

TEHNIČKO REŠENJE:

Laboratorijsko postrojenje za određivanje eksplozivnih parametara oblaka zapaljivih prašina

I) IDENTIFIKACIONI PODACI

Autori rešenja:	Aleksandar Đurđević, Miroslav Tufegdžić, Aleksandar Videnović, Predrag Popović
Naziv tehničkog rešenja:	Laboratorijsko postrojenje za određivanje eksplozivnih parametara oblaka zapaljivih prašina (p_{max} , dp/dt , LEL, LOC)
Vrsta tehničkog rešenja:	Novo laboratorijsko postrojenje (M83)
Naručilac rešenja:	Tehničko rešenje je realizovano u okviru projekta TR 35031 „ Razvoj i primena metoda i laboratorijske opreme za ocenjivanje usaglašenosti tehničkih proizvoda “ Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj
Korisnik rešenja:	- Rudarska, prehrambena, farmaceutska industrija i ostali pogoni i skladišta u kojima se očekuje prisustvo zapaljivih prašina
Godina izrade rešenja	2017. godina
Rešenje prihvaćeno od strane:	- Milan Blagojević, Namenska industrija, Lučani - ATB Sever, Subotica - Soko štark, Beograd - Proex Int, Beograd - Prihvaćeno od strane Naučnog veća INN VINČA
Rešenje primenjuje:	Ispitna Laboratorija CENEx INN VINČA Biro za sertifikaciju-Sertifikaciono telo INN VINČA Milan Blagojević, Namenska industrija, Lučani ATB Sever, Subotica Soko štark, Beograd Galenika a.d. Zemun Hemofarm, Vršac NIS Gaspromneft, Novi Sad Proex Int, Beograd
Način verifikacije rezultata:	Metoda i postrojenje je verifikovana u ispitnoj laboratoriji i telu za ocenjivanje usaglašenosti - Laboratorija za ispitivanje CENEx (akreditovana prema SRPS ISO/IEC 17025) - Sertifikacionog tela INN VINČA (akreditovano prema SRPS EN 45011:2004) - Prihvaćeno od strane Naučnog veća INN VINČA
Način korišćenja rezultata:	Primena ovog tehničkog rešenja omogućuje karakterizaciju zapaljivih prašina određivanjem eksplozivnih parametara oblaka prašine. Određuju se sledeći parametri: maksimalni pritisak eksplozije oblaka prašine (p_{max}), maksimalni porast pritiska eksplozije oblaka (dp/dt) $_{max}$, donja granica eksplozivnosti oblaka (LEL), donju granicu koncentracije kiseonika u oblaku (LOC)

II) OPIS TEHNIČKOG REŠENJA

1. OBLAST NA KOJU SE TEHNIČKO REŠENJE ODNOSI

Oblast ocenjivanja usaglašenosti proizvoda prema nacionalnom tehničkom zakonodavstvu i zahtevima obavezne direktive Evropske Unije.

2. PROBLEM KOJI SE REŠAVA

Glavna namena ove aparature je dobijanje parametara o eksplozivnosti čitavog niza prašina koje se susreću u komercijalnoj industrijskoj primeni, a čije granice zapaljivosti, pritisak eksplozije (P_{max}), porast pritiska $((dP/dt)_{max}$, odnosno faktor K_{st}) i ostali parametri se ne mogu nikako naći u literaturi.

Faktor K_{st} se izračunava prema tzv. kubnom zakonu $(dP/dt)_{max} \times V^{1/3}$

U domaćoj rudarskoj, prehrambenoj i farmaceutskoj industriji postoji stalna potreba za poznavanjem karakteristika zapaljivih prašina u kojima se većina radnih procesa dešava.

Veoma važan cilj određivanja parametara pojedinih prašina je sprečavanje eksplozija i požara u industriji, rudnicima i silosima.

Određivanje faktora K_{st} je osnova za definisanje tzv. klase eksplozivnosti zapaljivih prašina (ST klasa) i to na sledeći način:

ST klasa 1 - K_{st} manji od 200 bar m/sec, a veći od 0 bar m/sec,

ST klasa 2 - K_{st} je između 200 i 300 bar m/sec,

ST klasa 3 - K_{st} je veći od 300 bar m/sec

Primer definisanja klase eksplozivnosti u zavisnosti od parametara P_{max} i K_{st}

Vrsta prašine	K_{st}	P_{max}	ST
Pšenična prašina	89 bar.m/sec	9.3 bar	ST1
Ugljena prašina	85 bar.m/sec	6.4 bar	ST1
Brašno	63 bar.m/sec	9.7 bar	ST1
Šećer	138 bar.m/sec	8.5 bar	ST1
Drvena prašina	224 bar.m/sec	10.3 bar	ST2
Aluminijum prašina	515 bar.m/sec	11.2 bar	ST3

Poznavanje parametara P_{max} i K_{st} tj. klase eksplozivnosti je od suštinskog značaja za pravilan izbor zaštitnih sistema (eksplozivnih oduški-ventila, sistema za supresiju i kućišta otpornih na eksplozije prašina). Upotreba zaštitnih sistema je detaljno propisana domaćom tehničkom regulativom prema obavezujućoj vladinoj Uredbi o preventivnim merama za bezbedan i zdrav rad usled rizika od eksplozivnih atmosfera iz 2012., („Službeni glasnik RS”, broj 101/05), a koja se primenjuje se od 1. januara 2015. godine.

