

Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип, Македонија  
Факултет за природни и технички науки

University „Goce Delcev“, Stip, Macedonia  
Faculty of Natural and Technical Sciences

UDC: 622:55:574:658

ISSN: 185-6966

# Природни ресурси и технологии Natural resources and technology

Број 10  
No 10

Година X  
Volume X

Ноември 2016  
November 2106

**УНИВЕРЗИТЕТ „ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ” – ШТИП  
ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИРОДНИ И ТЕХНИЧКИ НАУКИ**

---

UDC 622:55:574:658

ISSN 185-6966



**Природни ресурси и технологии  
Natural resources and technology**

**ноември 2016  
november 2016**

**ГОДИНА 10  
БРОЈ 10**

**VOLUME X  
NO 10**

---

**UNIVERSITY “GOCE DELCEV” – STIP  
FACULTY OF NATURAL AND TECHNICAL SCIENCES**

**ПРИРОДНИ РЕСУРСИ И ТЕХНОЛОГИИ**  
**NATURAL RESOURCES AND TECHNOLOGY**

**За издавачот:**

Проф. д-р Зоран Десподов

**Издавачки совет**

Проф. д-р Блажо Боев  
Проф. д-р Зоран Панов  
Проф. д-р Борис Крстев  
Проф. д-р Мирјана Голомеова  
Проф. д-р Благој Голомеов  
Проф. д-р Зоран Десподов  
Проф. д-р Дејан Мираковски  
Проф. д-р Кимет Фетаху  
Проф. д-р Ѓорѓи Радулов

**Editorial board**

Prof. Blazo Boev, Ph.D  
Prof. Zoran Panov, Ph.D  
Prof. Boris Krstev, Ph.D  
Prof. Mirjana Golomeova, Ph.D  
Prof. Blagoj Golomeov, Ph.D  
Prof. Zoran Despodov, Ph.D  
Prof. Dejan Mirakovski, Ph.D  
Prof. Kimet Fetahu, Ph.D  
Prof. Gorgi Radulov, Ph.D

**Редакциски одбор**

Проф. д-р Зоран Панов  
Проф. д-р Борис Крстев  
Проф. д-р Мирјана Голомеова  
Проф. д-р Благој Голомеов  
Проф. д-р Зоран Десподов  
Проф. д-р Дејан Мираковски

**Editorial staff**

Prof. Zoran Panov, Ph.D  
Prof. Boris Krstev, Ph.D  
Prof. Mirjana Golomeova, Ph.D  
Prof. Blagoj Golomeov, Ph.D  
Prof. Zoran Despodov, Ph.D  
Prof. Dejan Mirakovski, Ph.D

**Главен и одговорен уредник**

Проф. д-р Мирјана Голомеова

**Managing & Editor in chief**

Prof. Mirjana Golomeova, Ph.D

**Јазично уредување**

Даница Гавриловска-Атанасовска  
(македонски јазик)

**Language editor**

Danica Gavrilovska-Atanasovska  
(macedonian language)

**Техничко уредување**

Славе Димитров  
Благој Михов

**Technical editor**

Slave Dimitrov  
Blagoj Mihov

**Редакција и администрација**

Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип  
Факултет за природни и технички науки  
ул. „Гоце Делчев“ 89, Штип  
Р. Македонија

**Address of the editorial office**

Goce Delcev University - Stip  
Faculty of Natural and Technical Sciences  
Goce Delcev 89, Stip  
R. Macedonia

## СОДРЖИНА

<b>Стојанче Мијалковски, Зоран Десподов, Николинка Донева, Ванчо Аџиски</b> ЗАГУБИ НА РУДАТА ВО РУДНИЦИТЕ ЗА ПОДЗЕМНА ЕКСПЛОАТАЦИЈА НА МЕТАЛИЧНИ МИНЕРАЛНИ СУРОВИНИ .....	5
<b>Ванчо Аџиски, Зоран Десподов, Дејан Мираковски, Стојанче Мијалковски</b> АНАЛИЗА НА ЕФИКАСНОСТ ПРИ РАБОТА ВО РУДНИК ЗА ПОДЗЕМНА ЕКСПЛОАТАЦИЈА СО ПОМОШ НА КОМПЈУТЕРСКА АПЛИКАЦИЈА .....	23
<b>Ристо Дамбов, Николинка Донева, Марија Хаци-Николова, Сашо Талевски</b> СРЕДСТВА ЗА ГАСНЕЊЕ НА ИНИЦИЈАЛНИ ПОЖАРИ ВО ИНДУСТРИСКИ ОБЈЕКТИ .....	33
<b>Андреј Кепески, Дејан Мираковски, Марија Хаци-Николова, Николинка Донева</b> ПЕРСОНАЛНА ИЗЛОЖЕНОСТ НА БУЧАВА НА РАБОТНИЦИТЕ ВО РУДАРСТВОТО .....	49
<b>Александра Ангелова, Кирчо Минов, Ѓорги Димов, Војо Мирчовски</b> ИНЖЕНЕРСКО ГЕОЛОШКИ КАРАКТЕРИСТИКИ НА СВЛЕЧИШТЕ НА ПОВРШИНСКИ КОП “БУНАРЦИК” ВО РУДНИКОТ БУЧИМ-РАДОВИШ .....	61
<b>Благој Голомеов, Мирјана Голомеова, Афродита Зенделска</b> ЕКОЛОШКИ АСПЕКТИ НА ХИДРОЈАЛОВИШТЕ БР. 4 НА РУДНИК САСА – М. КАМЕНИЦА .....	73

