




ВИСОКА ТЕХНИЧКА ШКОЛА
СТРУКОВНИХ СТУДИЈА
У НОВОМ САДУ
СМЕР: Заштита од пожара и спасавање – специјалистичке студије
ПРЕДМЕТ: Експертиза пожара



ЕКСПЕРТИЗА ПОЖАРА
-Белешке уз предавања-

Нови Сад, новембар 2016.

1. САДРЖАЈ

1. Садржај.....	1
2. Увод.....	2
3. Сагоревање материје.....	3
3.1. Механизам сагоревања чврстих материја.....	3
3.2. Паљење и сагоревање течних горива.....	4
3.3. Паљење и сагоревање гасовитих горива.....	4
4. Топлота и температура.....	6
4.1. Простирање топлоте.....	7
5. Узроци пожара према начину стварања топлоте.....	9
5.1. Директан контакт гориве материје са пламеном, ужареном материјом и усијаним предметом.....	9
5.2. Самозапаљење и хемијске реакције.....	10
5.3. Експлозија као узрок пожара.....	14
5.4. Електрична енергија као узрок пожара.....	17
5.5. Атмосферско пражњење електрицитета.....	22
5.6. Статички и динамички електрицитет.....	22
5.7. Кинетичка енергија као извор топлоте.....	23
5.8. Природни узрок пожара.....	25
6. Криминалистичка подела узрока пожара.....	27
6.1. Природни узрок пожара.....	27
6.2. Пожари изазвани нехатом или непажњом.....	27
6.3. Намерно изазвани пожари.....	27
6.4. Пожари изазвани дечијом игром.....	27
7. Трагови код пожара.....	28
7.1. Трагови у околини места пожара.....	28
7.2. Трагови у изгорелом објекту.....	28
7.3. Трагови у центру пожара.....	36
7.4. Трагови на осумњиченом лицу.....	38
8. Закључак.....	39
9. Литература.....	40

2. УВОД

Са сигурношћу се може тврдити да је појава ватре са свим њеним пратећим корисним и штетним ефектима означила настајање једне нове ере у развоју људског друштва. Ове почетке је временски веома тешко прецизно одредити, али је сасвим извесно да то време дубоко задире у праисторију човечанства. С обзиром на веома спор напредак у току дугих миленијума праисторије, ватра је представљала неразјашњену појаву којој су придавана изузетна, често и натприродна својства.

Прву природу ватре и горења објаснио је Лавоазије, крајем XVIII века, доказивши да је ватра процес оксидације који доводи до сједињавања материје која гори са кисеоником.

За настајање и одвијање процеса горења потребна су следећа три услова: материја која може да гори, довољна количина топлотне енергије потребне да материју загреје до одређене температуре-температуре паљења и присуство кисеоника.

Уколико неки од наведених услова није испуњен, по правилу, појава ватре неће бити могућа.

Ватра представља процес оксидације који се брзо развија. У низу сродних процеса, на једном крају налази се веома спор процес корозије метала, а на другом крају тренутни процес оксидације, уз ослобађање огромне количине енергије који се дефинише као експлозија.

Контролисана ватра је изузетно корисна и примењује се као извор топлотне енергије за загревање и за разне индустријске сврхе. Међутим, ватра има и своје друго лице, када се појављује изненадно и неконтролисано, при чему изазива често огромне материјалне штете, а понекад узрокује повреде и смртне случајеве. Таква ватра дефинише се као пожар.

Посао вршења увиђаја код пожара је специфичнији него код осталих увиђаја. Специфичност је посебно потенцирана последицама које могу да наступе услед пожара (могућност страдања великог броја људи, огромне материјалне штете), висока температура која прати сваки пожар, велике количине средстава за гашење на лицу места, велике промене лица места услед акције гашења и спашавања људи и имовине.

Утврђивање узрока пожара и експлозија се искључиво зазива на материјалним траговима, док изјаве сведока треба узети у обзир али никако доносити мишљење на основу њих.

Такође, околности под којима је избио пожар, не смију утицати на мишљење о узроку пожара, јер често се подеси такав склоп околности да лице које утврђује узрок пожара може да донесе погрешно мишљење уколико довољно не познаје материјалне трагове што може да изазове врло тешке последице.

3. САГОРЕВАЊЕ МАТЕРИЈЕ

Сагоревање је сложен физичко-хемијски процес при коме се из гориве материје ослобађа хемијски везана топлота и то као резултат везивање кисеоника са сагоривим састојцима у материјалу.

Да би отпочео процес сагоревања мора да постоји:

- горива материја,
- ваздух (кисеоник) и
- извор топлоте (енергија).

Све материје се могу поделити на две велике групе и то:

- незапаљиве или негориве, и
- запаљиве или гориве.

Оваква подела није сасвим прецизна јер постоји велики број материја које се могу сврстати и у једну и у другу групу а којој ће припасти у конкретном случају, зависи од влажности, чистоће, уситњености и сл.

Незапаљиве материје су оне материје које се под нормалним условима неће запалити на повишеним температурама.

Запаљиве материје су оне материје које се под нормалним условима пале и настављају да горе. Јављају се у три агрегатна стања:

- чврстом,
- течном и
- гасовитом.

Осим запаљивих и незапаљивих материја постоје и тешко запаљиве или самогасиве материје које се пале и горе само док на них директно делује пламен, а уклањањем пламена се гасе.

3.1. Механизам сагоревања чврстих материја

Сагоревање чврстих горивих материја одвија се у две фазе и то сагоревање гасне фазе и сагоревање чврсте фазе (коксног остатка).

Загревањем чврсте материје отпочиње процес термичког разлагања и издвајања испарљивих компоненти које са ваздухом стварају гориву смешу која се пали када се достигне температура паљења смеше.

За чврсте гориве материје су карактеристичне две температуре: температура паљења испарљивих састојака и температура паљења чврстог дела (коксног остатка). Температура паљења чврстог дела је она температура до које се мора загрејати чврсти део да би се усијао. На ову температуру утиче величина честице. Што је чврсти гориви материјал ситнији то је већа његова површина која долази у контакт са ваздухом а тим и могућност оксидације је већа па је температура паљења нижа.

Са гледишта утврђивања узрока пожара врло су битне промене које настају на чврстим материјалима које нам омогућавају да утврдимо, развој и правац ширења пожара.

На дрвету и производима од дрвета карактеристична је површина после сагоревања на којој постоји низ пукотина које имају изглед крокодилске коже па се и назива “крокодилска кожа” изгорелог дрвета.

Крокодилска кожа настаје пуцањем угљенисане површине дрвета под дејством испарљивих компоненти које испаравају под дејством топлоте.

Испарљиве компоненте излазе на површину кроз већ настале пукотине тако да угљенисана кора прска у све ситније комаде. Дебљина угљенисаног слоја постаје већа и мекша.

Напрслине су дубље а комадићи „крокодилске коже“ ситнији и израженији тамо где је ватра дуже трајала тј. на површинама дрвета које су ближе центру пожара.

3.2. Паљење и сагоревање течних горива

Сагоревање горивих течности могуће је само у гасној фази. Као пример, може да послужи податак да је температура паљења течних горива увек већа од температуре кључања. Да би се неко течност гориво упалило потребно је да се образује смеша пара запаљиве течности и ваздуха у границама запаљивости. Област запаљивости је област између доње границе запаљивости и горње границе запаљивости.

Доња граница запаљивости или експлозивности је најнижа концентрација пара гориве течности са ваздухом када долази до паљења, ако се смеша загреје до температуре паљења. Ако је концентрација нижа од ове границе нема сагоревања.

Горња граница запаљивости или експлозивности је највиша концентрација пара гориве течности са ваздухом при којој долази до паљења ако се смеша загреје до температуре паљења. Ако је концентрација већа од горње границе запаљивости нема процеса сагоревања, без обзира на температуру до које се загреје смеша.

Границе запаљивости могу се исказати у запреминским односима (%) и масеним јединицама g/m. Нпр. за бензин су границе запаљивости или експлозивности 1,0 до 6,0% запреминог удела, док је алкохол 3,3 до 18,9%.

Код горивих течности карактеристичне су две температуре и то: температура запаљивости и температура паљења.

Температура запаљивости (t_z) или тачка паљења је најнижа температура код запаљивих течности на којој се изнад течности ствара доболна количина пара које са ваздухом образују запаљиву смешу и могу се упалити отвореним пламеном.

Температура паљења (t_p) или температура самопаљења је она температура на којој се материја (или њена оптимална смеша са ваздухом) пали сама од себе без варница или пламена при чему наставља да сагорева.

Пример: бензин има температуру запаљивости -20°C док му је температура паљења 260°C док дизел гориво има температуру запаљивости $t_z = 40^\circ\text{C}$ а температуру паљења $t_p = 220^\circ\text{C}$.

3.3. Паљење и сагоревање гасовитих горива

Код сагоревања чврстих и течних горива видели смо да се све дешава у гасној фази тј. прво долази, услед загревања, до исправљања гасних компоненти, стварања запаљиве смеше и на крају до паљења и сагоревања.

Да би отпочео процес сагоревања потребно је остварити одређене услове и то:

- створити смешу у границама запаљивости (експлозивности);
- загрејати је до температуре паљења.

Видимо да код гасовитих горива не постоји температура запаљивости већ само температура паљења.

Паљење гасне смеше може се извести на два начина. Први начин се састоји што се цела смеша горивог гаса и ваздуха (или кисеоника) загрева до температура на којој се пали по целој запремини без спољашњег утицаја. Овај начин паљења назива се самопаљење.

Други начин паљења гориве смеше састоји се у томе што се хладна смеша припаљује само у једној тачки запремине смеше помоћу неког извора топлоте загрејаног до одређене температуре као што је електрична варница, усијано тело или пламен. Овај начин паљења се назива принудно паљење или припаљивање.

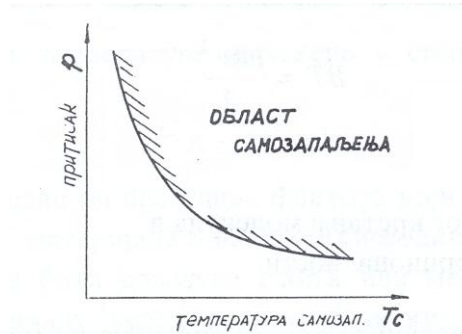
Код горивих смеша температура паљења или температура самопаљења зависи од процентуалног састава смеше. Најнижу температуру самопаљења имају смеше чији је састав близак стехиометријском а сиромашне и богате смеше имају више температуре самопаљења. У таквим смешама се велика количина топлоте троши на загревање у првом случају вишка ваздуха а у другом случају вишка горивог гаса.

Ради појашњења, потребно је знати да је стехиометријски састав или стехиометријска мешавина она смеша запаљивог гаса и ваздуха или пара запаљивих течности и ваздуха када је сваки молекул гориве материје окружен потребном количином кисеоника да дође до потпуног сагоревања (сагоревање када у продуктима сагоревања нема горивих материја) или када нема ни

вишка ни мањка ваздуха. Сиромашна смеша је она смеша где имамо вишак ваздуха у односу на потребну количину ваздуха да би се процес сагоревања одвијао по стехиометријској једначини. Богата смеша је смеша која има вишак гориве материје у односу на стехиометријску једначину.

Температура самопаљења није физичко-техничка константа која карактерише неку одговарајућу смешу гаса и ваздуха. Она зависи од услова у којима се одвија сагоревање тј. од материјала од кога су направљени зидови суда, од састава смејше, од запремине суда у коме се налази смеша.

Ако је притисак смеше већи температура самопаљења је нижа и обрнуто, што је приказано на сл.1.



Слика 1. Зависност температуре самопаљења од притиска смеше

Принудно паљење или припаљивање се врши помоћу варнице, усијаног тела, пламена и сл. Механизам припаљивања се у принципу не разликује од процеса самопаљења. Процес се одиграва у малој зони смеше за разлику од самопаљења где имамо процес у целој смеши.

Механизам припаљивања електричном варницом је доста сложенији јер због високе температуре варнице долази до јонизације молекула.

4. ТОПЛОТА И ТЕМПЕРАТУРА

Топлота је енергија која је у непосредној вези са кретањем великог броја молекула у материји. Топлота се преноси са топлијег на хладније тело све док се температуре не изједначе и представља меру унутрашње енергије тела.

Како је суштина топлоте енергије у кретању честица (молекула и атома) топлотно стање неке материје је одраз одређених величина – величина стања (температура, притисак и специфична запремина).

Уређај за мерење количине топлоте назива се колориметар а јединица за топлоту је J (џул), као и за сваку другу енергију.

Температура се обично дефинише као степен загрејаности тела. Међутим температура представља физичку величину која је пропорционална средњој кинетичкој енергији транслаторног кретања великог броја молекула тј.

$$BT = \frac{mw^2}{2}$$

T – температура,

m – маса честице,

w – брзина траслаторног кретања молекула и

B – коефицијент пропорционалности.

Температура је величина која се директно не може измерити већ преко неке друге величине (ширење материје, електричне величине и др.).

Инструменти за мерење температуре су термометри, термопарови и др.

Јединице за мерење температуре су степени [°]. По научницима који су их пронашли постоје скале Целзијуса, Реомира, Фаренхајта и Келвина.

Физичар Целзијус је степен Целзијуса [°C] добио на тај начин што је температуру топљења леда обележио са 0°C а температуру кључања воде са 100°C и скалу поделио на 100 једнаких делова.

Реомир је степен реомира [°R] добио тако што је температуру топљења леда обележио са 0°R а температуру кључања воде са 80°R и ту скалу поделио на 80 једнаких делова.

Фаренхајт је степен фаренхајта [°R] добио тако што је температуру топљења леда обележио са 32°F а температура кључања воде са 212°F и скалу поделио на 180 једнаких делова.