Komplementarni obavezujući tehnički propis koji definiše zahteve za konstrukciju i ocenjivanje usaglašenosti navedenih zaštitnih sistema je Pravilnik o opremi i zaštitnim sistemima namenjenim za upotrebu u potencijalno eksplozivnim atmosferama, („Službeni glasnik RS”, broj 10/17)

Ovim tehničkim rešenjem bi se započelo sa rešavanjem značajnog problema za bezbedan rad u prostorima sa zapaljivim prašinama koji postoji u Republici Srbiji. Naime, najugroženiji su prostori za skladištenje prehrambenih prašina (i to silosi koji su u velikom broju privatizovani, a njihovi vlasnici uopšte ne prepoznaju veoma ozbiljan rizik od pojave eksplozije). Osim toga ovo tehničko rešenje (svakako jedinstveno u Srbiji), doprinosi pravilnom definisanju bezbednosnih zahteva, a kasnije i

pravilnoj implementaciji zaštitnih mera, koje će biti od velike pomoći ne samo korisnicima, nego i svim državnim inspeksijskim organima nadležnim za bezbednost u prostorima sa eksplozivnim prašinama.

3. STANJE REŠENOSTI PROBLEMA U SVETU I SRBIJI

3.1 Stanje rešenosti problema u svetu

Međunarodnim standardima su rešeni problemi u vezi sa metodama za određivanje parametara zapaljivih prašina:

Standard: SRPS EN 14034-1 Određivanje eksplozivnih karakteristika oblaka prašine - Deo 1: Određivanje maksimalnog pritiska eksplozije p_{max} , oblaka prašine.

Standard: SRPS EN 14034-2 Određivanje eksplozivnih karakteristika oblaka prašine - Deo 2: Određivanje maksimalne brzine porasta pritiska eksplozije (dp/dt) oblaka prašine.

Standard: SRPS EN 14034-3 Određivanje eksplozivnih karakteristika oblaka prašine - Deo 3: Određivanje donje granice eksplozivnosti (LEL) oblaka prašine.

Standard: SRPS EN 14034-4 Određivanje eksplozivnih karakteristika oblaka prašine - Deo 4: Određivanje granične vrednosti koncentracije kiseonika (LOC) u oblacima prašine.

3.2 Stanje rešenosti problema u Republici Srbiji

Preuzimanje i primena celokupnog zakonodavstva EU su najveći izazovi sa kojima su suočene države koje su podnele zahtev za pristupanje u EU. Republika Srbija kao država kandidat mora da ojača svoju državnu upravu, a nacionalno zakonodavstvo da usaglasi odgovarajuću infrastrukturu sa propisima i standardima EU, naročito u oblastima zaštite životne sredine, transporta, energije i telekomunikacija. Jedan od uslova je harmonizacija tehničkih standarda i tehničkih propisa, odnosno tehničkog zakonodavstva naše zemlje sa tehničkim zakonodavstvom EU. Usklađeno tehničko zakonodavstvo otvara mogućnosti našoj privredi da bez ograničenja plasira svoje proizvode na velikom tržištu EU i istovremeno sprečava ulazak nekvalitetne robe i usluga na srpsko tržište.

Naredbe i odgovarajući standardi daju opšte zahteve i smernice za projektovanje i izradu neophodne opreme za vršenje predmetnih ispitivanja. U cilju osposobljavanja Centra za protiv eksploziju zaštitu CENEx za vršenje obuhvaćenog skupa ispitivanja, saradnici Centra su, u skladu sa važećim domaćim i međunarodnim standardima, izvršili projektovanje, izradili originalnu opremu i postavili odgovarajuće metode ispitivanja što je predmet ovog tehničkog rešenja.

4. POSTAVKA TEHNIČKOG REŠENJA

Ovo tehničko rešenje daje mogućnost fabrikama, rudnicima i ostalim proizvođačima koji u procesu proizvodnje ili skladištenja imaju pojavu zapaljivih prašina koje uzvitlane u smeši sa vazduhom mogu da stvore eksplozivne oblake prašine koji mogu da rezultiraju požarom ili eksplozijama koje mogu dovesti do velike materijalne štete pa i do povređivanja ljudstva čak i sa fatalnim ishodom. Pravilno određivanje parametara oblaka prašina daje nam važnu informaciju u proceni rizika da li u nekom prostoru treba da bude instalirana oprema u protiv eksplozije zaštiti ili ne, kolka treba da bude čvrstina objekata, određenih pregrada isl.

