



PREGLED TEHNIČKE LITERATURE I DOKUMENTACIJE

Uređuje: Domagoj Vrsaljko

PROCESNO INŽENJERSTVO

Dean Gambale

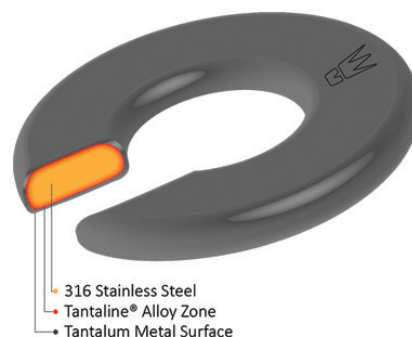
Izmjenjivači topline za vruće kiseline: Odabir materijala (Heat Exchangers for Hot Acids: Material Selection)

U modernoj industriji za proizvodnju suvremenih materijala i proizvoda koji se svakodnevno upotrebljavaju, kao što su plastika, metali, elektronika, farmaceutici, goriva itd. često se upotrebljavaju jake kiseline. Zapravo, uporaba kiselina je toliko raširena i važna (u svijetu se godišnje potroši oko 200 milijuna t sumporne kiseline) da je bruto domaći proizvod (BDP) većine industrijskih zemalja izravno koreliran s količinom upotrijebljene sumporne kiseline. U kemijskim procesnim industrijama mnoge se vrste kiselina upotrebljavaju kao reaktanti, međuprodukti i ključni sastojci za proizvodnju kemikalija koje upotrebljavamo u našem svakodnevnom životu. Mnoge kiseline, od koji su najčešće sumporna, klorovodična, dušična, fosforna i octena kiselina, često se zagrijevaju i hlade u izmjenjivačima topline. Izmjenjivači topline jedan su od najvažnijih dijelova procesne opreme, a vitalni su za procese grijanja i hlađenja. U mnogim slučajevima kiseline se zagrijevaju u izmjenjivačima topline kako bi povećale svoju reaktivnost, povećali se prinosi i poboljšala učinkovitost. Povećanjem temperature kiseline poboljšava se učinkovitost procesa, ali se eksponencijalno povećava i njegova korozivnost. Kao rezultat toga, izmjenjivači topline spadaju u najkorozivnije okoliše.

Ovaj se članak fokusira na posebna metalna rješenja za izmjenjivače topline u koje se uvode jako koncentrirane vruće

kiseline. Ta posebna metalna rješenja uključuju titanij, legure nikla, cirkonija, a kao korozijski najotporniji metal pokazao se tantal.

Chem. Eng. 118 (7) (2011) 34–37



Slika 1 – Tantalineovi proizvodi sastoje se od jezgre supstrata (obično nehrđajućeg čelika) koji se obrađuje u specijalnom postupku kako bi se stvorila iznimno hrapava, ujednačena, inertna površina tantala otporna na koroziju. Kroz Tantalineov tretman atomi tantala zapravo su ugrađeni u podlogu stvarajući nerazdvojnu površinsku leguru. Daljnji postupak stvara tantalni sloj debljine otprilike 50 mikrometara (0,002 ") sa svim svojstvima čistog tantala. Tantalineov tretman je proces u plinskoj fazi pa se unutarnje i vanjske površine složenih dijelova (npr. armatura, procesna oprema i instrumentacija) mogu oblagati. Kao rezultat toga dijelovi od nehrđajućeg čelika postižu vrhunsku otpornost na koroziju poput tantala, a pri tome zadržavaju mehanička svojstva nehrđajućeg čelika i time nadmašuju specijalne legure poput legura nikla (Hastelloy® C276, C22, B2), titanija i cirkonija (izvor: <https://tantaline.com/technology/tantaline-treatment/>).

