

***6. Prah kao sredstvo za
gašenje požara***

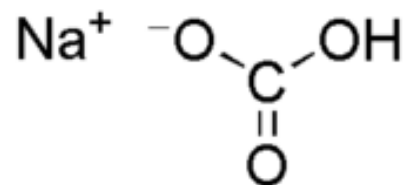
Emina Mihajlović

Prah, kao sredstvo za gašenje požara

- Prah, kao sredstvo za gašenje požara, prvi put se pojavio u XVIII veku. Prah za gašenje požara, sličan današnjem, koristi se od 1912. godine.
- U početku, primena praha za gašenje požara bila je ograničena samo na ručne aparate za gašenje požara, kasnije dolazi do njegove primene i u prevoznim aparatima za gašenje požara mase punjenja od 50 i 100 [kg] praha. Danas, se prah primenjuje u vozilima za gašenje požara sa masom praha preko 20 [t] i u stabilnim automatskim instalacijama za gašenje požara.

Prah, kao sredstvo za gašenje požara

- Prah za gašenje kao pojam, vrlo često se zamenjuje pojmom “suvo sredstvo za gašenje” pa zbog toga i najčešće oprema namenjena za gašenje prahom nosi oznaku “S”.
- U samom početku razvoja suvih sredstava za gašenje kao osnovna komponenta praha po pravilu se primenjivao natrijum bikarbonat (NaHCO_3).



- Jedno od najšire primenjivanih jedinjenja natrijuma je NaHCO_3 , natrijum bikarbonat ili natrijum hidrogenkarbonat, **poznatiji kao soda bikarbona**. Ovo je beli kristalan prah koji se rastvara u vodi, a rastvor je slaba baza. Koristi se u prehrambenoj proizvodnji za dobijanje praška za pecivo i soda vode, u farmaciji za neutralizaciju želudačne kiseline, za proizvodnju praha za gašenje požara, u proizvodnji tekstila, papira itd.

Prah, kao sredstvo za gašenje požara

- Nove vrste praha, s obzirom na sve veće i specijalne zahteve, ne baziraju se isključivo na natrijum bikarbonatu nego i na kombinaciji drugih soli pa čak i organskih jedinjenja. Tako, danas, imamo specijalne vrste praha za gašenje koji u svom sastavu imaju vrlo malo natrijum bikarbonata ili ga čak i nemaju.
- Prah kao sredstvo za gašenje požara sastavljen je od fino usitnjenih hemijskih proizvoda:
 - karbonata[1],
 - fosfata[2],
 - sulfata[3] i
 - dodataka.

[1] Karbonati su soli karbonske kiseline H_2CO_3 . To su jedinjenja koja čine katjoni metala (Ca, Mg, Mn, Cu...) i ugljenikovog (karbonatnog) anjona CO_3^{2-} . Na primer: kalcijum karbonat (u prirodi prisutan kao mineral, krečnjak), $CaCO_3$, magnezijum karbonat (poznatiji kao magnezijumova ruda magnezit), $MgCO_3$, mangan karbonat (poznat kao manganova ruda rodohozit), $MnCO_3$, bazični bakar karbonat koji se stvara na bakarnim predmetima kao patina, a u prirodi se nalazi kao malahit, $CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$ [1,15].

- [2] Fosfati su jedinjenja fosfatne kiseline H_3PO_4 , na primer: amonijum fosfat $NH_4H_2PO_4$ [1,15].
- [3] Sulfati su jedinjenja koja sadrže SO_4^{2-} , na primer: kalcijum sulfat $CaSO_4$, magnezijum sulfat $MgSO_4$,...

Prah, kao sredstvo za gašenje požara

- Kao najznačajnije normativne karakteristike praha za gašenje smatraju se:
 - **sposobnost gašenja** - podrazumeva najmanju količinu praha potrebnu da ugasi požar na definisanom modelu. Za požare u zatvorenom prostoru ona se izražava u (kg/m^3), a za požare na otvorenom prostoru u (kg/m^2) ili na jedinicu mase gorivog materijala (kg/kg) i
 - **brzina izbacivanja**, ili preciznije masa utrošenog sredstva za gašenje u jedinici vremena po jedinici površine ili zapremine prostora, ($\text{kg}/\text{m}^2\text{s}$) i ($\text{kg}/\text{m}^3\text{s}$).
- Sa eksploatacijskog stanovišta se posebno prate i podešavaju osobine:
 - tečljivost,
 - otpornost na sleganje i
 - otpornost na grudvanje usled apsorpcije[1] vlage.
- [1] Apsorpcija (lat. absorbere), upijanje, usisavanje [12].

6.1. Područje primene praha kao sredstva za gašenje požara

- Prah kao sredstvo za gašenje požara pruža mogućnost gašenja svih vrsta požara:
 - klase A - požara čvrstih materija (drvo, tekstil, papir, guma...),
 - klase B - požara zapaljivih tečnosti (nafta, naftni derivati, maziva, lakovi...),
 - klase C - požara zapaljivih gasova (propan, butan, acetilen, vodonik),
 - klase D - požara metala i
 - električnih uređaja.

6.2. Prednosti primene praha za gašenje požara

- Prah, kao sredstvo za gašenje, pokazao je niz kvalitetnih osobina kao na primer: potpuna neotrovnost i neškodljivost za čoveka, mogućnost gašenja i pri najnižim temperaturama, sposobnost gašenja skoro svih klasa požara, ne izazivanje korozije i neprovođenje elektriciteta.

Prednosti gašenja požara prahom su:

- prahom se brzo gase požari zapaljivih tečnosti i gasova,
- pri korišćenju većih količina praha, prah štiti vatrogasce od toplote zračenja, pa u većini slučajeva nije potrebna specijalna zaštitna oprema,
- prah se koristi za gašenje u širokom temperaturnom intervalu od -50 do + 60 °C,
- prah je potpuno neotrovan i neškodljiv po zdravlje ljudi i životinja. Neke vrste praha, u zavisnosti od hemijskog sastava, na visokim temperaturama ili u dodiru sa vodom mogu da se razlože na komponente koje nadražuju oči i disajne puteve,
- prah je postojan i dugotrajan,
- prah neoštećuje objekte i stvari pa je pogodan za gašenje požara u muzejima,
- oblak praha deluje izolujuće od električne struje, međutim ukoliko se plamen pojavi u oblaku praha uslovi se menjaju i može da dođe do električnog udara i
- može da se transportuje kroz dugačka creva i cevovode.

Nedostaci praha kao sredstva za gašenje požara:

- pri upotrebi u zatvorenim prostorima izaziva ogromno zaprašivanje, pa ga treba izbegavati za gašenje požara u računskim centrima i telefonskim centralama,
- ima veoma malo rashlađujuće dejstvo usled čega često dolazi do ponovnog zapaljenja i
- upotreba na otvorenom može da bude otežana određenim nepovoljnim vremenskim uslovima (vetar i kiša).

Primena praha

- kod svih požara klase B (benzina, ulja, etra, lakova ...),
- požara klase C (propana, butana, acetilena, vodonika...),
- požare klase D i
- električnih uređaja, mada ga kod njih treba izbegavati zbog oštećenja koje stvara kora koja se obrazuje usled razlaganja praha i
- u poslednje vreme uspešno se gase i požari klase A, kao što su požari drveta, slame, papira. Ovaj prah ima oznaku "ABCD", ali i ovde treba biti oprezan jer zbog nedostatka rashladnog dejstva posle izvesnog vremena požar može da se ponovo razbukta.

6.3. Vrste praha za gašenje požara i način proizvodnje

- Prah za gašenje požara može da se svrsta u tri osnovne grupe:
 1. prah na bazi natrijum bikarbonata i kalijum bikarbonata, namenjen požarima klase B i C pa se zbog toga naziva **“BC” prah**.
- **“BC” prah**, se sastoji od:
 - **95 - 98 % natrijum bikarbonata + 2 - 5 % dodataka**, ili
 - **80 - 92 % kalijum bikarbonata + 8 - 20 % dodataka**, ili
 - **90 - 92 % kalijum sulfata + 8 - 10 % dodataka** ili
 - **72 % kalcijum karbonata + 18 % kalijum sulfata + 10 % dodataka**.