<b>Томчо Стојчев, Дејан Мираковски, Марија Хаџи-Николова, Николинка Донева</b> ЕРГОНОМСКИ МЕТОДИ И ТЕХНИКИ .....	83
<b>Миле Кокотов</b> ПЛАНИРАЊЕ НА ПОСТРОЈКИ ВО ГЛАВНАТА СТАНИЦА НА СОВРЕМЕН КАБЕЛСКИ ДИСТРИБУТИВЕН СИСТЕМ, КАКО ДЕЛ ОД ЕЛЕКТРОНСКА КОМУНИКАЦИСКА МРЕЖА .....	95
<b>Миле Кокотов, Александар Крстев</b> СИСТЕМИ ЗА МОНИТОРИНГ И ЕВИДЕНЦИЈА НА ЛОГИСТИЧКИТЕ ПРОЦЕСИ КАЈ ОПЕРАТОР НА ЕЛЕКТРОНСКА КОМУНИКАЦИСКА МРЕЖА .....	109
<b>Екатерина Намичева, Петар Намичев</b> ВЛИЈАНИЕТО НА ИСЛАМСКОТО ГРАДИТЕЛСТВО ВРЗ ТРАДИЦИОНАЛНИОТ НАЧИН НА ГРАДЕЊЕ НА СТАНБЕНИТЕ ОБЈЕКТИ ОД 19-от ВЕК ВО МАКЕДОНИЈА .....	121

## СРЕДСТВА ЗА ГАСНЕЊЕ НА ИНИЦИЈАЛНИ ПОЖАРИ ВО ИНДУСТРИСКИ ОБЈЕКТИ

**Ристо Дамбов<sup>1</sup>, Николинка Донева<sup>1</sup>,  
Марија Хаџи-Николова<sup>1</sup>, Сашо Талевски<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Факултет за природни и технички науки,  
Универзитет „Гоце Делчев“, Штип

risto.dambov@ugd.edu.mk  
nikolinka.doneva@ugd.edu.mk  
marija.hadzi-nikolova@ugd.edu.mk  
saso.131827@student.ugd.edu.mk

### **Апстракт**

Пожарите, секојдневно, без оглед на нивното потекло, одземаат многу човечки животи и нанесуваат големи материјални штети.

Во овој труд подетално ќе биде објаснет еден од поновите методи на справување со пожари, а тоа е гаснењето на пожари со аеросоли генерирани од цврста материја.

Целта на овој труд е да се прикажат ефикасноста и оправданоста од примената на оваа метода за заштита на човечките, природните и материјалните добра.

Посебно ќе биде потенцирана потребата од ваков начин на заштитата од пожари во индустриски објекти.

**Клучни зборови:** *слободни радикали, калиумови соли, аеросоли, индустрија.*

## EQUIPMENT OF EXTINGUISHING ON INITIAL FIRES IN INDUSTRIAL FACILITIES

**Risto Dambov<sup>1</sup>, Nikolinka Doneva<sup>1</sup>,  
Marija Hadzi-Nikolova<sup>1</sup>, Sasho Talevski<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Faculty of natural and technical sciences,  
Goce Delcev University, Stip  
risto.dambov@ugd.edu.mk  
nikolinka.doneva@ugd.edu.mk  
marija.hadzi-nikolova@ugd.edu.mk  
saso.131827@student.ugd.edu.mk

### **Abstract**

Fires, often taking away human lives and causing huge material damage, regardless of their background. In this paper we will explain in detail one of the newer methods for fires troubleshooting that is fires extinguishing with aerosols generated by solid substances. The purpose of this paper is to show effectiveness and feasibility of applying this method for human, natural and material goods protection. Necessity of this fire protection kind in industrial facilities will be particularly emphasized.