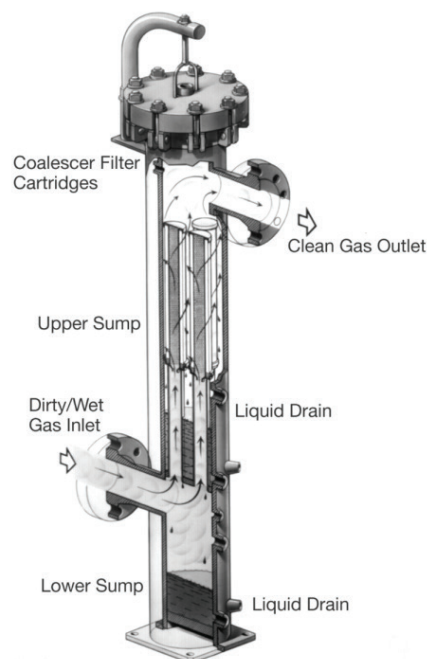
Thomas H. Wines, Scott Whitney, Ali Arshad

Koalesceri kapljevina-plin: demistificiranje ocjene učinkovitosti

(Liquid-Gas Coalescers: Demystifying Performance Ratings)

Inženjeri koji rade u kemijskoj procesnoj industriji ponekad moraju rješavati probleme onečišćenja aerosolom u kojima se rutinski upotrebljavaju koalesceri kapljevina-plin. Tako se npr. koalesceri kapljevina-plin upotrebljavaju za zaštitu kompresora, kontakora kapljevina-plin, turbina, plamenika s niskom razinom NO_x, mjernih i instrumentacijskih postaja te za mnoge druge primjene. Odabir odgovarajuće vrste koalescera može biti zbunjujući zadatak jer mnoge tvrdnje dobavljača opreme mogu biti teško razumljive bez dodatnih osnovnih informacija o tome kako su proizvodi ocijenjeni.

U ovome napisu dane su informacije i objašnjenja kako uobičajeni postupci ocjenjivanja mogu utjecati na tvrdnje dobavljača o učinku opreme. Za procjenu stupnja djelotvornosti koalescera važno je odrediti postupak ispitivanja i razmotriti različite opcije ispitivanja, jer će znatno utjecati na konačnu ocjenu. Nadalje, isti koalescer može dati različite ocjene učinka, ovisno o primijenjenoj metodi ispitivanja. Ovaj članak uspoređuje različite metode ispitivanja koje se najčešće primjenjuju za ocjenjivanje koalescera, uključujući DOP, natrijev klorid, ANSI/CAGI i ispitivanje učinkovitosti odjeljivanja aerosola (LASE). Prikazan je i način djelovanja vertikalnih koalescera kapljevina-plin, uključujući ključne značajke modela kao što su brzine medija i anularne brzine koje se odnose na uvjete ispitivanja.



Slika 2 – Koalescer kapljevina-plin, onečišćeni plin ulazi na dnu te se krupnije čestice uklanjaju prve, finije kasnije i na vrhu izlazi očišćeni plin (izvor: <https://oil-gas.pall.com/>)

Chem. Eng. 118 (7) (2011) 38–43

ORGANSKA KEMIJSKA INDUSTRIJA

Gerald Ondrey

Pneumatici, stari i novi

(Tires, old and new)

Mobilnost kao "megatrend" postala je najčešća riječ u sloganima, a proizvođači sintetskih kaučuka povećavaju proizvodne kapacitete kako bi se zadovoljila očekivana povećana potražnja. Istodobno, visoke cijene goriva i sve veća zabrinutost za okoliš potiču inovacije u proizvodnji guma kako bi pneumatici što manje utjecali na potrošnju goriva. U međuvremenu napor u pronalaženju učinkovitijih načina recikliranja upotrijebljenih pneumatika napreduju, a neke tvrtke žele kapitalizirati resurse, energiju i materijale koji se nalaze unutar odbačenih pneumatika.

