



PREGLED TEHNIČKE LITERATURE I DOKUMENTACIJE

Uređuje: Domagoj Vrsaljko

PROCESNO INŽENJERSTVO

Joy LePree

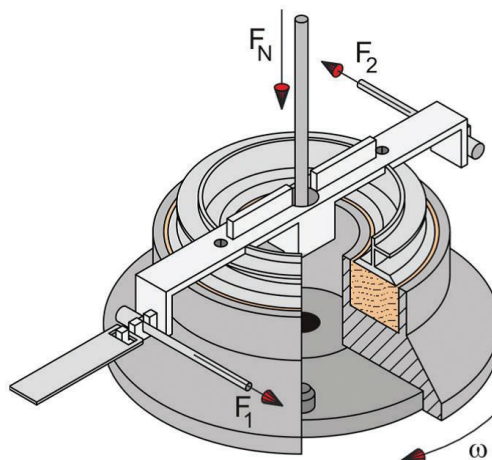
Traže se: ponovljivost i dosljednost

(Wanted: Repeatability and Consistency)

U procesnim pogonima tečenje prašaka često ima promjenjivo ponašanje. Takvo ponašanje može biti uzrok neučinkovitosti procesa poput neplaniranih zaustavljanja ili narušene kvalitete proizvoda. Na tečenje praška utječe niz parametara, od sadržaja zraka i vlage do veličine, oblika i površinskog naboja čestica. Ta složenost otežava predviđanje ponašanja prašaka samo na temelju njihovih fizikalnih svojstava koja se rutinski mjere, poput veličine čestica ili sastava. Upravo zbog toga materijali za koje se čini da ispunjavaju specifikaciju mogu se ponašati lošije u procesu jednostavno zato što specifikacija nije definirana u smislu pravih parametara koji su u stvarnoj korelaciji s parametrima procesa.

Kada kemijski prerađivači trebaju izmjeriti tečenje praška, prvo bi pitanje trebalo biti: "Koja su svojstva tečenje praška potrebna?" Odgovor ovisi o aplikaciji, ako je problem tečenje iz kante, silosa ili lijevka, najvažnija svojstva tečenja su kohezijska čvrstoća, unutarnje i trenje o zid, kompresibilnost te, ako je materijal fini prah, njegova propusnost. Ako je problem tečenje kroz pneumatski transportni sustav, važna svojstva protoka uključuju brzinu preuzimanja, abrazivnost i krhkost. Ako prašak teče kroz žlijeb, potrebno je znanje o trenju o zidove i kutove žljebova. Ako je problem u izvedbi u fluidnom sloju, važna je minimalna brzina fluidizacije. Nakon određivanja koja su svojstva potrebna, sljedeća pitanja su koja će oprema za ispitivanje osigurati kvalitetnu provjeru traženih

svojstava te kako dobiti reprezentativni uzorak velikog krutog materijala? U napisu se komentiraju metode analize tečenje prašaka i njihova važnost.



Slika 1 – XSMr Schulzeov prsten za smično ispitivanje tečenja portland cementa (PLC, engl. *portland limestone cement*). Svijest o važnosti svojstava PLC-a zahtijeva ispitni uređaj koji mjeri jasno definirana fizička svojstva. Schulzeov prsten za smično ispitivanje omogućava precizno mjerenje svojstava tečenja koja su korisna za razvoj novih cementa i dizajn silosa. U Schulzeovu prstenu za smično ispitivanje, portland cement nalazi se u anularnoj posmičnoj ćeliji. Okomito opterećenje F_N primjenjuje se tankom šipkom na poklopac. Smično opterećenje uzorka postiže se rotacijom ćelije u odnosu na poklopac (smjer ω), a zakretni moment potreban za smicanje određuje se iz sila F_1 i F_2 koje djeluju u šipkama pričvršćenim na gredu (izvor: <https://www.sika.com/>).

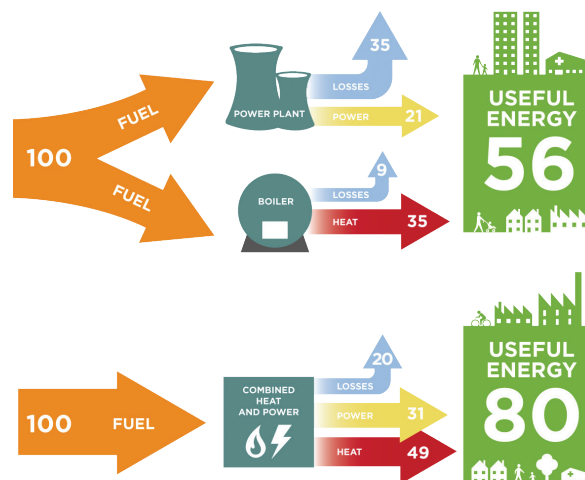
Chem. Eng. 120 (1) (2013) 18–20

C. Chandra Sekhara Reddy i sur.

Metode i tehnologije oporabe otpadne topline

(Waste Heat Recovery Methods and Technologies)

