

Biopolimer kazein: od mlijeka do tekstilnog vlakna

Ana Čale, ana.cale1989@gmail.com

Marko Omazić, omazic89@gmail.com

Originalna ideja

Sažetak:

Organski sintetski polimerni materijali (polimeri), u posljednjih pola stoljeća, zahvaljujući velikoj raznolikosti svojstava pronašli su široko područje primjene u svim područjima ljudske djelatnosti. Polimeri se u svakodnevnom životu sve više koriste kao idealna alternativa štetnijim i/ili manje dostupnim materijalima radi čega im je proizvodnja i potrošnja svake godine u porastu. Većina su današnjih polimernih materijala sintetski polimeri proizvedeni na osnovi petrokemikalija te su otporni na okolišne uvjete tj. značajan su izvor onečišćenja okoliša jer se sintetski polimerni otpad ne razgrađuje i zahtjeva nove načine obrade i prerade. Iz tih razloga, ulažu se sve veći naponi u razvoj razgradljivih polimera, biopolimera, jer podliježu procesu razgradnje nakon odlaganja čime ne zagađuju okoliš i smanjuju emisiju CO₂ u atmosferu, te razvijaju održivi razvoj. Cilj razvoja biopolimera jest razviti primjenska svojstva da ona budu slična svojstvima sintetskih polimera, a da se zadrži svojstvo biorazgradljivosti i biokompatibilnosti. No visoki troškovi razvoja i ekonomska neisplativost, ograničavajuća toplinska, mehanička i barijerna svojstva predstavljaju glavne mane za komercijalnu proizvodnju.

Kazein, glavni mliječni protein (oko 80%), ubraja se u biopolimere jer polimerizacijom umrežavanjem uz djelovanje kiseline nastaju dugački lanci kazeinskih molekula. Komercijalna upotreba kazeina je započela u dvadesetom stoljeću i danas se najviše koristi u prehrambenoj industriji, a primjena kao tekstilnih vlakana dolazi sve više do izražaja.

Proteinska vlakna su izrazito skupa za proizvodnju i ekološki neprihvatljiva pošto se dobivaju iz biljnih i životinjskih proteina, a razvoj regenerirane celuloze i sintetičkih vlakana doveo je do velikog smanjenja proizvodnje proteinskih vlakana. Zato bi proizvodnja tekstilnih vlakana iz kazeina koja pokazuju dobra svojstva, ekološku prihvatljivost i nisku cijenu proizvodnje dovela do velikog preporoda u proizvodnji proteinskih vlakana.

Hrvatska bi umjesto uvoza kazeina iz inozemstva, mogla stvoriti industrijsku proizvodnju kazeina u različite svrhe radi velikih količina dostupnog mlijeka i male cijene proizvodnje.

Laboratorijski, kazein je iz mlijeka dobiven metodom zakiseljavanja pri čemu dolazi do taloženja kazeina koji se potom izdvaja centrifugiranjem (iz 100 kg mlijeka, moguće je dobiti oko 3 kg kazeina). Uzorci kazeina mogu biti formirani u različite oblike prije sušenja na sobnoj temperaturi kroz 24 h i po potrebi u sušioniku na oko 40 °C 2-3 h. Kako bi se dobio uvid u svojstva laboratorijski dobivenih uzoraka kazeina, provedene su metode

karakterizacije: termogravimetrijska analiza, diferencijalna pretražna kalorimetrija, infracrvena spektroskopija, skenirajuća elektronska mikroskopija. Usporedbom svojstava komercijalnog i sintetiziranog kazeina pokazano je da ne postoje veće razlike tj. sintetizirani kazein pokazuje podjednako dobra svojstva kao i komercijalno dobiveni kazein.

Postupak dobivanja tekstilnih vlakana iz kazeina sastoji se u otapanju kazeina u alkalnom mediju i umrežavanju s limunskom kiselinom. Kazeinski prah se otapa u otopini natrijevog hidroksida i koagulira otopinom natrijevog sulfata i octene kiseline. Kako bi se poboljšala mehanička svojstva i nepropusnost na vodu, kazeinska vlakna se umrežavaju limunskom kiselinom. Kazeinska vlakna bez procesa umrežavanja pokazuju nestabilnost, topljivost u vodi, malu čvrstoću i istezanje te ne mogu biti orijentirana. Nakon procesa umrežavanja vlaknima su poboljšana mehanička svojstva (čvrstoća i istezanje), nepropusnost na vodu do 90 °C i stabilnost pri pH 3-9 što im omogućuje upotrebu u tekstilnoj industriji kao tekstilna vlakna.

