

www.riteh.uniri.hr
zoran.jurkovic@riteh.hr
tel.: +385 51 651 466
fax: +385 51 651 468



Sveučilište: Sveučilište u Rijeci
Fakultet: Tehnički fakultet

Akadska godina: 2010-2011



ZAVRŠNO IZVJEŠĆE o studentskoj praksi

Student: Ivan Hrzić
Matični broj studenta: 0069039695
Studijska godina: 1. godina diplomskog studija
Modul: Računarsko inženjerstvo

Ime akademskoga mentora: doc.dr.sc. Zoran Jurković
Ime industrijskoga mentora: Goran Bešlić

2011., Rijeka



1. Opće informacije

Student			
Ime studenta: Ivan Hržić		Studijska razina: <input type="checkbox"/> Preddiplomski <input checked="" type="checkbox"/> Diplomski	
Matični broj: 0069039695	Adresa e-pošte: ihrzic@riteh.hr		Telefon: 098/928-2305
Razdoblje prakse	Od: 30.05.	Do: 06.07.	Broj sati: 120
Akademska institucija			
Sveučilište: Sveučilište u Rijeci			
Fakultet: Tehnički fakultet			
Adresa: Vukovarska 58		Grad: Rijeka	
Ime akademskoga mentora: Zoran Jurković		Pozicija: docent	
Adresa e-pošte: zoran.jurkovic@riteh.hr		Broj telefona: 051/651 466	
Poduzeće/institucija u kojem se ostvaruje praksa			
Ime: DINA – Petrokemija Omišalj d.d.			
URL: www.dioki.hr			
Adresa: Poje 1, Omišalj		Grad: Omišalj	
Ime industrijskoga mentora: Goran Bešlić		Pozicija: Inženjer procesa proizvodnje	
Adresa e-pošte: goran.beslic@dina.hr		Broj telefona: 051/655-228	

2. Zahvalnice

Prije svega želim se zahvaliti voditelju postrojenja za proizvodnju polietilena niske gustoće gospodinu Miši Vrcelju što mi je dozvolio i omogućio obavljanje stručne prakse u tom pogonu.

Veliku zahvalu upućujem mentoru Goranu Bešliću, dipl. ing., na ostvarenoj suradnji, njegovoj strpljivosti, dostupnosti, prenesenom znanju i ukazanoj pomoći prilikom obavljanja stručnih zadataka.

Također zahvalu želim uputiti svim djelatnicima postrojenja koji su mi pomagali i učinili rad na postrojenju dodatno zanimljivim.

3. Uvod

DINA Petrokemija Omišalj smještena je na sjevernoj strani otoka Krka, oko 25 km udaljeno od Rijeke. Rasprostire se na površini od približno 2,3 km² te zapošljava oko 340 radnika. Uključuje postrojenje za proizvodnju polietilena niske gustoće (LDPE – Low Density PolyEthylen), postrojenje VCM-a, pristanište brodova koji dovode osnovnu sirovinu – etilen, energanu, skladišta (centralno i pomoćna), pomoćna postrojenja (skladištenje i dobava etilena, industrijske vode, odvlaženog zraka, itd.), službu nabave i komercijale, kadrovsku službu, vatrogasnu službu. Cijelo postrojenje ima kompletnu cestovnu infrastrukturu, a osiguran je i prijevoz radnika autobusima.



Slika1: DINA Petrokemija Omišalj

Tehnološki opis postrojenja za proizvodnju polietilena niske gustoće

Postrojenje proizvodi termo - plastični polietilen niske gustoće (PE-LD ili LDPE) polimerizacijom etilena na visokom pritisku u cijevnom reaktoru.

U osnovi proces se dijeli na:

1. tlačenje etilena na pritisak od 2600 bara
2. katalitičku reakciju slobodnih radikala iniciranu peroksidima
3. odvajanje polimera od neizreagiranog etilena
4. hlađenje i peletiranje polietilena
5. hlađenje i povrat neizreagiranog etilena

Postrojenje uključuje uređaje za transport, miješanje, uvrećavanje, skladištenje, ukrcaj i otpremu proizvedenog polietilena. Finalni proizvod je termo plastični polietilen niske gustoće (skraćene oznake PE-LD ili LDPE) u obliku peleta (granula) oko 3 mm u promjeru.

Polietilen se otprema u rasutom stanju (auto cisterne), pakiran u kutije ili u 25 kg vreće na drvenim paletama - u pravilu 50 vreća na drvenoj paleti - 1250 kg, omotano samostezajućom haubom.