Vrste praha

2. prah na bazi amonijum-fosfata, namenjen svim vrstama požara, pa se naziva univerzalni ili **“ABCD” prah**.
- **“ABC” i “ABCD” prah**, se sastoji iz:
 - 40 % amonijum fosfata + 40 % amonijum sulfata + 10 % barijum sulfata + 10 % dodataka i

Vrste praha

3. prah za gašenje požara metala, koji nema strogo određeni sastav, pa se naziva specijalni ili **“M” prah**.
 - **“M” - specijalni prah**, nema jednu osnovnu bazu, već se sastoji od više komponenti i njegov sastav se razlikuje u zavisnosti od proizvođača. Prah ove vrste se proizvodi na bazi:
 - natrijum hlorida, kalijum hlorida, barijum hlorida i natrijum karbonata. Ukoliko se radi na bazi natrijum hlorida, njegov sadržaj može da se kreće i do 85%.
 - Pri gašenju požara metala, prah koji predstavlja smešu natrijum i kalijum hlorida, gorivu površinu odvoji (izoluje) od okolnog vazduha. “M” prah se upotrebljava pri požarima u kojima gori natrijum, kalcijum, litijum, uran, barijum itd.

Hemijska jedinjenja koja najčešće ulaze u sastav praha za gašenje požara

R. br.	Naziv hemijskog jedinjenja	Hemijska formula
1.	Natrijum bikarbonat (natrijum hidrogenkarbonat)	NaHCO_3
2.	Kalijum bikarbonat (kalijum hidrogenkarbonat)	KHCO_3
3.	Kalijum sulfat	K_2SO_4
4.	Kalijum bisulfat, kalijum hidrogensulfat	KHSO_4
5.	Kalcijum karbonat	CaCO_3
6.	Amonijum fosfat	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$
7.	Amonijum sulfat	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
8.	Barijum sulfat	BaSO_4
9.	Natrijum hlorid	NaCl
10.	Kalijum hlorid	KCl
11.	Barijum hlorid	BaCl_2
12.	Natrijum karbonat	Na_2CO_3

BC-prah

- Razne vrste ovog praha međusobno se razlikuju, po veličini čestica i različitim specijalnim dodacima.
- Osnovna sirovina za proizvodnju praha ove grupe je natrijum bikarbonat. To je beli u vodi rastvorljiv kristalni prah, bez mirisa, hemijske formule NaHCO_3 , koji se već pri slabom zagrevanju pretvara u natrijum karbonat NaCO_3 . Upotrebljava se za neutralizaciju želudačne kiseline, kao aditiv za testo i za proizvodnju bezalkoholnih pića i kao sredstvo za gašenje požara. Postoji više postupaka njegove proizvodnje.
- Veliki broj proizvođača umesto natrijum bikarbonata koristi kalijum bikarbonat, koji poseduje bolja svojstva i ima veći efekat gašenja. Soli kalijuma imaju manju sposobnost upijanja vlage od soli natrijuma, koji se zbog toga teže štiti od vlage.

BC-prah

- Prah ove grupe uspešno gasi požare sa plamenom, a to su požari klase B i C. Može da se koristi i za gašenje požara na električnim instalacijama, ali se iz sigurnosnih razloga treba pridržavati preporuka proizvođača u pogledu minimalnih bezbednosnih rastojanja i dozvoljene visine napona.
- Najviše se koristi za gašenje požara na aerodromima, u rafinerijama i industrijskim pogonima u kojima mogu da se pojave požari klase B i C.
- Ne preporučuje se za gašenje požara osetljivih električnih uređaja jer može da ih zaprlja i ošteti.

BC-prah

- Primena veće količine praha u zatvorenim prostorijama dovodi do smanjenja vidljivosti zbog male brzine taloženja, na šta treba da se obrati posebna pažnja.
- Zbog malog efekta hlađenja postoji opasnost da se posle uspešnog gašenja prahom, požar ponovo pojavi usled paljenja od užarenih metalnih delova i drugih zagrejanih materijala. Ovaj nedostatak praha je veoma izražen pri gašenju velikih požara, pa je tada poželjno kombinovanje praha i pene, koja ima kako efekat ugušivanja, tako i efekat hlađenja.
- Kombinacijom praha i pene postižu se dobri efekti gašenja požara.
- prahom se brzo eliminiše plamen i
- penom se prekrivaju užareni predmeti i rashlađuju do ispod temperature paljenja.

BC-prah

- Treba posebno naglasiti da prah koji sadrži magnezijum stearat^[1] deluje tako da “razara penu” (ubrzava pucanje mehurića pene). Iz tog razloga se takav prah ne kombinuje sa penom.
- Gustina ove grupe praha kreće se u granicama od 2,17 do 2,21 [kg/l], dok se nasipna gustina kreće u granicama od 0,8 do 0,95 [kg/l].
- “BC” prah za gašenje ne sadrži jednaku granulaciju zrna, već predstavlja mešavinu zrna različite granulacije, odnosno veličine koja se kreće do maksimalno 0,2 [mm].
- “BC” prah veoma dobro gasi požare koje karakteriše plamen (požare tečnosti i gasova), ali je njegova delotvornost minimalna kod požara sa žarom kao i za tinjajuće požare.

^[1] Magnezijum stearat, $C_{17}H_{35}COOMg$, koristi se u: farmaceutskoj inustriji, u industrijama za prouzvodnju gume, plastičnih masa, olovaka, kozmetičkih proizvoda...; Služi kao sredstvo za matiranje, povišenje tačke zapaljivosti, olakšava klizanje itd. Pri proizvodnji lekova i praha za gašenje požara dodaje se kao aditiv za sprečavanje aglomeracije, zgrudnjavanja praškastih materija [1].

“ABCD” prah

- Ovaj prah proizvodi se od osnovne komponente na bazi amonijum fosfata i amonijum sulfata, a u poslednje vreme za izradu koriste se i boraks[1] i kalijum bisulfat. Treba napomenuti da sastav ovog praha varira od proizvođača do proizvođača. Ova vrsta praha dosta uspešno i efikasno gasi sve požare, pa se obično naziva univerzalni prah. Razne vrste univerzalnog praha za gašenje, zavisno od proizvođača, mogu da se međusobno razlikuju po sastavu, pa ne treba da se kombinuju zbog mogućnosti sleganja, grudvanja i sličnih neželjenih efekata.

[1] Boraks, natrijum tetraborat, $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$, bela, kristalna supstanca, so borne kiseline, koristi se u farmaceutskoj industriji i medicini [1].

“ABCD” prah

- “ABCD” prah može da se meša sa prahom koji je proizveden na istoj bazi bez obzira na vreme proizvodnje (starost) praha. Ne preporučuje se mešanje “ABC” praha sa “ABCD” prahom i to prvenstveno zbog opasnosti sleganja i zgrudvavanja.
- Po svojim fizičkim osobinama, oni su slični prahu grupe BC. Imaju manju nasipnu gustinu koja se kreće u granicama od 0,75 do 0,85 [kg/l], a u pogledu specifične površine, gotovo da se ne razlikuje od praha “BC”.

“ABCD” prah

- Postojanost ove grupe praha na povišenim temperaturama je manja u odnosu na prah grupe BC. U području propisane temperature od 20 [0C] do + 60 [0C] ne dolazi do promene njihovih hemijskih i fizičkih svojstava.
- “ABCD” prah smatra se univerzalnim sredstvom za gašenje požara. Nije primenljiv za gašenje požara kod malog broja materijala (alkalnih metala), kao i za gašenje instalacija pod visokim naponom.
- Najviše se koristi za gašenje požara na motornim vozilima, skladištima zapaljivih tečnosti i gasova, u radionicama, industrijskim pogonima i td. Ne preporučuje se za gašenje požara na osetljivim električnim postrojenjima i instalacijama.

Prah za gašenje požara metala- M prah

- “M” prah ima nasipnu gustinu znatno veću u odnosu na nasipnu gustinu “BC” i “ABCD” praha i kreće se u granicama od 1 do 1,3 [kg/l].
- Koristi se za gašenje svih zapaljivih metala i legura. Kod gašenja ovih požara u zatvorenim prostorima, neophodno je korišćenje opreme za zaštitu organa za disanje.
- Ova vrsta praha razlikuje se od “BC” i “ABCD” praha i to ne samo po svom sastavu nego i po principu gašenja. Kod gašenja metala prvenstveno je važno da se odvoji goriva površina od prisustva vazduha. Laki metali: magnezijum, aluminijum i njihove legure spadaju u grupu požara D, pa se ti požari mogu da gase i prahom “ABCD”.

M prah

- Za gašenje požara metala kao što su: litijum, natrijum, kalijum, rubidium i cezijum, ne bi bio delotvoran univerzalni prah "ABCD" nego je potrebno primeniti specijalni prah za metal.



Litijum

Natrijum

Kalijum

Rubidium

Cezijum

M prah

- “M” prah ima svojstvo da deluje sa gorivim metalom i da na površini gorivog metala stvara sloj soli. Naime, prilikom gašenja zapaljenih metala ovom vrstom praha, prah se na povišenim temperaturama topi, prekriva metalne površine i očvršćava u vidu tvrde kore koja je skoro neporozna, čime se spečava dotok kiseonika i neznatno hladi metalna površina.
- Sastav “M” praha, kao i kod ostalih vrsta praha, razlikuje se po sastavu od proizvođača do proizvođača.