Прерачунавање једних у друге степене врши се по следећим релацијама:

$$t^{\circ}C = 5/9(t^{\circ}F - 32^{\circ}) = 5/4t^{\circ}R$$

$$t^{\circ}F = 32^{\circ} + 9/5t^{\circ}C = 32^{\circ} + 9/4t^{\circ}R$$

$$t^{\circ}R = 4/5t^{\circ}C = 4/9(t^{\circ}F - 32^{\circ})$$

Апсолутна температура се изражава у степенима Келвина. Температура од 0°K представља апсолутну нулу тј. температуру на којој нема кретања честица у материји. Зависност између апсолутне температуре (t_k) и температуре изражене у степенима (t_c) дата је следећим односом:

$$t_k = 273 + t_c [^{\circ}C]$$

Топлота је један од пресудних фактора који доводе до пожара уз присуство горивог материјала и ваздуха (кисеоника). Топлота за настанак пожара може бити доведена споља или може настати у самом запаљивом материјалу услед разних физичких, хемијских или биолошких процеса.

4.1. Простирање топлоте

Врло је битно, са аспекта утврђивања узрока пожара познавање начина простирања топлоте, имајући у виду да извор топлоте не мора да буде на месту почетка пожара.

Пренос топлоте са једног тела на друго може да се одиграва када постоји температурска разлика између та два тела. Топлота прелази са тела које је загрејано до више температуре на тело са нижом температуром.

Простирање топлоте може се вршити на следеће начине:

- превођењем или кондукцијом,
- преношењем или конвекцијом, и
- зрачењем или радијацијом.

4.1.1. Превођење – кондукција

Превођење или кондукција је простирање топлоте од једне честице на другу која се налази у непосредној близини. Овај начин преноса топлоте могућ је једино код чврстих тела.

Количина топлоте која се пренесе пропорционална је коефицијенту проводљивости топлоте и паду температуре.

Постоји више примера пожара до којих је дошло услед провођења топлоте:

- паљења запаљивог пода испод пећи,
- паљење дрвене греде кровне конструкције узидане у димњак,
- паљење неког запаљивог материјала од загрејане челичне цеви најчешће код радијаторског грејања приликом извођења радова аутогеног сечења и заваривања у просторији где се не изводе ови радови.

4.1.2. Преношење – конвекција

Простирање топлоте конвекцијом одиграва се између гаса или течности и чврстог тела при њиховом непосредном додиру. Топлотна енергија се преноси помоћу честица гаса или течности које се крећу као и провођењем топлоте кроз слој гаса или течности које налаже на површину чврстог дела. Ово је сложен начин простирања топлоте који умногоме зависи од особине гаса или течности и начина њиховог кретања.

Зависно од начина кретања постоји природна и принудна конвекција. Природна конвекција настаје као последица разлике специфичне тежине гаса или течности услед разлике у температурама због чега долази до кретања а тиме и простирања топлоте.

Принудна конвекција ја изазвана као последица принудног кретања гаса или течности (вентилатори, фенови, пумпе итд.).

Количина топлоте која се преда од гаса или течности површини чврстог материјала израчунава се по формули:

$$Q_k = \alpha_k (t_1 - t_2) \tau F$$

Q_k = количина топлоте која се преда конвекцијом
 α_k = коефицијент прелаза топлоте конвекцијом
 t_1 = температура гаса или течности у °С
 t_2 = температура материјала који прима топлоту °С
 τ = време размене топлоте
 F = површина додира где се врши пренос топлоте.

Услед преношења топлоте конвекцијом може доћи до пожара код

- горионика на течно или гасовито гориво,
- пламена свеће, петролејске лампе,
- грејалице на бензин, петролеј, пропан – бутан гас,
- код огњишта итд.

4.1.3. Зрачење – радијација

Свако тело загрејано на одређену температуру зрачи топлотну енергију које друго тело ниже температуре апсорбује. Зрачење топлоте је један од многих видова зрачења енергије која се преноси помоћу електромагнетских таласа.

Способност зрачења тела или емисија, пропорционална је апсорпцији зрачења (А) и коефицијенту (С) који зависи од температуре и таласне дужине зрачења:

$$E = C \cdot A$$

Као узроци пожара који се често јављају услед простирања топлоте зрачењем могу се узети:

- паљење остављеног рубља поред пећи;
- паљење горивог материјала од укључене електричне грејалице која се налази на одређеној удаљености.

5. УЗРОЦИ ПОЖАРА ПРЕМА НАЧИНУ СТВАРАЊА ТОПЛОТЕ

У нормалном условима постоји много горивих материја које су окружене ваздухом (кисеоником). Да би дошло до процеса сагоревања тј. пожара потребно је горивој материји довести топлоту да би се загрејала до температуре паљења.

Начини на који се ствара топлота систематизовани су у следеће групе:

- Директан контакт гориве материје са пламеном , ужареном материјом или усијаним предметом;
- Самозапаљење и хемијске реакције;
- Експлозија;
- Атмосферско пражњење електрицитета;
- Електрична енергија;
- Статички електрицитет;
- Механички узрок пожара (трење, притисак, удар);
- Природни узрок пожара (сунце, земљотрес).

Из овога се може закључити да је узрок пожара начин стварања топлоте да би се горива материја загрејала до температуре паљења а утврђивање узрока пожара представља утврђивање начина стварања и довођења топлоте горивој материји да би отпочео процес сагоревања.

5.1. Директан контакт гориве материје са пламеном, ужареном материјом и усијаним предметом

Отворени пламен представља видљиви пламен од усијних запаљивих гасова настао сагоревањем, чврсте материје, запаљивих течности и запаљивих гасова (сагоревање дрвета, папира, пламен свеће, пламен горионика за госовито или течно гориво итд.). Температура овако насталог пламена креће се од 600-1000°C и више, и довољна је запали сваки гориви материјал.

Ужарени материјал представља чврсти запаљиви материјал који сагорева без пламена (дрво, папис у условима када је смањено присуство ваздуха). Најтипичнији представник ужареног материјала ја опушак цигарете.

Усијани предмет представља било који негориви предмет загрејан на температури изнад 400°C. Овакви предмети јављају се приликом аутогеног заваривања и резања, код електричног заваривања и код брушења.

Директан контакт отвореног пламена, ужареног материјала или усијаног предмета са горивим материјалом после одређеног временског интервала доводи до припаљивања тог материјала. Пожар се може развијати као тињајући (жарећи) или пламтећи а најчешће комбинован.

Најчешћи представник ужареног материјала као извора топлоте за изазивање пожара представља опушак цигарете или жар од цигарете. Поред опушка цигарете ужарени материјал представља ужарено дрво, ужарени угљ и др.

Ови ужарени топлотни извори су веома опасни јер у већини случајева пожар почиње неприметно, без спољашњих манифестација (пламена и дима) тј. развија се као тињајући пожар а када се примети обично је све касно.

Када се неки материјал запали ужареним извором топлоте он наставља да гори жарећи. Жарећи пожар у затвореном просторији ће трајати дуже времена због недостатка кисеоника потребног за овакво горење. Жарење се може наставити све док има материјала за овако горење. Овакви пожари, пракса је показала могу да трају и до неколико дана зависно од материјала који је упаљен жарећим извором и струјања ваздуха.

Када се из било ког разлога у просторију доведе кисеоник (пуцањем стакла на прозорима или отварањем врата) пожар постаје пламтећи и нагло се развија у целом простору.

Испитивања која су вршена на упаљеним цигаретама при брзинама струјања ваздуха од 5 m/s показала су да се температура жара ређе између 350°C и 650°C зависно од квалитета и мекоће цигарете. У условима струјања ваздуха брзином од 5 m/s жар може задржати константну температуру 6 до 12 минута.

Уколико је опушак цигарете изазвао пожар у већини случајева и сам потпуно сагори а пошто су продукти сагоревања цигарете исти или слични са другим материјалима, његово присуство у центру пожара не можемо доказати ниједном аналитичком методом.

Због тога се примењују методе елиминације појединих других извора топлоте у центру пожара. Када после елиминације свих могућих узрочника опушак цигарете остане као највероватнији топлотни извор треба одговорити на следећа питања:

- да ли материјал који се налази у центру пожара може да се запали директним контактом са жаром упаљене цигарете,
- ако може, да ли је до паљења дошло у тренутку контакта или је прво дошло до жарећег пожара,
- колико је времена, обзиром на врсту материјала, начин смештаја и услове вентилације трајао жарећи пожар,
- да ли је у центру пожара могао да доспе опушак цигарете.

5.2. Самозапаљење и хемијске реакције

Самозапаљење је процес који доводи до паљења гориве материје на обичној или нешто повишеној температури као последица биолошких, физичких и хемијских реакција који се дешавају под одређеним условима у горивом материјалу.

Реакције се одвијају уз издвајање топлоте која са мањим делом одводи у околину а далеко већим делом сакупља (акумулира) у унутрашњости гомиле материјала.

Процес самозапаљења је временски и одвија се у две фазе. Прва фаза је самозагревање и она често траје доста дуго, а друга фаза је самозапаљење тј. стварање такозваних ужарених језгара. На местима где је материјал мање сабијен, ужарени део се преко пожарних канала шири према спољашњој површини, а на месту где дође у додир са спољном атмосфером почиње сагоревање отвореним пламеном.

Самозапаљење је могуће код чврстих, течних и гасовитих материјала.

Дужина времена потребног за самозапаљење зависи од више чинилаца:

- стање материјала (сув, влажан, ситан, импрегниран, врућ, чист, буђав и сл.);
- начина ускладиштења (има ли вентилације или нема, величине гомиле);
- спољне температуре;
- врсте материјала.

Код првог процеса самозапаљења нема довођења топлоте из околине. Чешћи су случајеви да материјали који су склони самозапаљењу буду довођени у такво стање, утицајем спољних извора топлоте да се процес самозапаљења убрзава. У овом случају утицајем спољне температуре горива материја се не загрева до температуре паљење јер би то било паљење а не самозапаљење.

Најтипичнији облици самозапаљења су:

- Самозапаљење масти и уља;
- Самозапаљење материјала биљног порекла;
- Самозапаљење угља;
- Самозапаљење прашина;
- Самозапаљење разних хемијских материјала.

5.2.1. Самозапаљење уља и масти

До самозапаљење уља и масти најчешће долази ако су натопљене у материјале који су лоши проводници топлоте а могу се лако упалити (тканине, памук, папир итд.).

Од уља која могу бити минерална, биљна и животињска, самозапаљењу су најсклонија уља биљног порекла. Масти и уља која садрже велику количину глицерида назасићених киселина имају способност самозапаљења.

Највећа склоност ка samozапаљењу изражена је код следећих уља и масти:

- ланено уље,
- конопљино уље,
- орахово уље,
- маково уље,
- олеин,
- сунцокретово уље,
- сојино уље,
- уље од памуковог семена,
- уље од репице,
- уље од кикирикија,
- кокосово уље,
- уље од рицинуса,
- маслиново уље,
- гушчија маст,
- коштана маст,
- свињска маст,
- говеђи лој,
- палмино уље,
- пчелињи восак,
- масло,
- овчији лој.

Када се код утврђивања узрока пожара установи присуство наведених материјала увек постоји основана сумња да је узрок samozапаљења што се материјалним траговима мора доказати.

Најлакше се пале влакнасте материја (пуцвала) натопљене ланеним уљем (фирнајзом) и то у односу 1:2 тј. један тежински део пуцвалда и 2 тежинска дела фирнајза.

Сапозапаљивост уља се може одредити у посебном уређају – уређају по Макејеву.

Способност samozапаљења замашћених материја се увећава ако се дода неки катализатор који убрзава оксидацију и полимеризацију уља. Као катализатори се употребљавају соли и оксиди разних метала (манган, олово, кобалт). Они се зову сикативи.

На принципу samozапаљења масти и уља могу се правити импровизирана запаљива средства за намерно подметање пожара. Најчешће се у овом случају користи ланено уље коме се додају кобалтови и оловни сикативи. Са овако припремљеном смешом се намоче памучни материјали и постављају у контејнере како би било мање одвођење топлоте.

5.2.2. Samozапаљење материјала биљног порекла

У ову групу спадају недовољно осушени материјали као што су сено, детелина, силосна маст, слад, памук, житарице итд. У процесу сушења материја биљног порекла ствара се погодна подлога за развој микроорганизама. Деловањем неких микроорганизама (термофилних бактерија) долази до стварање топлоте. Услед лоше топлотне проводљивости биљних материјала створена топлота се троши на загревање те материје и тако се може достићи температура око 70°C. На овој температури микроорганизми изумиру али се процес оксидације наставља и чак на овим температурама почиње угљенисање биљних материја уз ослобађање топлоте и повећање температуре.

Утврђено је да се у последњем стадијуму samozапаљења из делова биљака ствара пирофорни угаљ који има велику моћ оксидације па се у контакту са ваздухом претвара у жар.

Температура паљења сена износи 220 до 240°C. Главни узрок који доводи до samozапаљење материја биљног порекла је вода.

Она може да настане ако сено пре ускладиштења није довољно осушено, ако је за време косидбе падала киша. Сено може да повуче влагу из земљишта на коме је смештено. Значајну улогу поред влаге има и количина материјала биљног порекла и начин ускладиштења из разлога одвођења створене топлоте унутар гомиле.

Када је ускладиштени биљни материјал склон самозапаљењу, сабијен или покривен неким другим материјалом, или се налази у потпуно затвореном простору, могуће је да дође до самозапаљења и мањих количина овог материјала.

Житарице, које су такође склоне самозапаљењу, састоје се од беланчевина, угљених хидрата (шећер, скроб, целулоза) масти и неорганичних соли. У зрну има и такозваних ензима или ферментација који имају задатак да на одређеној температури и влажноти изазову клијање зрна. Ензими утичу на разградњу угљених хидрата и беланчевина уз ослобађање топлоте. Услед ове топлоте може доћи до пораста температуре и до 70°C када ензими изумиру.

Процес оксидације и аутооксидације се даље наставља и тако може доћи до самозапаљења жита.

Процес самозапаљења је посебно интензиван у случају складиштења влажног и нечистог жита што погодује развоју ензима. Код жита као и код других биљних материја процес почиње у дубини гомиле где се ствара пожарно језгро које се путем пожарних канала шири на површину.

Процес самозапаљења материја биљног порекла може да траје најмање неколико дана (за сено око 10 дана) па до 3 и 4 месеца.