Slika2: Postrojenje za proizvodnju polietilena niske gustoće

4. Ciljevi PSP-a (Program studentske prakse) i metodologija

Nakon upoznavanja s tehnološkim procesom pogona za proizvodnju polietilena tvrtke DINA – Petrokemija, u suglasnosti s mentorom ustanovili smo program studentske prakse. S obzirom da sam se pri izvršavanju prve stručne prakse, također u navedenom pogonu, upoznao s radom Hyper kompresora, ovog puta program prakse bio je svojevrsna nadogradnja. Program također uključuje proces tlačenja, ali je cilj usmjeren na detaljno upoznavanje rada visokotlačne injekcione crpke i obavljanje redovitog servisa.



Program studentske prakse sastoji se od četiri djela:

1. Upoznavanje sa sustavom skladištenja, namješavanja, doziranja peroksida i njihovim svojstvima
2. Upoznavanje s procesom tlačenja i reakcije
3. Princip rada visokotlačnih injekcionih crpki
4. Provjera stanja i servis nepovratnog ventila

Samom obilasku pogona prethodile su upute u slučaju opasnosti, evakuacijski plan i osnovni elementi zaštite na radu. Prvi dio programa izvršen je na početku izvođenja stručne prakse. Uz pomoć mentora upoznao sam se sa svim elementima proizvodnog procesa koji uključuju perkoside: skladištenje, namješavanje, doziranje i njihova svojstva. Nakon toga uslijedio je drugi dio izvedbenog programa: opis procesa tlačenja i reakcije. Korištenjem pripadne literature, uz pomoć mentora, obilaskom pogona i radione, upoznao sam se sa sustavom tlačenja etilena u reaktor, kao i sa samom reakcijom dobivanja polietilena. Time je zaključen prvi tjedan izvršavanja stručne prakse.

Početak drugog tjedna uslijedilo je detaljno upoznavanje s principom rada visokotlačnih injekcionih crpki koje služe za injekciju peroksida u reaktor. Radi kompleksne tehničke izvedbe navedenih crpki, zahtjevnosti za velikom preciznošću u njihovom radu, stroge definicije parametara i režima rada, potrebno je detaljno proučiti princip njihovog rada i ulogu u tehnološkom procesu. Iz navedenih razloga upoznavanje s principom rada visokotlačnih injekcionih crpki trajalo je tjedan dana.

Početak trećeg radnog tjedna kompletirali smo naučeno o injekcionim crpkama i krenuli u analizu stanja nepovratnih ventila. Prije same provjere stanja bilo je potrebno proučiti princip rada ventila i osnovne elemente. Nakon toga ustanovljeno je njihovo stanje te je zaključeno da treba napraviti servis jednog ventila. Uslijedila je demontaža ventila i odlazak u radionu. Demontaža je izvedena uz pomoć mehaničara koji je detaljno pojasnio svaki korak. Nakon toga ventil je rastavljen, napravljen je servis i kasnije ponovno sastavljen. Tek prilikom servisiranja ventila postalo je jasno koliko je kompleksan njihov rad te koliko parametara treba uzeti u obzir kako bi u potpunosti funkcionirali.

Za upoznavanje navedenih sustava, strojeva i uređaja korištena je sva dostupna literatura pogona za proizvodnju polietilena te specijalna uputstva za rad pojedinih strojeva.



Za izvršavanje ovog, ali i svih ostalih zadataka osigurani su povoljni radni uvjeti u smislu uredskog prostora, mogućnosti nošenja privatnog laptopa, stalne dostupnosti mentora, ali i ostalih kolega inženjera, mehaničara i operatera.

5. Opis posla i rezultati

Prvi zadatak upoznavanja svih sustava tehnološkog procesa koji se odnose na perokside sastoji se od obilaska postrojenja. Pod vodstvom mentora napravljen je obilazak pogona, a osobiti naglasak stavljen je na kompresornicu, reaktor i sustave vezane uz skladištenje, namješavanje i doziranje peroksida. Nakon obilaska uslijedila je diskusija te upoznavanje s literaturom koju treba proučiti da bi riješili zadatak.

Ovaj zadatak služi kao uvodno svladavanje znanja koja su potrebna za bolje shvaćanje i rješavanje kompleksnijih zadataka koji slijede. Važno je načelno shvatiti principe rada i ulogu, kako pojedinačnih radnih strojeva, tako i kompletnog sustava. Prva dva dana, prilikom obavljanja stručne prakse, u cijelosti su bila posvećena upoznavanju navedenih sustava.

Upoznavanje sa sustavom skladištenja, namješavanja, doziranja peroksida i njihovim svojstvima

Organski peroksidi koriste se u tehnologiji proizvodnje polimera gotovo 30 godina, te je u tom smislu razvijena čitava lepeza peroksida koji se koriste kao katalizatori polimerizacije. Peroksidi se dovozi od proizvođača na lokaciju DINA u metalnim 1-tonskim kontejnerima (IBC) u razrijeđenom stanju kao otopine u izododekanu te se skladišti u posebnom skladišnom prostoru odnosno skladišnim rashladnim komorama.

