

NAČINI RACIONALIZACIJE POTROŠNJE VAZDUHA PRI SKLADIŠTENJU ŽITARICA

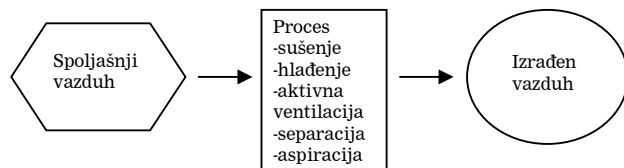
Dr Milan ŽEŽELJ, mr Mirjana DEMIN
Poljoprivredni fakultet, 11080 Zemun, Nemanjina 6

UVOD

U toku skladištenja žitarica (žita) javlja se potreba za velikim količinama vazduha koje se mere desetinama hiljada metara kubnih na čas. Jedan deo vazduha se koristi za aspiraciju opreme i prostora, drugi deo kao toplotni medijum a treći kao separacioni medijum. U sva tri slučaja koristi se spoljašnji vazduh bez ikakve pripreme i posle izvršenog posla vraća se u okolinu kao izradeni ili upotrebljeni vazduh.

VAZDUH KAO RADNI MEDIJUM

U toku korišćenja stanje vazduha se menja kako u pogledu termodinamičkog stanja tako i u pogledu čistoće odnosno prisustva stranih materija u obliku prašine. Promene stanja vazduha šematski su predstavljene na slici 1.



SL. 1. Šematski prikaz promene stanja vazduha

Kod sušenja i hlađenja značajne su promene stanja dok u separacionim operacijama i aspiraciji najznačajnije promene nastaju u koncentraciji prašine. Aktivnom ventilacijom takođe nastaju promene, u koncentraciji prašine, ali su te promene beznačajne jer su procesi vrlo spori pa sa stanovišta racionalizacije nisu ni interesantni.

Količina i karakteristike vazduha za aspiraciju

Prašina koja se stvara pokretanjem zrnene mase potiče sa površinskih delova zrna i nju čine: nataložene mineralne nečistoće i površinski delovi zrna koji su visoko kontaminirani stranim uglavnom štetnim materijama i mikroorganizmima. Sastav nastale prašine je različit u zavisnosti od mesta u tehnološkom procesu. U toku prijema prašinu čine uglavnom nataložene mineralne materije u toku kombajniranja i transporta, dok prašinu u samom silosu posle više eleviranja čine površinski delovi zrna uglavnom organskog sastava. Ove prašine su sa različitim karakteristikama u pogledu zapaljivosti i eksplozivnosti kao i u pogledu kontaminiranosti štetnim materijama.

Opasnosti koje se javljaju zbog prisutnosti prašine definisane su sa osetljivosti paljenja (OP) i jačinom eksplozije koja nastaje paljenjem (JE). Osetljivost paljenja je relativna veličina i pokazuje koliko je neka prašina zapaljivija ili manje zapaljiva od ugljene prašine koja se uzima kao etalon. Osetljivost paljenja se inače izražava kao proizvod minimalne temperature zapaljivosti θ_{min} , minimalne koncentracije prašine u vazduhu C_{min} i minimalne energije koja je potrebna da bi se smeša zapalila E_{min} , te je osetljivost paljenja:

$$OP = \theta_{min} \cdot C_{min} \cdot E_{min} / \theta_{min r} \cdot C_{min r} \cdot E_{min r}$$

gde indeks r označava referentnu vrednost za uglj.

Jačina eksplozije je takođe relevantan pokazatelj u odnosu na jačinu eksplozije koja se javlja kod ugljene prašine a uslovljena je maksimalnim pritiskom koji se stvara prilikom eksplozije P_{max} i brzinom sa kojom se eksplozija širi v_{max} . Iz toga proizilazi da je JE jednaka

$$JE = P_{max} \cdot v_{max} / P_{max r} \cdot v_{max r}$$

Proizvod osetljivosti paljenja OP i jačine eksplozije JE ukazuje na opasnost od eksplozije prašine izražen kroz indeks eksplozivnosti IE koji je jednak

$$IE = OP \cdot JE$$

Na osnovu indeksa eksplozivnosti izvršena je gradacija kako je to prikazano u tabeli 1.

Tabela 1. Gradacija eksplozivnosti

Tip eksplozije	Indeks eksplozivnosti
Slaba eksplozija	<0,1
Srednja eksplozija	0,1-1,0
Jaka eksplozija	1,0-10
Žestoka eksplozija	>10

Ako se indeks eksplozije za ugljenu prašinu uzme kao jedinica, indeks eksplozije brašna iznosi 3,9

što znači da brašno spada u kategoriju jako eksplozivne prašine. Sa povećanjem mineralnih materija u prašini smanjuje se stepen eksplozivnosti. Na eksplozivnost takođe indirektno utiču dimenzije čestica prašine.