**Kew words:** *fire, free radicals, potassium salts, aerosols, industry.*

### **1. Вовед**

Согорување е хемиски процес на оксидација на запаливи материјали, со интензивна дисипација на топлина. Мора да постојат четири основни елементи за да може да се одвива процесот на согорување:

- присуство на материјал погоден за согорување;
- присуство на кислород како оксидирачки агенс;
- присуство на извор на топлина;
- хемиска реакција помеѓу претходните три компоненти.



**Слика 1.** Тетраедар на процесот на горење  
**Figure 1.** Process of burning tetrahedron

Доколку се исполнети горенаведените четири услови, процесот на согорување ќе се одвива во контролирани услови, но доколку некој од горенаведените услови е нарушен, ќе имаме неконтролирано согорување, односно престанок на процесот на горење.

Пожарите се категоризираат во следниве класи<sup>1</sup>:

- Класа А - пожари од цврсти запаливи материјали кои произведуваат жар (дрво, хартија, јаглен, текстил...);
- Класа Б - пожари од запаливи течности (производи од сурова нафта, алкохол, смола, восок, катран...);
- Класа С - пожари од запаливи гасови (ацетилен, водород, метан, пропан...);
- Класа D - пожари од запаливи метали (алуминиум, магнезиум, алкални метали и запаливи легури...);
- Класа Е - пожари кај погонска опрема и инсталации (електрични мотори, трансформаторски станици, разводни табли...).

## 2. Основни принципи на гаснење на пожар

Гаснењето на пожарот во суштина е елиминирање на најмалку еден од условите кои се неопходни за одвивање на процесот на согорување.

1) ISO 11601:2008(en)



Ова може да се постигне со воведување на материја (супстанција) која ќе делува во насока на намалување на температурата на согорувањето, или ќе влијае на соодносот меѓу запаливата материја и кислородот или ќе може да влијае на брзината на реакцијата на согорувањето.

### **2.1. Гаснење на пожари со изолација на запаливата материја**

Еден од елементите потребни за започнување и одржување на процесот на горење е горивото. Од типот на гориво, односно од видот на запаливите материјали зависи и категоризирањето на пожарот како што е објаснето погоре.

Со контрола над животната и работната средина, како и на средствата со коишто ракуваме, можеме да ги контролираме условите кои можат да предизвикаат опожарување. Поточно, постојано треба да се внимава на условите под коишто може да настане пожар и секогаш треба да се внимава запаливите материји да бидат изолирани од извори на иницирање на оган.

Во случај кога веќе е настанат пожар, еден од начините за справување со истиот е да го отстраниме, да го изолираме или да го прекинеме горивото (доколку се работи за запалив гас или запалива течност да го спречиме неговиот доток) коешто му е потребно за негово одржување.

### **2.2. Гаснење на пожари со намалување на температурата (ладење)**

Гаснење на пожари со ладење вклучува намалување на температурата во зоната на реакција до една температурна точка, која е под точката на согорување на реакцијата.

Употребениот агенс за гаснење на пожарот успешно ќе ја намали температурата само доколку истиот е способен за врзување на присутната топлинска енергија колку што е можно повеќе и за што е можно пократок временски период.

Во овој случај, постојат теоретски можности за примена на експлозивни средства. Научниците и практичарите тежнеат кон креирање на тактики и методи за гаснење на големи и отворени пожари со детонирање на експлозив во исфрлената вода. Целта на оваа метода е да се постигне што поголемо дисперзирање на водата. Се поаѓа од идејата дека принципот на ладење е зависен од површината што ја прима топлината. Со поголемото дисперзирање добиваме повеќе честички, добиваме поголема површина на нанесената вода, а со тоа и поголема успешност во ладењето на огнот.

### **2.3. Гаснење на пожари со менување на соодносот на запалива материја - кислород (задушување )**

Гаснење на пожари со оваа постапка значи намалување на концентрацијата на кислород или целосна поделба на запалива материја од кислородот. Намалувањето на концентрацијата на кислород може да се постигне со воведување на доволна количина на гас за гаснење на пожар (јаглерод диоксид, INERGEN), а со тоа и намалување на нивото на кислород до 10-15%.

### **2.4. Гаснење на пожари со намалување на реакцијата на согорување од страна на антикаталитичка активност**

Супстанциите со коишто се намалува брзината на реакцијата на согорување се нарекуваат антикатализатори или инхибитори, а процесот е наречен антикаталитичка постапка или инхибиција. Таквиот процес може да се одвива на два начина:

- Хомогена инхибиција - се случува врзување на радикалите коишто се создаваат во процесот термичкото распаѓање на агенсот за гаснење, при што се прекинува процесот на горење.
- Хетерогена инхибиција - вклучува завршување на процесот на согорување по пат на делумен пренос на енергија од радикалите произведени за време на процесот на согорување, на противпожарниот агенс. Овој процес се одвива кога радикалите доаѓаат во допир со гранулите од правот за гаснење.