IBC spremnici su priključeni na instalaciju i cijeli proces namješavanja odvija se potpuno automatski upravljajući kontrolnim sustavom postrojenja. Priprema peroksidne smjese za doziranje u reakcijske zone sastoji se od programiranog namješavanja smjese strogo definiranih količina 4 ili 3 vrste peroksida s izododekanom za svaku reakcijsku zonu posebno i



svaka smjesa ispušta se u dnevni tank za tu smjesu, odnosno reakcijsku zonu. Nakon namješavanja, peroksidi se iz dnevnih tankova dobavljaju do visokotlačnih klipnih crpki (BP-400) kojima se direktno injektiraju u reakcijsku smjesu, u 4 reakcijske zone. Tu se na povišenoj reakcijskoj temperaturi razgrađuju i stvaraju slobodne radikale koji potiču reakciju polimerizacije. Zahvaljujući svojoj reaktivnosti, peroksidi omogućuju povećanje konverzije reakcije polimerizacije. Ovime se pored povećanja konverzije dobiva i značajno mirnija reakcija koju je lakše kontrolirati, a sama je manje sklona dekompozicijama što konačno rezultira povećanim kapacitetom, ali i kvalitetom konačnog proizvoda. U tehnološkom procesu primjenjuju se organski peroksidi, izododekan kao otapalo te propionaldehid kao telomer.

Predviđene su 4 vrste organskih peroksida:

- DTBP: di-tercijarni-butyl-peroksid
- TBPI: tercijarni-butylperoksi-3,5,5-trimetil-heksanoat
- TBPEH: tercijarni-butylperoksi-2-etil-heksanoat
- TBPP: tercijarni-butylperoksi-pivalat

Organski peroksidi su kemijski spojevi koji u svojoj strukturi imaju -O-O- peroksidnu vezu. Peroksidna veza je nestabilna, reaktivna veza čijim raspadom nastaju reaktivni slobodni radikali i kisik. Stabilnost organskih peroksida primarno ovisi o temperaturi: zagrijavanjem do određene temperature, koja je specifična za svaki peroksid, dolazi do samoubrzavajućeg raspada peroksida. Temperatura kod koje započinje raspad peroksida naziva se temperatura samoubrzavajućeg raspada (SADT). Raspad peroksida je izrazito egzotermna reakcija pri kojoj se oslobađa velika količina topline. Egzoternost reakcije uvjetuje ubrzanje raspada, što u nekontroliranim uvjetima može izazvati eksplozivni raspad peroksida. Produkti raspada su zapaljive plinske komponente i kisik, što uz egzotermno zagrijavanje može izazvati paljenje i eksploziju (termička eksplozija).

Za siguran transport, skladištenje, manipulaciju i procesnu primjenu organskih peroksida bitno je poznavanje temperature samoubrzavajućeg raspada (SADT), te materijala i supstanci s kojima peroksidi reagiraju. Temeljem SADT organskog peroksida definirane su temperature skladištenja (transporta) T_s i kontrolne temperature T_c , koje su niže od SADT. Temperature skladištenja T_s su optimalne temperature za stabilnost peroksida, a kontrolna temperatura T_c maksimalno dozvoljena temperatura. Uz SADT temperature važno je poznavanje i temperature kristalizacije peroksida: transport, skladištenje, manipulacija i



procesna primjena organskih peroksida mora se odvijati u temperaturnom rasponu između te dvije temperature, odnosno s temperaturama nižim od SADT temperature i višim od temperature kristalizacije. Organski peroksidi su slabo hlapive tekućine, niskog napona para. Općenito je kod većine organskih peroksida plamište iznad temperature samoubrzavajućeg raspada, odnosno plamišta produkata raspada. Iznimka je DTBP (di-tercijarni-butil-peroksid) čije je plamište +6°C, a SADT 80°C. Predviđeni organski peroksidi (DTBP, TBPIN, TBPEH i TBPP) dobro se otapaju u izododekanu. Dobavljaju se kao otopine u izododekanu različitim koncentracija i procesno se namještavaju i dodatno razrjeđuju s izododekanom na procesno potrebne koncentracije. Razređenjem, odnosno s nižim koncentracijama organskih peroksida povećava se njihova stabilnost i sigurnost rada.