Osnovni elementi postavke tehničkog rešenja se odnose na samu ispitnu aparaturu i proceduru odnosno postupak ispitivanja.

5. OPIS TEHNIČKOG REŠENJA

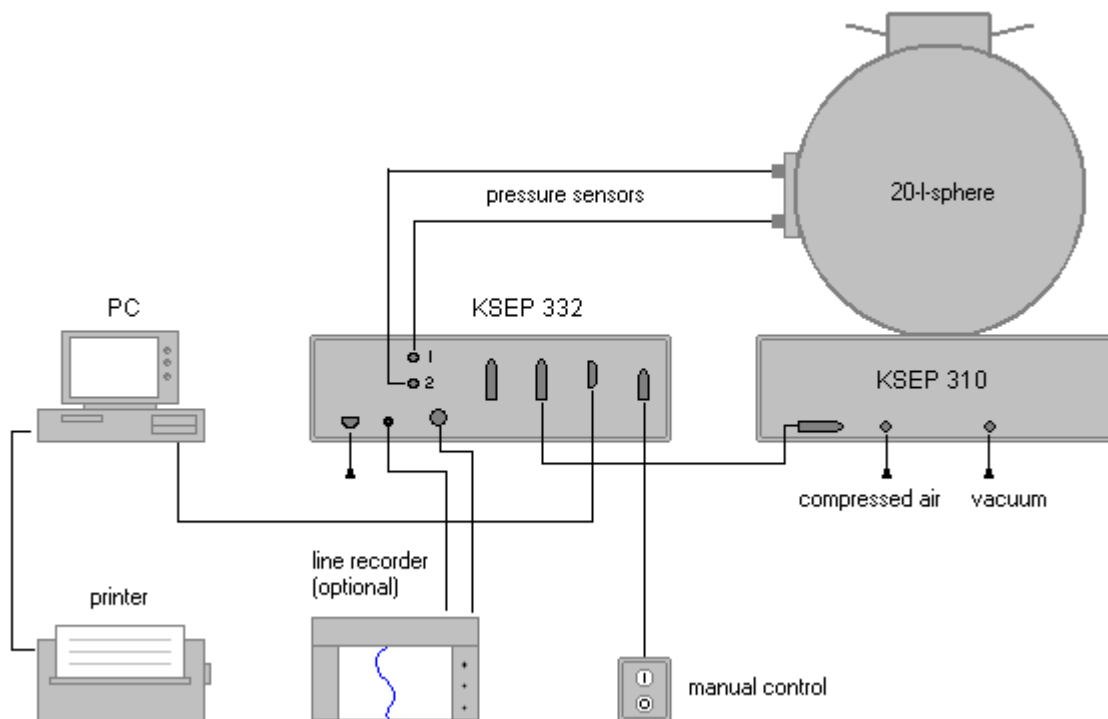
Prvi korak koji svaki korisnik, čija je radna okolina eksplozivna atmosfera, mora da preduzme, je tzv. ocena rizika. Da bi se rizici sveobuhvatno sagledali, nužno je što bolje poznavanje fizičko hemijskih, odnosno eksplozivnih karakteristika oblaka prašina u smeši sa vazduhom.

Među tim karakteristikama glavno mesto zauzimaju tzv. granice zapaljivosti, odnosno eksplozivnosti. Upravo su te granice bitne za to, da li će neki prostor biti deklarisan kao eksplozivna atmosfera ili ne. Takođe kod prašina je bitno odrediti pritisak eksplozije i porast pritiska pomoću kojih se određuje faktor k_{max} koji se koristi u proračunima zaštitnih sistema.

U Institutu VINČA, u akreditovanoj ispitnoj laboratoriji za ispitivanje protiveksploziona zaštićenih električnih uređaja CENEx je nabavljena standardizovana aparatura za određivanje karakterističnih parametara prašina.

5.1. Aparatura

Blok šema aparature je prikazana na sl.1., u metalnoj sferi (sl.2) zapremine 20l se vrši paljenje oblaka prašine, jedinica KSEP 310 reguliše proces vakumiranja komore preko dodatne vakum pumpe i proces punjenja komore uzvitlanom prašinom, preko upuštanja komprimovanog vazduha pritiska 20 bar, koji dobijamo iz pripremljene boce sa vazduhom. Jedinica KSEP 332 služi za obradu signala pritiska dobijenih sa senzora. Čitav postupak se odvija prema softveru i svi podaci i grafici se generišu u računaru.