Еден килограм прав за гаснење со големина на гранулите кои се движат од 0,02 mm до 0,03 mm има површина од неколку стотици квадратни метри, што се објаснува високата ефикасност во прекинување на процесот на согорување.

Колку се помали гранулите во средството за гаснење, толку е поголема неговата ефикасност.

### **3. Средства за гаснење на пожари**

Средствата за гаснење пожар претставуваат супстанции способни за целосно прекинување на процесот на согорување.

Тимовите за истражување и развој на производители на противпожарна опрема, како и на научни институции, континуирано работат на пронаоѓање на нови средства и на зголемување на ефикасноста на веќе постоечките средства за гаснење на пожари.

Како резултат на тие напори, денес имаме најразлични средства за гаснење на пожари. Некои од нив се со добри карактеристики, а некои со послаби карактеристики.

Законската и подзаконската регулатива, како и меѓународните договори, посебно оние од областа на заштитата на животната средина, предизвикале некои многу ефикасни средства за гаснење на пожари да се најдат на листата за нивна речиси целосна елиминација и забрана за употреба.

Најзначајни класични средства за гаснење кои се користат се следниве: вода, јаглерод диоксид, прашоци, халони, пени, инертни гасови, аеросоли и други.

### 3.1. Вода

Водата е еден од најчесто користените и најдобри средства за гаснење на пожар со која може да се намали температурата на местото на согорување и на температурата во непосредна близина, таа е хемиски неутрална, нетоксична, лесна за транспорт и лесно достапна.

Но, примената на вода може да предизвика големи штети на објекти, како што се на пример библиотеките (каде што при гаснење на пожарот со вода се уништуваат и книги кои не се зафатени од пламен), потоа постојат многу супстанции кои се раствораат и го зголемуваат својот волумен кога ќе дојдат во контакт со вода, при што доаѓа до зголемување на нивниот обем и тежина. Водата е неефикасна во гаснењето на пожари предизвикани од супстанции во прав, гума, запален метал, а при гаснење на пожари настанати од масло може да дојде и до експлозии.

### 3.2. Јаглерод диоксид

Основна метода на гаснење пожар со јаглерод диоксид е со задушување, односно потиснување на кислородот и намалување на неговата концентрација од 21% до под 15%. Треба околу 1 kg јаглерод диоксид за да се изгасне оган во волумен од 1m<sup>3</sup>. Оваа метода најмногу се применува за гаснење на пожари во електрични инсталации и лесно запаливи течности. Се користи за гаснење пожари само во затворени простори.

### 1.3. Прашоци

Првиот познат пример на примената на овие агенси е 1912 година. Денес, околу 75% од сите средства за гаснење се некој вид на прав. Средствата за гаснење на пожари со прав се поделени во три групи според нивната намена, односно прашок за гаснење на пожари од класата ВСЕ, АВСЕ и специјални прашоци за гаснење на пожар во кој се вклучени запаливи метали.

Ефектот којшто го имаат прашоците на престанок на процесот на согорување е врз основа на „ефект на сид“, односно кога ќе се доведеме прашкаста материја таа претставува „сид од прашок“ на којашто произведените радикали, активни молекули и атоми ќе ја пренесат својата енергија, која пак води до прекинување на процесот на согорување.

Ефикасноста на прашокот се зголемува со намалување на големината на неговите гранули. Сепак, со ова се зголемува тенденцијата на прашокот кон згрутчување. Опсегот на помалите честички е пократок од опсегот на поголеми гранули.

### 3.4. Халони

Од хемиска гледна точка на халони се халогенирани деривати на хидројаглериоди (alcane), произведени со замена на еден или повеќе водородни атоми со атоми на халоген елементи. Агрегатната состојба на халоните може да биде течна или гасовита. Тие дејствуваат по пат на хомогена инхибиција. Функција на халоните е брза елиминација на пламенот и масовно се применува кај фиксни уреди за гаснење на пожар, пред сè во објекти со јавен пристап.

Примената на халоните е ограничена, со обврска дека до 2010 година треба да биде целосно елиминирана во согласност со одредбите на меѓународната заедница во однос на заштитата на озонската обвивка.

### 3.5. Пени

Ефектот на пените во гаснењето на пожари подразбира изолација и ладење на површината на согорување, со помош на водата што се содржи во пената. Според структурата, пената се состои од серија на меури полни со воздух или јаглерод диоксид. Пените првпат се употребени кај првите нафтени дупчотини од причина што се покажало дека гаснењето на пожарите со вода настанато кај овие дупчотини е неефикасно и се укажала потреба од поефикасен агенс (медиум) за гаснење на овие пожари.