Sirovine i procesni mediji:

ETILEN: - osnovna sirovina za proizvodnju polietilena niske gustoće

- kod atmosferskih uvjeta etilen je bezbojni plin, lakši od zraka
- sa zrakom tvori eksplozivnu smjesu s velikim rasponom koncentracija i zato se mora rukovati s ekstremnom pažnjom
- kod polimerizacije etilena, njegova čistoća je iznimno važna i potrebna pa se sadržaj nečistoća mora održavati na minimumu

PROPIONALDEHID: - telomerna procesna komponenta koja služi za kontrolu duljine polimernog lanca

- skladišti se u spremniku zapremine $V = 50\text{m}^3$
- bezbojna tekućina, oštrog, prodornog mirisa
- laka zapaljivost, nadražujuće djelovanje

IZODODEKAN: - koristi se za razrjeđivanje peroksida koji se koriste kao inicijatori polimerizacije

- skladišti se u spremniku zapremine $V = 50\text{m}^3$
- bistra, bezbojna tekućina bez mirisa
- slaba topljivost u vodi



- PEROKSID TBPEH:
- tercijarni-butilperoksi-2-etil-heksanoat
 - koristi se kao inicijator polimerizacije
 - skladišti se samo u određenim temperaturnim uvjetima (max 20°C)
 - maksimalna količina proizvoda u skladištu je 3m³
 - dobavlja se kao otopina u izododekanu
 - bezbojna, prozirna tekućina
 - udarac, trenje, vatra ili drugi izvori mogu uzrokovati eksploziju

- PEROKSID TBPIN:
- tercijarni-butilperoksi-3,5,5-trimetil-heksanoat
 - koristi se kao inicijator polimerizacije
 - skladišti se samo u određenim temperaturnim uvjetima (max 20°C)
 - maksimalna količina proizvoda u skladištu je 4m³
 - dobavlja se kao otopina u izododekanu
 - bezbojna, prozirna tekućina, karakterističnog mirisa
 - oksidirajuće djelovanje, nadražujuće, opasno za okoliš
 - može uzrokovati požar, nadražuje kožu, vrlo otrovno za organizme koji žive u vodi

- PEROKSID DTBP:
- di-tercijarni-butil-peroksid
 - koristi se kao inicijator polimerizacije
 - skladišti se samo u određenim temperaturnim uvjetima (max 40°C)
 - maksimalna količina proizvoda u skladištu je 11m³
 - dobavlja se kao otopina u izododekanu
 - oksidirajuće djelovanje, laka zapaljivost

- PEROKSID TBPP:
- tercijarni-butil-peroksi-pivalat
 - koristi se kao inicijator polimerizacije
 - skladišti se samo u određenim temperaturnim uvjetima (-10°C)
 - maksimalna količina proizvoda u skladištu je 4m³
 - dobavlja se kao otopina u izododekanu



- može uzrokovati požar, nadražuje kožu, vrlo otrovno za organizme koji žive u vodi

CILINDARSKO ULJE:

- svaki kompresor mora imati podmazivanje kako bi se smanjilo trenje, odnosno oštećenje materijala u dodiru.
- dio tog ulja odlazi i u procesnu stranu kompresora, u našem slučaju etilen
- kako se polietilen u mnogo slučajeva koristi za zamatanje hrane, takvo ulje, osim svojstva dobrog podmazivanja, mora zadovoljiti i određene standarde za prehranu (ne smije sadržavati toksične materije).

MINERALNO ULJE:

- bez mirisa, bistra, prozirna tekućina sa točkom vrenja na 300 °C
- koristi se za pripremu smjese aditiva koji se dodaju u neke vrste polimera
- kako je smjesa aditiv-ulje ubrizgana u separator niskog pritiska (BS-111) ona postaje dio polimera
- nije otrovno

ANTIBLOK:

- sprječava prijanjanje dva polietilenska filma.
- uobičajeni materijal za tu primjenu je silicijev dioksid ili kalcijev karbonat
- obično su ti proizvodi pakirani i isporučeni u vrećama od 25 kg
- kalcijev karbonat ima nešto slabiji „antiblok“ efekt
- oba proizvoda se isporučuju kao fini, kristalični prah

SLIP: - pospješuje proklizavanje dva polietilenska filma jer smanjuje koeficijent trenja među njima. To su obično amidi nezasićenih masnih kiselina. Prozvodi koji se koriste podsjećaju na vosak sa laganim amonijakalnim mirisom.



ANTIOKSIDANT: - poboljšava termičku stabilnost polietilena potrebnu prilikom re-ekstruzije

Potom je uslijedilo rješavanje drugog dijela zadatka koji se odnosi na upoznavanje procesa tlačenja i reakcije. Rješavanje ovog zadatka slično je kao u prethodnom, što znači da je uslijedio obilazak kompresornice i reaktora, diskusija i proučavanje pripadne literature. Mentor je temeljno objasnio principe rada kompresora, tok etilena, reaktor, regulaciju sustava, pomoćne uređaje, kontrolnu ploču.

Tlačenje i reakcija

Plinoviti etilen čistoće oko 99.5 % dolazi iz spremnika smještenih na pomoćnim postrojenjima u usisnu posudu (BD-141) primarnog kompresora (BC-141). Pritisak u posudi se regulira na oko 82 bar regulacijskim ventilom na dovodu svježeg etilena.