5.2.3. Самозапаљење угља

Склоност самозапаљења угља је различита и зависи од:

- врста угља
- присуства пирита и влаге
- хемијске грађе
- степена уситњености.

Угаљ као и многе друге материје има склоност да аспрбује гасове из околине. Апсорција је најинтензивнија у почетку односно одмах после вађења угља из налазишта. Апсорбован кисеоник врши оксидацију органичних материја у угљу, при чему се ослобађа топлота, па се угаљ загрева. Такође, због оксидације угља стварају се продукти, као сумпордиоксид, који са водом из угља ствара сумпорну киселину а која даље раствара гвожђе, манган и друге метале који се ту налазе. Реакција растварања метала од стране сумпорне киселине ослобађа одређену количину топлоте која се акумулира у гомили угља и тако повећава температуру.

Када температура у унутрашњости гомиле угља достигне вредност од 300-400°C отпочиње процес горења.

Од свих врста угљева најсамозапаљивији је уситњени тресет. Честа је слика да на великим депонијама угља постоји процес горења у унутрашњости гомиле уз видно ослобађање продуката сагоревања.

Процес горења настао као последица самозапаљења угља се не прекида јер не постоје такве методе гашења које би имале економску оправданост.

Опасност од самозапаљења угља на депонијама може настати одовођењем угља на нека друга места или изазивањем пожара на транспортним линијама за угаљ.

5.2.4. Самозапаљење прашина

Прашине су ситне честице, најчешће неправилног облика, које дуже или краће време лебде у ваздуху и које се деловањем силе гравитације таложе на подлогу.

Према пореклу прашине могу бити:

- неорганичне (честице метала, цемента и др.);
- органске (прашина од житарица, памука, вуне, угља);
- мешовите (састав им може бити различит и оне се најчешће јављају).

Једна од најважнијих особина прашина јесте да се смањивањем величине честице знатно повећава укупна површина у контакту са кисеоником а самим тим и могућност за оксидацију односно самозапаљење. На пример коцка неког материјала ивице 1cm има површину 6cm². Ако ту

коцку уситнимо на мање коцке које имају ивицу $1\ \mu\text{m}$ површина ће се повећати на 6m , тј. повећала се за 10.000 пута.

Топлота ослобођена оксидацијом ситних честица прашине загрева исту до температуре на којој може доћи до samozапалења или до брзог паљења ђеловањем неког другог избора топлоте.

Веома ситне честице се таложе много спорије од великих честица због великог отпора ваздуха и мале масе.

5.2.5. Самозапалење разних хемијских материја

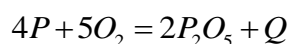
Самозапалење разних хемијских материја се своди на егзотермне хемијске реакције (реакције које се одвијају уз ослобађање топлоте) при чему један од реактаната (или оба) сагорева.

У неорганичке материје које се на ваздуху пале само од себе спадају: сулфид гвожђа, бели фосфор, фосфорводоник – фосфин, прах алуминијума, цирконијум и др.

Сулфиди гвожђа FeS , FeS_2 , Fe_2S_3 имају особину samozапалења која се састоји у оксидацији ваздушним кисеоником при чему се издваја велика количина топлоте. Сулфиди гвожђа се могу створити у резервоарима за чување нафтних продуката запаљивих гасова, у разним апаратурама и инсталацијама где је присутан водониксулфид. До samozапалења долази најчешће приликом вршења ремонта ових постројења када створени сулфид гвожђа долази у додир са кисеоником.

Фосфор

Фосфор се јавља у две алотропске модификације: бели и црвени. Бели фосфор реагује са кисеоником и запали се сам од себе при чему настаје фосфорпентоксид и ослобађа се топлота.



Ово може бити узрок пожара на лако запаљивим материјалима (житна поља, шуме и сл.). Бели фосфор се чува под водом где је стабилан.

Органска једињења

Од органских једињења samozапалјива су нека органометална једињења као диетилцинк и триетилалуминијум (ТЕА). Диетилцинк се ставља у посебне ампуле, а ослобађа се приликом разбијања ампуле и аутоматски пали. На овом принципу ради посебан тип упалача за иницирање експлозива и запаљивих средстава.

Триетилалуминијум је течност која се на ваздуху одмах пали. Користи се за производњу запаљиве материје сличне напалму. При сагоревању триетилалуминијума развија се температура око 2300°C .

Материје запаљиве под утицајем воде

У ову групу материја спадају: калијум, натријум, рубидијум, цезијум, калцијумоксид, калцијумкарбид, карбиди алкалних метала и др.

У реакцији алкалних метала издваја се водоник и одређена количина топлоте која може да запали створени водоник.

При реакцији натријумсупероксида Na са водом издваја се атомски кисеоник и топлота при чему долази до паљења гориве материје.

Калцијумоксид, познат под називом негашени креч, реагује са мањом количином воде и при том се загрева до усијања. На овај начин може да запали гориве материјале у непосредној близини.

Калцијумкарбид CaC_2 са малом количином воде хемијски реагује при чему се ствара ацетилен, калцијумхидроксид и топлота која може довести до повећања температуре и до 1000°C при чему се сигурно пали ацетилен чија је температура самопаљења $300\text{--}360^\circ\text{C}$.

Натријумпероксид, вода и шећер, реагују при чему долази до samozапалења шећера.

Материје самозапаљиве под утицајем оксиданса

Оксиданси су материје богате кисеоником који лако отпуштају и који се може искористити за сагоревање. Ту углавном спадају соли (калијумнитрат, калцијумперманганат, калијумхлорат, калијумперхлорат итд.) и оксиди (баријум пероксид, оловдиоксид, фериоксид и др.). Познате су изразито егзотермне реакције између оксиданса и горива при чему се издваја толико топлоте да се материја запали сама од себе.

Примери оваквих реакција су:

- калијумперманганат и глицерин (услед контакта глицерина са калијум перманганатом долази до наглог пораста температуре и паљења глицерина),
- концентрована сумпорна киселина и калијум хлорат.

Материје самозапаљиве под дејством светлости

Реакције које се одвијају уз обавезно присуство светлости називају се фотохемијске реакције. У већини случајева су врло бурне уз ослобађање велике количине топлоте за паљење гориве материје.

Врло су погодне за подметање пожара у ноћним часовима када нема светлости а избијање пожара ће бити дању када уз помоћ светлости отпочиње реакција.

Најкарактеристичније фотохемијске реакције су:

- Хлор и антимон;
- Хлор и паре терпентина;
- Хлор и паре етра, и
- Хлор и водоник.

Наведених и сличних хемијских реакција које могу да изазову паљење неке гориве материје има много па у случају пожара треба пажљивим радом, прегледом и анализом свих трагова насталих услед пожара одредити најпре центар пожара, извршити преглед на том месту, а затим узети и запаковати узроке да би се каснијом лабораторисјком анализом тачно утврдило о ком се материјалу ради.

5.3. Експлозија као узрок пожара

Све експлозије се могу поделити у две основне групе:

- Механичке експлозије;
- Хемијске експлозије.

5.3.1. Механичке експлозије

Механичке експлозије су распрскавање или распадање судова и водова под притиском. Оне представљају чисто физичку појаву. Механичке експлозије су пропраћене ефектима разарања и одбацивања судова под притиском, рушењем објекта или дела објекта, појавом ударних таласа и др. Код механичких експлозија немамо ослобађање топлоте као последицу хемијске реакције али дешава се да до пожара може доћи као последица рушења огњишта и ложишта, као последица оштећења електричних инсталација које могу изазвати паљење гориве материје. Уколико дође до експлозије судова под притиском у којима се налази неки запаљиви гас, пожар може настати као последица паљења запаљивог гаса од варнице која настаје од цепања челичних посуда.

У пракси су врло честе појаве експлозија бојлера у домаћинствима. Настају у случају да је сугурностни вентил неисправан или неправилно уграђен и ако је дошло до квара на термостату бојлера. Ако ова два услова нису испуњена ни у ком случају не може доћи до експлозије.

Распрскавање судова у којима влада подпритисак називају се имплозије. Ефекти имплозија могу бити исти као и експлозија судова под притиском.

Експлозије судова под притиском могу да настану као последица:

- употребе неодговарајућег материјала или неадекватне обраде материјала,
- слабљење зидова услед корозије материјала,
- препуњавање, чиме се прекорачује дозвољени притисак,
- излагање судова под притиском повишеним температурама,
- неадекватно одржавање,
- грешке у руковању и манипулацији итд.

Експлозије судова под притиском су праћене и страдањем људи а нарочито код експлозије судова у којима се држе токсичне материје.

5.3.2. Хемијске експлозије

Хемијске експлозије су процеси сагоревања одређених материја великом брзином при чему се ослобађа велика количина топлоте и ствара велики надпритисак. Ове експлозије су праћене ударним таласима који се крећу надзвучном брзином услед чега се јављају звучни ефекти.

Материје које могу произвести хемијску експлозију сврставају се у следеће групе:

- експлозивне материје,
- запаљиви гасови и паре лакозапаљивих течности,
- прашине органског порекла и прашине метала.

Експлозије експлозивних материја

Под појмом експлозивне материје подразумевају се у смислу закона чврсте и течне хемијске материја и предмети пуњени тим материјама, које имају особину да под погодним спољним утицајем, експлозивним хемијским разлагањем ослобађају енергију у виду топлоте или гасова.

У експлозивне материје се сврставају:

- експлозиви
- средства за паљење експлозива
- пиротехнички производи
- привредна муниција
- барут
- сировине експлозивног карактера за производњу наведених материја.

Код експлозива имамо три вида сагоревања:

- обично сагоревање на отвореном простору (дефлаграција),
- експлозивно сагоревање у затвореном простору (експлозија)
- детонационо сагоревање (као посебан вид сагоревања – детонација).

Код обичног сагоревања експлозива брзине су мале, неколико метара у секунди (црни барут 3-5 m/s). Експлозивно сагоревање има далеко већу брзину која се креће до 1000 m/s а док је детонационо сагоревање најсавршенији вид експлозије са огромном брзином сагоревања преко 1000 m/s, са притиском у центру експлозије који се креће и до $19,6 \cdot 10^5$ [Pa] и темпетарутом од око 6000°C.

Код експлозије експлозивних материја без обзира на високу температуру која се ствара и која може да запали сваку гориву материју често не долази до пожара из разлога што је време трајања експлозије врло мало.

Експлозија може и посредно да изазове пожар рушењем огњишта и ложишта као и кидањем електричних инсталација над напоном.

Експлозије запаљивих гасова и пара запаљивих течности

До експлозије гасова и пара лакозапаљивих течности доћи ће само ако су испуњени следећи услови:

- запаљиви гас, односно паре запаљивих течности, морају се у ваздуху налазити у одређеној количини односно бити у одређеној сразмери;
- смеша мора постојати у већем затвореном или отвореном простору;
- мора постојати извор енергије који ће иницирати створену смешу.

Паљење смеше се обично врши на једном месту па се сагоревање распростире кроз гасовиту смешу брзином од неколико cm/s до неколико km/s. Као последица велике врзине сагоревања особађа се велика количина топлоте а услед велике количине продуката сагоревања долази до пораста притиска и стварања ударних таласа уз звучне ефекте.

Минимална концентрација пара запаљивих течности или запаљивог гаса у ваздуху при којој смеша у одређеним условима може експлодирати назива се доња експлозивна граница. Испод ове границе не може доћи до експлозије. Повећањем концентрације пара запаљивих течности и запаљивих гасова смеша може да буде експлозивна до одређене концентрације која се назива горња експлозивна граница и која представља максималну концентрацију пара запаљивих течности или запаљивих гасова у ваздуху при којој ће доћи до експлозије. Изанад ове концентрације нема експлозије.

Експлозивне границе могу бити дате процентуралним учешћем запаљиве течности или запаљивог гаса у смеси или масеном количином по јединици запремине.

Подручје између доње и горње експлозивне границе назива се експлозивно подручје.

Експлозивна смеша је опаснија уколико има нижу доњу експлозивну границу и шире експлозивно подручје.

При свим концентрацијама гориве материје унутар експлозивног подручја снага експлозије није иста. Највећи ефекти експлозије су при стехиометријским концентрацијама тј. При концентрацији где сваки молекул гориве материја има теоретску потребну количину кисеоника да потпуно сагори.

На пример, смеша водоника и ваздуха експлозивна је у градницама од 4,1% до 74,2% а највећи ефекти су код концентрације од 28,6% водоника.

Енергије које су потребне да упале односно иницирају смешу су врло мале и примера ради најмање су за смешу водоника и ваздуха и износе $E_{\min} = 0,019\text{mJ}$, док је за метан $E_{\min} = 0,28\text{mJ}$.

Трагови који настају приликом експлозије су врло карактеристични и уочљиви па је једноставно утврдити њихово порекло. Код експлозије битно је утврдити начин настанка експлозивне смеше тј. који је гас или пара запаљивих течности доспео у простор где је дошло до експлозије и на који начин је иницирана експлозивна смеша.

Врло су ретке експлозије пара запаљивих течности или запаљивих гасова на отвореном простору из разлога што је тешко створити експлозивну смешу, али захваљујући временским условима и до оваких експлозија може доћи.

Експлозије прашина органског порекла и прашина метала

Под прашином се сматрају врло ситне честице чврстих материја које се у индустрији појављују као користан производ (нпр. брашно) или као отпадни продукт (прашине гврожђа код брушења) које са ваздухом могу створити експлозивне мешавине.

Познато је да се смањивањем величине, честице чврсте материје много лакше пале и брже сагоревају из разлога што је повећана површина која је у контакту са кисеоником.

Да би мешавине прашина са ваздухом биле запаљиве потребно је да су испуњени следећи услови:

- прашина мора бити горива,
- присуство довољне количине кисеоника,
- постојање извора паљења чија ће енергија бити довољна за иницирање процеса сагоревања.

Уколико се сагоревање одвија у затвореном простору, а што се у већини случајева догађа сагоревање прелази у експлозију.