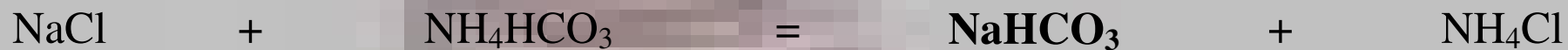
6.4. Načini proizvodnje i pripremanje praha za gašenje požara

- S obzirom na vrlo velike razlike u sastavu raznih vrsta praha za gašenje, razlikuje se i način njihovog dobijanja, pa je zato moguće govoriti samo o principima dobijanja sirovina za kombinovanje određene vrste praha za gašenje.

“BC” prah, dobijanje

- Najčešće korišćena osnovna komponenta ja natrijum bikarbonat.
- Natrijum bikarbonat, NaHCO_3 , soda bikarbona, dobija se:
- Kao međuproizvod pri Solvejevom procesu[1] pri kom se dobija natrijum karbonat, NaCO_3 , soda. U hladan, zasićen vodeni rastvor kuhinjske soli, NaCl , uvodi se, pod pritiskom, amonijak NH_3 i ugljen dioksid[2], CO_2 , pri čemu se odigravaju sledeće reakcije:
 - [1] E. Solvay, 1837-1922.
 - [2] Ugljen dioksid, CO_2 , ili pravilnije, ugnjen IV oksid.

“BC” prah, dobijanje



Zagrevanjem natrijum bikarbonata, NaHCO_3 , nastaje natrijum karbonat:



“BC” prah, dobijanje

- Uvođenjem ugljen dioksida u koncentrovan rastvor natrijum karbonata, odnosno ugljen dioksida u natrijum hidroksid:



“BC” prah, dobijanje

- Dobijeni natrijum bikarbonat je u obliku kristala različitog granulometrijskog sastava, zbog čega se podvrgava:
 - prosejavanju i
 - mlevenju.
- Prosejavanjem natrijum bikarbonat se odvaja na sitne čestice koje i dalje imaju kristalni oblik. Mlevenjem se dobija amorfnna struktura. Nasipna masa amornog (samlevenog) natrijum bikarbonata je znatno manja od nasipne mase kristalnog natrijum bikarbonata. Postupak mlevenja je ekonomičniji od postupka prosejavanja, pa se iz tog razloga češće koristi.
- Sitno mleveni (samleveni) natrijum bikarbonat se suši u sušarama toplim vazduhom.

“ABCD” prah - dobijanje

- Kao osnovna komponenta ove vrste praha koristi se mono i di amonijak fosfat[1]. Dobijanje navedenih fosfata bazira se na reakciji amonijaka (NH_3) sa fosfornom kiselinom, H_3PO_4 . Reakcija se izvodi uvođenjem amonijaka u rastvor fosforne kiseline prema sledećoj jednačini:
- [1] Amonijumovi fosfati: mono $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ i di $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$.



“ABCD” prah - dobijanje

- Veličina nastalih delića fosfata veća je od one koja bi mogla da se koristi kao prah za gašenje pa ih je potrebno podvrći postupku mlevenja. Postupku mlevenja treba posvetiti veliku pažnju jer kvalitet praha zavisi, najvećim delom, od kvaliteta mlevenja. Važnost postupka mlevenja ogleda se u tome što su postupci mlevenja u većini zemalja zaštićeni patentima. Maksimalna veličina čestica kreće se do 0,125 [mm]. Zbog toga što se posle mlevenja dobija amorfnja struktura, veličinu čestice treba shvatiti kao prosečnu veličinu prečnika svih čestica praha.

“ABCD” prah - dobijanje

- Samleveni kristali fosfata pokazuju svojstvo higroskopnosti što povećava sklonost ka zgrudvavanju. Smanjenje higroskopnosti i zgrudvavanja praha postiže se dodavanjem aditiva čime se postiže površinska obrada čestica praha. Sredstva za postizanje hidrofobnosti su razne soli i neki sintetički materijali. Zavisno od hemijskog sastava i načina dobijanja praha za gašenje požara postižu se različita fizička, hemijska i druga svojstva praha.

6.5. Uslovi za uspešno gašenje požara prahom

- Gašenje požara prahom pored svojstva samog praha zavisi i od:
 - pogodnosti praha za gašenje i
 - načina izbacivanja praha na žarište požara.
- Pogodnost označava mogućnost direktnog kontakta praha sa plamenom, parama gorive tečnosti ili sa molekulima gorivog gasa. Po ovoj karakteristici “BC” prah efikasnije gasi požare zapaljivih tečnosti i gasova od praha označenog kao prah “ABCD”. Suprotno od toga prah “ABCD”, bolje gasi požare sa žarom, ali njegova primena daje lošije rezultate pri gašenju požara nafte, naftnih derivata, ulja, alkohola i komprimovanih (utečnjenih) gorivih gasova.

Način upotrebe praha

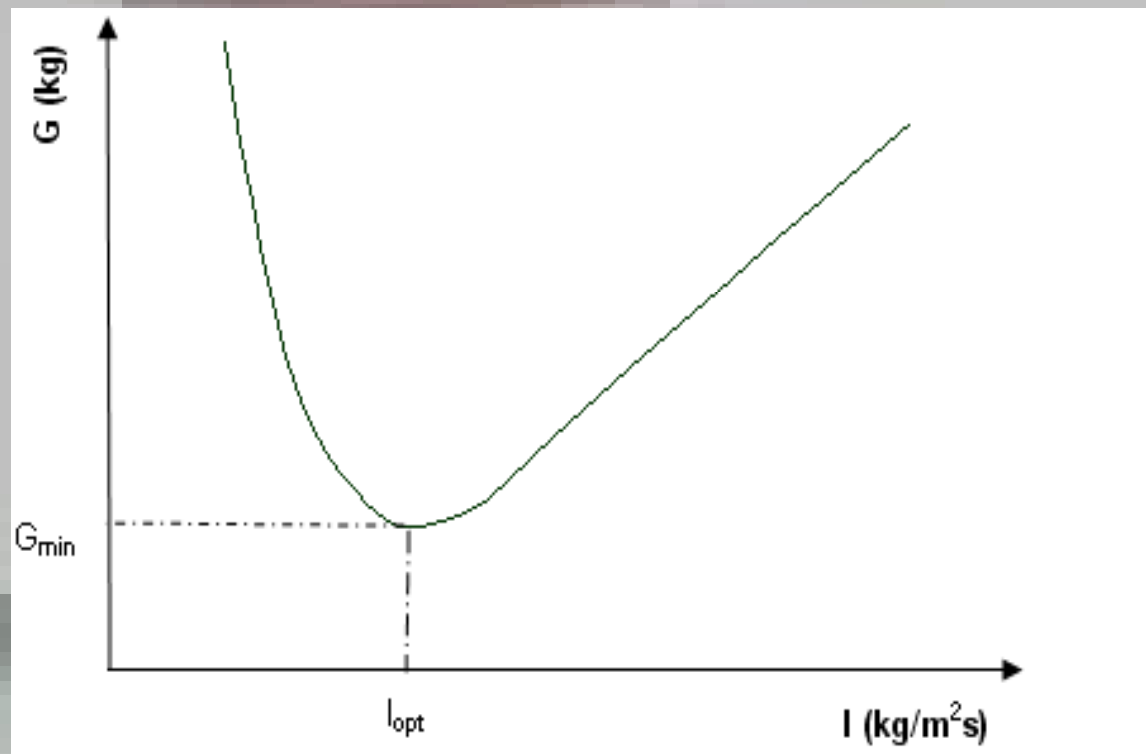
- Iz ovih razloga u izrazu “univerzalni” koji se pripisuje “ABCD” prahu treba tražiti u kojoj meri je takav prah izgubio na efikasnosti za gašenje požara B i C klase i u kojoj je meri vremenski podoban za skladištenje.

Način upotrebe se određuje parametrima:

- $G_{\min} [kg]$ - minimalnom masom utroška praha,
- $I \left[\frac{kg}{m^2 s} \right]$ - intenzitetom utrošenog sredstva za gašenje požara na jedinicu štice površine (ova veličina naziva se i brzina izbacivanja praha) i
- $t [s]$ - vremenom gašenja.