Svježi etilen zajedno s povratnim etilenom iz niskotlačnog povrata, preko usisne posude (BD-131) i booster kompresora (BC-131) ulazi u BC-141 gdje se tlači na oko 210 bar i dodaje visokotlačnoj povratnoj struji neizreagirano etilena. Izmjenjivač topline - hladnjak (BE-141 A) uklanja toplinu kompresije rashladnom vodom. Na istoj liniji nalaze se i izmjenjivači BE-141 B (s rashladnom vodom) i BER-141 B (s pothlađenom vodom) koji dodatno hlade struju svježeg etilena i koja se kasnije spaja nakon sustava predhladnjaka s rashlađenom strujom visokotlačnog povrata. Tok etilena iz povrata prolazi kroz seriju izmjenjivača - predhladnjaka (BE-143 i BER-101) gdje se hladi na 16 °C uz pomoć rashladne i pothlađene vode i spaja se s ohlađenim stlačenim svježim etilenom. Tako ohlađen etilen odlazi u visokotlačni (hyper) kompresor (BC - 101) koji ga tlači na 2600 bara. BC-101 je dvostupanjski recipročni kompresor.

Međuhladnjaci između I i II stupnja visokotlačne kompresije (BE-101) hlade plin na oko 16° C uz pomoć rashladne i pothlađene vode. Etilen visokog pritiska s potiska BC-101 odlazi u crijevni reaktor (BR-101) s temperaturom od oko 60° C i zagrijava se najprije u predhladnjaku gdje se na temperaturi od 160-167 °C visokotlačnim klipnim crpkama ubacuje se prvi peroksid i započinje prva reakcija polimerizacije. Vršna temperatura prve reakcijske zone održava se na oko 300°C. Održavanje temperature postiže se količinom



doziranja smjese peroksida u reakcijsku zonu. Kada temperatura prve reakcije padne na 240°C ubacuje se druga peroksidna smjesa i inicira se druga reakcija (vršna temperatura 305°C), te tako treća (vršna temperatura 305°C) i četvrta (vršna temperatura 300°C). Reakcija na taj način traje cijelom dužinom BR-101 dok smjesa plina i polimera ne utroši sav peroksid, tj. inicijator reakcije. Tijekom reakcije cijelom dužinom BR-101 do ekspanzionog ventila (BSSV-105) smjesa plina i polimera se hladi sustavom tople vode. Kako ovdje - neposredno iza ekspanzionog ventila (BSSV-105), nakon ekspanzije, dolazi do obrnutog "Joule - Thompsonovog efekta" (grijanje smjese, a ne hlađenje) to je nakon BSSV-105 pridodana rashladna sekcija (ALD zona) do visokotlačnog separatora (BS -101).

Topla voda kojom se hladi ALD zona koristi se u seriji u vodenom dijelu predgrijača na ulazu u reaktor za zagrijavanje ulaznog etilena, a kako bi se iskoristila dobivena toplina i postigla tražena temperatura za ubacivanje prve peroksidne smjese i početak reakcije polimerizacije.

Završetak prvog i drugog zadatka ujedno je označio i kraj prvog radnog tjedna obilježen uvodnim zadacima, prikupljanju temeljnih znanja i informacija o onim elementima pogona koji će biti kasnije detaljnije obrađeni.

Drugi radni tjedan započeo upoznavanjem s principom rada i ulogom visokotlačnih injekcijskih crpki. Odlaskom u pogon, mentor je detaljnim opisom naglasio glavne segmente rada crpki te njihovu implementaciju u tehnološki proces. Nakon obilaska vratili smo se u ured kako bih proučio literaturu vezanu za rad i održavanje crpki.

Visokotlačne injekcijske crpke

Uloga visokotlačnih injekcijskih crpki u tehnološkom procesu je doziranje peroksida u reaktor. Doziranje se vrši na četiri dozirna mjesta, što znači da se koriste četiri visokotlačne injekcijske crpke, po jedna za svaki tip peroksida. Oznake crpki u tehnološkom procesu su BP-400 A/B/C/D.

Tehničke specifikacije:

Oznaka pumpe u tehnološkom procesu	BP-400 A/B/C/D
Tip	HP3001-85
Godina proizvodnje	2009
Maksimalni kapacitet	30 lit/h
Maksimalni tlak	3200 bar
Operativni tlak	2600 bar
Minimalni usisni tlak	1 bar
Radna temperatura medija	- 5°C do + 50°C
Promjer stapa	8 mm
Radni tlak glavnog hidrauličkog voda	46 bar
Radni tlak kontrolnog hidrauličkog voda	20 bar
Povratni tlak stapa	15 bar
Snaga motora	11 kW
Masa	1650 kg
Masa uključujući ulje	~1950 kg
Kapacitet uljnog spremnika	380 l
Razina buke u radu	80 db