Ključne riječi:

Biopolimer, Kazein, Proteinsko vlakno, Umrežavanje, Biokompatibilnost

Inovativnost/značaj za područje:

- Potreba za proizvodnjom ekološki prihvatljivih materijala je sve veća
- Kazein je komercijalno dostupan biopolimer sa širokim spektrom primjene radi ekoloških svojstava, biorazgradljivosti te jednostavne prerade
- Proizvodnja kazeina u Hrvatskoj ne zadovoljava količinom i kvalitetom što dovodi do uvoza komercijalnog kazeina
- Količine mlijeka pred istekom roka uporabe i npr. mlijeko koje su mljekari bacili 2012. godine kod Đakova, mogu biti iskorištene za proizvodnju kazeina što bi smanjilo uvoz, očuvalo okoliš i razvilo novu granu prerađivačke industrije.
- Iako se najveće količine kazeina koriste u prehrambenoj industriji, mogućnost proizvodnje tekstilnih vlakana iz kazeina predstavlja veliki napredak u tehnologiji proizvodnje materijala. Proizvodnja proteinskih vlakana je skupa i ima malen udio (3,5-4%) u svjetskoj proizvodnji vlakana jer su vuna i svila skupa vlakna u odnosu na pamuk i poliester.
- Postupak proizvodnje tekstilnih vlakana iz kazeina je ekološki prihvatljiv, jeftin i jednostavan, a dobivena vlakna pokazuju dobra primjenska svojstva.

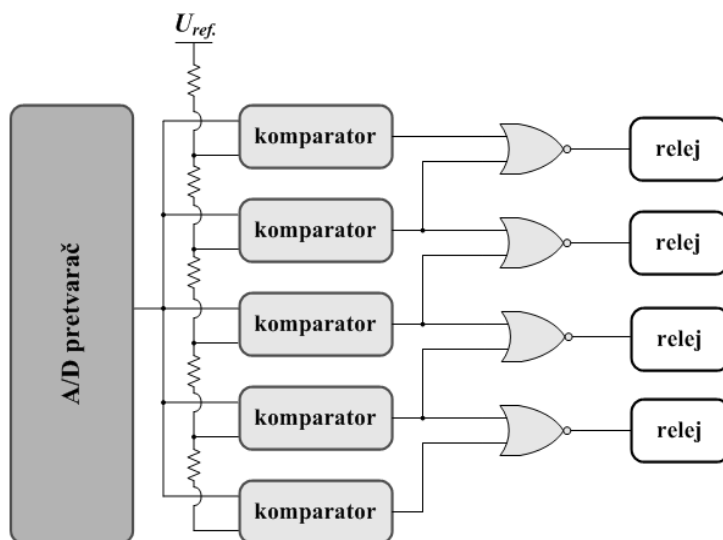
Računalno upravljani potenciostat s jedinstvenim automatskim odabirom mjernog područja

Marin Kovačić, mkovacic1@fkit.hr

Originalna ideja

Sažetak:

U ovom radu predstavljena je izvedba potenciozata čija je cijena znatno niža od komercijalnih rješenja te predstavlja odmak od potenciozata opisanih u recentnim znanstvenim radovima. Autori razvijaju uglavnom potenciostate čije su odlike malena potrošnja energije, kompaktnost te veliki stupanj integracije (VLSI, eng. Very-Large-Scale-Integration) na mikročipu. Trend minijaturizacije elektronike sveobuhvatan u današnjoj znanosti i industriji, međutim takva rješenja su male snage a postoji potreba za snažnijim uređajima. Potenciostat upravlja razlikom napona između radne i referentne elektrode pri elektrokemijskim mjerenjima. Primjena potenciozata je vrlo raširena u područjima elektroorganske sinteze, elektroanalitičke kemije, elektrobiokemije te u području ispitivanja i istraživanja materijala. Predložen potenciostat koristi tržišno lako dostupna JFET operacijska pojačala koje karakterizira vrlo velik ulazni otpor. Bootstrap tehnikom povećana je amplituda napona izlaza, čime se izbjegavaju skuplja i tržišno slabo dostupna operacijska pojačala. Strujno pojačanje ostvareno je pomoću protutaktnog (eng. push-pull) izlaznog stupanja s komplementarnim bipolarnim tranzistorima. Instrument koristi jedinstven pristup automatskom odabiru mjernog područja, koje osigurava vrlo jednostavno upravljanje. Putem digitalno-analognog pretvarača zadaje se napon koji komparatori (čiji je broj jednak n) uspoređuju s referentnom vrijednošću. Izlaz komparatora poprima binarnu vrijednost 1 ako je zadani napon veći od referentnog. Nakon komparatora slijede kaskadno spojeni NILI (eng. NOR) logički sklopovi (broj sklopova jednak je $n-1$) (slika 1). Logički sklopovi upravljaju relejima koji uključuju, odnosno isključuju otpornike u transimpedancijskom pojačalu za određeno mjerno područje struje. Povećanjem napona uključuju se releji koji paralelno spajaju otpore od viših prema nižim vrijednostima. Efektivan otpor paralelno spojenih otpora pojedinačnih vrijednosti npr. $1\text{ M}\Omega$, $100\text{ k}\Omega$, $10\text{ k}\Omega$ te $1\text{ k}\Omega$ efektivno iznosi $900\ \Omega$. Ovakav pristup osigurava upravljanje mjernim područjem potenciozata isključivo putem mijenjanja jedne varijable, čime se znatno pojednostavljuje program koji upravlja uređajem.