- Da bi smo odabrali što bolji režim gašenja na primer: klase požara B i C, važno je stvoriti oblak praha i ubaciti ga u jezgro plamena.
- Za svaki prah postoji kritična brzina izbacivanja ispod koje ne dolazi do gašenja definisanog plamena i određenog utroška goriva. Dijagram zavisnosti G_{min} dat je na dijagramu, odakle se vidi da je kritična brzina izbacivanja određena presekom lopt i G_{min} . Nelogičnost u dijagramu desno od lopt dolazi zbog gubitaka praha, koji bi nastajali sa većom brzinom izbacivanja, o čemu projektanti aparata i uređaja za gašenje treba da vode računa.

Zavisnost mase utroška praha G od brzine izbacivanja



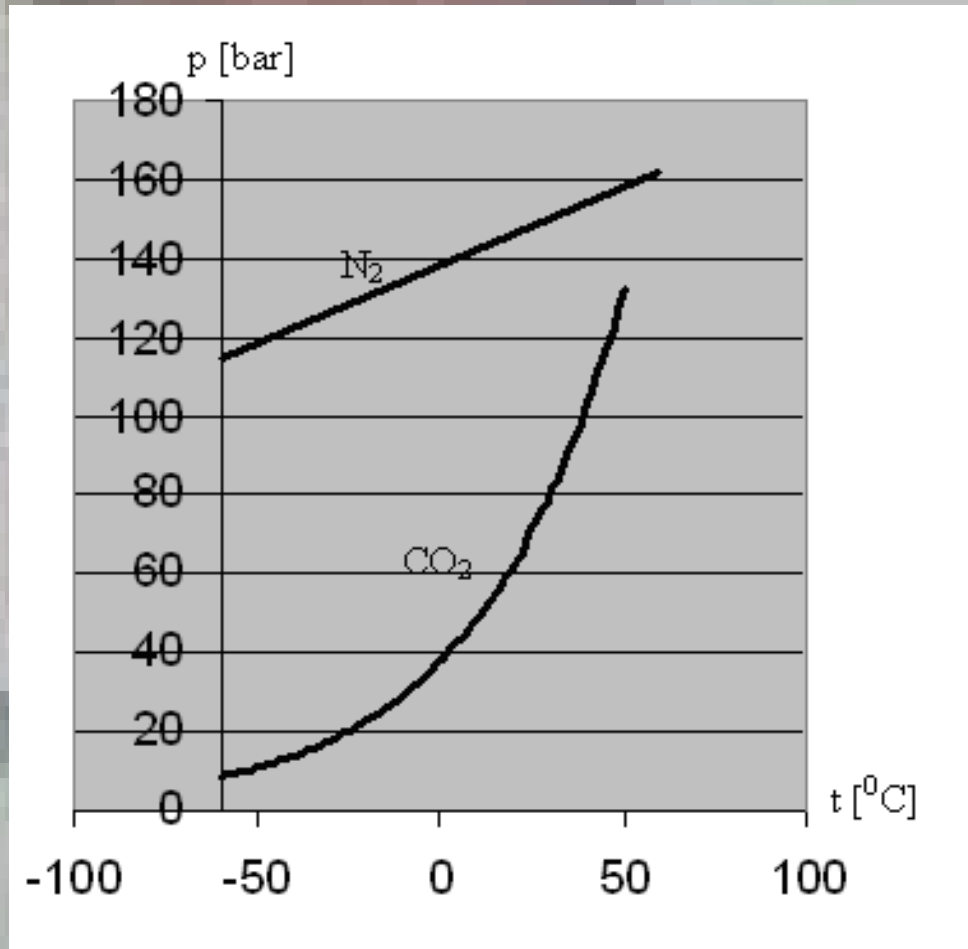
Pogonski gas za izbacivanje praha

- Da bi se prah transportovao kroz cevi i da bi se stvorio oblak praha, neophodno je pogonsko sredstvo. Kao pogonska sredstva koriste se gasovi, pod nadpritiskom, i to:
 - CO₂
 - N₂ i
 - vazduh.
- U ručnim aparatima za gašenje požara koristi se ugljen dioksid, CO₂, dok se u vozilima i stabilnim uređajima za gašenje požara kao sredstvo za izbacivanje praha koristi azot, N₂, a veoma retko vazduh kao i rešenja kod kojih je ceo aparat izložen konstantnom nad pritisku.

Pogonski gas za izbacivanje praha

- Sadašnja konstruktivna rešenja, iz sigurnosnih razloga, podrazumevaju da su boce ugljen dioksida ili azota zaptivene nepropustljivom bakarnom membranom. Koji će pogonski gas da se koristi u aparatima, uređajima i sistemima za gašenje požara prahom, zavisi od uslova eksploatacije. Kao što se sa dijagrama p-T vidi, kriva zavisnosti pritiska od temperature za ugljen dioksid je eksponencijalna, odnosno pritisak veoma brzo raste sa porastom temperature, što uslovljava toplotnu izolaciju boca sa ugljen dioksidom, dok je kriva zavisnosti pritiska od temperature za azot linearna, pa je skladištenje azota bezbednije.

Dijagram promene pritiska u zavisnosti od temperature za N_2 i CO_2



6.6. Mehanizam gašenja požara prahom

- Prah je sredstvo za gašenje koje na požar deluje:
 - inhibicijom (homogenom i heterogenom),
 - ugušivanjem (razređenjem, odvajanjem i emulzijom) i
 - hlađenjem (isparavanjem i razlaganjem).
- Osnovni efekat gašenja prahom je inhibicija (antikatalza) i ogleda se u uništavanju slobodnih radikala koji produžavaju i ubrzavaju reakciju sagorevanja. Inhibicijskim dejstvom smanjuje se brzina reakcije gorenja zato što prah vezuje slobodne radikale koji učestvuju u lančanim reakcijama gorenja. Inhibicijski efekat predstavlja prekidanje i zaustavljanje, okončavnje fizičko hemijske lančane reakcije sagorevanja. U velikom obimu, naročito kod “ABCD” i “M” praha, zastupljen je i efekat odvajanja koji se manifestuje stvaranjem staklaste pokorice. U manjem obimu zastupljeni su ugušujući efekat, podefekta razređenja, stvaranjem oblaka praha, kao i rashladni zbog unošenja materije nižeg temperaturnog nivoa u žarište požara.

Gašenje prahom ispoljava se kroz sledeće efekte:

- **razređivanjem**, odnosno smanjenjem procenta kiseonika, unošenjem praha u vidu oblaka ili zbog stvaranja gasovitih produkata usled termičke destrukcije praha,
- **rashlađivanjem** zone sagorevanja zbog zagrevanja čestica praha,
- **odvajanjem** gorive materije i vazduha, stvaranjem pokorice i
- **hemijskim reakcijama produkata** razlaganja praha sa parama gorive tečnosti i molekulima gorivog gasa. Ovakve reakcije prekida gorenja gde su oba reaktanta u gasnoj fazi svrstavamo u homogenu inhibiciju. Heterogenom inhibicijom nazivamo prekidanje lanca reakcije gorenja na površini čestice praha.

Komercijalni nazivi

- U tabeli prikazani su hemijski nazivi, hemijske formule osnovnih komponenti praha i komercijalna imena za neke vrste praha. Čestice ovih sredstava su presvučene magnezijum stearatom i odgovarajućim silikonskim preparatima za sprečavanje zgrudvavanja i za poboljšavanje osobina tečljivosti kroz creva i cevovode. Efikasnost gašenja svakog praha zavisi od veličine čestica praha. Što su manje čestice biće potrebna manja količina praha za gašenje, sve dok veličina čestica ne pređe graničnu veličinu čestica, čime se onemogućava dovoljan domet praha i stvaranje oblaka.

- Efikasnost praha za gašenje požara sa plamenom tumači se hemizmom dolazi do termičke destrukcije praha, odnosno do razlaganja i isparavanja čestica praha. Stvorene pare reaguju sa slobodnim radikalima. Jedno od dejstava koje ne treba zanemariti je i rashlađivanje usled apsorpcije toplote plamena oblakom praha čime se blokira isijavanje toplote iz plamena prema gorivu. U slučaju praha na bazi fosfata ispoljava se i efekat odvajanja slojem pokorice.
- Svi glavni sastojci praha su neotrovni, ali mogu ponekad da stvore smetnje pri disanju i utiču na vidljivost u prostoru primene.