Osnovni dijelovi visokotlačne injekcijske crpke:

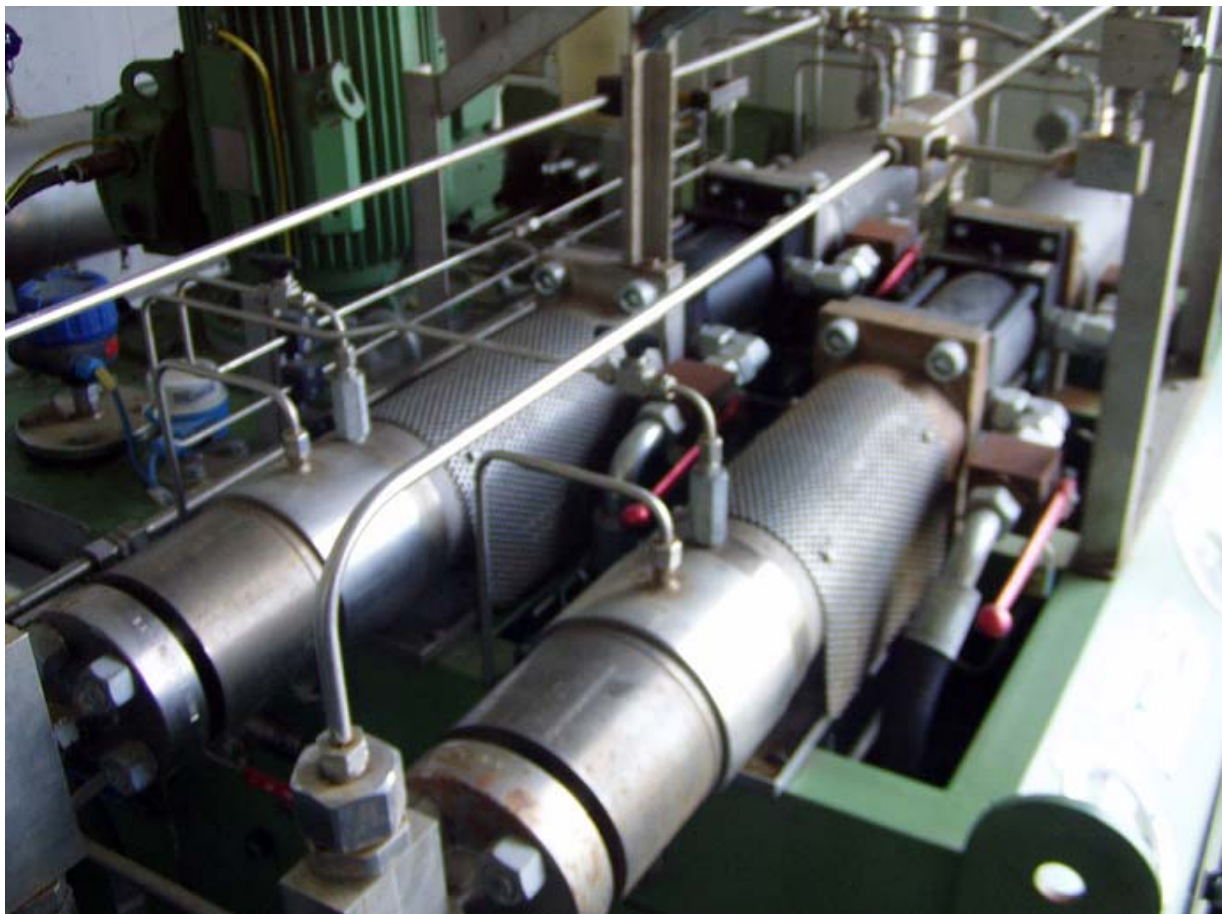
- dvostrane hidrauličke cilindarske glave
- metalni okvir s ugrađenim spremnikom hidrauličkog ulja
- elektromotori za glavni pogon i sustav podmazivanja
- uljna pumpa za podmazivanje
- aksijalna klipna pumpa unutar spremnika
- hidraulički blok koji uključuje ventile i uljne filtere
- izmjenjivač topline
- pneumatski aktuator
- oprema za upravljanje i nadzor hidrauličkog voda
- operativni cijevovodi za ispuštanje, usis i hlađenje vode
- analogni pokazivači tlaka potisa, temperature ulja, radnog tlaka glavnog i kontrolnog hidrauličkog toka



Slika 3: Visokotlačna hidraulička crpka

Injekcijske crpke BP - 400 A/B/C/D imaju po dvije crpne glave (dva cilindra s klipovima) na jednoj visokotlačnoj jedinici, a dvije visokotlačne jedinice na jednom kućištu s jednim hidrauličkim pogonom. Jedna crpna glava je procesno aktivna, a druga je pričuva. U slučaju kvara automatski se aktivira pričuvena crpna glava na istoj hidrauličkoj jedinici. Za svaki tip peroksida postoji određeno mjesto u reaktoru gdje se on injektira, odnosno dozira, što predstavlja temeljnu zadaću visokotlačnih injekcijskih crpki. Crpne glave imaju 2 cilindra smještena pod 180° , što znači da kada je stap u prvom cilindru u donjoj mrtvoj točki, u drugom, nasuprotnom cilindru, je u gornjoj mrtvoj točki. Unutar glave je ugrađen dvostrani ventil koji regulira smjer cirkulacije ulja glavnim hidrauličkim tokom i tako određuje smjer gibanja klipa za pojedini cilindar.