Oporaba otpadne topline (engl. *waste heat recovery, WHR*) ključna je za povećanje energetske učinkovitosti u kemijskoj procesnoj industriji. Trenutačno postoje mnoge metode i tehnologije za oporabu otpadne topline u različitim fazama implementacije u naftnim rafinerijama, petrokemijskim, kemijskim i drugim sektorima industrije. Povećani troškovi energije i briga za okoliš pružaju snažnu motivaciju za primjenu dodatnih i novih metoda i tehnologija za oporabu otpadne topline. Većina literature o toj temi temelji se na pojedinačnim metodama i tehnikama, ali postoji potreba za integriranim pristupom. Ovim člankom pružen je pregled obećavajućih metoda i tehnologija za oporabu otpadne topline (do 400 °C) kao resursa spremnog za upotrebu te za bolje razumijevanje i preliminarni odabir odgovarajućih tehnika za oporabu otpadne topline. U radu su nabrojane i analizirane razne prakse za oporabu otpadne topline koje se susreću u industriji i u literaturi te su istaknute njihove prednosti i nedostaci.

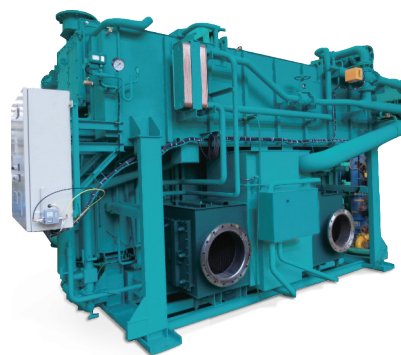


Slika 2 – Dijagram tradicionalnog sustava (gore) i sustava kombinirane proizvodnje električne i toplinske energije (engl. *combined heat and power, CHP*), poznate i pod nazivom kogeneracijski sustav ili kogeneracija (dolje). Kogeneracija je istodobna proizvodnja električne ili mehaničke energije i korisne toplinske energije (grijanje i/ili hlađenje) iz samo jednog izvora energije (izvor: <http://northernutilities.co.uk/>).

Apsorpcijski rashladni uređaji (engl. *absorption chillers*) oslanjaju se na toplinsku energiju za hlađenje vode, pa čine savršenu kombinaciju sa sustavima CHP-a. Kombinacija apsorpcijskog rashladnog sustava s kogeneracijskim postrojenjem omogućava upotrebu viška topline. Postrojenje proizvodi vruću vodu, koja zatim pokreće apsorpcijski rashladni uređaj. Koncept te tehnologije (koja se također naziva "trigeneracija") proizlazi iz istodobne potrebe za hlađenjem, napajanjem i grijanjem u istom objektu. Širok raspon objekata ima takvu potrebu, na primjer, trgovački centri, prehrambena industrija i bolnice. Postoji jedan zahtjev da rashlađivanje i CHP rade savršeno, a to je da krajnji korisnici moraju biti u blizini postrojenja, jer je distribucija ohlađene vode skupa u odnosu na električnu energiju.

Apsorpcijski rashladni uređaji pokazali su se idealnim zamjenama za kompresorske rashladne uređaje na mjestima gdje je napajanje nepouzdanost, nedostupno ili skupo, gdje je dostupna otpadna toplina ili gdje ograničenja na buku čine kompresorske rashladne uređaje beskorisnima. Svaki rashladni uređaj oslanja se na neku vanjsku silu za prijenos topline u medij visoke temperature s onog na niskoj temperaturi. Kompresorski rashladni uređaji imaju kompresore, dok apsorpcijski rashladni uređaji zamjenjuju kompresor parom, toplom vodom ili bilo kojim drugim vanjskim izvorom topline.

Apsorpcijski rashladni uređaj ima vrlo jednostavan princip rada. Njegov je rad u osnovi sličan onome radu koji se događa u rashladnom uređaju s kompresorom po tome što oba uključuju kondenzaciju i isparavanje rashladnog sredstva unutar sustava. Međutim, dok apsorpcijski rashladni uređaj primjenjuje termo-kemijski postupak, konvencionalni rashladni



Slika 3 – Na slici je Yorkov model YHAU-CE apsorpcijskog rashladnog uređaja kapaciteta od 527 kW do 5 064 kW / 150 TR do 1.440 TR. Primjena sustava kombinirane proizvodnje električne i toplinske energije + komercijalno hlađenje (izvor: <http://www.york.com/>).

uređaj oslanja se na mehaničku energiju. Odnosno, jedina je razlika u načinu kako uređaji povećavaju tlak rashladnog sredstva s razine isparavanja na razinu kondenzacije. Jednostavno rečeno, apsorpcijski rashladni uređaj ne komprimira pare rashladnog sredstva, umjesto toga otapa pare u apsorbentu, a dobiveni proizvod prenosi u dio sustava pod visokim tlakom pomoću pumpe s vrlo niskom potrošnjom električne energije. To je samo opis osnovnog ciklusa apsorpcije – postoje složeniji ciklusi koji sadrže i dodatne komponente.