### 3.6. Inergen (инертни гасови)

Инергените се создадени по одлуката на меѓународната заедница за елиминирање на халоните со цел да се најде соодветна замена за халонот и неговата примена. Според хемискиот состав INERGEN е мешавина од гасови, односно 52% азот, 40% аргон и 8% јаглерод диоксид. Основното влијание на овој агенс врз пожарите е со задушување. Количината на INERGEN гас потребни за гаснење на пожар со зафатнина простор од 1 m<sup>3</sup> е 0,51 m<sup>3</sup>.

### 3.7. Аеросоли

Аеросолите се дефинирани како колоиден систем на цврсти или течни честички во гас. Аеросолите се составени од честички и суспендиран гас којшто обично е воздух. Терминот аеросол прв го употребил Frederick G. Donnan за време на Првата светска војна за да опише аерораствор (облаци од микроскопски честички во воздухот). Овој термин се развивал аналогно со терминот Hydrosol, колоиден систем со вода како медиум за распространување. Примарно аеросолите содржат честички директно внесени во гас, но имаме и формирање на аеросоли преку транзиција на гас во честички.

Постојат различни видови на аеросоли, класифицирани според нивната физичка форма и според начинот на кој се генерирани. За нас, од секојдневниот живот, познати аеросоли се: многу ситна прашина, чад, магла, различни видови на дезодоранси и сл. пакувани во компримирани садови и др.

### 4. Систем за гаснење на пожар со аеросол

Системот за гаснење на пожар со аеросол ослободува многу ситни честички за гаснење на оганот и е сличен на уредите за гаснење пожар со гасови и на уредите за гаснење пожар со сува хемиска материја. Системот за гаснење на пожар со аеросол испушта агенс за гаснење на пожарот којшто се состои од многу фини цврсти честички и гасовита материја коишто преку хемиска и физичка реакција придонесуваат во гаснење на пожарот. Системот за гаснење на пожар со аеросол создава микрочестички и гасови преку егзотермна реакција.

За разлика од уредите за гаснење пожар со гасови, кои емитуваат само гас, како и агенсите со сува хемиска материја за гаснење пожар, кои произведуваат честички на големи димензии (25-150 микрометри), системот за гаснење на пожар со аеросол ослободува материја чиишто честички се помали од 10 микрометри. Цврстите честички имаат значително помала маса и среден аеродинамичен дијаметар во однос на честичките од уредите за гаснење пожар со сува хемиска материја, со тоа остануваат значително подолго во воздухот, и оставаат многу помалку остатоци во просторот којшто го заштитуваме. Уредите за гаснење пожар со сува хемиска материја мора да бидат директно насочени кон пламенот, додека системот за гаснење на пожар со аеросол испушта агенс којшто го „поплавуваат“ просторот, а со тоа се значително многу поефикасни и тоа без оглед на локацијата и висината во однос на оганот. Влажните хемиски системи, коишто обично се наоѓаат во апаратите со пена мора на сличен начин да се аплицираат директно на огнот, како и уредите за гаснење пожар со сува хемиска материја.

За полесно објаснување на начинот на гаснење на пожари со аеросоли потребно е да ги дефинираме основните поими коишто ќе ги користиме:

а) Материја за генерирање на аеросоли (соединение од коешто се генерира аеросолта за гаснење на пожар);

б) Аеросол (гасовита материја што настанува и излегува од генератор на аеросол по активирањето на материјата за генерирање на аеросоли во генераторот на аеросоли);

в) Генератор на аеросоли е метален сад под притисок и во кој е сместено соединението за генерирање на аеросоли. По активирањето на иницијаторот на материјата за генерирање на аеросоли, истото е подложено на хемиска реакција и како продукт од таа реакција добиваме аеросол. Аеросолта е вистинската материја која го гаси пожарот.

## **5. Принципи на функционирање на процесот на гаснење на пожари со аеросоли**

Примарниот механизам гаснење на пожари со аеросоли дејствува на „четвртиот елемент од тетраедарот на оганот“, при што доаѓа до хемиска реакција на слободните радикали од пламенот на кои делуваат аеросолите, со што се случува процес на гаснење на огнот. Обично, аеросолните честички се состојат од калиум карбонат ( $K_2CO_3$ ), се произведуваат со термичко распаѓање на материјата за генерирање на аеросоли (соединение коешто содржи калиум нитрат).