Crpke imaju dva hidraulična toka: glavni i kontrolni (pomoćni). Glavni hidraulički tok ima radni tlak od 40 bar i služi kao pogon crpnih glava (odnosno stapnog mehanizma). Na slici 4 prikazane su crpne glave, cijevovodi potisa, podmazivanja, regulacioni ventili, stapni mehanizam. Podmazivanje stapnog mehanizma vrši se ispred kompresijske komore kako se ne bi morao savladavati tlak potisa. Usis peroksida je približno 1.7 bar, a potis u reaktor iznosi ~2650 bar. Potis je reguliran kontra-tlakom u cijevima reaktora. Kontrolni hidraulički tok služi za regulaciju svih ostalih parametara rada crpke: uključivanje/isključivanje crpnih glava, podmazivanje (tok hidrauličkog ulja), hlađenje, upravljanje regulacionim ventilima, te njegov radni tlak uvijek iznosi ~20 bar.



Slika 4: Prikaz cilindarskih glava

Radni tlak glavnog i kontrolnog hidrauličkog toka postiže se pomoću dvije klipne pumpe. Manja pumpa održava radni tlak kontrolnog hidrauličkog toka, a veća održava radni tlak glavnog hidrauličkog toka. Neovisno o tlaku potisa tlak kontrolnog hidrauličkog toka uvijek iznosi ~20 bar, a tlak glavnog hidrauličkog toka ovisi o potisu. Na veću klipnu pumpu priljučen je pneumatski aktuator koji ovisno o jačini električnog impulsa (4 do 20 mA) preko elektro-pneumatskog pozicionera određuje hod klipa i na taj način regulira radni tlak glavnog hidrauličkog toka. Radni tlak glavnog hidrauličkog toka postavljen je upravo na 40 bar, jer je to potreban tlak da bi se ostvario potis u reaktoru od 2600 bar.



Slika 5: Prikaz analognih pokazivača temperature ulja, tlaka potisa, te radnog tlaka glavnog i kontrolnog hidrauličkog toka



Slika 6: Visokotlačna injekciona crpka (pogled straga)

Crpke imaju spremnik ulja od približno 380 l, a kontrolnim hidrauličkim tokom omogućena je cirkulacija hidrauličkog ulja, podmazivanje, filtriranje i povrat u spremnik. Na slici 6 vidimo elektromotore za pokretanje dviju klipnih pumpi (za glavni i kontrolni hidraulički tok), za aksijalnu pumpu, spremnik ulja za podmazivanje, pneumatski aktuator, cijevovode (ulje, voda, peroksidi). Hidrauličko ulje hlađeno je vodom u izmjenjivačima topline, pri čemu se održava temperatura od 40 do 60 °C. Ulje za podmazivanje (bijeli spremnik na slici) također se kreće unutar granica minimuma i maksimuma te nije moguće ponovno iskorištavanje ili upotreba ulja koje je već prošlo kroz sustav. Jednako tako vidljivi su digitalni transmiteri koji služe za očitavanje određenih parametara rada crpke iz kontrolne sale, odakle se vrši upravljanje i nadzor.

Završetkom ovog zadatka, uslijedio je najkompleksniji zadatak provjere stanja i servis nepovratnog ventila.

Provjera stanja i servis nepovratnog ventila visokotlačne injekcione crpke BP – 400 D

Nepovratni ventil, prikazan na slici 7, služi za odvajanje potisa i usisa peroksida. Na donjoj strani je dovod peroksida, a gornji predstavlja izlazni cijevovod potisa. Dovod i odvod medija kroz nepovratni ventil reguliran je sistemom brtvljenja sa četiri kuglice (dvije na svakoj strani), koji je reguliran tlakom u kompresijskoj komori. Sustav radi tako da gibanjem stapa prema donjoj mrtvoj točki vrši se usis i pritom se kuglice dovoda otvaraju, a kuglice odvoda zatvaraju. Gibanjem stapa prema gornjoj mrtvoj točki, odnosno kompresijom, ostvaruje se tlak potisa, pri čemu se kuglice dovoda sada zatvaraju, a odvoda otvaraju. U sredini ventila nalazi se element u obliku slova Y koji predstavlja premosnicu između dovoda i odvoda medija. Brtvljenje unutar ventila je isključivo lećasto, odnosno metal na metal, radi visokih radnih tlakova. To zahtijeva iznimnu čistoću i nisku hrapavost priležećih površina, a da bi se taj kriterij zadovoljio potrebno je obraditi površine lepovanjem.