Slika 1. Blok shema sklopa za automatski odabir mjernog područja.

Potenciostat također sadrži generator funkcija za primjenu u cikličkoj voltimetriji, aktivnu zaštitu od kratkog spoja pomoću ograničavanja izlazne struje te zaštitu od pregrijavanja. Potenciostat također posjeduje jedinstven krug za tzv. meko pokretanje (eng. soft-start), odnosno ograničavanje struje uklopa (eng. inrush current) prilikom uključenja uređaja. Ispražnjeni kondenzatori predstavljaju kratak spoj pa prilikom uključenja struja je višestruko veća nego prilikom normalnog rada uređaja. Upravljačka elektroda n-kanalnog MOSFET tranzistora spojena je pomoću naponskog djelila na pozitivnu granu napajanja, dok je na izvor spojen dvopolni relej. Pol releja koji je zatvoren kada zavojnica nije magnetizirana spojen je na otpornike koji ograničavaju struju uklopa. Tako je prilikom uključenja uređaja struja ograničena na sigurnu vrijednost. Kako naboj na kondenzatorima raste, tako raste i napon napajanja a posljedično i napon djelila. Kada napon na djelilu prijede ~ 4 V MOSFET tranzistor počinje voditi struju i uključuje relej, čime se iskapča pol na kojem su otpornici i prebacuje na pol koji predstavlja vodič niskog otpora. Predložen potenciostat predstavlja potencijalno atraktivno rješenje studentskim i istraživačkim laboratorijima, uz perspektivu daljnjeg usavršavanja i poboljšanja mogućnosti uređaja. S obzirom na vrijednost tržišta analitičkih instrumenata od gotovo 13 milijardi američkih dolara, ovaj instrument upotpunio bi atraktivan i dinamičan tržišni segment povoljnijih instrumenata. Djelovanje potenciostata ispitano je pomoću računalnih simulacija.

Ključne riječi:

Potenciostat, automatski odabir mjernog područja, transimpedancijsko pojačalo

Inovativnost/značaj za područje:

Mnogi autori izbjegavaju automatski odabir strujnog mjernog područja ili pribjegavaju ručnom odabiru zbog složenosti upravljačke elektronike. Predstavljen je jednostavan način upravljanja strujnim mjernim područjem, odnosno odabira otpornika u transimpedancijskom pojačalu, koji zahtijeva jedan analogno-digitalni te jedan digitalno-analogni kanal mikrokontrolera ili akvizicijske kartice što povoljno utječe na smanjenje cijene dijelova instrumenta. Zahvaljujući tomu što se mjernim područjem transimpedancijskog pojačala upravlja isključivo putem jedne varijable, upravljački program je znatno pojednostavljen. Predstavljen pristup je alternativa tzv. current shuntu (Cottis, 1989.) koji zahtijeva više analogno-digitalnih kanala ili multipleksiranje.

Predstavljeno rješenje je potencijalno komercijalno isplativo, obzirom na to kako je tržište analitičkih instrumenata vrijedno gotovo 13 milijardi dolara. Daljnji razvoj potencioštata mogao bi uroditi atraktivnim visokotehnološkim proizvodom. Pojednostavljena inačica potencioštata može poslužiti i u praktičnoj nastavi fakulteta, kao spona koja bi studentima zorno povezala područja elektrokemije, elektrotehnike, primjenu i programiranje računala ta mjerenje i automatsko vođenje.

Analiza rashladnog sustava sintezne sekcije postrojenja za proizvodnju amonijaka

Ekatarina Kristan, ekristan@gmail.com

Karla Huljev, karla.huljev@gmail.com

Originalna ideja

Sažetak:

Kod industrijskih procesa često su nužne rekonstrukcije procesa s ciljem povećanja energetske učinkovitosti, kapaciteta proizvodnje te smanjenja onečišćenja. Često se poboljšanjem rada jedne procesne jedinice unutar procesa poremeti rad ostalih jedinica u postrojenju te je potrebno analizirati rad tih jedinica i po potrebi ih prilagoditi novonastaloj situaciji, kao što je postignuto u ovom radu. Analiziran je rashladni sustav sintezne sekcije postrojenja za proizvodnju amonijaka iz tranzicijske zemlje jugoistočne Europe, projektiranog od strane američke tvrtke Pullman Kellogg LTD. Dvadesetak godina kasnije, tvrtke Ammonia Casale i Air-Product rekonstruirale su postojeće postrojenje, primjenom novih tehnologija, u svrhu povećanja energetske učinkovitosti, smanjenja emisija štetnih plinova u okoliš te povećanja kapaciteta proizvodnje.

