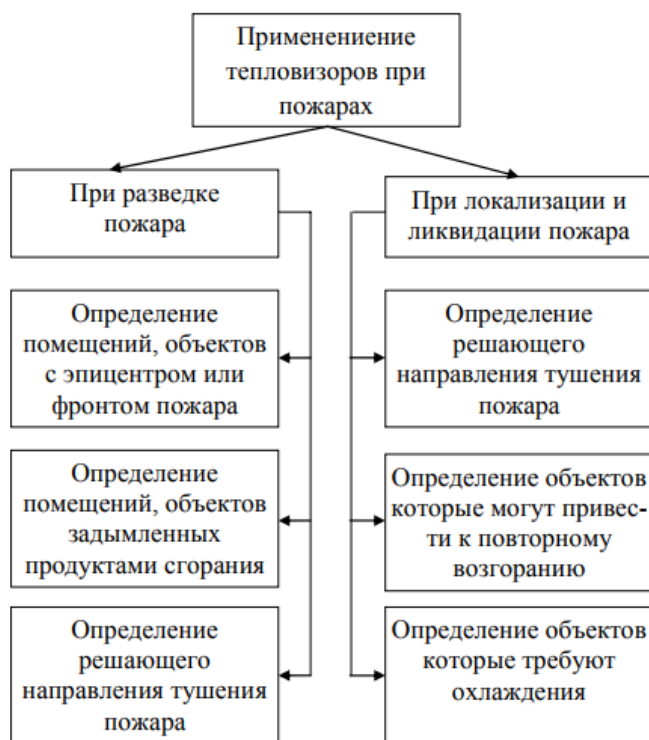


Рисунок 2 – Классификация областей применения тепловизоров пожарными подразделениями

Принцип работы тепловизионных камер основывается на улавливании инфракрасного (теплого) излучения, которое испускает любой нагретый объект. Тепловое излучение объекта через оптику прибора передается на

неохлаждаемый термодатчик, оцифровывается и отображается на экране тепловизионной камеры [4].



Рисунок 3 – Устройство тепловизора

Применение тепловизора особенно рекомендуется при тушении пожаров в растянутых помещениях – подземных гаражах, складах и т.д. Тепловизоры незаменимы при ликвидации тлеющих пожаров внутри стен или железнодорожных насыпей, мест перегрева электропроводки, длительного нагрева оборудования на металлургическом и химическом производстве. В результате устраняется риск утечек, прорывов, отключения оборудования на опасном производстве и, как следствие, снижается угроза здоровью и жизни персонала предприятий.

В настоящее время использование обычной воды при тушении пожаров имеет относительно низкую эффективность ввиду того, что мощная струя большей частью не достигает непосредственно пламени и не выполняет функцию ликвидации очага возгорания. Поэтому разработано несколько приёмов, позволяющих усилить текучесть воды и её смачивающие свойства, применять способ тушения огня при помощи водного тумана. Наиболее популярной стала технология применения температурно-активированной воды (ТАВ). Принцип её создания состоит в том, что при нагревании обычной пресной воды до высоких температур при увеличенном давлении происходит изменение её растворяющих и удерживающих свойств. Данный процесс называется активацией воды. После попадания через распылитель во внешнюю среду происходит её вскипание. Преобразованная в пар температурно-активированная вода частично превращается в частицы, имеющие размеры до 20 мкм. Они отличаются повышенной смачиваемостью, могут эффективно [гасить](#) горящий пластик, резину и прочее. В сферу тушения ТАВ входят и такие вещества (газы), как бензин и нефтепродукты, спирты, углеводороды, резина, полистирол, поливинилхлорид.

В число преимуществ ТАВ входит и эффективное осаждение горения в больших объектах благодаря возможности создания искусственного «дождя», быстрое снижение температуры в горящих зданиях, вне зависимости от типа

горящих веществ и материалов, уменьшение расходов воды для ликвидации очага возгорания как минимум в 10 раз.

Практика показала, что ТАВ эффективна при использовании в замкнутых пространствах различных зданий и сооружений типа тоннелей, метрополитенов, музеях и складах, театрах и библиотеках, производственных объектах [5].

Все вышеперечисленные способы показывают эффективность применения нанотехнологических решений в области пожарного дела. Эволюция пожаротушения постепенно переходит от химических агентов и обычных средств к экологически чистым, энерго- и ресурсоэкономным способам. Очевидно, что необходимо отойти от стереотипов и искать приемы и способы тушения пожаров, максимально используя инновационные разработки в области противопожарной защиты [6].

Список литературы

1. Гасанов, Х.Ш., Ключка, Ю.П., Оценка эффективности тушения пожаров с использованием тепловизоров/ Х.Ш. Гасанов, Ю.П. Ключка // EESJ. – 2017. - №10. – С 45-49.

2. Использование тепловизоров при тушении пожаров [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://pch9.narod.ru/fire_news4.html. – (дата обращения: 12.12.2017).

3. Тепловизор для пожарных [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pozharka.club/news/maska-pozharnogo-s-teplovizorom.html>. – (дата обращения: 12.12.2017).

4. Применение тепловизоров при тушении пожаров [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.securityinfowatch.ru/view.php?section=articles&item=556>. – (дата обращения: 12.12.2017).

5. Тушение возгораний температурно-активированной водой – инновационная парадигма пожарного дела [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://pojarunet.ru/tushenie-vozgoranij-temperaturno-aktivirovannoj-vodoj-innovatsionnaya-paradigma-pozharnogo-dela>. – (дата обращения: 12.12.2017).

6. Новые средства пожаротушения: жидкое стекло [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mchsmedia.ru/science/item/5107032/>. – (дата обращения: 12.12.2017).