Procjenjuje se da samo 5 % od gotovo tri milijarde stanovnika Azije ima vlastite automobile, u usporedbi s više od polovice 406 milijuna stanovnika Zapadne Europe i 80 % od 306 milijuna u SAD-u. Dakle, ne čudi da proizvođači pneumatika počinju ulagati u proizvodne pogone u Kini, Tajlandu, Indiji i drugdje, kako bi kapitalizirali na novim tržištima u nastajanju. Primjerice, u svibnju 2011. Continental AG (Hannover, Njemačka, www.conti-online.com) službeno je otvorio prvu tvornicu pneumatika u Kini. Investicijsko ulaganje od 185 milijuna eura u Hefei u provinciji Anhui ima godišnji kapacitet proizvodnje od 4 milijuna pneumatika, a planira se daljnja ekspanzija na 16 milijuna pneumatika.

Svake godine proizvede se gotovo milijarda pneumatika, a gotovo je jednaka količina pneumatika uklonjena iz vozila i definirana kao otpad prema Europskoj udruzi za recikliranje pneumatika (ETRA, *European Tyre Recycling Assn.*). Samo u EU-u svake godine oko 3,5 milijuna tona pneumatika postaju

otpad, a kako pneumatici sadrže brojne komponente koje se mogu izdvojiti za ponovnu upotrebu, tako i recikliranje ima ekonomski smisao.

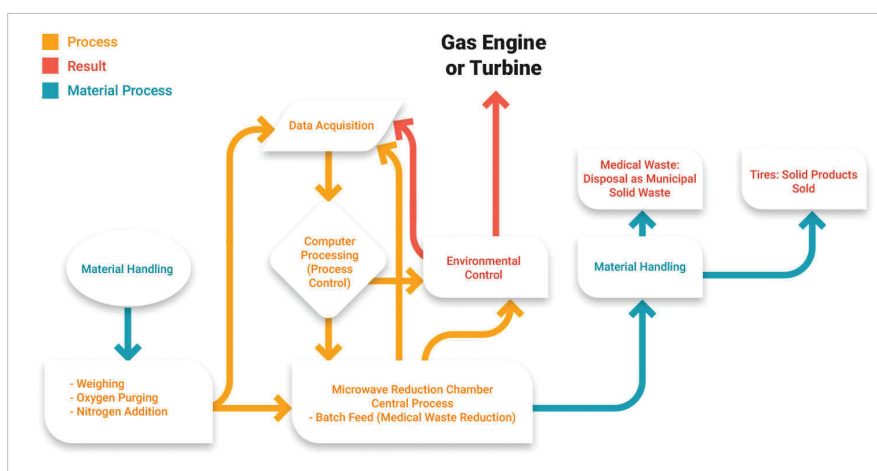
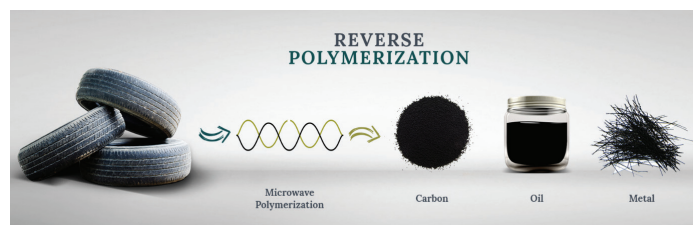
Proizvodnja 1 kg recikliranog granulata gume troši 2200 Btu, dok proizvodnja čiste gume troši više od 120 000 Btu za istu kvalitetu, kažu u ETRA-i. Tipični pneumatik je oko 47 mas. % guma (od prirodnog ili sintetskog kaučuka), 22 mas. % čađa i silika, 15 do 25 mas. % metal, kao i tekstili, cinkov oksid, sumpor i aditivi. Izazov recikliranja je taj što upravo svojstva koja čine gume izdržljivima i sigurnima otežavaju povrat komponenti u korisnom obliku.

Standardni način recikliranja guma bio je mehaničkim metodama, kao što su mljevenje, i rezanje, koje fizički odvajaju glavne komponente čelik i gumene čestice. Iako je riječ o staroj tehnologiji u industriji otpada, mehaničke se metode kontinuirano poboljšavaju kako bi se smanjili troškovi i poboljšala kvaliteta recikliranih proizvoda.