Аеросолните честички се движат во просторот зафатен со оган и доаѓаат во контакт со пламенот, при тоа ослободените честички ја апсорбираат топлина од пламен и го нарушуваат хемискиот состав на гасовите што учествуваат во процесот на горење ослободувајќи голема концентрација на радикали на калиум ( $K^+$ ) (јони со еден неспарен електрон). Во тој момент ослободените радикали на калиум во хемиска реакција се врзуваат со слободните радикали хидроксидот ( $OH^+$ ), водородот ( $H^+$ ) и со кислород ( $O^+$ ) коишто се критични за одржување на процесот на согорување. По оваа реакција како нуспроизвод добиваме безопасни молекули на калиум хидроксид ( $KOH$ ) и вода ( $H_2O$ ).

Во овој процес радикалите на калиум истовремено се трошат и се произведуваат во реакција со радикали од оганот. Низ оваа реакција доаѓа до нарушување на системот на гасови коишто го поддржуваат горењето и се предизвикуваат намалување на интензитетот на пламенот. Овој циклус од низа на реакции се повторува сè до комплетно згаснување на пламенот.

Кондензираниот агенс од аеросол има и секундарен механизам при гаснењето на пожарот, односно влјаат и врз останатите три елементи од тетраедарот на оганот којшто е прикажан погоре. Имено, аеросолта

го лади пламенот дејствувајќи на него со облак составен од голема концентрација на микрочестички кои се со средна маса и големина на аеродинамичен дијаметар (MMAD) со димензија од 1 до 2 микрометри. И покрај тоа што површината на поединечните микрочестички е многу мала, големата количина на честички што се наоѓа во тој простор влијае на пламенот и го лади, бидејќи нивната збирна површина е многу голема, со што истите имаат својство да ја апсорбираат топлината од пламенот. Со рекомбинација на радикалите на оганот, на површината на честичките имаме хемиска реакција при којашто доаѓа до апсорпција на енергија.

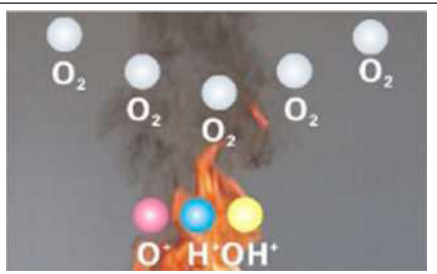
Пламенот е гасовит дел од пожарот и е производ од согорувањето на горивото. Аеросолните честички и останатите гасови од реакцијата се мешаат со гасните компоненти на пламенот и го изолираат гориво на оганот.

Дејствувајќи на сите елементи на тетраедар на оганот, системот за гаснење пожар со аеросол е меѓу поефикасните системи за гаснење пламен.

На пример, системот за гаснење пожар со аеросол може да го изгасне пожар од класа В во базен со запалена течност со 1/5 во однос на потребната количина на халон 1301 или 1/10 во однос на потребната количина на систем гаснење на оган базиран на хидрофлуоркарбонат или систем гаснење на оган базиран на флуоркетон (сооднос на килограм маса агенс на метар кубен).

Подолу сликовито е прикажан начинот на функционирање на аеросолите во процесот на гаснење на оган.

Кај обичниот оган имаме атоми и фрагменти од нестабилни слободни радикали од материјата што гори и тие во присуство на кислород реагираат помеѓу себе. Овој процес се одвива сè додека не се исцрпи горивото што согорува или додека пожарот не се изгаси со други средства.

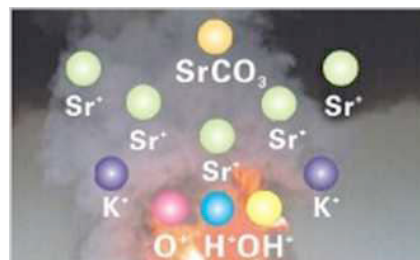


Со активирање на генератор на аеросоли неговата цврста материја се трансформира во аеросол којшто, главно, се состои од калиумови соли (на пр.  $\text{SrCO}_3$ )  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{N}_2$  и  $\text{CO}_2$ . Ослободениот гас има 3D својства (се шири во сите правци) со што на аеросолните честички им се олеснува нивната еднаква и брза дистрибуција, како и нивниот проток во природните конвектни струи на согорувањето.



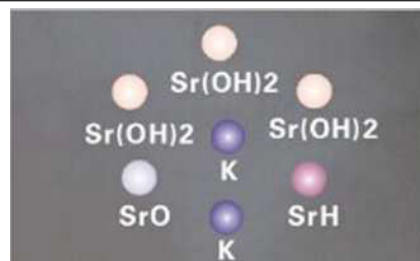
Цврстите честички на калиумовите соли се големи неколку микрони кои што се распоредени во инертен гас и имаат исклучително висока површинска големина во однос на масата пред реакцијата. Со тоа се зголемува на ефикасноста и се намалува количеството на материјали кои се потребни.

