



ЗРГИМ
Здружение на
рударски и
геолошки инженери
на Р. Македонија

IX^{TO} СТРУЧНО СОВЕТУВАЊЕ НА ТЕМА:

Технологија на подземна и површинска експлоатација на
минерални суровини

ПОДЕКС – ПОВЕКС '16

Струмица
11 – 13. 11. 2016 год.

ГАСЕЊЕ НА ИНИЦИЈАЛНИ ПОЖАРИ ВО ИНФРАСТРУКТУРНИ ОБЈЕКТИ

Ристо Дамбов¹, Сашо Талевски², Илија Дамбов³

¹Универзитет „Гоце Делчев“, Факултет за природни и технички науки,
Штип, Р. Македонија

²Министерство за внатрешни работи, Скопје, Р. Македонија

³Дам-експло ДОО, Радовиш, Р. Македонија

Апстракт: Секојдневно, пожарите, без оглед на нивното потекло, одземаат многу човечки животи и нанесуваат големи материјални штети.

Во овој труд ќе посветиме внимание на пожарите и во кратки црти ќе се објасни начинот на функционирањето на еден од поновите методи на справување со пожари, а тоа гасењето на пожари со аеросоли генерирани од цврста материја.

Целта на овој труд е да се прикаже ефикасноста и оправданоста од имплементирање на овој метод на заштита на човечките, природните и материјалните добра.

Посебно ќе ја потенцираме потребата од ваков начин на заштитата од пожари во индустријата, односно, неговата примена во процесите на експлоатација и преработката на минералните суровини.

Клучни зборови: експлозив, пожар, слободни радикали, специјални минирања, аеросоли, индустрија.

EXTINGUISHING INITIAL FIRE IN INFRASTRUCTURE FACILITIES

Risto Dambov¹, Saso Talevski², Ilija Dambov³

¹University “Goce Delcev”, Faculty of Natural and Technical Sciences, Stip, R. Macedonia

²Ministry of interior, Skopje, R. Macedonia

³Dameksplo DOO, Radovis, R. Macedonia

Abstract: Every day, fires are consuming lives and causing great material damage, regardless of their origin.

In this final paper, we will pay attention to the fire and we will explain in more detail the manner of operation of one of the newer methods of dealing with fires. It extinguishing of fires with aerosols generated from solids ..

The purpose of this final paper is to show the effectiveness and feasibility of implementing this method of protection of human, natural and material goods.

Will particularly emphasize the need for this kind of fire safety in the industry, ie, its application in the processes of exploitation and processing of mineral resources.

Keywords: explosive, fire, free radicals, special blasting, aerosols, industry.

1. ВОВЕД

Покрај пронаоѓањето на огнот, во текот на својата историја, човекот успеал да пронајде и да ги контролира другите потенцијално опасни средства. (експлозив, електрична енергија, нуклеарна енергија).

Таков пример е пронаоѓањето на Динамитот од страна на Алфред Нобел. Првобитно динамитот бил створен за да се зголеми продуктивноста во рударството и да се зголеми безбедноста на минерите, но за жал, пронајдокот на динамитот ја зголемил и убиствената моќ на воените средства. Со тоа динамитот донел можеби повеќе страдања за човештвото отколку бенефит.

Од друга страна огнот претставува природна појава која што човекот само ја насочил кон своите потреби. Сепак, процесот на горење не носи само позитивни ефекти. Денес, пожарите претставуваат појава со која најчесто се соочуваме како во секојдневниот живот така и во индустријата. Од оваа причина, напорите за изнаоѓање на ефикасни начини за превенција и гасење на пожарите претставуваат константа.

Во овој труд ќе ставиме акцент на средствата за гасење на пожари кои што од цврста материја (соли на калиум) произведуваат аеросоли кои што брзо и ефикасно се справуваат со огнот.