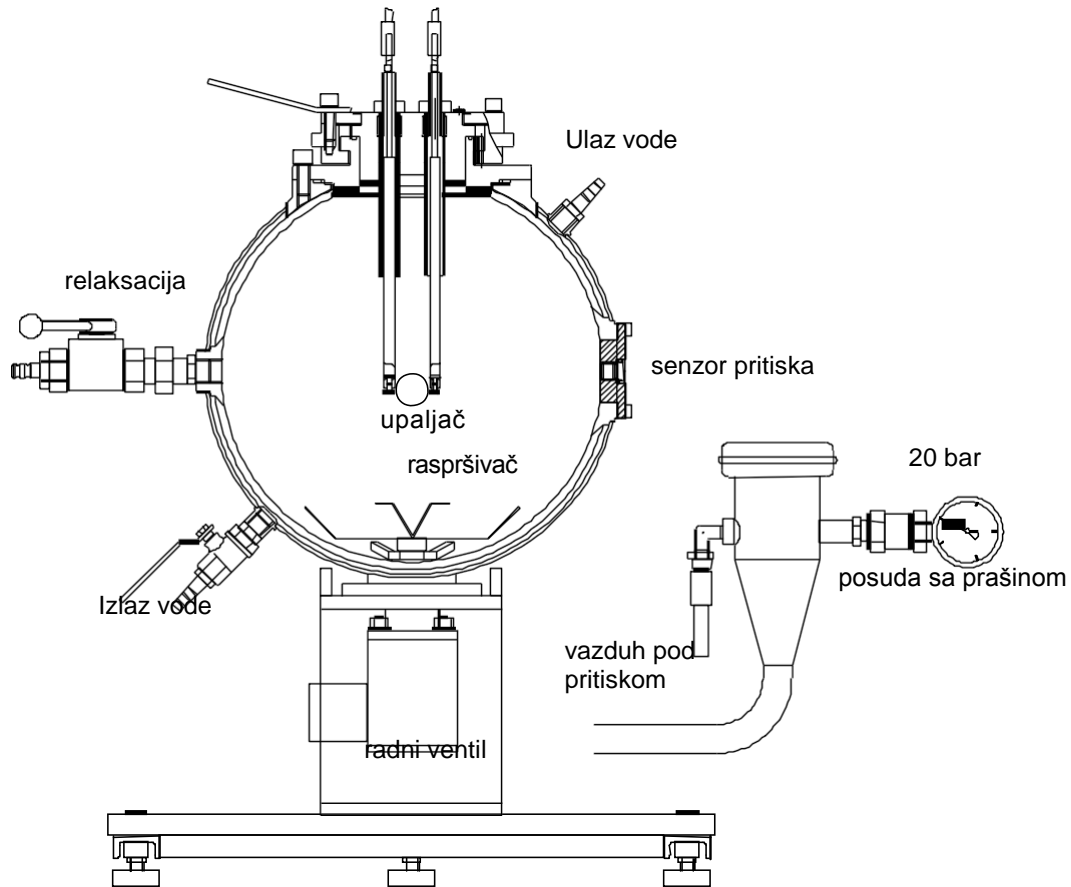


Slika 1. Blok šema aparature

Glavni deo aparature predstavlja prohromska sferna komora zapremine 20l. Komora ima vodeni sistem za hlađenje koji je potreban pri učestaloj upotrebi i obezbeđuje da komora ostane na približno sobnoj temperaturi.

Uzvitlani oblak prašine u komori se postiže pomoću komprimovanog vazduha i pneumatskog ventila.

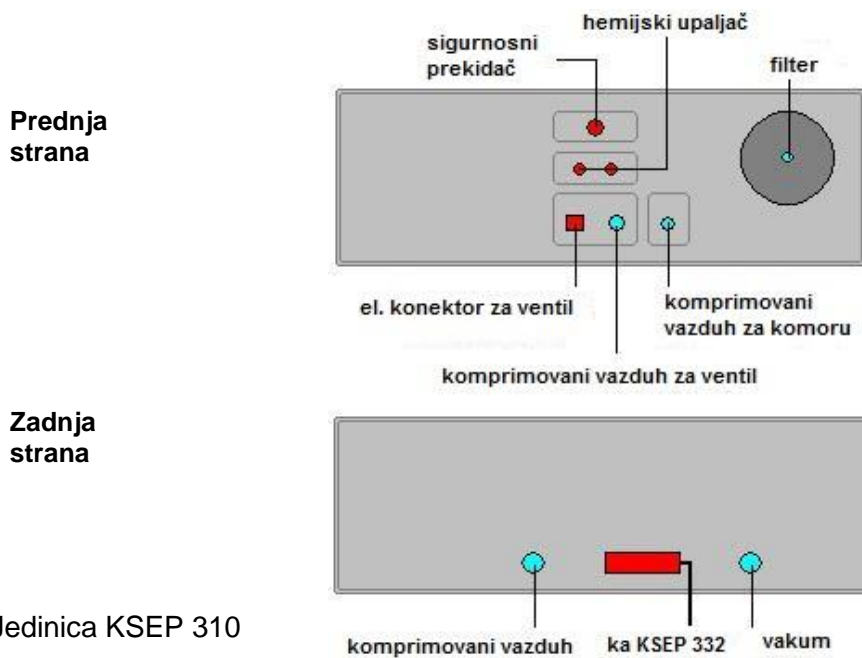
Upaljač se nalazi u centru sfere i sinhronizovan je sa radnim ventilom koji ubacuje uzvitlanu smešu u komoru. Pritisak se meri pomoću dva "Kistler" piezoelektrična senzora, koji se nalaze u neposrednoj blizini, pa imamo povećanu tačnost merenja.