Da bi nastala eksplozija potrebna je određena koncentracija prašine. Prema ruskim standardima izvršena je kategorizacija prašine prema grupama i klasama. Grupu A čine prašine od brašna i mekinja a grupu B silosna prašina i ugljena prašina. Klasiranje se vrši prema kritičnoj koncentraciji odnosno minimalnoj koncentraciji prašine pri kojoj nastaje eksplozija (tab. 2)

Tabela 2. Kategorizacija prašine u pogledu eksplozivnosti

Grupa	Klasa	Kritična konc. (g/m ³)	Materijali
A	I	<15	Mekinj
	II	16-65	Brašno
B	III	<250	Silosna prašina
	IV	>250	Ugljena prašina

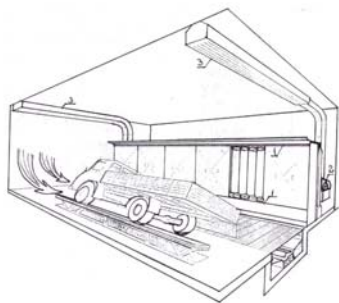
Druga opasnost od silosne prašine je zdravlje zaposlenih u skladištima. Zbog prisustva štetnih materija zdravlje

zaposlenih je stalno ugroženo u koliko je povećana koncentracija prašine. Treća opasnost vezana za prisustvo prašine su skladišne štetočine za koje se stvaraju povoljni životni uslovi. I na kraju prašina štetno utiče na okolinu pa sve zemlje propisima regulišu kolika sme da bude koncentracija prašine u vazduhu koji se izbacuje u okolinu.

Kritične tačke u silosima i drugim skladištima odnosno mesta na kojima se javlja potreba za odvođenjem prašine su:

1. usipni bunker, i
2. silosni aspirateri,
3. sušare,
4. utovarna mesta i
5. ostala mesta na kojima je neophodna aspiracija.

Usipni bunker i mesta na kojima se vrši prijem dopremljenog žita. U toku istovara vozila izdvaja se ogromna količina prašine. Obzirom da su usipni bunker van zgrade, do sada se nije obraćala pažnja na ovu kritičnu tačku. Međutim, propisi o zaštiti okoline nameću potrebu za rešavanjem problema emisije prašine sa ovog mesta koja je sa tehničkog stanovišta vrlo nepovoljna. U zavisnosti od brzine strujanja vazduha, usisna brzina treba da bude najmanje 0,5 m/s. Ako je usipni koš dužine 18 m a visina osisavanja 3 m, usisna površina je 54 m². Imajući u vidu da je rastojanje usisnog otvora od mesta emitovanja prašine najmanje 1,5 m i da se na tom rastojanju usisna površina duplira proizilazi da se aspiracija mora vršiti sa najmanje 9000 m³/min što bi zahtevalo ventilator snage preko 100 kW. Obzirom na stroge ekološke normative u mnogim zemljama tragalo se za racionalnim rešenjima kojima bi se zadovoljili normativi od 50 mg/m³ prašine koja se emituje u okolinu. Jedno od rešenja prikazano je na slici (sl. 2).

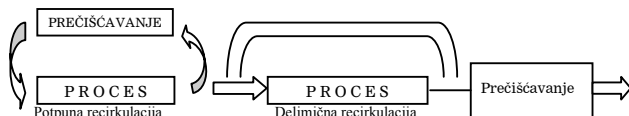


Sl. 2. Instalacija sa recirkulacijom vazduha za otprašivanje prijemnih koševa

Po ovom rešenju prašina se kroz bočne otvore (1) uvlači u filterski prostor iz koga se pomoću ventilatora (2) usisava. Očišćeni vazduh se pomoću usmerivača (3) na ulazu i izlazu u obliku vazdušne zavese ponovo vraća u radni prostor. Nataložena prašina iz filter kesa se stresa ili u usipni koš ili u pužni transporter na uvrećavanje. Usisni otvor je podeljen u sekcije sa čim se omogućava da se otvaraju samo one sekcije ispred kojih se stvara prašina. Pored prikazanog postoje i druga rešenja sa manjim ili većim efektima.

Silosni aspirateri

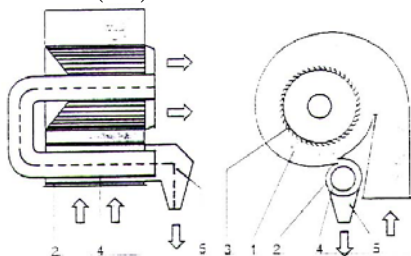
Silosni aspirateri su uređaji sa kojima se izdvajaju određene kategorije primesa iz zrne mase a među njima su i lake primese u obliku plevice i prašine. Za izdvajanje ovih primesa koristi se vazduh u količini od 100 do 150 m³ po toni. Ako se ima u vidu da su kapaciteti linija u silosima između 60 i 150 t/h proizilazi da je za potrebe čišćenja na aspiraterima potrebno 6-25000 m³/h. Vazduh je sa većom koncentracijom od dozvoljene što znači da se mora prečišćavati. U cilju racionalizacije uvedeno je više tehničkih rešenja među kojima su najčešće primenjivani potpuni potpuna ili delimična recirkulacija i dvostepeno prečišćavanje sa ciklonskim odvajanjem. Potpuna i delimična recirkulacija šematski su prikazani na slici 3.