За жал, овој ефикасен начин на гасење на пожари кај нас не е доволно имплементиран. Во обидот за изработка на овој труд се сретнавме со голема пречка во изнаоѓање на веродостојни извори на информации од домашни автори. Најмногу информации добивме од компанијата „ВЕДА“, од странски публикации и официјални веб страни на производители на противпожарна опрема.

Заштитата од пожари е задолжителна (регулирана со закон) во речиси секоја човекова активност.

При градењето на било каков вид на индустриски или станбен објект, при припрема на индустриски процес, при производство на било каков вид на опрема, потребно е да се посвети внимание на прашањето за заштита од пожари. Целокупната ситуација мора да биде предвидена во плановите и истите да бидат одобрени од надлежен орган. Покрај водењето на сметка за ефикасноста, денес е зголемена и потребата за водење на сметка на влијанието и компатибилноста на уредите за гаснење на пожари врз животната средина а особено на нивното влијание во заштитата на озонската обвивка.

2. ОСНОВНИ ПРИНЦИПИ НА ГАСЕЊЕ НА ПОЖАР

Гаснењето на пожарот во суштина е елиминирање на најмалку еден од условите кои се неопходни за одвивање на процесот на согорување. 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. Гасење на пожари со примена на аеросоли

Аеросолите се дефинирани како колоиден систем на цврсти или течни честички во гас. Аеросолите се составени од честички и суспендиран гас кој што обично е воздух. Постојат различни видови на аеросол, класифицирани според

нивната физичка форма и како 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 (т.н.р. спрејови) и др.

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 гасење на пожар со аеросол ослободува материја чии што 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 кој што го заштитуваме.

Уредите за гаснење пожар со сува хемиска материја мора да бидат директно насочени кон пламенот, додека системот за гасење на пожар со аеросол испушта агенси кои што го „поплавуваат“ просторот а со тоа се значително многу поефикасни и тоа без оглед на локацијата и висината во однос на огнот. Влажните хемиски системи, кои што 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.

2.2. Основни компоненти на системот

Накратко да дадеме преглед на составот на материјата за генерирање на аеросол и на генерираната аеросолна материја:

Табела 1. Состав на материјата за генерирање на аеросол

СОСТАВ НА МАТЕРИЈАТА ЗА ГЕНЕРИРАЊЕ НА АЕРОСОЛ			АЕРОСОЛ (податоците се однесуваат на максимална употребена густина од 100g/m ³)		
компонентата	хемиска формула	количество	компонентата	хемиска формула	количество
Калиум нитрат	KNO ₃	60-65%	Калиум карбонат	K ₂ CO ₃	8.67mg/m ³
Сахароза	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	20-25%	Азот	N ₂	
Меламин	C ₃ H ₆ N ₆	5-10%	Водена пара	H ₂ O	60.4mg/m ³
Магнезиум стеарат	C ₃₆ H ₇₀ MgO ₄	1-2%	Јаглерод диоксид	CO ₂	1350mg/m ³
			Јаглерод моноксид	CO	1.63mg/m ³
			Азотни оксиди	NO _x	10.51mg/m ³
			Амониум	NH ₃	2.83mg/m ³
			Сулфур диоксид	SO ₂	0.036mg/m ³
			Водороден цијанид	HCN	ND (<0.05)mg

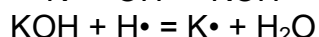
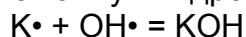
Треба да знаеме и дека произведените аеросоли и продуктите од нив, по реакцијата со огнот, не претставуваат опасност за животната средина.

Детални информации за хемискиот и физичкиот процес кој што се случува за време на процесот на горење, процесот на активирање на материјата за генерирање на аеросоли и реакцијата на произведените аеросоли со слободните радикали од огнот, може да се добијат од повеќе реномирани извори на информации.