Slika 2. Prohromske sfere sa pripadajućim elementima

5.1.1. Upravljačka jedinica KSEP 310

Upravljačka jedinica je automatizuje i sinhronizuje proces punjenja kontejnera vazduhom a zatim otvaranjem glavnog ventila i sinhronizovanog ispaljivanja upaljača.



Slika 3. Jedinica KSEP 310

Za rad uređaja je neophodan komprimovani vazduh, koji se koristi kao pogon glavnog pneumatskog ventila koji ubacuje smešu vazduha i prašine u komoru. Komprimovani vazduh se koristi i za punjenje posude sa prašinom na pritisak od 20 bara. Za te svrhe nam je neophodna boca komprimovanog običnog a ne sintetičkog gasa pod pritiskom od 20 bara.

Pre ubacivanje smeše u komoru, potrebno je da se izvrši vakumiranje. Vakumira se komora do nivoa od -0,6 bar.

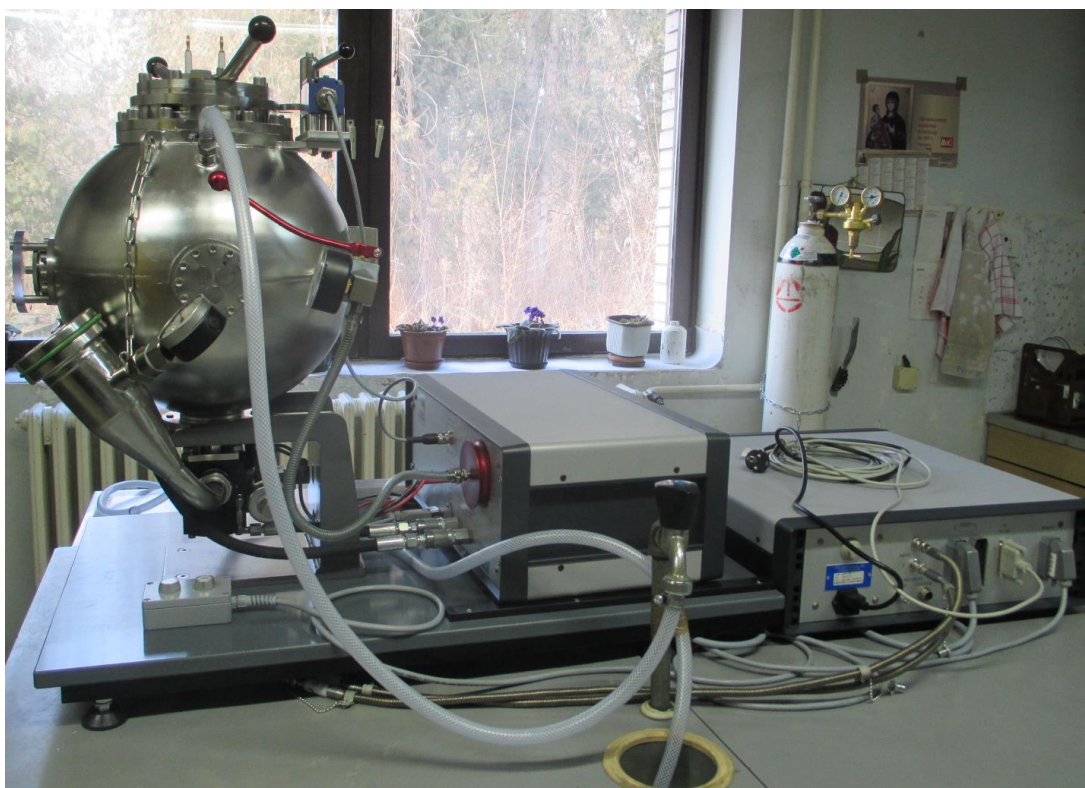
5.1.2. Merna i kontrolna jedinica KSEP 332

Jedinica KSEP 332 pomoću piezoelektričnih senzora pritiska vrši merenje pritiska. Posедуje dva nezavisna merna kanala koji daju visoku pouzdanost merenju. Jedinica u sebi sadrži pojačavački deo i povezuje se na računar u kome se skupljaju i obrađuju svi rezultati merenja.

Senzori pritiska su proizvođača KISTLER, piezoelektričnog tipa. Kvarcni kristal na vrhu senzora se deformiše pod dejstvom pritiska i generiše naelektrisanje u pC koje je proporcionalno diferencijalnom pritisku koji je generisan u komori.