Према пореклу прашине се могу поделити на неорганске, органске и мешовите. Неогранске прашине могу бити састављене од честица метала и њихових једињења, разних минерала и вештачки произведеног неогранског материјала као што су цемент, стакло, радиоактивне прашине и сл. Прашине метала алуминијума и магнезијума су врло опасне после производње јер је тада оксидација интензивна а после одређеног времена се пресвлаче оксидом па је даља оксидација отежана. Органске прашине се састоје од честица биљног или животињског порекла. То су на пример целулозне прашине, прашине житарица, крмних сировина, памука, вуне, костију и др. Овде се убрајају и прашине од синтетичких органских материјала разних пластика од органских боја и др.

Мешовите прашине састоје се од честица и органског и неорганског порекла па њихов састав може бити врло различит. У пракси се најчешће сусрећемо са овим типом прашине.

Многе прашине зависно од величине честица могу бити самозапаљиве, док неке прашине могу бити експлозивне ако су присутне честице критичних величина.

У већини случајева температура паљења запаљивих прашина лежи између 260°C и 600°C, а приликом експлозије прашине зависно од састава развијају се температуре и до 2500°C.

Врло фини прах одређених материја има тако ниску температуру паљења да се може сматрати пирофорним (материје које се пале у додиру са ваздухом).

Механизам паљења и распрострањања фронта пламена је сличан као и код меша пара запаљивих течности или запаљивих гасова.

5.4. Електрична енергија као узрок пожара

У данашње време електрична струја је нашла примену скоро на свим местима, било да се ради о индустријским постројењима, о домаћинствима, транспорту, пољопривреди итд. Врло ретко се дешава да на месту пожара није била присутна електрична струја па је због тога приликом утврђивања узрока пожара потребно познавати практично коришћење електричне струје као и теоретску област електротехнике.

Поред овога потребно је познавање Правила техничке експлоатације и мере сигурности приликом коришћења електричних уређаја као и Прописе за извођење електричних инсталација.

Електрична струја при пролазу кроз проводник или приликом коришћена у машинама и уређајима делом се претвара у топлотну енергију. Свакој вредности електричне струје одговара одређени пораст температуре. Овај пораст температуре се мора ограничити како не би дошло до оштећења изолације а тиме и до изазивања пожара.

Електрична струја може изазвати пожар на следеће начине:

- Загревање електричних проводника, намотаја и других уређаја кроз које протиче електрична струја;
- Кратки спој;
- Велики прелазни отпор;
- Варничење;
- Електротермички уређаји.

5.4.1. Загревање електричних проводника, намотаја и других уређаја кроз које протиче струја

Проласком електричне струје кроз проводнике, намотаје и друге уређаје део електричне струје се претвара у топлоту.

Количина топлоте која се развија приликом протицања струје према Џул – Ленцовом закону пропорционална је квадрату јачине струје, отпора проводника и времена проласка струје.

$$Q = I^2 \cdot R \cdot \tau$$

$Q(J)$ – количина ослобођене топлоте
 $I(A)$ – јачина струје

$R(\Omega)$ – отпор проводника
 $t(\text{сек})$ – време проласка струје.

Уколико дође до прекомерног загревања проводника може доћи до оштећења изолације и до паљења лакозапаљиве материје која се нађе у непосредној близини.

До прегревања проводника, уређаја и инструмената долази приликом прекорачења струјних оптерећења од дозвољених јер проводници немају одговарајући пресек. Однос пресека проводника и дозвољене струје дат је у следећој табели:

Табела 1. Однос пресека проводника и дозвољене струје

Називи Пресек mm ²	Група 1		Група 2		Група 3	
	Cu A	Al A	Cu A	Al A	Cu A	Al A
0,75	-	-	13	-	16	-
1.0	12	-	16	-	20	-
1.5	16	-	20	-	25	-
2.5	21	16	27	21	34	27
4.0	27	21	36	29	45	35
6.0	35	27	47	37	57	45
10	48	38	65	51	78	61
16	65	51	87	68	104	82
25	88	69	115	90	137	107
35	110	86	143	112	168	132
50	140	110	178	140	210	165
70	175	-	220	173	260	205
95	210	-	265	210	310	245
120	250	-	310	245	365	285
150	-	-	355	280	415	330
185	-	-	405	320	475	375
240	-	-	480	380	560	440
300	-	-	555	435	645	510
400	-	-	-	-	770	605
500	-	-	-	-	880	690

Cu – проводници од бакра

Al – проводници од алуминијума

Група 1 – један или више изолованих проводника типа сличног проводницима Р и Р/Ф

Група 2 – изоловани рпводници слични типу РР/Р, РР, РР/Л, РР/Ј, ГГ/Ј и РР/О

Група 3 – изоловани проводници постављени у слободном простору при чему је код паљења међусобно растојање најмање једнако пречнику изолованог проводника као у командним и разводним ормарима.

Према томе уколико је струја јача од дозвољене долази до прегревања проводника и долази до оштећења изолације а код већих преоптерећења и до запаљења изолације на проводнику.

Врло је чест случај да преоптерећење није тако велико али честим загревањем проводника на 65°C долази до дехидрације изолације чиме се губи еластичност изолације и долази до пуцања. Тако оштећена изолација губи својство изолатора те врло често долази до пробоја и кратког споја.

Преоптерећења се највише манифестују на спојевима и контактима проводника па се на тим местима мора обратити посебна пажња.

Приликом преоптерећења долази до пада напона у електричној мрежи што се одражава на рад потрошача а посебно се осети код електричних сијалица.

Врло су чести случајеви преоптерећења проводника у сеоским домаћинствима где је електрична инсталација димензионисана за мали број потрошача (осветљење и неколико утичница) што је условљавало избор проводника малог попречног пресека. Временом су се домаћинства опремила са потрошачима велике снаге (електрични штедњаци, бојлери, итд) а да инсталација није реконструисана што има за последицу прегревање проводника и избијање пожара.

Познати су примери да код ваздушних мрежа са алуминијумским проводницима услед преоптерећења долази до топљења проводника и прекида снабдевања електричном струјом.

До преоптерећења проводника и топљења може доћи и услед смањење попречног пресека као последица оптерећења. Ова појава је честа код лицнастих напојних каблова потрошача где услед савијања проводника долази до кидања одређеног броја лицни а тиме и до смањење попречног пресека што има за последицу прегревање проводника, паљење изолације и често изазивање пожара. Треба имати у виду да у овом случају осигурач неће прегорети јер не постоји преоптерећење у односу на снагу потрошача већ снага остаје иста али се смањује попречни пресек проводника.

Преоптерећење електромотора може настати услед:

- неправилног избора електромотора за обављање одређених послова,
- због непажње послужиоца,
- због грешке на уређају који покреће електромотор,
- уколико трофазни електромотори раде на две фазе јачина струје се толико повећава да може доћи до запаљење изолације ротора и статора.

5.4.2. Кратки спој

Кратки спој је појава у електричним мрежама у којима долази до међусобног спајања преко малог отпора проводника различитих потенцијала.

Укупни отпор електричног стручног круга у тренутку кратког споја нагло се смањује што доводи до наглог повећања јачине струје у односу на јачину струје у нормалном режиму рада.

На месту кратког споја постоје отпори који се састоје од отпора насталог електричног лука и отпора осталих делова стручног круга. Кратки спојеви могу бити од једне фазе на другу или од фазе на земљу. У већини случајева отпори кратког споја су мали па се могу занемарити осим у случају земљоспоја.

Најкарактеристичнији трагови кратког споја су истопљени проводници и други делови инсталације и уређаја услед насталог електричног лука чија температура може да износи од 1500 до 4000°C.

Ово топљење у већини случајева има изглед куглице из задебљања на крајевима прекинутог проводника. Прекинути проводник са чела има глатку, заобљену форму са јасно израженим границама топљења.

Топљење на проводнику услед деловања топлоте пожара ширих је размера и нема оштро изражену границу. Површина таквог проводника изгледа као да је прекривена неравним шкољкама.

Немогуће је утврдити трагове кратког споја на проводницима од алуминијума из разлога што температура топљења алуминијума износи око 660°C а просечне температуре пожара крећу се од 900 до 1100°C, па се алуминијумски проводници потпуно истопе а врло често и сагоре у пожару.

Главни узроци настајања кратких спојева су оштећења изолације електричних проводника. Оштећења изолације електричних проводника могу настати услед:

- механичког оштећења,
- оштећења од животиња,
- старења изолације,
- сталног преоптерећења проводника и
- деловања влаге и агресивних средстава.

Све изнете чињенице односе се на кратки спој који је настао услед разних неисправности пре избијања пожара, међутим морају се узети у обзир и кратки спојеви који настају као последица оштећења изолације од топлоте пожара. Имајући у виду да је визуелни изглед кратког споја на проводнику који је изазвао пожар и кратког споја који је настао као последица пожара исти, врло је тешко утврдити како је настао кратки спој.

У даљем тексту разликоваћемо два кратка споја и то:

- примарни кратки спој је кратки спој који деловањем електричног лука изазива пожар,
- секундарни кратки спој је кратки спој који је настао као последица пожара тј. због оштећења изолације од топлоте пожара.

Утврђивање да ли је кратки спој примаран или секундаран врло је скуп и сложен потупак. Овом проблематиком се бави само одређен број институција у свету и код нас.

На основу рендгенских и неталограских испитивања која се заснивају по DePue-Schere-у може се утврдити да ли је кратки спој узрок или последица пожара.

За ова испитивања су посебно опремљене лабораторије са оптичким микроскопима и рентген апаратима и високостручним кадром оспособљеним за ова истраживања.

Метода по DePue-Schere-у се заснива на микроструктурном испитивању проводника са траговима кратког споја.

Код примарног кратког споја електрични лук настаје у атмосфери са нормалним садржајем кисеоника а из хемије је познато да истопљени бакар има афинитет да се везује са кисеоником и ствара бакар оксид CuO и бакар оксидул Cu_2O и то на месту и ближој околини кратког споја.

У случају секундарног кратког споја електрични лук настаје у атмосфери осиромашеној кисеоником па у том случају не може доћи до повећања кристала.

Микроструктурним испитивањем структуре бакарног проводника утврђује се количина кристала бакар оксида и бакар оксидула па се детаљном анализом закључује да ли је кратак спој примаран или секундаран.

Имајући и виду да је метода доста скупа и сложена треба је користити само за узроке код пожара где је велика материјална штета.

За праксу је врло битно да се на самом месту пожара изврше одређена испитивања како би се кратак спој искључио као узрок пожара. Испитивање се врши по Сцхџтаг-овој методи који се састоји у испитивању чвстоће на савијање проводника на коме постоје трагови кратког споја. Ако је проводник лако ломљив тј. крт што се доказује ако пукне после савијања при углу од 360° , 180° , 90° , 60° па чак и 45° у њему има велика количина оксида бакра што највероватније указује да је то примарни кратки спој.

Уколико је кратки спој секундарни што значи да у структури има врло мало, или нема оксида бакра, исти неће пући ни после 10 до 20 савијања при углу од 90° .

Приликом утврђивања узрока пожара обавезно се мора обратити пажња на стање осигурача. Мора се утврдити који осигурач је штитио део инсталације где је настао примаран кратак спој и у каквом се стању налази осигурач.

Са аспекта утврђивања узрока пожара најпогоднији су топљиви осигурачи јер њиховим прегледом на основу трагова топљиве жице можемо утврдити како је настало прегоривање или услед преопштерећења или кратког споја. Такође можемо утврдити да ли су осигурачи предимензионисани, да ли су крпљени (лицновани). У следећој табели дата је зависност номиналне струје од пречника и броја лицни.

Табела 2. Зависност номиналне струје од пречника и броја лицни код топљивих осигурача

Пречник у mm	0,1	0,15	0,2	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3
Број лицни	1	1	1	1	2	2	3	5	7
Номинална струја (А)	4	6	10	15	20	25	35	50	60

Земљоспојеви као узроци пожара су такође тешки за доказивање. У оба случаја и када је кратки спој и земљоспој узрок пожара мора се прво са сигурношћу одредити центар пожара а онда у центру пожара тражити извор топлоте.

5.4.3. Велики прелазни отпори

Прелазни отпори настају на свим спојним местима где се проводници под напоном спајају, било да се настављају или спајају са различитим елементима (потрошачима, склопкама, разводне кутије, утичнице и др). Ако је на спојном месту слаб контакт долази до варничења и загревања спојног места услед чега може да дође до паљења горивог материјала и пожара.

Најкарактеристичнија места која доводе до прегревања су разне врсте утичница у које су укључени термички или други потрошачи. На тим местима долази до прелазног отпора услед ослабљених контаката, дотрајалости контаката и корозије контакта.

Чести су примери избијања пожара услед великих прелазних отпора на продуженим кабловима са утикачком кутијом на којој се налази више утикачких места које се често у становима стављају иза кревета, ормара па услед дотрајалости контакта долази до прегревања и паљења лако запаљивог материјала у непосредној близини.

Такође пожари избијају у разводним ормарима као последица великих прелазних отпора на спојевима који временом олабаве.

Осим лабавих спојева прелазни отпори могу настати када су спојеви проводника оксидирали што је доста изражено код алуминијумских проводника.

Вибрација опреме доводи до слабљења контаката а тиме и до појаве прелазних отпора што се може закључити на основу одвијених вијака којима су проводници били причвршћени.

5.4.4. Варничење

Варничење може да изазове пожар, а чешће да иницира експозивну смешу пара запаљивих течности или запаљивих гасова са ваздухом. Приликом варничења долази до распрскавања честица метала које носе велику топлотну енергију и ако падну на гориву подлогу могу је запалити.

Варничење може настати из више разлога:

- прекид или успостављање струјног кола у различитим електричним уређајима,
- прекид струјног кола услед механичког оштећења,
- варничење као пратећа појава заваривања или резања,
- слаби и оксидирани контакти,
- варничење у електричним машинама (колектори, клизни прстенови, четкице),
- оштећења изолације и додиривање проводника положених на малом растојању или близу уземљених конструкција,
- додиривањем голих проводника падом један на други или услед вибрације, ветра итд.