Hemijski nazivi, formule i komercijalna imena za neke od prahova za gašenje požara

Hemijski sastav	Hemijska formula	Trgovačko ime
Natrijum bikarbonat	NaHCO_3	Soda bikarbona
Kalijum hlorid	KCl	“Super K”
Natrijum hlorid	NaCl	Kuhinjska so
Kalijum bikarbonat	KHCO_3	„Moneks“ Engleska
Kalijum sulfat	K_2SO_4	„Karate masiv“ Ukraina
Amonijum fosfat	$(\text{NH}_4)\text{H}_2\text{PO}_4$	“ABC” prah
Urea+kalijum bikarbonat	$\text{NH}_2\text{COONH}_2+\text{KHCO}_3$	„Amofos“ Rusija

6.7. Svojstva praha za gašenje požara

- Fizička svojstva određenog praha govore o efikasnosti gašenja, mogućnosti dužeg skladištenja i slično. Na primer na efikasnost gašenja požara prahom utiče tečljivost praha koja zavisi od veličine, oblika i obrade čestica praha. Dobro svojstvo praha da se može dugotrajno skladištiti postiže se prvenstveno dobrom površinskom obradom u cilju postizanja odgovarajuće hidrofobnosti. Zbog toga ocenu o prahu treba donositi na osnovu ocene svih njegovih svojstava. Fizička svojstva praha moguće je podeliti na dve grupe:
 - na svojstva koja zavise od načina dobijanja i
 - svojstva koja zavise od njegove primene.

Svojstva praha koja zavise od načina dobijanja su sledeće:

- veličina čestice,
- nasipna masa,
- specifična površina i
- hidrofobna svojstva.

Svojstva praha, važna za njegovu primenu su sledeća:

- tečljivost,
- mogućnost skladištenja (zavisno od vlažnosti i kolebanja temperature),
- stabilnost,
- mogućnost kombinovanog korišćenja sa penom,
- elektroprovodljivost i
- abrazivno delovanje na ležištu rotirajućih delova mašina.
- Osim navedenih svojstava vrlo je važno i osnovno svojstvo praha - sposobnost gašenja.

Veličina čestice

- Veličina čestica praha, odnosno granulometrijski sastav je ustanovljen pomoću granulometrijske analize. Granulometrijski sastav je značajno svojstvo svakog praha za gašenje jer utiče na sposobnost gašenja, stabilnost i domet praha. Sposobnost gašenja prahom je veća što je finiji sam prah, odnosno što je veća specifična površina zrna. S druge strane smanjenjem zrna raste opasnost od aglomeracije jer je tehnički teže izvršiti hidrofobizaciju praha i takođe se smanjuje domet praha.

Granulometrijski sastav

- Granulometrijski sastav određuje se prema granulometrijskoj analizi [5] koja se sastoji u prosejavanju praha kroz standardizovana sita. Aparatura za ispitivanje sastoji se od ležišta za sita prečnika 200 [mm] i tri sita otvora veličina:
 - 125 [μm],
 - 63 [μm] i
 - 40 [μm].

Granulometrijski sastav

- Kod praha za gašenje granulometrijski sastav izgleda ovako:
- 50 – 75% manje od 40 [μm],
- 10 – 20% od 40 do 63 [μm],
- 10 – 20% od 63 do 125 [μm] i
- 1 – 10% više od 125 [μm].

Nasipna masa

- Prema nasipnoj masi određuje se količina praha, kojom se može puniti ručni prenosni i prevozni aparat za gašenje požara ili rezervoar na vozilu za gašenje požara. Nasipna masa je u stvari odnos mase i zapremine, a izražava se u $[g/cm^3, kg/dm^3 \text{ ili } kg/l]$. Način određivanja nasipne mase se sastoji u sipanju praha u graduiranu posudu određene zapremine na primer, 50 $[cm^3]$ ili 25 $[cm^3]$, a posle merenja mase izračunava se nasipna masa praha prema formuli:

$$\rho = m/V [g/cm^3]$$

Gde je:

- $m [g]$ - masa praha i
- $V [m^3]$ - zapremina praha.

Nasipna masa

- Na ovaj način određena nasipna masa iznosi za “BC” prah od 0,8 do 0,95 [g/cm³], a za “ABCD” prah 0,75 do 0,85 [g/cm³]. Praksa je pokazala da se dužim stajanjem u aparatu za gašenje požara ili rezervoaru prah postepeno sleže pa mu se nasipna masa nešto povećava i može biti od 0,9 do 1 [g/cm³].
- Da bi se smanjila osobina sabijanja koriste se dodaci u količini od 1 do 10% talka, silikati, silikogeli, grafit, fosfati i dr. Pri tome važnu ulogu ima tehnologija dodavanja dodataka (zajednička meljava i mešanje).

Specifična masa ili zapreminska masa

- Specifična masa se razlikuje od nasipne po tome što nasipna masa predstavlja masu određene zapremine pri čemu se računa i zapremina vazduha između čestica praha. Način određivanja specifične mase razlikuje se od određivanja nasipne mase. Specifična masa se određuje na taj način što se u graduiranu posudu sipa tečnost u kojoj se prah ne rastvara niti istu upija u sebe. Posle toga se u istu posudu sipa prah. Količina praha koja se stavlja u posudu [g] deli se sa prirastom zapremine tečnosti jer toj zapremini odgovara zapremina određene količine praha, koja se stavlja u posudu.
- Formula po kojoj se izračimava specifična masa je:

$$\rho = m/\Delta V \text{ [g/cm}^3\text{]}$$

Gde je:

– m [g] – masa praha i

– ΔV [cm³] – prirast zapremine posle stavljanja praha u posudu sa tečnošću.

Specifična masa ili zapreminska masa

- Za određivanje specifične mase izrađene su specijalne aparature. Na taj način određena specifična masa za prah “BC” iznosi 2,17 do 2,21 [g/cm³], a za “ABCD” prah iznosi 1,7 do 1,9 [g/cm³].
- Kolebanje specifične mase zavisi prvenstveno od sastava praha, ali ne i od usitnjenosti kao što je to slučaj kod nasipne mase. Radi orijentacije uticaja sastava praha na specifičnu masu nevedene su vrednosti specifičnih masa za neke od glavnih komponenti koje ulaze u sastav praha i to za:
 - natrijum bikarbonat 2,2 [g/cm³],
 - amonijum fosfat 1,62 [g/cm³] i
 - amonijum sulfat 1,77 [g/cm³].

Specifična površina

- Specifična površina praha izražava se u $[\text{cm}^2/\text{g}]$. Za određivanje specifične površine postoje specijalne aparature. Vršena su razna istraživanja da bi se došlo do zavisnosti sniženja brzine rasprostiranja plamena ne od koncentracije praha već od proizvoda koncentracije praha i specifične površine. Utvrđeno je da sposobnost gašenja požara direktno zavisi od površinske koncentracije praha.
- Vrednosti specifičnih površina za “BC” prah se kreće od 1500 do 2200 $[\text{cm}^2/\text{g}]$, a za “ABCD” prah od 2000 do 3000 $[\text{cm}^2/\text{g}]$.

Hidrofobnost (vodoodbojnost)

- Ispitivanje hidrofobnosti vrši se sa ciljem da se utvrdi da li bi prah, ukoliko se uskladišti na otvorenom, upijao u sebe vlagu iz vazduha. Metode za utvrđivanje hidrofobnosti treba razlikovati od metoda kojima se utvrđuje sadržaj vlage u prahu. Razlikujemo nekoliko metoda ispitivanja hidrofobnosti i to ispitivanja koja se baziraju na direktnom kontaktu praha sa vodom. Za ispitivanje hidrofobnosti koristi se:
 - proba sa potapanjem u vodu,
 - metoda kapljice i
 - metoda titracije.

Hidrofobnost (vodoodbojnost)

- Proba potapanja u vodu:
 - ova proba se sastoji u tome da se oko 2 do 3 [g] praha stavi na malu kašičicu i potopi u vodu i to prvo 10 [s], a zatim 50 [s]. Prah se smatra dovoljno hidrofobnim ako posle 10 [s] držanja pod vodom, ostane suv, ili ako posle narednih 50 [s] prah ima tanak sloj na sebi koji se lako i brzo uklanja.
- Proba kapljice:
 - ova proba sastoji se u tome da se prahu koji se nalazi u maloj posudi kapne kapljica vode. Smatra se da prah ima dobru hidrofobnost ako posle 15 [min], zaokretanjem posude, kapljica sklizne sa površine praha.
- Proba titracije:
 - ova metoda je pogodna samo za “BC” prah, jer ovom metodom se ustvari određuje vreme rastvaranja natrijum bikarbonata u vodi.

Ispitivanje tečljivosti praha

- Ispitivanje tečljivosti praha za gašenje u laboratorijskim uslovima vrši se u specijalnim aparatima. Ispitivanje se vrši tako što se 4 [kg] praha stavi u rezervoar, koji se zatim izloži pritisku od 10 [bar][\[1\]](#), a posle toga se otvaranjem ventila prah pušta da struji kroz spiralni cevovod dužine 6 [m] i prečnika 8 [mm] u posudu za prihvatanje praha. Posle izjednačavanja pritiska izmeri se količina praha koja je prešla iz prve posude u drugu. Ukoliko je količina praha koja ostane u prvoj posudi i cevovodu ispod 20% smatra se da prah ima zadovoljavajuću tečljivost.
- [\[1\]](#) 1 at = 0,98 bar \approx 1 bar
- 1 bar = 10⁵ Pa
- 1 pa = 1 N/m²

Ispitivanje sipkavosti praha

- Umesto tečljivosti vrlo često se ispituje sipkavost praha. Sipkavost se ispituje na principu peščanog sata. Princip ispitivanja se sastoji u merenju vremena koje protiče pri presipavanju 300 [g] praha iz jednog dela u drugi deo posude za ispitivanje.