Кога аеросолите ќе дојдат и ќе реагираат со пламенот, настанува разделување на калиумовите соли на пр.  $\text{SrCO}_3$ , при што се добиваат радикали на калиум (Sr).



Со тоа слободните радикали  $\text{Sr}^1$  се врзуваат со слободните радикали (hydroxyls) од пламен, при што се формираат стабилни производи како што е  $\text{Sr}(\text{OH})_2$ .

По оваа реакција се изгаснува огнот без да ја осиромаша околината со кислород.



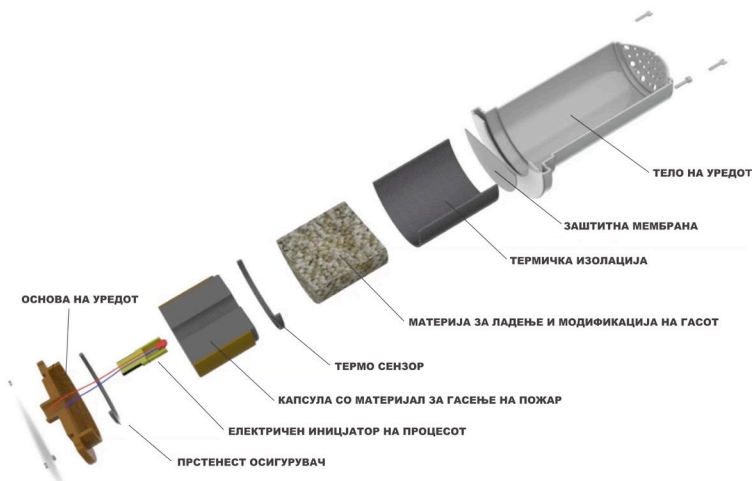
**Слика 2.** Сликвити приказ на начинот на функционирање на аеросолите во процесот на гаснење на оган

**Figure 2.** Pictorial manner of functioning of aerosols in the process of extinguishing the fire



### 5.1. Системи за гаснење на пожар со аеросоли и нивни карактеристики

Денес на пазарот има понуда од повеќе производи за противпожарна заштита кои функционираат на принципот на гаснење на пожари со материји коишто продуцираат аеросоли (гас генератори) или системи кои содржат компримирани аеросоли. На слика 3 е прикажана конструкција на единицата на гас-генератор со аеросоли.



**Слика 3.** Конструкција на единица на гас-генератор со аеросоли  
**Figure 3.** Construction of a unit of gas-aerosol generator

Системите за гаснење на пожари со аеросоли ги имаат следниве карактеристики:

- Не се намалува процентот на кислород во средина каде што е употребена материјата за генерирање на аеросол (може да додаде одреден процент на кислород);
- Нема корозивни ефекти врз материјалите: челик, никел, пластика, месинг, бакар, алуминиум, магнезиум;
- Не ги оштетува електронските уреди и компјутерска опрема (магнетни дискови, печатачи, итн.);
- Нема токсични ефекти врз луѓето и животните;
- По завршувањето на процесот на гаснење на пожарот не остава никакви остатоци од прашина;
- монтажата на уредите за гаснење е значително поедноставна во споредба со класичните системи, не бара инсталација на цевки;
- Животниот циклус на производот е повеќе од 10 години.

## **6. Гаснење на оганот во моментот на неговото настанување (превенција од пожари)**

Кај концептот на заштита од пожар, основен квалитет на технологија за гаснење оганот со аеросоли значајно е елиминирање на огнот во моментот на неговото настанување (пред да се прошири во животната средина).

Во оваа смисла, од клучно значење е и тоа што системите за гаснење на пожари се карактеризираат со време на реакција пократко од 1 секунда во гаснење на пожарот, истовремено дејствувајќи на целокупното подрачје коешто имаме намера да го заштитиме од последиците од опожарување (обем на гаснење пожар). Ова е иклучително важна превентивна мерка, посебно кај индустриските објекти, како и останатите објекти од јавен интерес.

### **6.1. Компатибилност со постоечките, веќе инсталирани системи за дојава на пожар и опции за надградба и подобрување**

Сите објекти од јавен интерес, како што се хотели, институции, музеи, училишта и сл. како и индустриските објекти, како дел од нивната законска обврска, имаат централен интегриран систем за дојава на пожар.

Системот за гаснење на пожари со аеросоли може лесно да се надгради на овие системи и со тоа значително ќе се подобри ефикасноста на постоечкиот систем.