Варничење ваздушних проводника изнад неког ускладиштеног лако запаљивог материјала или изнад објекта са запаљивим кровом чести су узроци пожара.

5.4.5. Електротермички уређаји

У електротермичке уређаје спадају сви уређаји који електричну енергију претварају у топлотну.

У ове уређаје спадају сва грејна тела (електрични шпорети, решои, грејалице, термоакумулационе пећи), електричне пегле, сијалице са ужареним влакнима па чак и уређаји попут фрижидера, телевизора, веш машина и многи други који део електричне енергије претварају у топлотну.

У пракси се врло често појављују импровизирана грејна тела, нестурчно израђена, која изазивају пожар.

Већина електротермичких уређаја развија довољно високу температуру да може запалити гориви материјал који је био у директном контакту или у непосредној близини.

Грејни уређаји који у себи немају уграђен термостат врло често су узрочници пожара јер грију докле год су укључени и развијају врло високу температуру.

Ако се приликом утврђивања узрока пожара у центру пожара пронађе неки електротермички уређај битно је утврдити:

- да ли је уређај укључен у електричну мрежу,
- ако је укључен да ли има прекидач и у ком стању се налази прекидач,
- ако је уређај био укључен у већини случајева на напојном каблу и то ближе уређају или у унутрашњости уређаја услед разарања изолације долази до кратког споја чији трагови се морају пронаћи.

Посебну опасност представљају сијалице са ужареним влакном када се нађу у непосредној близини запаљивог материјала, а на себи немају заштитно звоно или куглу. Флуоресцентне сијалице развијају малу температуру али код њих неисправне пригушнице а поготову стартери могу изазвати пожар најчешће испадањем стартера на запаљиви материјал.

5.5. Атмосферско пражњење електрицитета

Муња је електрично пажњење између два облака који су супротно наелектрисани, док је удар грома пражњење између наелектрисаног облака и земље која је увек негативно наелектрисана.

Вредност струје која се јавља приликом удара грома креће се од 3 до 50кА. Најчешћа вредност јачине струје грома је око 30кА док за подручје Алпа, тзв. „гигантски говоми“ имају струју пражњења око 200кА. Напони који се јављају приликом удара грома крећу се од неколико МV па до неколико стотина МV, а снага грома је величине 10^8 до 10^9 МW. Температуре које се јављају крећу се и до 5000°C па је из ових разлога удар грома чест узрок пожара.

Удари грома се јављају у већини случајева приликом временских непогода што не мора да увек буде, али се обавезно мора утврдити какви су временски услови владали приликом избијања пожара, јер се често временске неприлике користе за подметање пожара.

Услед удара грома на месту пожара остају врло карактеристични трагови на основу којих закључујемо да је удар грома узрок пожара.

Специфични трагови удара грома су:

- Истопљени метални делови у центру пожара (температура топљења већа од температуре које су владале у пожару).
- Намагнетисани феро метали (гвожђе, челик).
- Врло честа оштећења на објекту у виду рупа на зидовима и крову.
- На стаклу се могу пронаћи отопљене рупе или је стакло прело у најситније делове.
- Уколико дође до пражњења преко електричне инсталације врло често су проводници покидани у ситне парчиће а лицнасти проводници стварају спиралне смотуљке неправилног облика.
- Сви електрични уређаји који су прикључени у електричну инсталацију преко које је извршено пражњење атмосферског електрицитета прегоревају и често се пале.
- На утичницама и разводним кутијама избија пламен па постоје трагови загарављења око њих.
- На зидовима објекта може доћи до обојења у виду спектра врло великог броја различитих боја.

Приликом вршења увиђаја мора се обавезно проверити постојање громобранске заштите као и исправност исте.

Пракса је показала да не постоји стопостотна заштита од урара грома па се дешава да гром удари у објекте који се налазе у зони заштите громобрана.

5.6. Статички и динамички електрицитет

Стварање статичког електрицитета може настати:

- трењем честице или трењем двију површина,
- додиривањем и растављањем двију различитих супстанци,
- протицањем лако запаљивих течности,
- струјањем прашина,
- преношењем обртног кретања путем ременица и ременика.

Штетни утицај појаве електростатичког наелектривања у опасном, експлозивно угроженом простору, може да у одређеним условима буде узрочник паљења и изазивач експлозије и пожара. Сам поступак и методолошки приступ доказивању овог узрока је веома сложен, јер подразумева потпуну примену различитих метода, закључно са методом елиминације.

Међутим, само доказивање или елиминације ове појаве, као узрочника паљења, усложњава се и сасвим неодговорним односом према овој проблематици, почев од превентивног истраживања саме појаве, до примене мера заштите, које морају да имају подлогу у технолошком процесу који се одвија, од стране правних субјеката. Илустрације ради, наводе се нека практична искуства.

Наелектрисани облак CO₂ са количином наелектрисања од Q=6x10⁻⁶C, пречника 1m, доводи до паљења експлозивне атмосфере пропана. Запаљиве течности су посебно опасне, јер поред тога што могу да се упале електростатичком варницом, оне саме по себи предствљају генератор статичког електрицитета. Примера ради, табела показује могуће напонске нивое при различитим манипулацијама.

Табела 3. Генерисани напони појединих запаљивих течности

Материја	Врста операције	Генерисани напон (KV)
Бензол	Струјање кроз цев под притиском од 1,5 bar	3
Етер	Струјање кроз цев брзином од 3 m/s	3,1
Бензин	Слободан пад	4
Вуна и бензин	Прање, уклањање нечистоћа	5
Нитроцелулоза	Трење	40
Асфалт и бензин	Филтрирање кроз свилени филтер	335

Из наведених података је уочљиво да рад са поменути материјалима и конкретним операцијама може да доведе до пожара и експлозија, тим пре, што се велика већина смеша запаљивих течности и гасова са ваздухом пали енергијама величина између 0,01 и 0,3mJ сем тешко запаљивих гасова, као што су сумпорпроводник и угљен моноксид.

Табела 4. Енергија паљења неких запаљивих течности и гасова

Течност/гас	Минимална енергија паљења (mJ)
Петролеј	0,20
Бутан	0,25
Чист бензин	0,20
Метан	0,28
Етилацетат	0,50
Метилалкохол	0,60
Угљендисулфид	0,009
Водоник	0,019
Ацетилен	0,019
Сумпорводоник	7,0
Угљенмоноксид	8,0

Исто тако, човек који устаје са столице од синтетичке масе, или са синтетичком облогом, а има обућу која није проводна, може да запали све смеше угљоводнока и све иницијалне експозиве (кондезатор капацитета од 100 до 200 pF).

Динамички електрицитет је кретање електрицитета кроз проводнике. Ово кретање назива се електрична струја. Електрична струја настаје увек у неком проводнику, који спаја друга два проводника различитих електричних потенцијала (напона) и траје све док постоји та разлика. Учинак електричне струје зависи од њене јачине, док јачина зависи од њеног напона и отпора проводника кроз који струја протиче.

5.7. Кинетичка енергија као извор топлоте

Кинетичка енергија је енергија коју тело поседује услед свог кретања. Кинетичка енергија је вид механичке енергије. Сва тела која се крећу линеарно или ротирају поседују одређену кинетичку енергију. Приликом трења, удара или притиска механички рад се претвара у топлоту која може постати узрок паљења. То је случај када се гасне смеше запале приликом јаког сабијања, када се две површине интензивно тару, а једна је запаљива или када се услед трења и удара појави искра која упали присутне паре или запаљиве експлозивне смеше гасова.

5.7.1. Трење, удар, притисак

Трење, притисак и удар спадају у механичке начине изазивања пожара којом приликом се механички рад претвара у топлоту.

Механички узроци су када се гасна смеша запали приликом сабијања, када се услед топлоте приликом трења запали горива материја или услед удара дође до иницирања експлозива или се створи варница која има довољну енергију да запали гориву материју.

Приликом утврђивања узрока пожара, када се претпостави да је могући механички узрок пожара обавезно треба проверити:

- стање површина које се тару,
- исправност мазалица,
- исправност погонских вратила и осовина,
- неисправност кочионих система,
- исправност лежајева.

У механичке узроке изазивања пожара спадају и оштећења и ломови који настају као последица замора материјала којом приликом може доћи до пораста температуре у одређеним постројењима и до паљења гориве материје.

У ове узроке спадају и механичке експлозије судова под притиском са запаљивим течностима и гасовима које се пале услед варнице настале приликом кидања материјала.

Врло чести пожари услед трења су пожари на тракастим транспортерима услед бокирања једне од ролница (ваљак преко које трака пролази). Паљење траке настаје после заустављања тракастог транспортера услед преношења топлоте са блокиране ролнице на траку. Почетни пожар се може пренети на целу траку која може бити дуга и до неколико стотина метара.

5.7.2. Ударно дејство муниције и пиротехничка средства

У данашње време, веома чест узрочник пожара су разна пиротехничка средства, а не може се ни занемарити дејство муниције. Честа је појава, која је веома изражена у сушним периодима, да до настајања пожара долази приликом извођења ватромета. Јавни ватромети, који се изводе под контролом овлашћених службеника МУП-а или полиције, уз обезбеђено присуство ватрогасних возила, ређи су узрочници пожара. Међутим, данас је на сивом тржишту присутан велики број разних пиротехничких средстава, која се употребљавају ван контроле и на непрописан начин, при чему се не води рачуна о правцу усмеравања, сасушености терена и сл. Има примера да се пожари на отвореном простору изазивају испаливањем ватрометних ракета које имају већи домет, чиме је и починиоца теже открити.

У пракси је забележено изазивање пожара дејством запаљиве муниције, што је веома тешко за откривање и доказивање. Такође, овај вид изазивања пожара присутан је и приликом војних вежби, ако се не поведе рачуна о обезбеђењу полигона. Такав случај забележен је 1983. године, на војном полигону на Радовчу, у близини Подгорице, када је приликом бојевог гађања дошло до пожара који је након тога трајао скоро два месеца, а којом приликом је уништена и већа површина борове шуме.

5.7.3. Паљење довођењем топлоте

Неисправност у уређајима за стварање топлоте и одвођење дима

Позната је чињеница да још увек велики број домаћинстава користи пећи на чврста горива за загревање објеката. Кроз праксу се показало, да није ретка појава да су управо такви уређаји чести изазивачи пожара. Приликом ложења чврстих горива, врата за ложење се остављају отворена, након чега долази до испадања жара, што за последицу има изазивање пожара и касније причињавање, по правилу, велике материјалне штете.

Такође, неисправност димоводних канала, често доводи до настајања пожара. У пракси су забележени случајеви да је дрвена греда уграђена у димоводни канал, те да је после вишегодишње експлоатације долазило до њеног запаљења, а затим и до ширења пожара. Код разних роштиљ

пећи, канали за одвод дима се раде на непрописан начин, од лима који не задовољава ни основне стандарде, а уз то се постављају уз конструкције од запаљивог материјала, што за последицу такође има изазивање пожара.

Близина и прегревање запаљивог материјала

Сведоци смо да је почетком деведесетих година, дошло до експанзије у производњи и употреби ткзв. кварцних пећи, које су се користиле за загревање просторија, а које исијавају велику топлоту. Приликом остављања таквих пећи уз лако запаљиве предмете, као што су дневне гарнитуре, ормари, кревети и сл., после извесног времена долази до паљења предмета и пожара са великим материјалним штетама, ако се пожар не примети у почетној фази. Такав пожар се десио 01.03.1998. године, када је због заборављене кварцне пећи у спаваћој соби дошло до пожара на деветом спрату стамбене зграде у Подгорици, којом приликом су два стана потпуно сагорела, а од просуте воде приликом гашања пожара, оштећено је више станова на нижим спратовима.

Сва тела која исијавају топлоту (решои, сијалице са ужареним влакнима, кола од ел шпорета и сл.), су потенцијални изазивачи пожара.

5.8. Природни узрок пожара

У природне узроке пожара спадају топлотно деловање сунца, земљотреси и пад метеора. У неким поделама у природне узроке пожара убраја се и атмосферско пражњење електрицитета које је овде обрађено као посебан узрок пожара.

5.8.1. Сунчева енергија

Сунце као извор топлоте може да изазове пожар директно и индиректно. Директним деловањем сунчевих зрака долази до паљења гориве материје, ако се горива материја налази на месту где се секу тј. скупљају сунчеви зраци што се дешава када сунчеви зраци пролазе кроз сочива или конвексне стаклене површине које имају улогу сочива а горива материја се налази у жижи ових сочива.

Температуре које се постижу на том месту су врло често веће од температура паљења материја, па при том долази до паљења и пожара.

Дешавају се пожари изазвани топлотом сунца на отвореном простору за време сушних година и високих дневних температура.

Уколико се претпостави да је топлота сунца узрок пожара онда се у непосредној близини центра пожара мора пронаћи предмет који је иамо улогу сочива као што су савијено стакло, стаклена сочива, лупе, стакло од ручног часовника, стакло од бареријске ручне лампе, конкавна (удубљења) огледала и др.

Индиректно деловање топлоте сунца на избијање пожара манифестује се деловањем сунца на судове са лакозапаљивим течностима и гасовима при чему долази до ширења ових флуида у затвореној посуди, повећања притиска и на крају до пуцања ових судова.

Варница која увек настаје услед кидања металних судова пали запаљиву течност или гас и тако долази до пожара.

Овакви пожари су врло чести у домаћинствима која користе боце са смешом пропан – бутан а исте се често држе или поред прозора или на терасама где могу бити изложене топлоти сунца.

Као последица замљотреса може доћи до избијања пожара услед

- рушења огњиша и ложишта при чему долази до неконтролисаног сагоревања,
- испадања жара из пећи на чврста горива или из котлова при чему долази до паљења горивог материјала,
- рушења димовних канала,
- кидања електричних инсталација по напоном,
- рушења и кидања гасних инсталација.