Slika 4. Upravljačka jedinica KSEP 332



Slika 5. Fotografija kompletne aparature



Slika 6. Fotografija sferne komore

5.2. Merenje

5.2.1. Uslovi ispitivanja

Postupak	Pmax, Kmax
Upaljač	Hemijski upaljač
Energija upaljača	2 x 5 kJ
Kašnjenje upaljača	60 ms

5.2.2. Postupak ispitivanja

U prvoj seriji testiranja se određuje maksimalni pritisak eksplozije i maksimalni porast pritiska, koji se meri za različite koncentracije ispitne prašine sa vazduhom. Počinje se sa niskom koncentracijom prašine od 60 g/m^3 ($1,2 \text{ g} / 20 \text{ l}$), koncentracija se povećava u koracima sve do maksimalnog pritiska. Povećanje koncentracije ide u sledećim koracima:

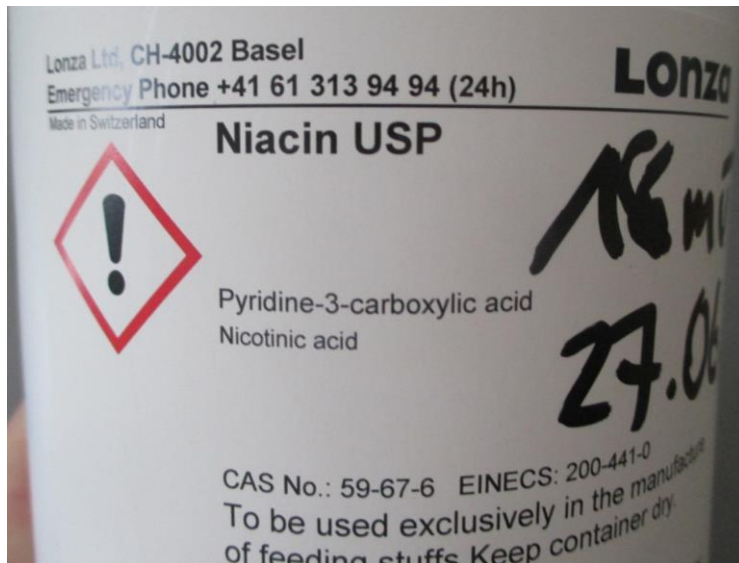
60, 125, 250, 500, 750, 1000, 1250, 1500 g/m^3

Posle prve serije odredi se vrednosti Pmax i $(dP/dt)_{\text{max}}$ i one se ponovo proveravaju, ponavlja se test za stepen većom i stepen manjom koncentracijom.

5.2.3. Priprema uzorka

Merenje je izvršeno na uzorku farmaceutske prašine (nikotinska kiselina ili vitamin B3 u prahu) sl.7.

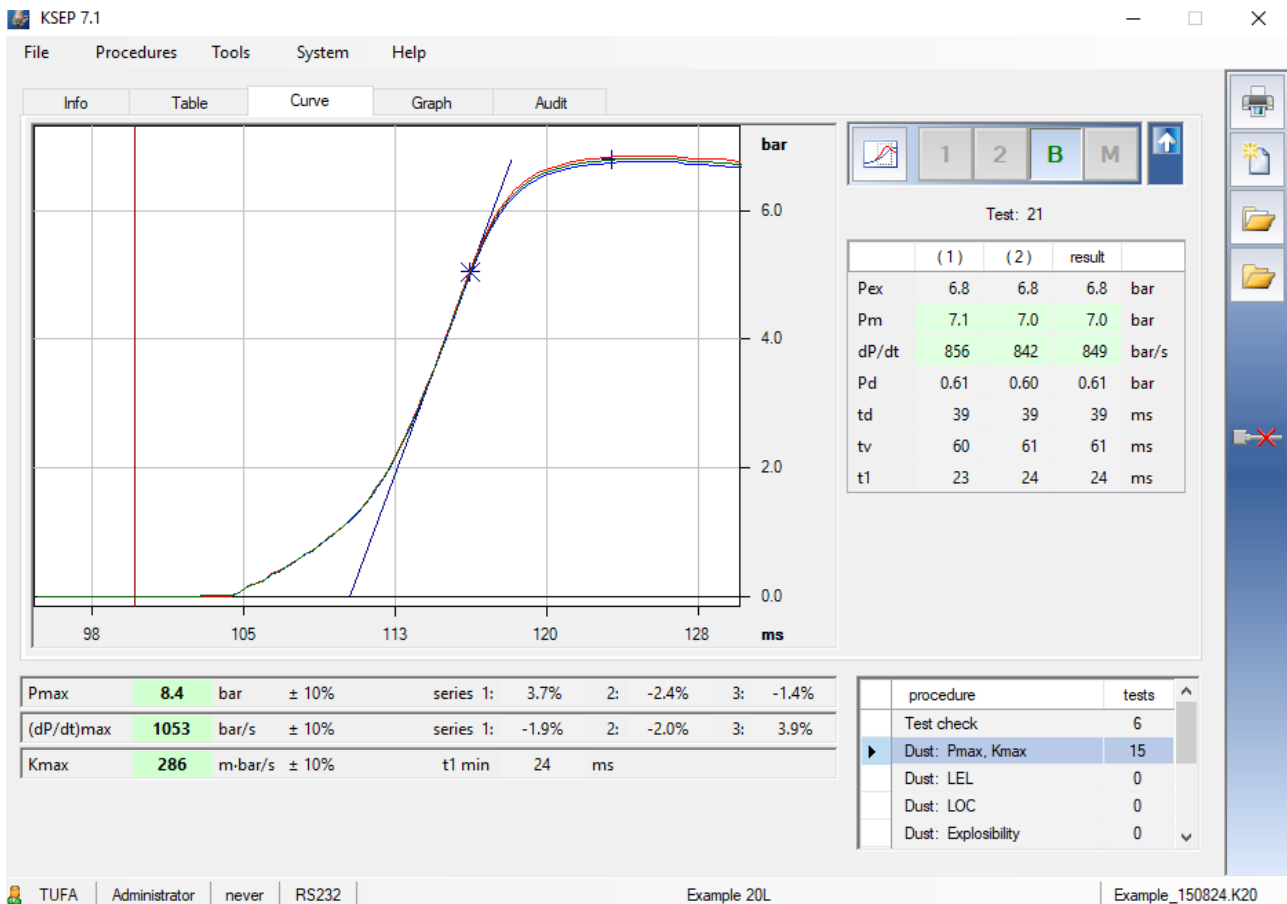
Rezultati merenja mogu da se upoređuju samo ako su uzorci pripremljeni na isti način. Zbog toga uzorak prašine treba da bude samleven, homogenizovan i čvrsto upakovan. Uzorak se ispituje onako kako je isporučen, nema dodatne pripreme uzorka.