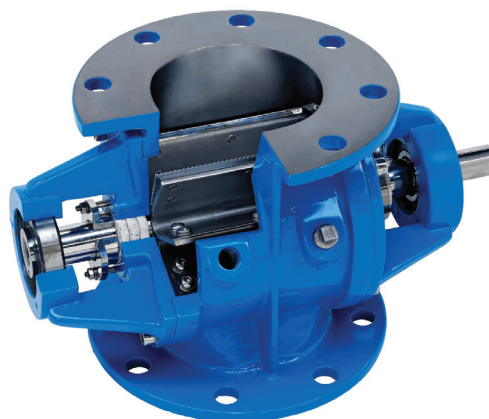
Chem. Eng. 120 (1) (2013) 28–38

Amrit Agarwal

Rotacijski ventili u pneumatskim transportnim sustavima

(Rotary Valves in Pneumatic Conveying Systems)

Rotacijski ventili upotrebljavaju se uglavnom u pneumatskim transportnim sustavima. Imaju tri glavne funkcije: 1) osigurati brtvljenje (zatvaranje zračnog otvora) između dva susjedna prostora, 2) osigurati doziranje količine krutih tvari (hranjenje) i 3) osigurati kombinaciju mjerenja količine krutih tvari i brtvljenja pri unosu krutih tvari u pneumatski transportni sustav. Rotacijski ventili uobičajeni su uređaji za propuštanje krutina u pneumatski transportni cjevovod i funkcioniraju na različite načine u različitim okolnostima. Na primjer, rotacijski ventili mogu funkcionirati kao zračne ustave na mjestima gdje je potrebno brtvljenje zraka, kao što je npr. na kraju pneumatskog transportnog sustava, gdje se prenesene krute tvari ispuštaju iz cjevovoda u spremnik, kantu ili silos; zatim kao hranilica kada se upotrebljavaju za ispuštanje fiksnog ili promjenjivog volumetrijskog protoka krutih tvari iz uzvodnog procesa u nizvodni postupak te kao kombinirani zračne ustave i hranilice kada doziraju krute tvari u pneumatski transportni cjevovod. U napisu su raspravljani ključni aspekti dizajna i upotrebe rotacijskih ventila.



Slika 4 – Rotacijski ventil firme TBMA. TBMA ima više od 50 godina iskustva u primjeni rotacijskih propadnih (engl. *drop-through*) i propušnih (engl. *blow-through*) ventila u procesnoj industriji. Rotacijski ventili firme TBMA upotrebljavaju se u raznim područjima, od higijenski vrlo zahtjevnih primjena do zahtjevnih industrijskih primjena. Pri tome se upotrebljavaju uređaji različite složenosti, od jednostavnih brtvi za prašinu do složenih naprednih rotacijskih ventila ili složenih izvedbi izrađenih po narudžbi (izvor: <https://www.tbma.com/>).

Chem. Eng. 120 (7) (2013) 47–51

Joy LePree

Pametni senzori omogućuju Industriju 4.0

(Smart Sensors Enable Industry 4.0)