Stabilnost praha pri dugotrajnom skladištenju

- Prah za gašenje mora biti pogodan za upotrebu posle nekoliko godina stajanja u aparatu, rezervoaru ili na skladištu. To znači da za to vreme prah ne sme da se zgrudva, izgubi tečljivost i sipkavost. Mnogi faktori mogu da utiču na stabilnost praha pri skladištenju, a to su prvenstveno oblik čestica, vrsta hidrofobne zaštite, vrsta specijalnih dodataka i količina vlage u prahu.

Sadržaj vlage u prahu

- Sadržaj vlage u prahu određuje se na taj način što se tačno određena količina praha drži određeno vreme u specijalnim sušarama i posle tog vaganjem utvrđuje gubitak u težini. Ovde treba napomenuti da je ova metoda podložana greškama jer se na temperaturi od 60 do 70 [°C] neke komponente praha termički razlažu što za posledicu ima gubitak težine, pa taj gubitak ne odgovara prisutnoj količini vode.
- U mnogim zemljama način ispitivanja sadržaja vlage je standardizovan. Metoda za ispitivanje apsolutnog sadržaja vlage sprovodi se sušenjem na atmosferskoj temperaturi, uz prisustvo materije koja veže vodu. Postupak traje 48 [h]. Gubitak mase predstavlja sadržaj vlage i obično iznosi 0,01 do 0,02% početne mase praha.

Svojstva praha pri uvećanom pritisku

- Ovo ispitivanje izvodi se na taj način što se 400 [g] praha stavlja u sito sa veličinom otvora 4 [mm]. Sito je smešteno u posudu koja se zatim izlaže pritisku od 20 [bar] u vremenskom trajanju od 10 [min]. Posle toga pritisak se postepeno smanjuje do atmosferskog pritiska. Sito se posle toga povlači po ravnoj površini. Za prah “BC” i “ABCD” na situ ne sme da ostanu zgrudvane čestice praha.

Termostabilnost praha

- Prah u aparatima za gašenje požara, kao i u drugoj opremi može biti izložen, kako niskoj, tako i visokoj temperaturi. Niske temperature po pravilu ne bi trebalo da utiču negativno na svojstva praha. Ali dugotrajno držanje praha na visokim temperaturama preko 50 [°C] može da dovede do zgrudvavanja praha. Ova pojava se objašnjava prisutnošću magnezijum stearata koji može da sadržati izvesnu količinu stearinske kiseline[1] koja na toj temperaturi počne da se topi. Termostabilnost određuje se tako što se prah u toku 72 [h] drži u zatvorenoj posudi na temperaturi od 60 [°C], a posle toga se postepeno hladi. Posle postizanja normalne temperature u prahu ne sme da se pojave grudvice i druge veće aglomeracije praha. Takav prah, koji je zadovoljio zahteve eksperimenta, može da se smatra dovoljno stabilnim na temperaturama od -30 [°C] do + 50 [°C].

[1] Stearinska kiselina, C18H36O2, temperatura topljenja 70,1 °C.

Stabilnost praha na vibracije

- Prah smešten u aparatima za gašenje požara, a pogotovo u spremnicima na vozilima za gašenje požara izložen je vibracijama pri čemu dolazi do njegovog zbijanja i već posle kratkog vremena prvobitna zapremina u posudi koju je zauzimao prah smanjuje se za oko 10 do 15%. Zbog toga se aparati za gašenje požara i drugi uređaji sa prahom po pravilu konstruišu tako da pogonski gas deluje odozdo kako bi se prah uskovitlao i sabijene čestice razbile i pokrenule na gore.
- Provera stabilnosti praha na vibracije vrši se tako što se određenom vrstom praha napune dva aparata istog tipa. Jedan od njih se izloži vibracijama, a drugi se ostavi u stanju mirovanja do upotrebe. Kada se u prvom aparatu vibracijama zapremina praha smanji za oko 10 do 15% oba aparata se upotrebe jedan za drugim na isti način. Vreme početka delovanja, kao i količina zaostalog praha u aparatu, u oba slučaja mora da je približno ista.

Elektroprovodljivost praha

- Ovo je veoma bitna osobina praha. Prah koji se koristi za gašenje elektropostrojenja i električnih uređaja ne sme da bude provodnik elektriciteta. To znači da stvoreni oblak praha ne provodi električnu struju. Ispitivanja prenošenja struje visokog napona preko mlaza praha pokazala su veoma malu provodljivost, koja je tako mala da ne predstavlja opasnost za lica koja gase požar prahom. Iz razloga bezbednosti, zbog mogućeg prisustva vlage, prah se ne upotrebljava za gašenje postrojenja pod naponom većim od 1000 [V] .
- Za gašenje požara instalacija pod električnim naponom smeju da se koriste samo aparati za gašenje na kojima je vidljiva oznaka „Upotreba dozvoljena za gašenje instalacija pod naponom“.

Abrazivna svojstva praha

- Abrzivnost praha određuje prisustvo čvrstih materija (kvarc, pesak, korund i slično). Veoma često prah može da dospe u ležajeve i slične delove mašina. Ukoliko bi prah imao određena abrazivna svojstva njegova upotreba bi došla u pitanje jer bi štete na mašinama mogle da budu velike. Zbog ovog svojstva prah za gašenje mora da sadrži samo meke komponente, odnosno da nije abrazivan. Prisustvo nepoželjnih tvrdih elemenata može da se dokaže specifičnim hemijskim postupcima.

6.7.2 Hemijska svojstva

- Prah za gašenje požara u suvom stanju je inertan, hemijski je slabo reaktivan. Dodatkom vode prah pokazuje slabo bazično delovanje, "BC" prah, odnosno slabo kiselo delovanje, "ABCD" prah. Najvažnije svojstvo praha koje spada u hemijska svojstva je njegova nesposobnost izazivanja korizije i mogućnost kombinovanog delovanja sa penom.

Korozivna svojstva praha za gašenje požara

- Prah za gašenje požara, ukoliko je dovoljno suv, nema sposobnost izazivanja korozije. Korozivna aktivnost može da nastane usled prisustva vode u prahu, iznad propisanih normi, ili usled zagrevanja i termičke destrukcije pri kojoj se izdvaja amonijak[1] koji može da izazove koroziju obojenih metala.

• [1] Amonijak, NH_3 , na atmosferskim uslovima bezbojan gas, karakterističnog mirisa, toksičan i korozivan, MDK 28 [ppm] ili 20 [mg/m³].

Kombinovana primena praha i pene kao sredstava za gašenje požara

- Prah kao sredstvo za gašenje ima dobro dejstvo na gašenje požara u početnom, kratkom vremenskom periodu. Prah je efikasan za početno gašenje požara sa plamenom jer ga izuzetno brzo eliminiše. Njegovo udarno dejstvo je od posebnog značaja, jer ako se zakasni sa gašenjem, prah gubi svoju svrhu. U slučaju primene praha kod požara zapaljivih tečnosti koje se prelivaju preko vrelog metala zbog nedostatka akumulativnog i dugotrajnog dejstva praha, on se kombinuje sa penom zbog njenog rashladnog dejstva. Takav je, na primer, slučaj kod požara na avionima. Prah će brzo da eliminiše plamen, dok će pena da dugotrajno da deluje, prvo efektom odvajanja, a zatim hlađenja.

6.7.3. Toksikološka svojstva praha za gašenje požara

- Prah za gašenje, osim nekoliko specijalnih vrsta za gašenje požara metala nema štetno delovanje na organizam čoveka, osim što deluje kao inertna prašina. Objašnjenje leži u tome što je glavna komponenta “BC” praha, u stvari natrijum bikarbonat koji nije otrovan. On se čisto koristi u prehrambenoj industriji kao poseban dodatak.
- Fosfati amonijaka koji su glavna komponenta “ABCD” praha, i ako nisu tako bezopasni kao natrijum bikarbonat, ipak ne spadaju u grupu otrova. Po našim propisima, za amonijakove fosfate nije određena maksimalno dozvoljena koncentracija. Njegova štetnost po zdravlje ocenjuje se sa stanovišta štetnosti kao i kod prašine. Pošto je veličina čestica praha za gašenje daleko iznad veličine respiratornih čestica može se zaključiti da su oni sa toksikološkog stanovišta, uzevši u obzir vreme ekspozicije, praktično bezopasni.