Slika 7. Ispitni uzorak, upakovan i označen (nikotinska kiselina ili vitamin B3 u prahu)

5.2.4. Rezultati merenja

Na sl.8 su prikazane krive pritiska, kanal 1 (crvena), kanal 2 (plava) i njihova srednja vrednost (zelena kriva). Vertikalna linija predstavlja trenutak iniciranja upaljača. Plava prava linija je tangenta maksimalnog porasta pritiska. Maksimalni pritisak je označen linijom na vrhu krive i označen je sa Pex. U tabeli su upisani rezultati ispitivanja.



Slika 8. Prikaz krive pritiska sa relevantnim parametrima

6. NAČIN REALIZACIJE I MESTO PRIMENE

Tehničko rešenje je realizovano u okviru projekta TP35031 koji je finansiran od strane Ministarstva za nauku i tehnološki razvoj.

Primenjuje se u akreditovanoj laboratoriji Centra za protiveksplozionu zaštitu CENEx u Institutu za nuklearne nauke VINČA kao deo opreme za ispitivanje.

7. MOGUĆNOSTI PRIMENE

Glavna namena ove aparature je određivanje parametara prilikom eksplozije oblaka, čitavog niza prašina koje se susreću u komercijalnoj industrijskoj primeni, a čije granice zapaljivosti se ne mogu nikako naći u literaturi.

U domaćoj rudarskoj, prehrambenoj, farmaceutskoj i drugim industrijama gde se stvaraju oblaci prašina, kao što su silosi sa brašnom i šećerom ili nataložene prašine koje se u specifičnim uslovima mogu uzviltati, postoji stalna potreba za poznavanjem zapaljivih karakteristika potencijalno eksplozivnih prašina u kojima se većina radnih procesa dešava.

LITERATURA

- [1] SRPS EN 14034-1 Određivanje eksplozivnih karakteristika oblaka prašine - Deo 1: Određivanje maksimalnog pritiska eksplozije p_{max} , oblaka prašine.
- [2] SRPS EN 14034-2 Određivanje eksplozivnih karakteristika oblaka prašine - Deo 2: Određivanje maksimalne brzine porasta pritiska eksplozije (dp/dt) oblaka prašine.
- [3] SRPS EN 14034-3 Određivanje eksplozivnih karakteristika oblaka prašine - Deo 3: Određivanje donje granice eksplozivnosti (LEL) oblaka prašine.
- [4] SRPS EN 14034-4 Određivanje eksplozivnih karakteristika oblaka prašine - Deo 4: Određivanje granične vrednosti koncentracije kiseonika (LOC) u oblacima prašine.
- [5] Manual for 20-I-Apparatus, TÜV SÜD Schweiz AG (Production and Distribution) Mattenstrasse 24, CH-4002 Basel, Switzerland Cesana AG (Development and Software) Baiergasse 56, CH-4126 Bettingen, Switzerland Authors: Christoph Cesana, Richard Siwek



