

# PREGLED TEHNIČKE LITERATURE I DOKUMENTACIJE

Uređuje: Domagoj Vrsaljko



## PROCESNO INŽENJERSTVO

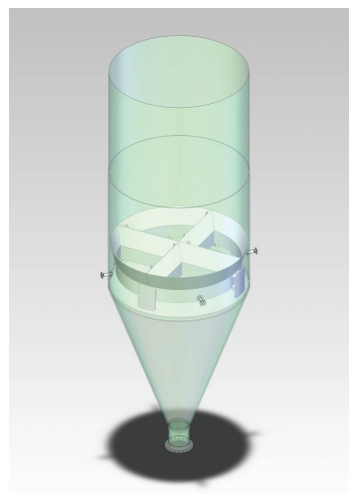
Lyn Bates i sur.

### Upotreba umetka u lijevku za rješavanje problema protoka krutih materijala

(Using Inserts to Address Solids Flow Problems)

Skladištenje rasutih čvrstih materijala u skladištima, posudama i silosima nalazimo širom kemijske procesne industrije. Uz skladištenje dolaze i problemi vezani uz njihov transport. U mnogim slučajevima upotreba posuda sa strmim i glatkim zidovima obično je dovoljna za osiguranje stabilnog protoka rasutih čvrstih materijala. Međutim projektiranje i ugradnja spremnika s optimalnom geometrijom nije uvijek moguća, a isto tako mnoge tvari teško teku ili imaju promjenjiva svojstva protoka. U tim slučajevima umetak u lijevku može poboljšati protok. Umetci se mogu definirati kao bilo koji statični dio koji se montira na unutrašnjost spremnika da bi se izmijenio unutarnji prostor posude. Učinkovitost umetka ovisi o geometriji lijevka, tipu materijala i regulaciji ispuštanja, fizikalnim svojstvima krutih čestica te uvjetima u okolini i radnim uvjetima, tako da odabir vrste umetka zahtijeva cjelokupni sustavni pristup i treba se temeljiti na izmjerenim vrijednostima svojstava rasutog materijala.

U radu je dan pregled vrsti lijevaka, različitih oblika i vrsti umetaka za lijevke. Unatoč činjenici da zvuči proturječno, umetanje prepreke u putanju kojom materijal protječe ili upotreba materijala za zidne površine s većim otporom na klizanje može omogućiti stabilan protok utječući na lokalne sile na pojedinim česticama unutar rasutog materijala. Uobičajeni razlozi za instaliranje umetaka su: smanjenje segregacije ili usitnjavanje čestica na ulaznom području, smanjenje inercijskog nabijanja prilikom punjenja i smanjenje stvaranja prašine na ulazu, promicanje ili održavanje gravitacijskog toka na izlazu, osiguranje stabilnog protoka na manjim izlazima, povećanje protoka, osiguranje masenog protoka s manjim nagibima zida, smanjenje segregacije, miješanje sadržaja pri pražnjenju, smanjenje kompaktirajućeg tlaka i ubrzanje odzračivanja unutar spremnika, sprječavanje stvrdnjavanja sabijanjem.



Slika 1 – Shema umetka u lijevku kojim se rješava protok krutih materijala (izvor: <http://jenike.com>)



Slika 2 – Fotografija umetka u lijevku u obliku obrnutog slova V (izvor: <http://jenike.com>)

Chem. Eng. 117 (7) (2010) 32–37

Shrikant Dhodapkar i William L. Heumann

### Iskorištavanje snage ciklona

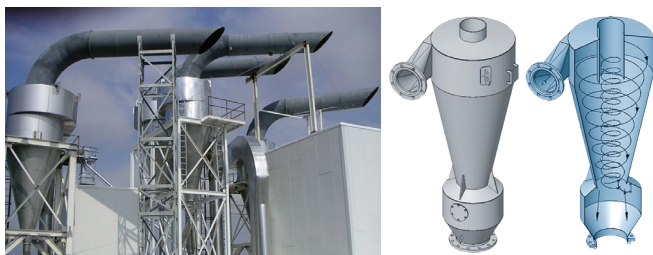
(Harnessing the Power of a Cyclone)