Toksikološka svojstva praha za gašenje požara

- Ipak, pri korišćenju praha za gašenje požara treba da se koristi oprema za zaštitu disajnih organa. Pri upotrebi „M” praha mogu da nastanu otrovna hemijska jedinjenja, a pri upotrebi praha na bazi natrijuma i kalijuma udisanjem njihovih isparenja može da se naruši njihova stalna koncentracija u organizmu čoveka, pri čemu može da dođe do ozbiljnog narušavanja zdravlja.

Maksimalno dozvojene koncentracije pojedinih sastojaka praha za gašenje požara

R.br.	Naziv hemijskog jedinjenja	Hemijska formula	MDK	CAS ¹⁶	S – Oznake obaveštenja R - Oznake upozorenja
1.	Natrijum bikarbonat (natrijum hidrogenkarbonat)	NaHCO ₃	15 [mg/m ³]*	144-55-8	S24/25
2.	Kalijum bikarbonat (kalijum hidrogenkarbonat)	KHCO ₃	15 [mg/m ³]*	298-14-6	S24
3.	Kalijum sulfat	K ₂ SO ₄	15 [mg/m ³]*	7778-80-5	S22/24/25 R37
4.	Kalijum bisulfat, kalijum hidrogensulfat	KHSO ₄	15 [mg/m ³]*	7646-93-7	S26/36/37/39 R36/38
5.	Kalcijum karbonat	CaCO ₃	15 [mg/m ³]*	471-34-1	S26/37/39
6.	Amonijum fosfat	NH ₄ H ₂ PO ₄	15 [mg/m ³]*	7722-76-1	S24/24
7.	Amonijum sulfat	(NH ₄) ₂ SO ₄	2 [ppm] 10 [mg/m ³]	7783-20	S26/37/39 R36/37/38
8.	Barijum sulfat	BaSO ₄	6 [mg/m ³]	7727-43	S24/25
9.	Natrijum hlorid	NaCl	350 [mg/m ³] za vodu	7647-14-5	S24/25
10.	Kalijum hlorid	KCl	15 [mg/m ³]*	7447-40-7	S39 R36
11.	Barijum hlorid	BaCl ₂	0,5 [mg/m ³]	10361-37-2	S45 R20/25
12.	Natrijum karbonat	Na ₂ CO ₃	2 [mg/m ³]	497-19-8	S22/26

6.8. Aparati za gašenje požara prahom

- **6.8.1. Ručni aparati za gašenje požara prahom**
- Aparati za gašenje prahom prvenstveno su namenjeni za gašenje požara klase B, C i električnih uređaja pod naponom do 1000 V, a ukoliko su napunjeni prahom „ABCD“ koriste se i za gašenje požara klase A i D. Aparati se izrađuju u šest veličina u zavisnosti od predviđene količine punjenja.
- Aparati S-1, S-2 i S-3 namenjeni su za gašenje požara na motornim vozilima. Bez obzira na veličinu, domet mlaza praha mora da iznosi 3 [m], a ostatak praha u rezervoaru, koji nije izbačen do kraja neprekidnog pražnjenja, sme da iznosi najviše 10% prvobitne količine.

Ručni aparati za gašenje požara prahom

- Telo aparata je od čeličnog lima i napunjeno je odgovarajućom količinom praha. Kao pogonsko sredstvo za izbacivanje praha iz aparata u obliku mlaza upotrebljava se ugljen dioksid koji se nalazi u čeličnoj boci visokog pritiska unutar aparata. Zatvarač boce sa ugljen dioksidom je membrana od bakarnog lima debljine 0,5 [mm]. Na boci mora da je označena vrednost mase gasa. Dozvoljeno odstupanje ove mase je najviše $\pm 10\%$ od označene vrednosti. Standardom je dozvoljeno da prah bude pod stalnim pritiskom pogonskog gasa od 12 [bar] do 14 [bar]. U tom slučaju na indikatoru mora da je vidljiva vrednost pritiska i područja odstupanja, na temperaturi od 20 [°C].

Ručni aparati za gašenje požara prahom

- Mlaznice aparata S-6, S-9, S-12 mora da su spojene sa rezervoarom pomoću savitljive cevi najmanje dužine 0,5 [m]. Mlaznica i savitljiva cev mora da su izrađene od materijala koji ne provodi električnu struju.
- Aparati mora da su upotrebljivi za ispravan rad na temperaturama od - 20 [°C] do + 45 [°C].
- Aktiviranje aparata postiže se probijanjem membrane boce CO₂ pomoću pokretne ručice kape aparata i igle. Radni pritisak aparata je 12 [bar].

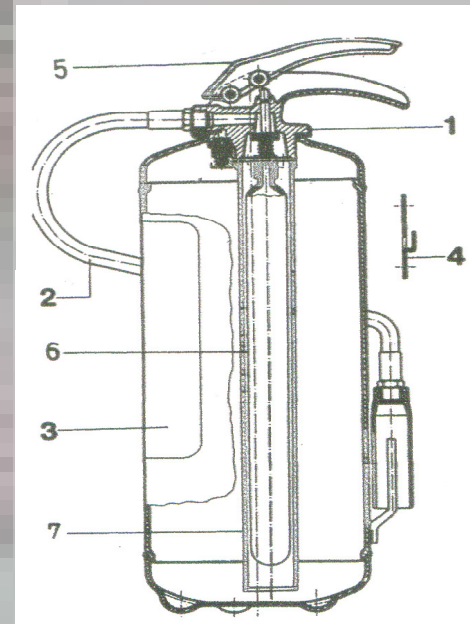
Kontrola aparata obuhvata:

- kontrolu mehaničke oštećenosti,
- kontrolu kvaliteta praha (provera da li se isti zgrudvao),
- kontrolu sadržaja pogonskog gasa (vaganjem se konstatuje stvarna težina boce CO₂ i upoređuje se sa težinom koja je naznačena na boci, ukoliko je težina manja, bocu obavezno zameniti ispravnom),
- ispitivanje otpornosti prema pritisku rezervoara, zatvarača, čelične boce i savitljive cevi i
- ispitivanje sigurnosne naprave.

Ručni prenosni aparati za gašenje požara prahom

R.br.	Oznaka aparata	Nazivna vrednost, masa praha [kg]
1.	S1	1,0
2.	S2	2,0
3.	S3	3,0
4.	S6	6,0
5.	S9	9,0
6.	S12	12,0

Šema ručnog „S“ aparata za gašenje požara





S9 A

- S9 A su aparati **sa prahom pod stalnim pritiskom**. Sadrže 9 kg praha. U telu aparata nalazi se prah i **pogonski gas azot N₂** (može i ugljendioksid CO₂) koji je pod pritiskom, ovi aparati su uvek spremni za upotrebu. Imaju ugrađeni manometar koji se isporučuje standardno uz ove tipove aparata omogućava u svakom trenutku uvid u stanje aparata odnosno pritisak pogonskog gasa.

S9 A

- NAČIN UPOTREBE: Kod upotrebe treba izvući osigurač, pa uzeti gumeno crevo i pritiskom na ručicu ventila započeti gašenje. Mlaznicom treba usmeriti mlaz praha u podnožje vatre i prema potrebi prekidati isticanje praha pomoću ručice na ventilu.



S9 A

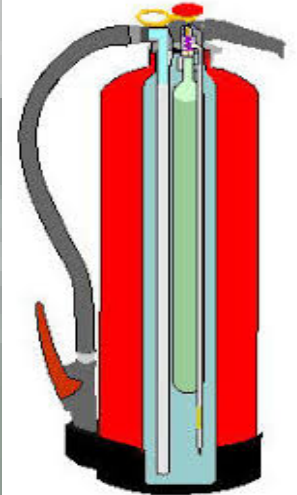
- PRIMENA: Vatrogasne aparate pod stalnim pritiskom zbog svojih malih dimenzija i mase mogu se koristiti za gašenje svih klasa požara osim zapaljenih metala i njihovih legura. Za gašenje požara klase D koristi se M prah

S9

- S9 su aparati sa prahom koji nisu pod stalnim pritiskom. Sadrže 9kg praha. U telu aparata nalazi se prah a pogonski gas ugljendioksid CO_2 nalazi se u posebnoj boćici pod pritiskom koja se nalazi u telu aparata. Ovi aparati nemaju manometar. Sam prah nije pod pritiskom.

S9

- **NAČIN UPOTREBE:** Kod upotrebe treba izvući osigurač i udarcem ili pritiskom na dugme probije se membrana bočice sa ugljendioksidom čime se ceo aparat stavi pod pritisak. Tako je aparat spreman za gašenje. Pištolj-mlaznicom treba usmeriti mlaz praha u podnožje vatre te prema potrebi prekidati isticanje praha.