PREDUZEĆE
- MILAN BLAGOJEVIĆ - NAMENSKA - AD

Radnička bb, 32240 LUČANI, SRBIJA

Tel: +381(0)32-817-579
Fax: +381(0)32-818-058

e-mail: mbnamlu@mts.rs ; mbnamlu@eunet.rs
web site: www.mbnamenska.com

Matični broj: 07327153
PIB: 101263524



Predmet: Ekspertsko mišljenje o tehničkom rešenju razvijenom u
Institutu VINČA, Ispitna laboratorija CENEx, pp 522, 11001 Beograd

OCENA TEHNIČKOG REŠENJA (Ekspertsko mišljenje)

„Laboratorijsko postrojenje za određivanje eksplozivnih parametara oblaka zapaljivih prašina“

Tehničko rešenje za koje dajemo ekspertsko mišljenje predstavlja laboratorijsko postrojenje za određivanje eksplozivnih parametara oblaka zapaljivih prašina (pmax, dp/dt, LEL, LOC) Pored prašine eksploziva koja je prisutna u našim proizvodnim pogonima, takođe imamo i pojavu zapaljivih prašina. Potreba za laboratorijskim postrojenjem koje omogućava ispitivanje i određivanje eksplozivnih parametara oblaka zapaljivih prašina prilikom njegove eksplozije (pmax, dp/dt, LEL, LOC) je veoma značajna za našu fabriku, jer na taj način možemo za konkretan slučaj koji se javlja u našim pogonima da izaberemo opremu sa zadovoljavajućim stepenom zaštite ili da na pravi način izvršimo procenu rizika.

Ispitivanje i opreme za određivanje parametara oblaka zapaljivih prašina je veoma osetljiva i specifična i zahteva kompleksno postrojenje, koje je po našem mišljenju uspešno realizovano u Institutu VINČA.

Na osnovu opisa tehničkog rešenja i namene za koju je predviđeno zaključujemo sledeće:

- Tehničko rešenje kao laboratorijsko postrojenje omogućava određivanje eksplozivnih parametara oblaka zapaljivih prašina (pmax, dp/dt, LEL, LOC).
- Zainteresovani smo da i dalje koristimo ispitne kapacitete razvijene u Institutu Vinča koje ovo tehničko rešenje nudi. Posebno podržavamo razvoj domaćih tehničkih rešenja, koja doprinose većoj bezbednosti u našoj fabrici.

Tehničko rešenje sadrži:

- (1) Oblast;
- (2) Problem koji se rešava tehničkim rešenjem;
- (3) Stanje rešenosti problema u svetu sa pozivom na referentnu literaturu;
- (4) Suština tehničkog rešenja;
- (5) Detaljni opis sa karakteristikama,
- (6) Realizacija i primena;
- (7) Literatura;
- (8) Crteži.

Lučani, Januar 2018. godine

RUKOVODILAC ELEKTRO ODRŽAVANJA

Kovačević Radiša
Kovačević Radiša, dipl. el. inž.



Predmet: Ekspertsko mišljenje o tehničkom rešenju razvijenom u
Institutu VINČA, Ispitna laboratorija CENEx, pp 522, 11001 Beograd

OCENA TEHNIČKOG REŠENJA (Ekspertsko mišljenje)

„Laboratorijsko postrojenje za određivanje eksplozivnih parametara oblaka zapaljivih prašina“

Tehničko rešenje za koje dajemo ekspertsko mišljenje predstavlja laboratorijsko postrojenje za određivanje eksplozivnih parametara oblaka zapaljivih prašina (pmax, dp/dt, LEL, LOC)

Prilikom ugradnje Ex opreme često se dešava da korisnici ne poseduju podatke o zapaljivosti prašina kojih ima u njihovim pogonima a ne mogu se naći u literaturi.

Navedeno tehničko rešenje nam omogućava da veoma pouzdano utvrdimo sve relevantne parametre za bilo koju prašinu kako bi smo mogli da izaberemo pravu opremu koja može bezbedno da radi u datom ugroženom prostoru.

Na osnovu opisa tehničkog rešenja i namene za koju je predviđeno zaključujemo sledeće:

- Tehničko rešenje kao laboratorijsko postrojenje omogućava određivanje eksplozivnih parametara oblaka zapaljivih prašina (pmax, dp/dt, LEL, LOC).
- Zainteresovani smo da i dalje koristimo ispitne kapacitete razvijene u Institutu Vinča koje ovo tehničko rešenje nudi. Razvoj domaćih laboratorijskih ispitnih kapaciteta nam omogućava da brže i lakše ispunimo zahteve korisnika opreme koja se montira u ugroženim prostorima.

Tehničko rešenje sadrži:

- (1) Oblast;
- (2) Problem koji se rešava tehničkim rešenjem;
- (3) Stanje rešenosti problema u svetu sa pozivom na referentnu literaturu;
- (4) Suština tehničkog rešenja;
- (5) Detaljni opis sa karakteristikama,
- (6) Realizacija i primena;
- (7) Literatura;
- (8) Crteži.

U Beogradu, Januar 2018. godine

Za Proex int. d.o.o.

DIREKTOR

Dejan Zdravic

(pečat, potpis, funkcija)