Zbog njihove jednostavne strukture, nepostojanja pokretnih dijelova, sposobnosti rada u širokom rasponu temperatura i tlakova, niskih kapitalnim i operativnim troškovima, cikloni su najrašireniji uređaji za odvajanje krutih čestica iz plinova u raznim industrijama. Ako su pravilno projektirani i ugrađeni, cikloni se mogu upotrebljavati za smanjenje emisija čestica do 5 mikrometara, a ponekad u specijalnim slučajevima i do manjih veličina. Mogu se upotrebljavati kao primarni separatori, predčistači za smanjenje udjela krute tvari ili kao uređaji za razdvajanje ulazne prašine u frakcije različite veličine. Uspješna primjena ciklonske tehnologije može se naći u brojnim industrijama, kao što su: kemijska (izdvajanje proizvoda nakon pneumatskog transporta), naftna (jedinice za krekiranje), mineralna (postupci taljenja, rafiniranje ruda), poljoprivredna

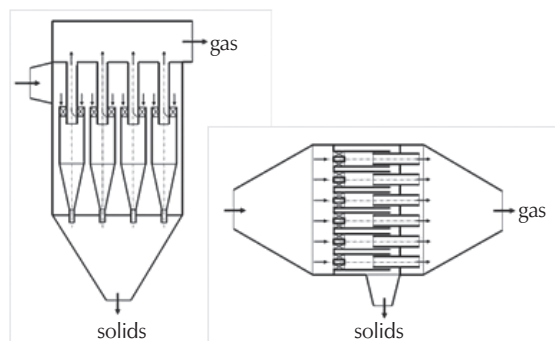
(prerada i rukovanje žitaricama), finih kemikalija (praškasti premazi, odvajanje, klasifikacija, procesi usitnjavanja), industrija ugljena (proces usitnjavanja), prerade hrane (odvajanje i povrat proizvoda), lijekova (odvajanje i povrat proizvoda), zaštite okoliša (uzorkovanje), energetika (uklanjanje pepela i kontrola emisija) i automobilska industrija (uklanjanje čestica pri unosu zraka).

Najraniji zabilježeni patenti projektiranja ciklona potječu iz 19. st. Projektiranje ciklona tradicionalno se razvilo iz empirijskih istraživanja u kojima su istraživači opsežno istraživali određene ciklonske geometrije. U najvećem dijelu, razvoj ciklonske tehnologije ostao je empirijski potaknut podacima iz laboratorija i velikih instalacija. Međutim u proteklih 50 godina postignut je značajan napredak na teoriji ciklona, a najnovija modeliranja vrtložnih tokova provedena su primjenom računalne dinamike fluida (CFD, od eng. *Computational Fluid Dynamics*).

U radu su dane smjernice za projektiranje i odabir ciklona.



**Slika 3** – Ciklon je najrašireniji, svestrani *low-cost* separacijski uređaj koji, uz pomoć centrifugalne sile, odvaja čestice iz zraka i plinova. Ovisno o smjeru toka plina dijele se na jednosmjerne ciklone (eng. *uni-flow cyclone*) kod kojih je smjer izlaznog zraka u istom smjeru kao ulazna struja, i ciklone s obrnutim tokom (eng. *reverse flow cyclone*), koji se smatraju standardnim ciklonima jer su znatno češći u kemijskoj procesnoj industriji. Kod standardnih ciklona struja onečišćenog zraka ili plina uvodi se tangencijalno u cilindričnu komoru, gdje velikom brzinom spiralno struji i stvara dvostruki vrtlog najprije odozgo prema dolje, a onda sredinom komore kroz cijev odozdo prema vrhu komore i van. Zbog centrifugalne sile čestice sadržane u zraku ili plinu udaraju o stijenke komore i padaju u spremnik na njezinu dnu. Na slici je dan primjer ciklona s obrnutim tokom (izvor: <https://www.coperion.com>).



**Slika 4** – Multicikloni za odvajanje krutih čestica iz plinova su sustavi s nekoliko usporednih ciklonskih ćelija unutar zajedničkog kućišta koje imaju zajednički spremnik za krutu tvar. Općenito se upotrebljavaju za povećanje učinkovitosti izdvajanja iznad razine koja je ostvariva jednim ciklonom. Multicikloni koji se sastoje od 16 standardnih ciklonskih stanica (lijevo) i od 36 jednosmjernih ciklonskih stanica (desno) koriste se otprilike istim područjem poprečnog presjeka kućišta (izvor: <http://www.filtech.de>).