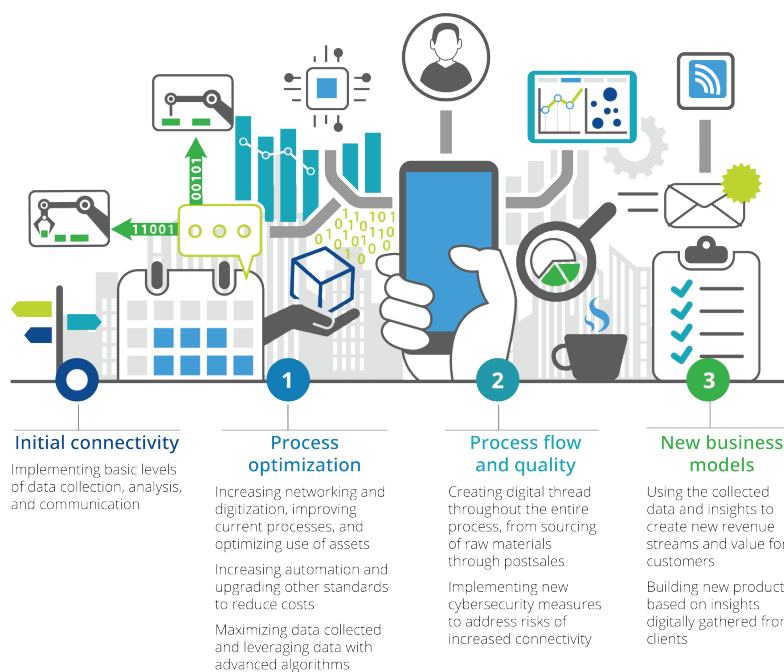
Definicija Industrije 4.0 ovisi o izvoru. Prema Wikipediji, Industrija 4.0 dio je četvrte industrijske revolucije koji se tiče industrije, dok pojam četvrta industrijska revolucija obuhvaća i područja koja nisu klasificirana kao industrija, poput npr. pametnih gradova. Prema drugim izvorima, izrazi Industrija 4.0 i četvrta industrijska revolucija su sinonimi, a odnose se na tvornice opremljene strojevima unaprijeđenim bežičnom komunikacijom i sensorima te povezani sa sustavom koji može vizualizirati cijelu proizvodnu liniju i samostalno donositi upravljačke odluke.

U raznim napisima susrećemo i druge povezane nazive, ali bez obzira kako će se u budućnosti nazivati, Industrija 4.0, *big data* ili industrijskim internetom stvari (engl. *industrial internet of things*, IIoT), budućnost nesumnjivo uključuje integraciju mjerenja podataka, obradu te njihovo dijeljenje odgovarajućim strankama, od tehničara za održavanje do menadžera na najvišoj razini. Svrha Industrije 4.0 nije samo dobivanje podataka već iskorištavanje obilja podataka i pretvaranje u korisne, razumljive informacije koje možemo upotrebljavati za pravilno upravljanje procesom i poslovanjem. U budućnosti oprema neće samo provjeravati vlastito stanje, već će i automatski naručivati rezervne dijelove te, kada oni budu zaprimljeni, poslati upozorenje tehničaru za održavanje da ju popravi i ujedno putem ručnog uređaja pružiti detaljne vizualne upute o tome kako izvesti popravak. Osim toga, očekuju se koristi i kod upravljanja npr. u naftnoj rafineriji, gdje će se upotrebom podataka i informacija u stvarnom vremenu odrediti mogu li se iskoristiti trenutačne povoljne cijene neke sirovine za pozitivan utjecaj na profitabilnost postrojenja. Oba ta scenarija – i mnogi drugi poput njih – prikazuju krajnju viziju Industrije

4.0 i očekivani su rezultat integracije strojeva i ljudi. Radnici će biti naoružani podacima u stvarnom vremenu koji su analizirani i kontekstualizirani kako bi se pružile svrsishodne informacije koje se mogu upotrebljavati za pozitivan utjecaj na profitabilnost procesa, pogona ili cijelog poduzeća. U srcu svega su pametni senzori, koji se razvijaju zajedno s drugim tehnologijama, poput analitike podataka, te pružaju smislene podatke onima koji ih mogu upotrebljavati za donošenje dobro informiranih poslovnih odluka. U napisu je dan pregled svojstava novih senzora spremnih za integraciju u Industriju 4.0.



Slika 5 – WILSEN.sonic.level bežični je senzor tvrtke Pepperl+Fuchs s integriranim ultrazvučnim modulom za mjerenje razine. Dostupan je za bežičnu GSM (2G) i LoRaWAN komunikaciju a ima vijek trajanja baterije do pet godina. Ugrađeni GPS čip omogućava precizno praćenje uređaja. Prenose se i informacije o stanju uređaja, poput temperature i trajanja baterije. Zbog IP66/67 ocjene i PTFE zaštitnog filma koji sprječava lijepljenje kontaminacije na pretvaraču, senzori se smiju montirati i u teškim uvjetima. Ugrađena kompenzacija temperature omogućuje širok raspon radne temperature (od $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$) i omogućuje tim sensorima pouzdano mjerenje razine, kako na otvorenom tako i u teškim uvjetima (izvor: <https://www.pepperl-fuchs.com/>)



Source: Deloitte analysis.

Deloitte Insights | deloitte.com/insights

Slika 6 – Tri horizonta Industrije 4.0. Proizvođači koji traže ulazak u integrirani sustav zahtijevaju osnovnu razinu povezivanja. Kad se uspostavi to povezivanje, oni mogu započeti put prema integriranju procesa digitalizacije. To se obično događa u tri različita horizonta: optimiranje procesa, tijek i kvaliteta procesa te novi poslovni modeli (izvor: <https://www2.deloitte.com/>).