2.3. Принципи на функционирање на процесот на гасење на пожари со аеросоли

Примарниот механизам гаснење на пожари со аеросоли дејствува на „четвртиот елемент од тетраедарот на огнот 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) кои што се произведуваат со термичко распаѓање на материјата за генерирање на аеросоли (соединение кое што 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 кои 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^+) кои го што 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 калиум истовремено се трошат и се произведуваат во реакција со радикали од оганот. Низ оваа реакција доаѓа до нарушување на системот на гасови кои што го поддржуваат горењето и се предизвикува намалување на интензитетот на пламенот. Овој циклус од низа на реакции се повторува се до комплетно згаснување на пламенот.

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

2.4. Зеднички карактеристики на материјата за генерирање на аеросоли и експлозивите

При активирањето на материјата од која што се генерираат аеросоли, се случуваат процеси исти како кај експлозиите и експлозивите. Тоа е видно од следните табеларни прикази и споредби:

Табела 2. Зеднички карактеристики на материјата за генерирање на аеросоли и експлозивите

процес	при експлозии	при генерирање на аеросоли
Процесот на хемиските промени треба да се одвива со голема брзина	да	да
Процесот мора да е проследен со ослободување на топлинска енергија	да	да
Продуктите на хемиските промени треба да бидат претежно гасови	да	да

Табела 3. Пиротехнички состав на бездимните барути, ракетните горива и материјата од која што се генерираат аеросоли

	Гориво	Оксиданс	Пластифи-катор
бездимни барути	јаглен - С сахароза $C_{12}H_{22}O_{11}$	калиум нитрат (KNO_3)	да
ракетни горива	нитроцелулоза $C_6H_9(NO_2)O_5$	амониум нитрат $N_2H_4O_3$, амониум перхлорат NH_4ClO_4 , калиум нитрат (KNO_3)	да
материјата од која што се генерираат аеросоли	јаглен - С сахароза $C_{12}H_{22}O_{11}$	калиум нитрат (KNO_3)	да

3. КАРАКТЕРИСТИКИ И НАЧИН НА ИЗРАБОТКА НА СИСТЕМОТ

Во Република Македонија ваков систем за гасење на пожари со материјата за генерирање на аеросоли, направена од смеса на цврсти материји, има развиено компанијата „ВЕДА“ од Скопје.

Своите технолошки способности, оваа компанија ги применила во креирање на генератори за аеросолни противпожарни системи. Овие гас-генератори претставуваат производ на интегрирана технологија и технолошки можности компанијата и се базираат на нивниот технолошки развој во производство на термопластични композитни ракетни горива, нивната технолошки развиена опрема и обемното искуство од создавањето на композитни смеси.



Слика 1. Конструкција на единица на гас-генератор на аеросоли

3.1. Основни карактеристики на системот за гасење на пожари со аеросол од производство на компанијата „ВЕДА“

Системот за гаснење на пожари аеросол од производство на компанијата „ВЕДА“ ги исполнува сите критериуми пропишани од најновите светски стандарди.

Овој систем ги исполнува најважните критериуми за еден противпожарен систем и е во рамките на еколошките стандарди - не штети на озонската обвивка, истиот не е токсичен, и може да се рециклира и.т.н. Паралелно со ова, системот адекватно ја исполнува својата примарна цел - брзина на гаснење пожарот, едноставност во постапката за користење, компатибилност со други постоечки системи за автоматско гасење на пожар, можност за надградби и подобрувања и.т.н.

Системот за гаснење пожари со аеросол во многу елементи е атипичен, но е пазарно конкурентен во споредба со стандардните противпожарни системи. Во пракса, постои голем отпор кон овој систем поради тоа што се работи за воведување на нова технологија за гаснење пожари а овој отпор најчесто доаѓа од производителите на традиционалните технологии за гасење на пожари и нивните оперативни работници.

Но и покрај тоа, експертите во оваа област, сметаат дека овој систем во блиска иднина ќе биде доминантен на пазарот, и тоа со почетна проценка дека ќе ја замени најмалку 50 % од постојната опрема.