Chem. Eng. 118 (5) (2011) 34-43

Joy LePree

**Unutarnji dijelovi kolone: sljedeća velika stvar**

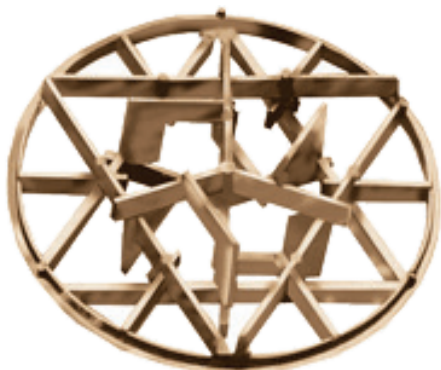
(Column Internals: The Next Big Thing)

Kada se radi o destilacijskim pliticama i punilima, kemijski inženjeri zahtijevaju ista svojstva koje traže od sve opreme u toj privrednoj grani – tehnologiju koja će smanjiti potrošnju energije i povećati propusnost bez skupog povećanja objekta. U nastojanju da zadovolje te potrebe, stručnjaci za plitice i punila poboljšavaju postojeće tehnologije i pokreću novu generaciju plitica predodređenih za udvostručenje postojećih kapaciteta. Christoph Ender, potpredsjednik prodaje za SAD i Latinsku Ameriku i globalni vođa marketinga i poslovnog razvoja tvrtke Koch-Clitsch izjavio je: “Glavna briga inženjera je energetska učinkovitost njihovih postrojenja. Budući da destilacija troši znatnu količinu ukupno potrošene energije, smanjenje potrošnje energije kolona je ključno pitanje.” “To

je također važno sa stajališta zaštite okoliša zbog toga što će porezi na CO<sub>2</sub> biti primijenjeni u mnogim područjima širom svijeta, pa svako smanjenje potrošnje fosilnih goriva također smanjuje poreznu obvezu postrojenja.” riječi su Marka Pillinga, tehnološkog direktora tvrtke Sulzer Chemtech. “Naši kupci su vrlo svjesni troškova, pa je pad tlaka velika pokretačka snaga jer utječe na potrošnju energije i operativne troškove komponenti sustava. Razvijanje uređaja s nižim padom tlaka važno je jer su destilacijske kolone masivne, tako da male uštede u padu tlaka mogu rezultirati uštedama milijuna dolara tijekom životnog ciklusa projekta.”

U napisu je dan uvid kako nove tehnologije plitica i punila primijenjenih u destilacijskim kolonama povećavaju njihov kapacitet i učinkovitost.

Chem. Eng. 118 (6) (2011) 22-26



**Slika 5** – INTALOX® SNOWFLAKE® nasuto punilo (eng. *random packings*). U kolonama se upotrebljavaju i strukturirana punila (eng. *structured packings*). Na slici je prikazan primjer punila proizvođača Koch-Clitsch koje se reklamira kao ono s najmanjim padom tlaka od svih plastičnih punila i visokom učinkovitosti.



**Slika 6** – INTALOX® ULTRA® nasuto punilo. Na slici je prikazan primjer punila proizvođača Koch-Clitsch koje se reklamira kao ono s najmanjim padom tlaka i najvećim kapacitetom i učinkovitosti (izvor <http://www.koch-clitsch.com>).

Ronald W. DiGiacomo

**Mjerenje protoka**

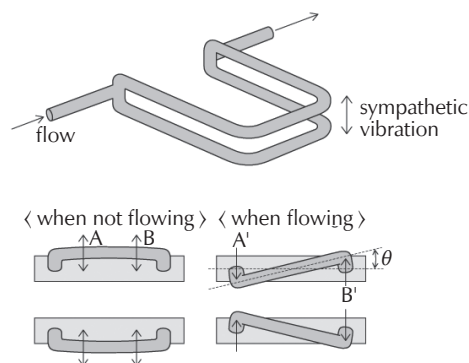
(Measuring Flow)