Покрај тоа, системот за гаснење на пожари со аеросоли може да се постави и на други потенцијално ризични точки, како што се електрични разводни кутии, вентилациски канали (вообичаено оганот и отровните гасови од пожар се шират преку вентилационите канали), клима уреди и друга опрема кај коишто може да се предизвика пожар во просторот што сакаме да го заштитиме.

Со поставување системот за гаснење на пожари со аеросоли ќе се постигне основниот принцип на техниката за заштита од пожар - оневозможување на проширување и развивање на огнот во моментот на неговото појавување и во местото на неговата појава.

### **6.2. Ефикасност на системот за гаснење на пожари со аеросоли**

Во споредба со традиционалните системи што во моментот постојат на пазарот, системот за гаснење на пожари со аеросоли во однос на ефикасноста е супериорен во секој поглед, поради тоа што:

- Во простори со мал обем времето за гаснење пожарот е пократко од 0,5 секунди од моментот на идентификација оган;
- Во простори со поголем волумен времето за гаснење пожарот е пократко од 10 секунди од моментот на идентификација оган;

- Во однос на количината на материјата за потиснување на оганот во однос на просторот, системот за гаснење на пожари со аеросоли има многу значајна предност. Системот за гаснење на пожари со аеросоли има многу мала потреба од простор за поставување (најмалку 10 пати помалку простор во однос на потребниот простор за најновите стандардни системи). Фактот дека зазема помалку простор за инсталирање директно влијае на цената на системот.  
На пример, за заштита на  $1 \text{ m}^3$  волумен заштитен простор на системот за гаснење на пожари со аеросоли се потребни околу 50 - 100 грама материја.

### 6.3. Начини за активирање на аеросолите единиците за гаснење пожари

**За активирање на аеросолните единици постојат следниве начини:**

- Автоматско активирање со сензор - активирање преку кој било вид на сензор кој може да даде информации за пожар којшто се случува во просторот што имаме потреба да го заштитиме;
- Автоактивација преку термоактивен сензор вграден во уредот, во случај уредот да се наоѓа во извор огнот односно во средината на опожарената зона;
- Рачно активирање со едноставно притискање на копче и ставање на уредот во зона со оган или со притискање на посебно копче се наоѓа од надвор од објектот;
- Комбинација на гореспоменатите начини (во случаи доколку се утврди потреба за тоа);
- Преку централизиран систем за дојава на пожар и заштита од пожари.

Горенаведените системи за активирање обезбедуваат брзо распаѓање на смесата гаснење на пожар и негово брзо распространување низ целата заштита зона.

Пожарот во целата област ќе биде елиминиран доколку концентрацијата на ослободениот гас е во доволна количина во заштитената зона.

Потребното време за ослободување на смесата на гас од телото на уредот во заштитената зона е од 100 милисекунди до 10 секунди, а за процесот на елиминација на оган е потребно време од 0,5 секунди до 5 секунди.

## 7. Заклчок

Од изнесените податоци за најчесто применуваните средства за гасење на иницијални пожари може да се заклучи дека аеросолите како нова иновативна метода за гасење на иницијални пожари има низа предности во однос на останатите средства. Овде, пред сè, треба да се нагласат следниве предности:

- нема негативен ефект врз животната средина;
- нема негативен влијание врз луѓето и материјалите;
- има долг век на употреба;
- мала количина на материја е доволна за ефикасно гасење на иницијални пожари;
- времето за гасење на иницијалниот пожар е многу кратко;
- ефикасно автоматско иницирање на системите.

## Користена литература

- С. Талевски (2016), Гасење на иницијални пожари во инфраструктурни објекти, дипломска работа, Факултет за природни и технички науки, Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип;
- ISO 15779 (2011), Condensed aerosol fire extinguishing systems -- Requirements and test methods for components and system design, installation and maintenance - General requirements;
- U.S. Coast Guard Research and Development Center (2006), AN EVALUATION OF AEROSOL EXTINGUISHING SYSTEMS FOR MACHINERY SPACE APPLICATIONS, Report No. CG-D-03-06, FINAL REPORT;
- US Patent, US 5915480 A (1999), Fire extinguishing system, Valeryj Nilovich Yemelyanov, Aleksey Ivanovich Sidorov, Vyacheslav Vasilyevich Prosyanyuk, Valeryj Nikolaevich Kozyrev;
- US Patent, US 7389825 B2 (2008), Aerosol fire-retarding delivery device, Marc V Gross, Lawrence T. Weinman;
- Vladimir V. Agafonov, Sergey N. Kopylov, Andrey V. Sychev, Vassily A. Uglov, Dmitry B. Zhyganov (2005), The mechanism of fire suppression by condensed aerosols, All-Russian Scientific Research Institute for Fire Protection.