3.2. Материја за генерирање на аеросоли

Материјата за генерирање на аеросоли е составена од цврсти композитни материјали, и со нејзиното распаѓање се создаваат гасовити производи (аеросоли - честички со големина од околу еден микрон). Овие честички дејствуваат како антикаталисти во процесот на горењето. Меѓутоа, доколку е потребно, со овие честички може да се постигне и комбиниран ефект - како антикаталисти со цел да го потисне пожарот (апсорпција на слободните радикали) така и каталитички (во процесот се добива вода H_2O) со намалување на температурата на елементите кои учествуваат во оганот.

По активирањето на системот, гасните производи го пополнуваат целиот простор во многу кратко време и го сузбиваат огнот подеднакво ефикасно во секој дел од просторот кој што го заштитуваме. Тоа значи дека нема потреба од насочување на гасовите кон местото каде што е започнат огнот.

Крајниот производ, по реакцијата на аеросолите со компонентите од пожарот, се KCO_3 , $(SrCO_3)^1$, H_2O , N_2 и CO_2 .

Густијата на материјата за генерирање на аеросол е од 1,5 до 1,9g /cm³.

Бидејќи материјата за генерирање на аеросол е во цврста агрегатна состојба, истата може да се моделира и да се произведува во различни форми, односно може да се креираат единици во секаква форма кои што би биле погодни за неговна примена.

Температурниот опсег на употреба на оваа материја е од -50C до + 80C, без при тоа се предизвикаат структурни оштетувања.

Освен тоа, материјата за генерирање на аеросол е стабилна, и е со неограничен рок на траење. Единствената причина со која што рокот на траење би бил ограничен е само поради комерцијални причини.

4. КАРАКТЕРИСТИКИ НА СИСТЕМОТ

Заштита од пожари е активност која датира од самите почетоци на цивилизацијата, тоа е резултат на борбата за спасување на животи, заштита на материјални добра и заштита на животната средина. Така, во денешно време, индустријата за производство на системи за противпожарна заштита е многу развиена и истите секојдневно бараат нови ефикасни решенија.

Што се однесува на технологијата на системот за гасење оган со аеросоли, иновативно, таа е тесно поврзана со развојот на воените технологии, особено во развојот на ракетни системи, авијацијата, морнарицата и.т.н.

- Гасење на огнот во моментот на неговото настанување (превенција од пожари)

Кај концептот на заштита од пожар, основен квалитет на технологија за гасење 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 гасење на пожари се карактеризираат со време на реакција пократко од 1 секунда во гасење на пожарот, истовремено дејствувајќи на целокупното подрачје кое што имаме намера да го заштитиме од последиците од опожарување (обем на гасење пожар).

- Компатибилност со постоечките инсталирани системи за дојава на пожар и опции за надградба

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

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

Покрај тоа, системот за гасење 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 кои што може да се предизвика пожар во просторот кој што сакаме да го заштитиме.

Со поставување системот за гасење 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.

- Ефикасност на системот за гасење на пожари со аеросоли

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

- **Во простори со мал обем**, времето за гасење 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 гасење на пожари со аеросоли има многу значајна предност. Самиот систем за гасење 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). Самиот факт дека завзема помалку простор за инсталирање директно влијае на цената на системот.

На пример, за заштита на 1 m³ волумен заштитен простор на системот за гасење на пожари со аеросоли потребно е околу 50 - 100 грама материја.

- Начини за активирање на аеросолните единиците за гасење пожари

За активирање на аеросолните единици, постојат следниве начини:

- Автоматско активирање со сензор - активирање преку било кој вид на сензор кој може да даде информации за пожар кој што се случува во просторот кој што имаме потреба да го заштитиме;
- Авто-активација преку термо-активен 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 кое се наоѓа надвор од објектот;
- Комбинација на горе споменатите начини (во случаи доколку се утврди потреба за тоа);
- Преку централизиран систем за дојава на пожар и заштита од пожари;

Погоре наведените системи за активирање обезбедуваат брзо распаѓање на смесата гасење 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.