5.8.2. Метеори и метеорити

У безваздушном простору тела одређене величине и састава, која се не могу видети оптичким путем јер су сувише мала и која круже око Сунца називају се метеороиди. Оног тренутка када, крећући се око Сунца, Земља пресече путању метеороида он улази у земљину атмосферу, сагорева и при томе емитује светлост коју ми видимо а појаву називамо - метеор. Ако је метеороидно тело било велико, те ако није у потпуности сагорело у земљиној атмосфери, оно пада на Земљу остављајући на њој ожиљак у виду кратера одређене величине. То тело које падне на површину Земље се назива метеорит. Годишње на нашу планету падне око 20 000 тона метеорског материјала али највећим делом у виду fine прашине која се не види голим оком. Већи метеорити приликом кретања кроз атмосферу, услед трења са ваздухом, загревају се до усијања и при паду на горивне материјале могу да их запале.

Такође, око Земље кружи низ разних летилица и њихови делови, који повремено падају у ниже слојеве атмосфере. Приликом кретања великим брзинама кроз ваздух долази до њиховог загревања и усијавања. Ако при паду према земљи потпуно не сагоре може доћи до запаљења горивих предмета у које оне ударе.

Све већи број летилица које се избацују у Земљину орбиту, као и могућност хаварија на њима током лансирања, представљају све већу потенцијалну опасност као узрочници пожара, чему убудуће треба посветити посебну пажњу.

Посебан проблем представља смеће које кружи земљином орбитом. Почетком ове године Насин центар за праћење надзирао је кретање око 17.000 разних комада отпадака који су у орбити завршили захваљујући људским активностима у свемиру. Стручњаци кажу да се ради о растућем проблему који је посебно опасан за посаде свемирских шатлова и то у фазама током лета са Земље и уласка у орбиту као и приликом повратка на Земљу. Проблем стварања свемирског смећа је растући је и с временом које је пред нама постајаће све важнији.

6. КРИМИНАЛИСТИЧКА ПОДЕЛА УЗРОКА ПОЖАРА

Поред поделе узрока пожара по начину довођења топлоте постоји и криминалистичка подела узрока пожара која се односи на начин изазивања пожара. Према овој подели имамо:

6.1. Природни узрок пожара

Деловањем природних сила може се створити топлота која изазива пожар. Овакви пожари настају независно од воље човека и без икаквог његовог утицаја у његовом настајању. Овде спадају пожари изазвани громом, услед потреса и сунчевом топлотом.

6.2. Пожари изазвани нехатом или непажњом

Овде спадају пожари који су настали људском непажњом тј. несмотреним поступком или због непредузимања одговарајућих мера као на пример:

- непрописно изведене електричне и гасне инсталације,
- лоше урађена огњишта и димоводни канали,
- одбачени опушак или не угашена шибица,
- избацивање пепела са жаром,
- непажљиво руковање лакозапаљивим течностима,
- самозапаљење,
- нестручно одржавање инсталације и уређаја,
- експлозије и др.

Услед непажње избија преко 50% пожара. Пракса показује да је веома веома тешко разграничити да ли је до пожара дошло услед нехата или намерно пропуштене радње.

6.3. Намерно изазвани пожари

Намерни или криминални пожари или паљевине су пожари који су изазвани свесном или промишљеном радњом из разлитичих побуда на различите начине у циљу уништења имовине.

Код намерно подметнутих пожара врло је битно знати мотив који може бити врло различит као што је освета која може да се базира на безначајним разлозима (свађа, туча, љубомора, завист) прикривања других кривичних дела (крађе, убиства, проновере), застрашивање, изнуда, пироманија и др.

У задње време присутни су намерно изазвани пожари из користољубља када се имовина осигура на велику суму а затим се штета наплати од осигуравајућих друштава.

6.4. Пожари изазвани дечијом игром

Деца као изазивачи пожара заузимају значајно место из разлога што воле да се играју са шибицама, упаљачима, да имитирају старије или врло често да имитирају главне јунаке на филму где у некој сцени постоје паљење кућа, шума, објеката и др.

У доста случајева деца се после изазваног пожара крију у ормаре где се најчешће угуше и изгоре.

7. ТРАГОВИ КОД ПОЖАРА

Карактеристични трагови који остају код пожара а на основу којих се утврђује узрок пожара као и откривање извршиоца код намерно подметнутих пожара или пожара изазваних нехатом деле се на:

- трагове у околини места пожара,
- трагове у изгорелом објекту,
- трагове на електричним инсталацијама,
- трагове у центру пожара и
- трагове код осумњичене особе.

7.1. Трагови у околини места пожара

У околини места пожара може се пронаћи велики број трагова који су у директној или индиректној вези са узроком пожара као што су трагови стопала, трагови пнеуматика, предмети из објекта, делови уређаја и инсталације, разне посуде у којима су држане лакозапаљиве течности за поспешивање пожара и др. Сви трагови у околини места пожара могу доспети намерно у циљу довођења у заблуду лица која утврђује узрок пожара или ненамерно а то је у директној вези са узроком пожара.

Трагови који се пронађу у околини места пожара морају се прописно фиксирати а трагови стопала и пнеуматика мулажирати.

7.2. Трагови у изгорелом објекту

Све трагове у изгорелом објекту можемо поделити на:

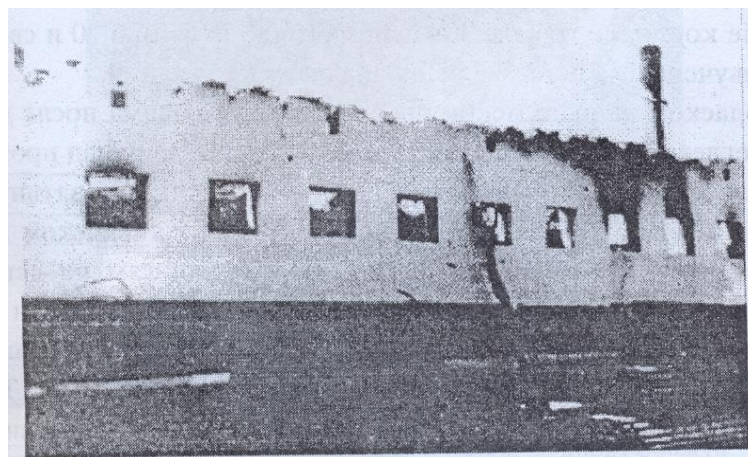
- - трагове на спољашњој страни објекта,
- - трагове на унутрашњости објекта.

7.2.1. Трагови на спољашњој страни објекта

Један од врло важних трагова на спољашњој страни јесте постојање или непостојање наслага гаражи изнад отвора (прозори, врата) такозваних ореола димних гасова.

Ореоли димних гасова настају само ако се процес сагоревања одвија у затвореној просторији што подразумева просторију са непропусним плафоном.

Сагоревањем гориве материје ослобађају се продукти сагоревања који временом стварају одређени надпритисак у просторији. Како продукти сагоревања као топлији попуњавају горње делове просторије и услед надпритиска теже да изађу, наилазе на прве пукотине изнад прозора и врата куда и излазе. На спољашњим зидовима објекта који су хладнији долази до кондензације влажних продуката сагоревања а тиме и до стварања наслага гаражи – ореола димних гасова.



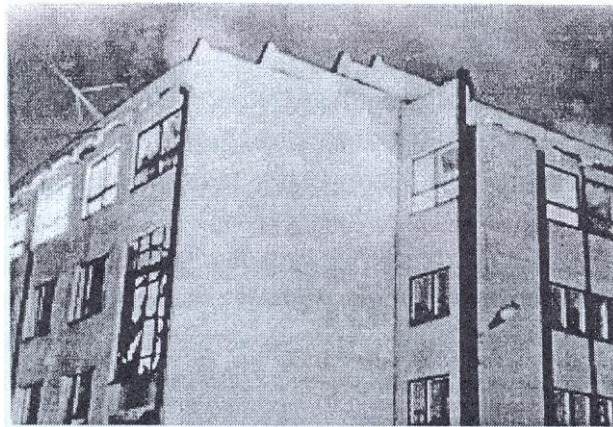
Слика 2. Изглед ореола димних гасова изнад прозора изгорелог објекта

До стварање ореола димних гасова неће доћи ако пожар прво избије у таванском простору објекта а затим се пренесе на унутрашњост објекта јер у том случају после рушења плафонске конструкције и преношења пожара у унутрашњост просторија димни гасови као топлији слободно излазе кроз срушену плафонску конструкцију.

Такође до стварања ореола димних гасова неће доћи ако у просторији немамо плафонску конструкцију и у случају да је плафонска конструкција пропусна за димне гасове као што је украсни решеткасти спуштени плафон или као што су плафонске конструкције од трске и др.

Уколико на објекту изнад већег броја прозора и врата постоје ореоли димних гасова то указује да се пожар преносио из просторије у просторију преко отвора којима су повезане у том случају пожар је избио у просторији изнад које су најинтензивнији ореоли димних гасова, или ако на истој просторији постоји већи број отвора, онда је место избијања пожара у близини отвора где су најинтензивнији ореоли.

Овде се мора узети у обзир који је материјал горио јер нас интезитет ореола димних гасова може заварати уколико је горио материјал који ослобађа велику количину димних гасова као што је гума и неке пластичне масе.



Слика 3. Изглед када се пожар пренео у канцеларијски простор

Поред ореола на спољашњем делу објекта треба обратити пажњу на оштећење прозора и врата са спољашње стране, оштећења димњака, оштећења олука ако постоје, оштећења фасаде и др.

Код праћења свих ових трагова увек треба поредити интезитет оштећења два иста или слична трага (прозори, врата, олуци, димњаци) и на основу тога закључивати који је дуже био захваћен пожаром а тиме и ближи центру пожара. Овде се свакако мора узети у обзир распоред горивих материја, акција гашења, као и временски услови који су владали (брзина и правац ветра, атмосферске падавине).

7.2.2. Трагови у унутрашњости објекта

У изгорелом објекту на свим његовим деловима, инвентару, инсталацијама и другим предметима у објекту без обзира колико су захваћени пожаром, да ли су гориви или негориви постоје трагови који нам непогрешиво указују на смер ширења пожара а тиме нас доводе и до места избијања пожара што и јесте основни задатак код утврђивања узрока пожара.

Да би се сви трагови детаљно прегледали и међусобно усагласили потребан је мукотрпан рад често са доста физичког напора као и познавање понашања одређених материјала после ђеловања ватре. Из ових разлога увиђај код пожара на лицу места може да траје по неколико дана па чак и до неколико недеља.

Увек треба поредити степен оштећености појединих материјала, предмета, опреме уређаја са истим или сличним који су мање оштећени или нису оштећени.

7.2.2.1. Трагови на дрвету

Дрво је једно од најзахвалнијих материјала са аспекта утврђивања центра пожара. Спада у групу чврстих горивих материјала. Степен запаљивости дрвета зависи од врсте дрвета, од

обрађености површине, степена уситњености, степена влажности и др. Што значи да се тврдо дрво теже пали. Мањи комади се лакше пале од већих. Комади чија је површина храпавија лакше се пале од комада са глатком површином. О наведеном се обавезно мора водити рачуна јер се у пожару обично нађу различите врсте дрвета. До паљења дрвета долази на температурама од 250 до 300°C.

У делу сагоревања чврстих горивих материја објашњен је настанак стварања „крокодилске коже“ на дрвету па ћемо још једном нагласити да код сагореле површине дрвета где имамо комадиће „крокодилске коже“ ситније а напрсине дубље та страна дрвета је била ближа центру пожара.

Код ових трагова обавезно приликом доношења коначне одлуке обавезно узети у обзир правац струјања ваздуха, акцију гашења и да ли је дрво претходно било третирано неким ватроотпорним премазима.

Приликом тумачења трагова горења на дрвету ако пронађено да је дошло до прегоревања дебелих дрвених греда, до прогоревања столова мора се имати на уму да овакви трагови настају код жарећих (тињајућих) пожара и најчешће су проузроковани или опушком цигарете, или деловањем повишених температура дужи временски период (код узиданих греда и димњак) или од неког усијаног предмета приликом заваривања, резања, лемљења или од топлоте електричне струје (кратак спој, варничење др.).

Прогоревање радних површина стола на једном месту може бити проузроковано од неког остављеног грејног тела (решо, пегла и др.).

Сви делови од дрвета после пожара морају се реконструисати и утврдити од чега потичу и где су се налазили пре пожара.

Место проналаска дрвених елемената у односу на место где су се налазили пре пожара може нам указати на смер деловања топлоте (столови и столице са дрвеним ногарима).

На основу места проналаска дрвених делова, на основу места где су се налазили пре пожара на основу степена и стране нагорелости а увек узимајући у обзир смер струјања ваздуха, акцију гашења сигурно ћемо одредити правац ширења пожара што има за циљ проналазак центра пожара.

Данас су у употреби велике количине плоча од дрвених отпадака настале пресовањем иверја са лепком (иверица и др.) које због присуства запаљивог лепка често потпуно изгоре у пожару али на њима су карактеристични трагови горења као и код дрвета на основу којих утврђујемо смер ширења пожара тј. центар пожара.

7.2.2.2. Трагови на стаклу

Имајући у виду да је температура топљења стакла око 770°C на месту пожара увек проналазимо разбијено и истопљено стакло. Добро је ако може да се утврди да ли је стакло разбијено услед топлоте пожара или је разбијено услед удара тврдим предметом и циљу изазивања пожара. Код пуцања стакла услед удара јављају се прскотине које су много дуже и израженије него услед топлоте. Такође наслага гаражи на стаклу нам могу указати да ли је стакло разбијено пре пожара или услед пожара. Код пожара на аутомобилима и парчићима стакла која приликом разбијања падну изван аута нема наслага гаражи а пожар је избио у унутрашњости аутомобила можемо тврдити да је стакло претходно разбијено. Ово важи и за објекте под условом да се парчићи стакла после пада не могу контаминирати наслагама гаражи.

Стакло спада у материјале који су лоши проводници топлоте па услед загревања једне стране друга страна се много спорије греје услед чега долази до појаве напона између различито загрејаних слојева и лома стакла.

Код удара грома могу се на стакленим површинама наћи округли затопљени отвори.

Код армираног стакла долази до прскања али не и до испадања па ове површине често имају улогу препреке за пламен.