S9

- PRIMENA: Vatrogasne aparate pod stalnim pritiskom zbog svojih malih dimenzija i mase mogu se koristiti za gašenje svih klasa požara osim zapaljenih metala i njihovih legura. Za gašenje požara klase D koristi se M prah.

Izbor broja aparata za početno gašenje požara

Površina objekta [m ²]	Požarno opterećenje		
	nisko do 1 [GJ/m ²]	srednje do 2 [GJ/m ²]	visoko preko 2 [GJ/m ²]
20	1	1	1
50	2	2	2
100	2	2	3
150	3	3	3
200	3	3	4
300	3	3	5
400	3	4	6
500	3	4	7
750	4	6	9
1000	5	7	12
1500	6	9	17
2000	7	12	22
3000	10	17	32
4000	11	22	42
5000	15	27	52
6000	17	32	62
7000	20	37	72
8000	22	42	82
9000	25	47	92
10000	27	52	102

Izbor broja aparata za motorna vozila

R.br.	Vrsta vozila	Vrsta aparata	Oznaka	Broj aparata
1.	Automobil za max 5 osoba	ABC prah 1 kg	S1	1
2.	Kombi vozila	ABC prah 2 kg	S2	1
3.	Gradski autobusi i kamioni nosivosti do 2 t	ABC prah 3 kg	S3	1
4.	Medigradski autobusi i kamioni nosivosti preko 2,5 t	ABC prah 6 kg	S6	1
5.	Kamioni sa prikolicom i tegljači	ABC prah 6 kg	S6	2

Ručni prevozni aparati za gašenje požara prahom

- Ovi aparati, našli su punu primenu kod manjih početnih požara lako zapaljivih tečnosti, gasova, električnih instalacija i uređaja pod naponom, a mogu se upotrebiti i za gašenje čvrstih gorivih materija.
- Sastoje se iz rezervoara u kome može da se smesti 50 ili 100 [kg] praha, zatim boce pogonskog gasa, jedne ili dve mlaznice, što zavisi od kapaciteta rezervoara, potisnog gumenog creva, mehanizma za aktiviranje i kolica za smeštaj aparata, odnosno njegovog transporta do mesta požara.

Ručni prevozni aparati za gašenje požara prahom

- Kao pogonski gas služi ugljen dioksid ili azot. Zadatak pogonskog gasa je da izbaci prah na mesto požara, stvarajući domet od najmanje 10 [m]. Po izbacivanju praha, kao i kod ručnih „S“ aparata ne sme u rezervoaru da ostane više od 10% praha, kada se neprekidno izbacuje celokupna količina.
- Kod S-50 aparata, crevo mora da je dužine 5 [m], a kod S-100, 10[m].
- Aparat se aktivira otvaranjem ventila na boci. Kod aparata S-100 potrebno je posle otvaranja ventila boce CO₂ otvoriti još i propusnu slavinu koja se nalazi na mestu ulaza gumene cevi u aparat. Pištolj, mlaznica, se aktivira pritiskom ruke na ručicu i može da dejstvuje prekidajući. Pištolj se aktivira posle 15 do 20 [s] posle otvaranja ventila boce CO₂. Temperaturno područje delovanja aparata kreće se od -20 do + 40 [°C].

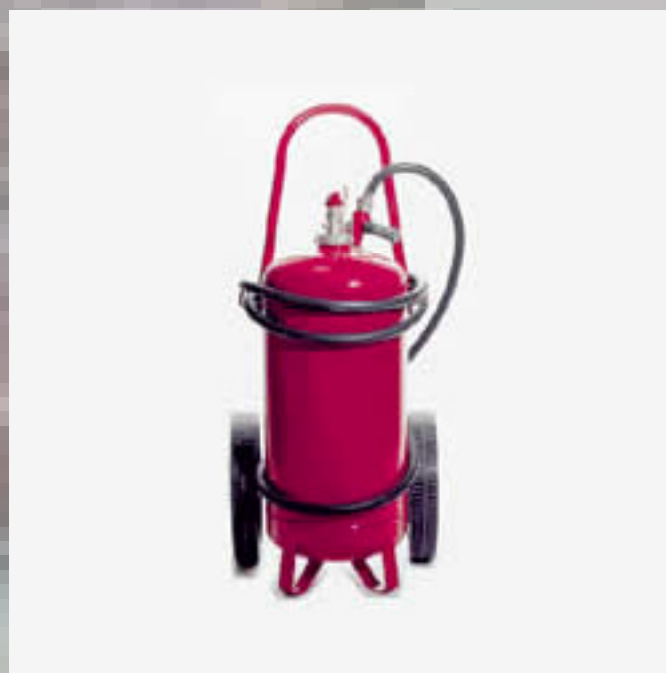
Kontrola aparata

- Kontrola aparata vrši se jednom u tri meseca. Ona obuhvata proveru napunjenosti boce pogonskim gasom kao i praha za gašenje i njegove eventualne zgrudvanosti. Telo aparata (rezervoar) smatra se sudom pod pritiskom i podleže kontroli na vodeni pritisak jednom u dve godine, a boce sa ugljen dioksidom jednom u pet godina. Radni pritisak za vreme aktiviranja aparata iznosi 12 [bar] dok je probni 15 [bar].

Prevozni aparati za gašenje požara prahom

R.br.	Oznaka aparata	Masa praha u [kg]	Najmanja dužina savitljive cevi u [m]
1.	S25	25	3,0
2.	S50	50	5,0
3.	S100	100	2x5,0
4.	S150	150	2x5,0

Ručni prevozni "S" aparat za gašenje požara



Ručni prevozni “S” aparat za gašenje požara

- Ako se pogonski gas nalazi u rezervoaru aparata, na indikatoru pritiska mora da je vidljiva vrednost pritiska. Pogonski gas je azot, a pritisak u aparatu je 14 [bar].

6.8.3. Vozila za gašenje požara prahom

- ***Vozila za gašenje prahom*** su poznata pod nazivom “S” vozila. Namijenjena su za gašenje požara klase B, C i električnih uređaja pod naponom, a ukoliko su napunjeni prahom „ABCD“ koriste se i za gašenje požara klase A i D.
- Pogonsko sredstvo za izbacivanje praha je azot smešten pod pritiskom od 150 [bar] u jednoj ili više čeličnih boca, u zavisnosti od zapremine rezervoara za prah.
- Za održavanje stalnog radnog pritiska ugrađeni su redukcionni ventili čime je omogućeno da dometi mlaza praha, bilo iz bacača praha na vozilima ili mlaznica, za sve vreme gašenja, budu približno isti.
- Vozila sa 2 000 i 4 000 [kg] praha imaju po četiri mlaznice za prah, na cevovodu dužine 15 [m], svaka je protoka po 1,5 [kg/s] pri pritisku od 14 do 16 [bar]. Bacač praha je kapaciteta od 35 do 40 [kg/s] pri istom radnom pritisku.

Vozila za gašenje penom i prahom

- ***Vozila za gašenje penom i prahom*** namenjena su za gašenje požara lako zapaljivih tečnosti, a kao sredstvo za gašenje koriste kombinaciju suvog praha i vodenog rastvora AFFF penila.
- Pogonski gas za izbacivanje sredstava za gašenje je azot smešten pod pritiskom od 150 [bar] u jednoj ili četiri čelične boce u zavisnosti od zapremine rezervoara. Rezervoar za prah je zapremine 600 [kg], a za penilo 700 [l].
- Izbacivanje sredstava za gašenje može se vršiti preko mlaznica za brzo gašenje ili preko stabilnih bacača praha na vozilima. Prah i pena se mogu izbaciti istovremeno ili, u zavisnosti od potrebe, pojedinačno.
- Velika vozila sa ovim sredstvima za gašenje upotrebljavaju se u: rafinerijama nafte, aerodromima ili većim skladištima tečnog goriva ili maziva.

Vozila za gašenje požara a-prahom (2 t) i b-kombinovano vozilo (8 000 l vode, 1000 l penila i 500 kg praha)



6.8.4. Brodovi za gašenje požara prahom

- Brodovi za gašenje požara u velikim industrijskim i petrolejskim lukama osim uređaja za gašenje vodom imaju i uređaje za gašenje požara penom i prahom. Uređaj za gašenje požara prahom sastoji se od 500 [kg] “ABC” praša, baterije boca sa pogonskim gasom, prenosnog cevovoda prečnika 40 [mm] i dužine 5 [m] sa pištolj mlaznicom za prah i od sistema za aktiviranje i nadzor.

Brodovi za gašenje požara