- Останати карактеристики кои треба да се нагласат

Природата на материјата за гасење на пожар (таа е во цврста агрегатна состојба), како и начинот на гаснење на пожар (претворање на цврстата материја во гас), даваат неколку предности за време на нејзиното користење во споредба со стандардните противпожарни системи. А тоа се следните:

- **Формата на единицата за гасење на пожар.** Формата на единицата може да се оформи во било која геометриска фигура, па дури и во неправилни и нерамни форми со цел соодветно да се вклопат во просторот каде што треба да се стави на уредот. Целта е за единицата да завземе најмал можен простор од зоната во која што ќе се користи а при тоа што е можно повеќе и да ја задржи својата функционалност.
- **Големината на единиците.** Единиците можат да бидат произведени во големини и форми во зависност од потребното аплицирање и големината

на просторот кој што сакаме да го заштитиме. На пазарот може да се најде широк спектар на единици кои можат да изгаснат различни големини на пожари. Големината на единиците може да биде од 1, 2, 5, 10, 20, 50, 70, 100, 200, и 500 грама. Единици со поголема маса се произведуваат по барање на купувачите.

- **Цена на материјата за гасење на пожар.** Без оглед на фактот дека најбитна е ефикасноста на уредот, неговата цена е исто така еден од значајните компоненти. И од овој аспект, аеросолниот систем е во поповолна ситуација во споредба со традиционалните системи за гасење на пожари. Материјата за гасење на пожарот е околу 10 пати поевтина во споредба со материјата која сега се користи како замена за халон. Освен тоа, ако ја додадеме на ова и разликата во количеството потребно со цел да се заштити една единица волумен, крајната цена на заштитена единица волумен ќе биде 50 до 80 пати во корист на новиот систем.

За споредба:

Цената на материјата за генерирање на аеросол е околу 7,00 USD/kg, а за гасење пожар на површина од 1m³ потребни се 50g, што значи дека цената за материјата за генерирање на аеросол за заштита од пожар на 1m³ волумен е за 0,35 долари.

Да се заштити истата област со материја која е замена на халон потребно е најмалку 500g /1m³. Цена за 1 kg на таа супстанција е 30,00 долари, што не доведува до цена од околу 15,00 долари за заштита на 1m³.

Во оваа пресметка не е вклучена комплексноста на единицата за гасење на пожар.

- Предности и карактеристики на системите за гасење на пожари со аеросоли:

- 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, принтери, и.т.н.);
- Нема токсични ефекти врз луѓето и животните;
- По завршувањето на процесот на гасење на пожарот, не остава никакви остатоци од прашина;
- монтажата на уредите за гасење е значително поедноставна во споредба со класичните системи, не бара инсталација на цевки;
- Животниот циклус на производот е практично неограничен, односно тој е повеќе од 10 години;

5. ЗАКЛУЧОК

Од погоре прикажаното можеме да заклучиме дека системите за гасење на пожари со аеросоли се со голем потенцијал за нивна примена во секој аспект на активностите на денешното општество поради тоа што при нивната апликација: ги задоволуваат сите законски и еколошки параметри, не ја загадуваат околината (ниту за време на нивното производство, ниту при

нивното чување ниту при нивното активирање), не го намалуваат процентот на кислород во средина каде што е употребена материјата за генерирање на аеросол, немаат корозивни ефекти врз материјалите: челик, никел, пластика, месинг, бакар, алуминиум, магнезиум, не ги оштетуваат електронските уреди и компјутерска опрема (магнетни дискови, принтери, и.т.н.), немаат 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 практично неограничен, односно тој е постојан повеќе од 10 години.

КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА

- [1] James W. Fleming, etc., **Suppression effectiveness of aerosols: the effect of size and flame type**, Navy Technology Center for Safety and Survivability, Naval research laboratory, Usa
- [2] Korostelev V. G., *Combustion, Explosion and Shock Waves, Aerosol-Generating Pyrotechnic Compositions with Components Interacting in the Combustion Wave*, pp 315-318, 2005;
- [3] U. Langefors, Björn Kihlström, *The modern technique of rock blasting*, USA, New York - Wiley 1963;