U napisu je dan i pregled kemijskih načina uporabe gumenih proizvoda. Tvrtka Klean Industries, osnovana 2005. godine, razvija patentirani proces toplinske depolimerizacije koji kombinira pirolizu i plinifikaciju za pretvaranje pneumatika u čađu, čelik i ugljikovodike.

Alternativni proces je razvila tvrtka Environmental Waste International Inc. iz Kanade. Postupak koji primjenjuje naziva reverzna polimerizacija, a upotrebljava mikrovalove za prekid kemijskih veza u gumi. Za razliku od pirolize, u kojoj se toplina dovodi izvana, mikrovalovi materijal zagrijavaju iznutra. Princip za grijanje analogan je onome koji se primjenjuje u mikrovalnim pećnicama, ali djeluje na frekvenciji koja rezonira u vezama unutar ugljikovodika umjesto onih u molekulama vode. Kao rezultat toga proces radi ispod 300 °C u usporedbi sa 700 °C do 800 °C tipičnim za pirolizu kojom se proizvodi znatno više čađe.

Chem. Eng. 118 (9) (2011) 17-21



Slika 3 – Postupak reverzne polimerizacije (RP) uključuje izravnu primjenu visokoenergetskih mikrovalova u organski otpad kako bi se materijali stavili u jednostavnije kemijske komponente. Mikrovalna energija upotrebljava se za pobudu i pucanje molekulske veze. Proces RP može se podijeliti na procese temeljene na tri ključne karakteristike: 1. Primjena mikrovalova događa se u okolini bogatoj dušikom (kisik se uklanja). Stoga se ne događa oksidacija otpada. 2. Reakcija se događa pri relativno niskoj temperaturi komore od 150 °C do 350 °C, ovisno o primjeni. 3. Kontrola procesa preciznija je kada se mikrovalna energija fokusira, a ulaz energije je promjenjiv, omogućujući željenu količinu unosa energije po jedinici mase otpada. (izvor: <https://www.ewi.ca>)

H. A. Baez, N. M. Assaf-Anid

Novi i konvencionalni pristupi sterilizaciji

(Novel and Conventional Approaches to Sterilization)

Održavanje uvjeta visoke čistoće u kemijskoj procesnoj industriji najviše ovisi o tehnikama koje se primjenjuju za sterilizaciju. Kao metoda inaktivacije ili uklanjanja potencijalno štetnih mikroba, sterilizacija se može postići nizom različitih pristupa. U napisu je dan pregled sterilizacija upotrebom pare, zračenja, obrade etilen-oksikom i novijih tehnologija. Svaki pristup ima prednosti i nedostatke, a odabir može imati velik utjecaj na kvalitetu i sigurnost proizvoda. S obzirom na to da je etilen-oksik (EtO) plin na sobnoj temperaturi i tlaku, može se upotrebljavati pri nižim temperaturama i smatra se "zlatnim standardom" za niskotemperaturnu sterilizaciju. Biološki, etilen-oksik djeluje alkiliranjem DNA, koja narušava stanične procese. To čini etilen-oksik učinkovitim protiv bakterija i gljivica, kao i protiv mikrobnih spora. Svojstva koja čine etilen-oksik učinkovitim agensom za sterilizaciju također čine opasnost za one koji mogu biti izloženi spoju.

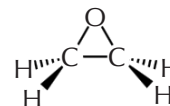
Primjenom ionizirajućeg zračenja, zračenjem kratkih valnih duljina, remete se kovalentne veze te predstavlja učinkovitu metodu sterilizacije materijala i površina. Ionizirajuće zračenje stvara reaktivne vrste u stanicama koje uništavaju mikrobnu DNA. Tri koraka interakcije ionizirajućeg zračenja s biološkom i kemijskom tvari sastoje se od fizičke faze u kojoj se apsorbira zračenje; fizikalno-kemijske faze u kojoj se uspostavlja toplinska ravnoteža unutar sustava i kemijske faze, kada reaktivne vrste difundiraju i reagiraju sa susjednim molekulama. Sve tri faze pojavljuju se unutar mikrosekundi, čineći cjelokupni proces ionizirajućeg zračenja vremenski vrlo učinkovitim.