7.2.2.3. Трагови на хартији

Хартија припада групи чврстих материјала која може да интензивно гори што умногоме зависи од облика паковања. Ако се ради о хартији сложених лситова као што су књиге, рисови, ролне папира иста ће врло тешко горети због недостатка кисеоника. Овде ће трагови горења бити дубљи и израженији са стране која је прво захваћена пожаром.

Ако се ради о отпацама хартије, односно о хартији у растреситом стању онда се процес сагоревања врши интензивно до потпуног сагоревања.

Треба увек размишљати у правцу да се расута и растресита хартија користи за подметање пожара.

Такође на потпуно изгорелој хартији може се прочитати текст у случају да није уништен акцијом гашења.

7.2.2.4. Трагови на металним елементима

У грађевинарству се доста примењују металне конструкције које могу бити носеће, кровне или преградне, а најчешће су израђене у облику профила различитих облика.

Челичне конструкције које се највише примењују имају добре карактеристике али су веома неотпорне на повишене температуре. Због добре топлотне проводљивости брзо се загревају и брзо деформишу. Испитивања су показала да већ после 15 минута интензивног деловања пожара челичне конструкције губе носивост.

Облици насталих деформација и настале промене боје помажу нам да утврдимо правац ширења пожара односно нађемо место избијања пожара.

Услед деловања топлоте долази до већег издужења влакана метала која су окренута према извору топлоте па услед тога долази до савијања према извору топлоте. Ове деформације на преградама од метала могу са сигурношћу указати у којој просторији је прво дошло до пожара. Овде се мора узети у обзир како је конструкција оптерећена.

Боје које се појављују на чистој површини челичних предмета указују на вредност температура до којих се загревао челични предмет.

Табела 5. Температурна слика челичних елемената

Бледожута боја	до 220°C
Златно жута	до 245°C
Љубичаста	до 265°C
Тамнопурпурна	до 280°C
Светлоплава	до 300°C
Плава	до 320°C
Црна	до 420°C

Појава боје на површини челика базира се на оптичким особинама танког филма оксида. Боја омогућава да се са довољно тачности може одредити температура загревања појединих делова челичних предмета.

Поред познавања температурне слике потребно је знати развојне температуре стандардног пожара:

Табела 6. Развојање температуре стандардног пожара

Температура (°C)	Време (минута)
200	5
450	10
800	30
1000	60
1025	90
1100	120
1150	180
1250	300

На месту пожара, приликом вршења увиђаја наилазимо на истопљене делове метала и других материја. Потребно је знати температуре топљења материја које се најчешће налазе на згаришту:

Табела 7. Температуре топљења неких материјала

Алуминијум	658°C	Олово	328°C
Бакар	1083°C	Порцулан	1420°C
Бронза	900°C	Стакло	771°C
Цинк	420°C	Гвожђе	1530°C
Хром	1615°C	Челик	1350°C
Месинг	900°C	Ливено гвожђе	1200°C

Нарочито је важно да се уоче промене и деформације на металним деловима кровне конструкције, јер се испод највише деформисаних места, тамо где су најоучљивије промене боје и где су најдуже владале високе температуре најчешће налази центар пожара.

У сваком случају уз познавање наведених температура и промена до којих долази, може се оријентационо реконструисати стање које је владало за време пожара тј. створити температурна слика у објекту.

У случајевима где се тражи ватроотпорност већа од 15 минута., што је углавном случај, врши се заштита челичне конструкције ватроотпорним материјалима, па су трагови који остају после пожара другачији о чему се мора водити рачуна приликом испитивања на згаришту.

За заштиту челичних конструкција употребљава се лаки бетон, цигла, керамика, гипсане плоче, малтер итд.

Овакви заштитни материјали се обично наносе на констукцију прскањем, јер се припремају у облику емулзије. Као нарочито добра показала се маса направљена од смеша азбеста перлита и гипса. Челични стубови заштићени овом масом издржавају 3 часа у условима пожара. Челичне конструкције се у циљу заштите од пожара могу премазивати и специјалним бојама, које пенушају под дејством ватре. У нормалним условима, ове боје штите конструкцију од корозије. Под дејством високих темешпратура оне повећавају запремину и стварају термоизолациони слој који може повећати ватроотпорност на 30 минута.

Премази боје остају у виду љуспица на површинама од метала, тако да се понекад на основу њиховог стања може одредити смер кретања ватре. Тамо где нема овог слоја, највероватније су владале више температуре и пожар дуже трајао. Наравно, и овде треба проверити да се ту није налазио неки материјал који сагориева уз ослобађање велике количине топлоте. Исто тако треба води рачуна о врсти заштитиног материјала и његовој отпорности према ватри, као и траговима на њима.

7.2.2.5. Трагови на цигли

Глинене опеке се још увек увелико примењују у изградњи објеката. Имају добре термичке особине и високу ватроотпорност и користе се свуда где се жели постићи већа отпорност према деловању високих температура. Добијају се од глине која се специјалним поступцима прерађује а затим, помоћу машина, форматизира и пече у кружним или тунелским пећима на температури од око 900°C. По завршеном печењу и хлађењу, опека се уграђује у конструкцију.

Температуре које се обично јављају у пожарима, опека може да издржи јер јој је тачка топљења негде око 1200°C. Због тога у пожару не долази де већих оштећења и деформација и такви зидови под деловањем високих температура, односно опеке, не пуцају у површинском слоју. Према томе, када на изгорелом објекту наиђемо на нека оштећења овог материјала, прскотине и деформације оне нису настале као последица пожара, већ из других разлога (механичка оштећења, потреси и сл.).

7.2.2.6. Трагови на камену

У градњи објеката се, такође, много употребљава камен. За ту сврху користе се седиментне стене и то: кречњаци, доломити и пешчари. Ту се користе још и метаморфне стене као мрамор или семперин и то за декорацију.

Понашање ових стена на повишеној температури није исто за све врсте стена, већ то зависи од минеролошког састава и од начина постанка појединих стена. Гранит, као најизразитији представник магматских стена, није постојан на високим температурама. Загревањем до 200°C (овакве температуре редовно владају у пожару) његова чврстоћа се повећава а тада почиње нагло

да пада. Пукотине се јављају већ на температури 500 до 600°C, а код температуре од 800°C долази до рушења елемената за које је гранит употребљен (све ове температуре владају на згаришту).

Кречњачки камен почиње да пуца на око 600°C, а на нешто вишој температури се распада. Приликом анализе трагова на камену у изгорелом објекту, не треба изгубити из вида разне премазе којима се повећава отпорност камена према ватри, па понекад на њему нема карактеристичних прскотина иако су на томе месту деловале релативно високе температуре.

Као премаз се најчешће користи водено стакло.

7.2.2.7. Трагови на бетону

Бетон је мешавина цемента и агрегата (песка и шљунка) са водом. Данас се поред обичног бетона производи и користи у грађевинарству армирани бетон, лаки или пена бетон, бетонско азбестни производи и др.

Обични бетон

Понашање обичног бетона на високим температурама је углавном последица понашања његових саставних компонената, агрегата и цемента. Као агрегат се користе шљунак, обична згура, летећи пепео перлит или неки органски материјал (дрво, иверје, дрвена вуна). У већини случајева ова врста агрегата садржи минерал силицијума који већ на 570°C мења своју запремину и пуца, а на бетонском елементу се манифестује у виду љуштења. Треба имати у виду да топлота не продире дубоко у унутрашњост бетона, односно простирање топлоте тече лагано, па се трагови дејства ватре не могу приметити на први поглед, већ се откривају тек после пажљивог прегледа. Треба напоменути да обичан бетон на температурама од 400 до 500°C не мења своју структуру и изглед, док промене настају тек изнад 500°C. И овде се заштита од високе температуре врши разним премазима, што треба узети у обзир приликом прегледа згаришта.

Армирани бетон

Армирани бетон је грађевински материјал састављен од бетона и челика. Широка примена армираног бетона заснива се на великој механичког отпорности овог материјала. При температурама од 200 до 300°C, не долази до битних промена на овом бетону, међутим на температурама од 400 до 600°C достиже критичну величину и тада најчешће долази до рушења конструкције. Наравно да приликом прегледа делова изгорелог објекта који су направљени од армираног бетона треба водити рачуна о врсти чекика, дебљини и површини.

Лаки бетон

Код ових бетона се користе агрегати са мањом запреминском тежином. Према врсти агрегата деле се на четири групе:

- лаки бетони од лаких минералних агрегата, који имају затворену структуру, јер су шупљине између агрегата попуњене малтером (керамзит бетон, вармикулит, перлит бетони други);
- лаки шупљикави бетони чија је структура отворена, јер су шупљине између зрна агрегата неиспуњене;
- лаки беони који користе као агрегат материје органског порекла (дрвена вуна, иверје, дурисол др.);
- ћелијастии лаки бетони који као везиво кросте креч или цемент, а производе се тако што се у свежу масу уводи гас (пенобетони, сипорекс).

Сви наведени лаки бетони су отпорни на високе температуре па код температура које се развијају у току пожара не трпе никакве промене, што истовремено значи да сва нађена оштећења на елементима од овог материјала не би требало да потичу од пожара.

7.2.2.8. Трагови на малтеру

Малтер је везивни материјал, који се састоји из везивног материјала ситнозрног агрегата (песка) и воде. Заједничка особина свих малтера јесте њихова пластичност. Познати су малтери: кречни, продужни цементни малтер и др.

Највише употребљавани кречни малтер се добија мешавином гашеног креча, песка и воде. Премази од малтера се при температури од 530°C, услед издвајања воде разарају, што има за последицу одлепљивање већих и мањих парчади малтера и огољавање зидова. На основу овако насталих трагова можемо одредити смер ширења ватре.

7.2.2.9. Трагови на елементима од пластичне масе

Примена пластичних маса у грађевинарству је веома велика. По својој структури не спадају у врло запаљиве материје. Данашње хемијске индустрије производе веома велики број пластичних материјала као што су PVC, полиестери, полиуретани, полистироли, епоксидне смоле и др.

Полиестри армирани стакленом вуном служе за израду цистерни, силоса као и носећих грађевинских елемената. Полиуретани такође имају велику примену, нарочито експандиране полиуретанске масе. Варирањем основних компонената, могуће је добити читав низ различитих полуретана, почев од врло меких па до изразито тврдих сунђера са запреминском тежином од 30 до 200kg/m³. Експандиране (сунђерасте) тврде полиуретанске масе користе се у грађевинарству искључиво као термоизолациони материјал. Сви полиуретани горе у присуству пламена, међутим, по уклањању пламена они се гасе (самогасиви су) и изузев површине на коју је био прислоњен пламен, задржавају исту структуру и изглед по целој запремини.

Баш због оваквог механизма сагоревања (несагоревања) често ћемо у литератури, нарочито у перспективама којима се рекламира овај грађевински материјал, наићи на податак да су полиуретани незапаљиве материје. Исте податке ће нам дати и недовољно упућена стручна лица. Међутим, у пракси не само да није тако, већ су нестручно уграђиване полиуретанске плоче помогле да се пожар брзо шири. Наиме, полиуретанске плоче се лепе на објекат битуменом или тер папиром, који су веома запаљиви и који после паљења дају пламен довољан за бурно сагоревања полиуретана у његовом присуству. Дакле полиуретан ће горети све док има запаљеног материјала који даје пламен, а по престанку деловања пламена на тој страни ће остати карактеристична чврста затопљења, по којима се може закључити са које је стране дошао пламен.

Полистирол је познат под комерцијалним називом „стиропор“, а у грађевинарству се искључиво користи као сунђерасти материјал и то као топлотни изолатор. Код нас се производе две врсте стрипора: нормални (ниске и восике густине) и самогасиви. Стиропор плоче нормалног типа, под дејством страног извора пламена интензивно ослобађају запаљиве гасове који брзо проширују пламен. Зрачењем топлоте, провођењем топлоте као ни ужареним извором топлоте стиропор се не може упалити већ се само топи и оставља карактеристичан траг.

Стиропор плоче самогасивог типа, после нестанка страног извора пламена престају да горе, долази до самогашења материјала, а настали трагови су исти као и код полиуретана.

Треба истаћи да анализом и праћењем трагова до којих долази на материјалу који је захваћен пожаром, тј. познавањем изгледа материјала после пожара, можемо добити једну температурну слику оштећеног објекта, односно, можемо реконструисати ток ширења ватре, интензитет сагоревања материјала и на основу тога установити место почетка пожара – центар пожара.

У свим објектима постоји велика количина пластичних елемената чија нам оштећења тачно указују на смер ширења пожара.

Пластичне гарнишле после пожара пашће истопљене само на једном месту из разлога што страна која се прва загрева отпада од плафона и у једном тренутку гарнишла виси и топи се на једном месту.

Ово исто важи и код заштитних пластичних плафоњера.

7.2.2.10. Трагови на вратима и прозорима

Без обзира да ли су изграђени од дрвета или метала, када на споју између крила прозора (врата) и рама (рагастова) нема трагова нагоревања или промене боје код металних, значи да су у време пожара били у затвореном положају. Код отвореног положаја ови делови су изложени деловању пламена па долази до промена, односно нагоревања. Трагови нагоревања на вратима нас увек упућују на просторију у којој је дошло до пожара, јер више нагорела површина врата је увек окренута према месту одакле долази пламен. Најчешће је на тој страни и центар пожара, уколико на ширењу пожара нису утицали неки спољни фактори као промаја, вентилација и слично, што треба проверити.

У претходном делу је објашњено понашање стакла у пожару. Оно је увек на прозорима и вратима уметнуто у жљебове и тако осигурано од испадања. Приликом пожара стакло пуца или се топи, али делови ће увек остати у жљебу и на тај начин се спречава контакт пламена, и стварање наслага гарежи на унутрашње површине жљеба, па ти делови остају светлији од делова на којима је ово деловање било омогућено. Уколико је стакло намерно разбијено пре пожара онда лице које то ради да би себи обезбедило пролаз, уклања све комадиће стакла из жљебова, јер могу да га повреде. На тај начин пламен каснијег пожара, које то исто лице подметне ради уклањања трагова, несметано долази у контакт са свим деловима унутрашње површине жљеба и нагорева га или само гарави. Тако ћемо на овом делу наћи загарављења по целој површини жљеба – канала што треба имати на уму при доношењу коначног закључка.