U slučajevima relativno malog usporavanja toka uslijed trenja kapljevine i stijenke cijevi te niske viskoznosti tekućine, profil brzina protoka je jednolik po cijelom poprečnom presjeku cijevi – to se zove potpuno razvijeni turbulentni tok. U tom slučaju, brzina kapljevine uz stijenku cijevi odgovara brzini kapljevine u sredini i svim točkama između. Brzina u bilo kojoj točki tada je zapravo prosječna brzina. Takvo stanje je u cijevi kada je Reynoldsov broj 10 000 ili viši. Računanje protoka u tom režimu protoka relativno je lako. No, ovisno o promjeru cijevi te gustoći, viskoznosti i momentu fluida (varijabla koje utječu na Reynoldsov broj), brzina strujanja unutar cijevi može se znatno razlikovati između stijenke cijevi i njezina središta. Prosječnu brzinu kroz cijev postaje sve teže mjeriti kada su Reynoldsovi brojevi niski. Za duge, ravne cijevi i niske Reynoldsove brojeve brzina strujanja je najviša u središtu cijevi i simetrično se smanjuje prema stijenci cijevi. Takvi su uvjeti tipični za profil laminarnih protoka.

Jedno od najvažnijih mjerenja u kemijskoj procesnoj industriji je mjerenje protoka. Protok je važno mjeriti jer je kritičan na cijelom procesu – od doziranja komponenata u reaktor, prijenosa tvari između procesnih koraka pa do mjerenja količine proizvoda na kraju. Tehnike mjerenja protoka dijele se u četiri kategorije: brzinski, inferencijski, potisni i maseni.

Ovaj članak sažima način odabira i primjene različitih vrsta mjerila protoka te prikazuje primjere iz svake kategorije. Razumijevanje rada mjerila protoka te njihovih prednosti i nedostataka pomaže pri odabiru prikladnog za specifičnu primjenu.

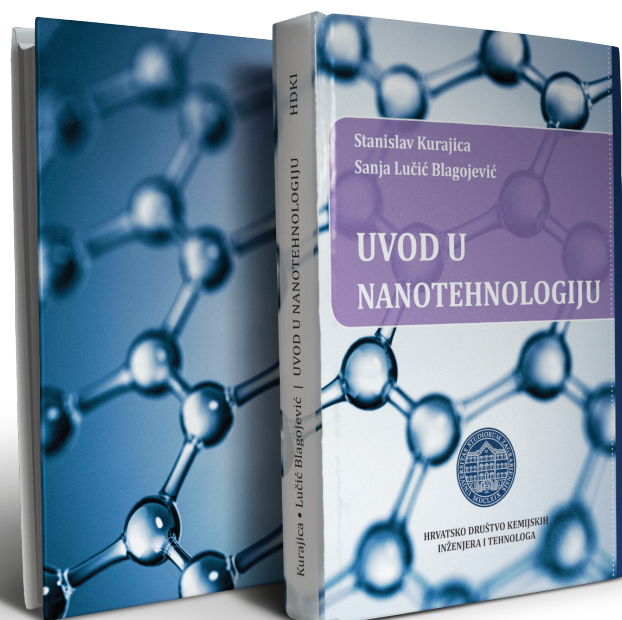
Chem. Eng. 118 (6) (2011) 30–34



**Slika 7** – U Coriolisovom mjerilu protoka, "oscilacije" se stvaraju vibracijom cijevi kroz koje prolazi tekućina. Veličina deformacije proporcionalna je masenom protoku tekućine koja prolazi kroz cijev. Senzori pomaka rabe se za mjerenje faznog pomaka deformacije i na taj način daju signal koji se linearno mijenja s promjenom masenog protoka (izvor: <https://www.keyence.com>).



**Slika 8** – Coriolisovo mjerilo protoka FMC-5000 tvrtke Omega (izvor: <https://www.omega.ca>)



**HDKI**  
HRVATSKO DRUŠTVO  
KEMIJSKIH INŽENJERA I  
TEHNOLOGA

**UVOD U NANOTEHNOLOGIJU**

autora S. Kurajice i S. Lučić Blagojević.

Udžbenik je moguće kupiti po cijeni od **300,00 kn** (PDV uključen).

Narudžbe se primaju telefonom (01/4872-499) ili elektroničkom poštom ([hdkij@zg.t-com.hr](mailto:hdkij@zg.t-com.hr))

Studenti dobivaju 50 % popusta uz predodžbenje indeksa, a članovi Društva 20 %.