Sl. 3. Potpuna i delimična recirkulacija vazduha

Kod nekih uređaja nije obavezno prečišćavanje vazduha koji se vraća u proces dok kod delimične recirkulacije, deo vazduha koji se ne vraća u proces mora biti prečišćen kako bi se koncentracija prašine dovela u dozvoljene granice.

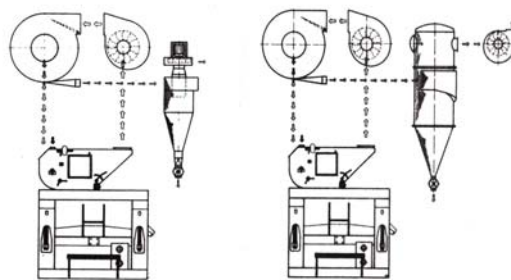
Prečišćavanje vazduha se postiže primenom dvojnog centrifugalnog odvajanja takozvanog centriciklona koji je predstavljen na slici (sl. 4).



Sl. 4. Smanjenje koncentracije prašine centriciklonom

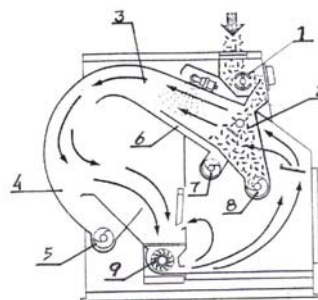
Centriciklon se sastoji iz vrtložne komore (1) i naknadnog ciklona (2). Celokupna količina vazduha ulazi tangencijalno u vrtložnu komoru. Čestice prašine zbog centrifugalne sile, koncentrišu se uz zidove i sa delom vazduha prolaze kroz procep u naknadni ciklon gde se zbog smanjene brzine talože i pomoću vazdušne ustave ispuštaju u komoru za prašinu. Vazduh iz naknadnog ciklona se pušta u atmosferu ili se dalje prečišćava pomoću filtra. Vazduh koji zauzima centralni deo taložne komore, pošto je mnogo čistiji od perifernog kroz cev B

vraća se u proces. To je od posebnog značaja kod mašina gde su potrebne velike količine vazduha a gde su propisi o zaštiti okoline vrlo strogi. Primeri primene centriciklona prikazani su na slikama 5 i 6.



Sl. 5. Primena centriciklona kod aspiratera Sl. 6. Primena centriciklona kod sušare

Kod nekih mašina može se primeniti potpuna recirkulacija. Tipičan primer za to je vazdušni separator koji je predstavljen na slici 7.



Sl. 7. Vazdušni separator sa potpunom recirkulacijom vazduha

Zrno se pomoću puža (1) u ravnomernom sloju ubacuje u separacionu komoru (2). Bočna vazdušna struja odnosi plevicu i prašinu kroz kanal (3) i taložnu komoru (4) u kojoj se prašina taloži i pomoću puža (5) iznosi napolje. Teže čestice kao što je pleva, pada u kanal (6) i pomoću puža iznosi napolje. Vazduh oslobođen lakih čestica pomoću ventilatora (9) ponovo se vraća u proces.

ZAKLJUČAK

U silosima se koriste velike količine vazduha što za potrebe izdvajanja lakih primesa što za aspiraciju. Izradeni vazduh je sa velikom koncentracijom prašine i kao takav ne sme se puštati u okolinu. Potrebna čistoća vazduha ne može se postići centrifugalnim odvajanjem (ciklonima) već se moraju koristiti platneni filtri. Za prečišćavanje velike količine vazduha potrebna je ogromna filterska površina što je veoma skupo i u pogledu investicija a isto tako i u eksploataciji.

Kao najracionalnije rešenje nameće se potpuna ili delimična recirkulacija sa čim se količina vazduha koju treba prečišćavati na filterima drastično smanjuje.

LITERATURA

- [1] Begel H: Mere zaštite od prašine i buke u silosima, (prevod) Die Muhle + Mischfutertechnik 8/87.
- [2] Oetiker H: Redukcija količine vazduha na mašinama sa recirkulacijom, Getreide Mehl und Brot, 12/1985.
- [3] Schmidt W: Otprašivanje prijemnih bunkera za žito, Getreide Mehl und Brot, 2/1984
- [4] Kastenmuler S: Prašina od žita-procena, rukovanje, oslobađanje,) Die Muhle + Mischfutertechnik 26/2001.
- [5] Dmitruk E.A, Volodin N.P: Aspiracija kombikormovih zavodov, Kolis, Moskva 1976.

Primljeno: 30.03.2004.

Prihvaćeno: 01.04.2004.