Из свега изнетог произилази да код вата и прозора нарочиту пажњу треба обратити на додирне површине између покретних непокретних делова (врата и рама, крила прозора и рама) и на страну која је више нагорела, јер је са те стране дошла ватра.

Често на изгорелом објекту налазимо само делове врата и прозора и у том случају треба покушати реконструкцијом да одредимо положај у току пожара.

7.2.2.11. Трагови на бравама

Приликом прегледа места пожара, такође, треба испитати браве и засуне на вратима, прозорима, како би се установило да ли су били затворени, отворени или проваљени. У ватри ђелови брава и засуна обично остају сачувани, па се могу извршити сва потребна испитивања на њима. Овде нас конкретно интересује положај језичка браве у тренутку избијања пожара и у току пожара, што нам указује да ли је била закључана или откључана. Уколико је чист, односно његове површине нису загарављене, на њима нема трагова гарежи и топлотних промена, на њега није директно деловао пламен у току пожара, значи да су закључана врата или прозор и обрнуто, ако се налазио у извученом положају – на њему ће бити наслага гарежи. Код засуна увек треба погледати стање материјала испод његове површине. Уколико је нагорела, загарављена или променила боју (код металних) онда је засун био у крајње извученом положају (затварао је врата или прозор) у супротном, ако је та површина цела, чиста, није долазила у директан додир са ватром, била су у отвореном положају.

Стање брава је веома битно утврдити, нарочито када су сумња на паљевину, па у ту сврху треба увек ангажовати и вештаке за браве, трасологе.

7.2.2.12. Трагови на електричним инсталацијама, уређајима и осигурачима

Трагови на електричним инсталацијама су врло значајни и на основу јих можемо врло често пронаћи центар пожара. Усаглашавањем ових трагова са свим другим траговима тачно ће се утврдити центар пожара под условом да је електрична инсталација била под напоном за време избијања пожара.

Уколико је електрична инсталација била под напоном за време пожара, пре почетка прегледа згаришта, обезбедити шеме електричних инсталација, а ако на постоје, снимити стање и на основу изјава стручних лица нацртати грубу шему инсталација са потрошачима.

Уколико је електрична инсталација под напоном приликом избијања пожара услед секундарних кратких спојева долази до прегоревања осигурача па је стање свих осигурача врло битно јер осигурачи селективно штите поједине делове инсталације.

Прегледом осигурача мора се утврдити да ли је осигурач оригиналан или „крпљен“ а на основу јачине осигурача, пресека проводника инсталације, снаге укључених потрошача да ли је електрична инсталација била преоптерећена.

На основу изгледа прегорелог уметка топљивог осигурача понекад се може утврдити начин прегоривања. Ако дође до прегоривања услед кратког споја бакарна жица (лицна) се потпуно истопа па се могу њени трагови пронаћи на зидовима порцуланског уметка у облику куглица.

Код преоптерећења а понекад и код примарног кратког споја услед постепеног загревања долази до лепљења песка (ако је осигурач оригиналан) на бакарну лицу па тек онда до прекида.

Из ових разлога сви осигурачи се морају пажљиво отворити, детаљно прегледати и све то унети у записник.

Уколико се осигурачи не изузимају најбоље је због евентуалних накнадних прегледа осигураче вратити на своја места.

Приликом прегледа електричних инсталација потребно је утврдити све околности које су претходиле избијању пожара и исте потпуно разјаснити на основу трагова после пожара а то су:

- да ли је било укључено електрично осветљење,
- када и којим редоследом се гасило,
- да ли је уочено трептање или неке друге појаве као што је слабо усијавање нити сијалице.

Електрични проводници повезује се међусобно и на друге елементе (разводне кутије, прикључна места, мерна места, осигурачи, па на овим местима најчешће долази до кварова. Када није добар спој на том месту долази до варничења па и до изазивања пожара. На тим местима детаљним прегледом могу се наћи затопљења а у околини места истопљене честице бакра које су видљиве и без употребе микроскопа.

Код електричних уређаја за које се сумња да су узрочници пожара мора се прво утврдити да ли су били укључени у електричну мрежу што се утврђује на основу трагова на утичници и утикачу. Ако је уређај био укључен у утичницу за време трајања пожара у том случају на виљушкама утикача и на унутрашњим површинама буксни утичнице нема наслага гаражи из разлога што се утикач налази у утичници и димни гасови не могу да продру у утичницу, док у супротном ако је утикач био извучен из утичнице имаћемо наслага гаражи и на букснама и на виљушкама.

7.3. Трагови у центру пожара

Испитивање трагова у центру пожара и експлозија се врши са циљем да се утврди начин на који је настала топлота (узрок догађаја) и састав и особине материјала који се први запалио, као и евентуално присуство материјала који је послужио за поспешивање пожара.

Напред је било доста речи о узроцима пожара и ту су изнети сви начини настајања топлоте која изазива пожар, тако да ће у овом делу бити говора само о испитивању неких материјала у центру пожара и методама којима се може утврдити њихово порекло.

Приликом истраживања на сваком згаришту је битно да се елиминише или утврди присуство течних горива, нафтних деривата, којима се најчешће врши поспешивање пожара. Превазиђено је мишљење да се употреба течних горива може само онда доказати када се у остацима пожара нађу извесне количине ових запаљивих течности у непромењеном стању. Услед високих температура које владају у току пожара, течности употребљене на поспешивање пожара се најпре разлажу (једним делом), па је једини начин да се докаже њихово присуство да се путем анализа утврде продукти сагоревања карактеристични за употребљено гориво. Трагање у центру пожара за потпуно непромењеним остацима течних горива је без изузетка осуђено на неуспех. Због тога утврђивање неразорених течних горива на том месту може често да буде сумњиво, јер је лице које је подметнуло пожар могло да их излије после пожара у циљу преваре, скретања сумње или набавивања сумње на друго лице. Међутим, понекад се ипак могу наћи и непромењени трагови али само тежих горива. По правилу се тада ради о паљевинама код којих је изостао жељени успех, било због угашеног временски темпираног упаљача или због тога што је ватра окривена пре него што је доспела до материјала који треба да изгори.

Основне карактеристике сагоревања течних горива (нафтних деривата) су:

- брзо ширење пожара,
- црвени пламен,
- црни дим,
- специфичан мирис,
- развијање високих температура и
- стварање великих наслага гаражи.

За утврђивање врсте употребљеног течног горива од пресудног је значаја место са кога се узима узорак, начин узимања и паковања узорака. Узорак се узима са више места како из центра пожара тако и ван центра пожара, при чему се мора водити рачуна да не дође до контаминације узорака. Узорци се обавезно пакују у херметички затворене посуде (епрувете и бочице) и пластичне кесе, што омогућава испитивање и гасне а не само течне или чврсте фазе узорака.

Трагови неразорених течних горива могу се наћи и ван згаришта, на местима где је, евентуални, учинилац прешао пре подметања пожара, или у посудама у којима је течно гориво донесено а често и на одећи самог извршиоца.

За испитивање трагова запаљивих средстава који остају после пожара или паљевине у принципу могу да се користе све физичко-хемијске методе.

Међутим, за сваку конкретну физичко-хемијску методу потребна је одређена минимална количина материјала без које се метода не може применити.

Конкретно је могуће користити следеће методе:

- одређивање индекса преламања супстанце,
- одређивање специфичне тежине супстанце,
- одређивање вискозитета течности, и
- одређивање оптичке активности и супстанце.

Примена ових физичко-хемијских метода ограничена је релативно великом количином материјала потребном за анализу. Количина потребне супстанце се креће од 0,1 милилитар, за одређивање оптичке активности супстанце.

Подаци које добијамо овим анализама изузетно су драгоцени, с обзиром да се у свим светским стандардима баш ове физичко-хемијске особине користе за категоризацију појединих супстанци.

Међутим, веома се ретко дешава да се са лица места може донети довољна количина чистог узорка да се за испитивање примени нека од горе наведених физичко-хемијских метода. Далеко чешћи је случај да се из спаљеног материјала морају издвајати само трагови супстанци. За такве анализе могуће је користити само оне физичко-хемијске методе за чију је примену потребно изузетно мало материјала. Овде се првенствено мисли на гасну хромографију и атомско-апсорпциону спектрофотометрију, а у неким случајевима на спектрографију и спектрофотометрију у UV видљивој и IR области.

Посебно је интересанта гасна хроматографија, с обзиром да су границе осетљивости пламено-јонизационог детектора, који се најчешће користи 1×10^{-12} gr. Овако велика осетљивост пружа нам могућност да екстракцијом из земље, песка, зида или тканине докажемо присуство запаљивог средства у тим узорцима. Из нађених компоненти које узорак садржи можемо да одредимо које је запаљиво средство у питању.

Још је већа осетљивост атомско-апсорпционог спектрофотометра али је његова примена ограничена на детекцију појединих елемената што у појединим случајевима може да има значај у осветљавању узорка настанка пожара.

Поред ових метода постоје и друге, које такође морају дати податке интересантне за испитивање настанка пожара. Ове физичко-хемијске методе се ређе примењују, мада су интересантне с обзиром да спадају у недеструктивне. Овде се мисли на:

- неутронску активациону анализу,
- рендгенско-флуоресцентну анализу и
- рендгенско-дифракциону анализу.

Набројане физичко-хемијске методе могу да дају податке о елементарном саставу узорка и о кристалној структури узорка. Интересантна је ренгенска дифракциона анализа која може да одговори и да ли је пожар изазван електричном струјом, тј. да ли је кратки спој примаран или секундаран.

У ређе примењиване методе спада и масена спектрометрија повезана са гасном хроматографијом.

Ова метода нам даје веома корисне податке о масеном броју појединих компоненти узорка, што веома олакшава утврђивање врсте супстанце.

С обзиром на чињеницу да се за поспешивање пожара у највећем броју случајева употребљавају течна горива – нафтни деривати који су веома испарљиви, за утврђивање врсте употребљених материјала је веома погодна примена гасне хроматографије јер је осетљивост ове методе веома велика, као и због тога што је фазна фаза у већини случајева најаче контаминирани траг у односу на течну и чврсту фазу у којима се трагови налазе.

Помоћу наведених метода могу се утврдити врсте и свих осталих материјала и њихових продуката који су се нашли у центру пожара и први почели да горе, међају се на други начин или су изазвали пожар.

Поред оваквих начина испитивања трагова, треба поменути и микроскопско испитивање на месту пожара. Мада је код пожара најчешће на изглед све унитшено, пракса је показала да овакви поступци често дају добре резултате приликом истраживања на згаришту. Код свих микроскопских испитивања пожара од одлучујућег значаја је одређивање правог мејста са кога се узимају трагови. Због тога је препоручљиво да се у свим компликованијим и значајнијим случајевима за то ангажује стручњак – вештак. Трагове које треба испитати налазе се већином на ужем подручју центра пожара, али се налазе и на већој удаљености од њега, у деловима објекта који нису захваћени ватром. Трагови чије порекло на овај начин можемо утврдити, могу бити биљног порекла, трагови воска, заостали делови неке направе, кристали неких силиката, а било је случајева да је на овај начин доказано и присуство дувана на основу испитивања пепела и то у просторијама где је иначе забрањено пушење.

Да би се за испитивање узели прави узорци, материјал у центру пожара се испитује слој по слој и на тај начин утврђује поред састава и материјал који се налазио изнад и испод пре пожара.

7.4. Трагови на осумњиченом лицу

Кад год је то могуће треба обезбедити обућу и одећу осумњиченог лица јер се на њима могу наћи трагови који би указали да је оно заиста било у објекту непосредно пре избијања пожара. Ти трагови могу бити:

- трагови запаљивих течности,
- материјали истоветни онима који су се налазили и изгорелом објекту,
- трагови земље на обући и оделу који потичу из околине објекта а лице тврди да није тамо било и друго.

Не треба заборавити да се узму узорци из косе и испод ноктију осумњичене особе.

На крају треба напоменути да је свако испитивање у области пожара уствари истраживачки рад и да свака непажња и пропуст може довести до тога да се догађај не расветли. За то је потребно веома пажљиво и опрезно приступити испитивању сваког и најситнијег трага, усаглашавати, белажити, фиксирати и пажљиво анализирати.

8. ЗАКЉУЧАК

Посао вршења увиђаја код пожара је много специфичнији и захтевнији него код осталих врста увиђаја. Специфичност је посебно потенцирана последицама које могу наступити услед пожара, као што су могућност страдања великог броја људи, настанак велике материјалне штете, висока температура, велике промене лица мјеста и сл.

Стручно лице зна да се у пожарима може употребити много материјалних трагова на основу којих се може утврдити место настајања пожара, а затим и узрок настајања пожара.

Утврђивање узрока пожара се искључиво заснива на материјалним траговима, док се изјаве сведока узимају у обзир, али се на основу њих не може доносити мишљење.

Велика је разлика, када се ради на утврђивању узрока пожара, да ли се ради о пожару на отвореном простору или о пожару у зградама. Изучавање пожара у зградама прво захтева одговор на логично питање да ли је пожар настао у објекту, или је пренет са спољне стране. Ватра на отвореном простору има довољно кисеоника, док је код пожара у затвореним просторима сасвим другачија ситуација.

Из свега наведеног, може се закључити, колико је комплексна проблематика утврђивања узрока пожара, с обзиром на начине на који могу настати, па је самим тим неопходно и ангажовање стручњака из ове области како би се могле недвосмислено утврдити околности под којима је дошло до његовог настајања.

9. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Бусарчевић М., Радмилац Д., Крстић Д., Цветковић Љ., Глушица Б., Пољак Ђ., *Основи криминалистичких вештачења*, МУП Републике Србије, Београд 2001.
- [2] Група аутора, *Пожар Експлозија Превентива*, Научно стручни и информативни часопис година I, Сарајево, децембар 1980.
- [3] Дурмишевић И., Басарић М, *Истраживање пожара и палевина*, Савезни секретеријат за унутрашње послове Београд, Београд, 1972.