Upotreba pare za deaktivaciju stanica mikroba denaturiranjem staničnih proteina i drugih makromolekula druga je uobičajena metoda sterilizacije. Sterilizacija parom široko se primjenjuje zbog svoje visoke učinkovitosti, niske reaktivnosti i niskih troškova. Jedan alat za parnu sterilizaciju je autoklav, gdje je komora napunjena parom pri optimalnoj temperaturi i vremenu kako bi se povećala učinkovitost ubijanja mikroorganizama.

Sterilizacija se također može postići suhom toplinom, upotrebom industrijske peći koja primjenjuje konvekcijsko grijanje. Zagrijavanje konvekcijom događa se kada se toplina prenosi kroz medij pokretanjem svojih dijelova. Industrijske konvekcijske peći važne su za HEPA (eng. *high-efficiency particulate air*) filtriranje. U takvim primjenama zrak se zagrijava grijanjem pećnice prirodnom konvekcijom i prenosi u zrak prisilnim konvekcijom. Sterilizacija suhom toplinom ubija mikroorganizme koagulacijom proteina na povišenim temperaturama. Relativno malo istraživanja provedeno je na području

sterilizacije suhim grijanjem, jer je proces dugotrajan i teško ga je kontrolirati.

Plazma (ionizirani plin) nastaje primjenom elektromagnetskog polja na plin. Elektromagnetsko polje stvara raspon čestica, uključujući fotone, elektrone i neutralne čestice. Aktivni agensi sterilizacije plazmom su ultraljubičasti fotoni i slobodni radikali (obično kisik s nesparenim elektronima). Vodikov peroksid u evakuacijskoj komori često se upotrebljava kao izvor radikala u sterilizaciji plazmom. Mehanizam kojim se mikroorganizmi ubijaju plazma zračenjem ima tri komponente. Prva komponenta je UV zračenje, koje izravno šteti mikroorganizmovom DNA. Druga komponenta je fotodesorpcija, pri čemu UV fotoni prekidaju veze u materijalu mikroba, što dovodi do formiranja hlapljivih nusproizvoda koji se sami uklanjaju. Treća komponenta uključuje adsorpciju reaktivnih vrsta na mikroorganizam. Reaktivne vrste prolaze kroz kemijske reakcije te se stvaraju nestabilne male molekule. Kada je uklonjena dostatna razina materijala, a DNA je oštećena, mikroorganizam umire. Prednost primjene metode sterilizacije plazmom je potencijal za održavanje relativno niskih temperatura ($\leq 50\text{ }^{\circ}\text{C}$), što omogućuje da materijali na osnovi polimera ostaju neizmijenjeni. Također, sterilizacija plazmom sigurna je za operatera i ne ostavlja otrovne ili štetne kemijske ostatke. Sterilizacijski ciklusi plazmom mogu biti relativno kratki.



Etilen-oksik (oksiran, epoksietan; $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$, $(\text{CH}_2)_2\text{O}$) tročlani je ciklički eter. Bezbojan, otrovan i zapaljiv plin, a sa zrakom stvara eksplozivnu smjesu. Talište mu je $-112,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, a vrelište $10,4\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Upotrebljava se kao fumigant za namirnice i tekstil, za sterilizaciju kirurških instrumenata, opreme i tvari osjetljive na visoke temperature, jer u plinovitom stanju uništava bakterije, plijesni i gljivice.

Upotrebljava se i kao sirovina za pripravu akrilonitrila, etilen-glikola, poli(etilen-oksida) (PEO), poli(etilen-glikola) (PEG) i neionskih površinski aktivnih tvari.

Chem. Eng. 115 (9) (2008) 42–45