Uz sva postignuta poboljšanja i dalje postoji mogućnost za dodatnim uštedama te je stoga osnovna svrha ovog rada dodatno poboljšati rad procesa s ciljem energetske učinkovitosti po količini gotovog produkta. Simulacijom modela procesa, u programskom paketu ChemCAD, dobiven je uvid u postojeće stanje postrojenja kako bi se potom omogućila provedba integracije topline, pinch tehnologijom, i naposljetku postigla eventualna poboljšanja rada rashladnog sustava, s naglaskom na energetske uštede. Kako je rekonstrukcijom sinteznog dijela rashladni dio procesa ostao nepromijenjen, osnovni cilj pinch analize je odgovoriti na pitanja kao što su: jesu li postojeći procesi energetske učinkoviti, koje se promjene i investicije mogu učiniti kako bi se postigla dodatna poboljšanja, kako povezati energetske učinkovitost i ostale ciljeve, kao što su smanjenje emisija te povećanje proizvodnje konačnog produkta, u jedan strateški plan. Toplinska analiza procesa provedena je primjenom pinch tehnologije, algebarskom metodom, pomoću tabličnog kalkulatora Pinch Analysis Spreadsheet. Koraci pinch analize uključuju traženje pogonske sile u vidu minimalne temperaturne razlike i to one koja prema literaturnim referencama, navedenim u radu, najbolje opisuje problem rashladnog sustava sintetiziranog amonijaka. Sljedeći korak odnosi se na izradu velikih sastavnih krivulja pri čemu su promatrana dva odvojena slučaja jer sustav obuhvaća amonijak kao rashladno sredstvo, koji u usporedbi s vodom ima izrazito nižu temperaturu vrelišta. Posljednjim korakom toplinske analize razvijene su mreže izmjenjivača topline na pripadajućim pinch točkama te su, poštujući pravila pinch analize, spojene hladna i topla strana izmjenjivača.

Mrežom je grafički određeno kako četiri izmjenjivača topline nisu dobro integrirana te za proces izmjene topline troše veće količine rashladnog sredstva nego je potrebno. Iz tog se razloga javila potreba za presijecanjem struja regulacijom vrijednosti protočnih toplinskih kapaciteta, odnosno preusmjeravanjem tokova. Kako je proces proizvodnje amonijaka izrazito energetska zahtjevan čak i minimalan povrat tvari i topline može rezultirati značajnim energetska uštedama kao što je i dobiveno cjelokupnom analizom rashladnog sustava. Za izmjenjivače topline kod kojih nije postignuta potpuna integracija topline postiglo se smanjenje energetska potreba za čak više od deset puta, a u pojedinim konkretnim slučajevima i bez uvođenja dodatnog pomoćnog medija. Ukoliko bi se navedene promjene uzele u obzir, u postrojenju bi se na godišnjoj razini postigle značajne ekonomska uštede.

Ključne riječi:

integracija rashladnog sustava, pinch tehnologija, energetska uštede, smanjenje potrošnje rashladnog sredstva

Inovativnost/značaj za područje:

Prema istraživanjima IFA-e iz 2008. godine procjenjuje se kako čak 1,2% svjetskog utroška energije otpada na proizvodnju mineralnih gnojiva, od čega se 87% troši na proizvodnju amonijaka te je stoga potrošnja energije u proizvodnji jedan od pokazatelja tehnološke učinkovitosti samog procesa. Dakle, svaki pokušaj promjene u proizvodnom procesu, dugoročno gledano, ima značajan utjecaj čak i ako su potrebne dodatne investicije. Isto tako, voda, kao resurs ograničenih količina, koristi se u velikim količinama, stoga je jasno da uštedom vode štedimo dodatno i na energiji. Upravo zbog toga, istovremeno racionalno gospodarenje vodom i energijom jedna je od ključnih pretpostavki održivog razvitka. Posljednjih je godina ovoj temi posvećeno mnogo pažnje kako u industriji, tako i u akademskoj zajednici te su se javili brojni pokušaji za unapređivanjem tehnologije. Značaj ovog rada leži u činjenici da se integriranim pristupom može značajno doprinjeti uštedama kako u energetska tako i ekonomskom smislu.