Slika 7: Nepovratni ventil spojen na cilindar



Slika 8: Nepovratni ventil (skinut s cilindra)

Na slici 8 prikazan je nepovratni ventil skinut s cilindarske glave na radnom stolu. Provrt u sredini ventila je pozicija spoja na cilindarsku glavu, što predstavlja donji vod medija, koji se račva lijevo i desno (dovod i odvod) te tako tvori spomenuti Y-profil. Sa svake strane nalaze se dvostruke matice, vanjske tvore sklop usisnih i potisnih komora, a unutarne služe za stezanje. Ventil se steže isključivo pomoću unutarnjih matica jer bi se rotacijom vanjskih matica ujedno rotirale i priležeće površine usisnih i potisnih komora što može dovesti do njihovog oštećenja, čime bi se oslabilo brtvljenje zbog prisutnih visokih radnih tlakova. Kako bi se prilikom stezanja onemogućilo rotiranje vanjskih matica ventil je isporučen s posebno dizajniranom pripremom sastavljenom od metalnog sklopa u koji se postavi ventil i na taj način fiksira. Prilikom servisa vrše se radnje rastavljanja i sastavljanja ventila, pregleda se stanje kuglica (istrošenost i eventualna deformacija), stanje priležećih površina dovodnih i odvodnih komora (hrapavost i čistoća) te se po potrebi poduzimaju mjere odmašćivanja, poliranja, lepovanja.

Na prvom ventilu visokotlačne injekcione crpke BP – 400 D zamjećene su anomalije u radu, što je posljedica pretpostavljene istrošenosti keramičkih kuglica u dovodnoj komori. Uslijedila je demontaža ventila i rastavljanje. Ventil se demontira tako što se odvoje dovodne i odvodne cijevi. Rastavljanje ventila slijedi odvijanjem matica koje drže dovodnu i odvodnu komoru nakon čega se izvade ležišta, kuglice, pozicioneri kuglica i Y-profil. Pregledom je ustanovljeno oštećenje jedne kuglice usisa te je ista zamjenjena novom. Također uslijedilo je odmaščivanje svih dijelova te poliranje i lepovanje priležećih površina leća kako bi se osiguralo kvalitetno brtvljenje.

Sastavljanje ventila započinje podmazivanjem svih vijaka mazivom koje ne smije sadržavati bakar, nikal ili ugljične čestice. U sredinu se najprije umeće Y-profil i centririra pomoću specijalnog vijka kroz provrt u sredini ventila (slika 9). Ključno je da svi elementi budu precizno montirani kako bi se izbjeglo moguće propuštanje. Na slici 9 također su prikazana 2 manja provrta sa svake strane koji predstavljaju ispuštanje medija prilikom propuštanja. Propuštanje u komorama se manifestira upravo kroz te provrte te ovisno o provrtu kojim medij izlazi znamo u kojoj komori je nastupilo propuštanje.



Slika 9: Provrt u sredini nepovratnog ventila

Nakon umetanja i fiksiranja Y-profila slijedi sklapanje elemenata komora, pozicionera kuglica i njihovih ležišta. Nakon toga umeću se kuglice te ručno stežu matice s obje strane ventila. Slijedi stezanje vijka koji centriraju Y-profil s 250 Nm. Ventil se nakon toga postavlja u pripremni sklop gdje slijedi završno stezanje. Kako je već opisano ključno je onemogućiti rotaciju priležećih površina leća. Matice se stežu u tri koraka: prvi korak sa 100 Nm, drugi s 200 Nm i treći s 250 Nm. Slijedi završni korak u kojem se uklanja vijak za centriranje Y-profila te je ventil spreman za montažu na cilindar.

Na slici 10 prikazan je ventil spreman za montažu s oznakom i datumom završetka servisa



Slika 10: Ventil nakon servisiranja

Time je završen i posljednji zadatak obavljanja stručne prakse, nakon čega su uslijedile konzultacije oko sastavljanja stručnog izvješća.



6. Reference

1. LDPE - Priručnik, DINA - Petrokemija d.d. Omišalj
2. PEROKSIDI – Priručnik, DINA - Petrokemija d.d. Omišalj, Postrojenje Polietilen, lipanj 2009.
3. HP Pumps – Documentation (part 1,2,3), DINA - Petrokemija d.d. Omišalj, UHDE – High Pressure Technologies
4. Replacement/Assembly of „lens-type“ check valves, DINA - Petrokemija d.d. Omišalj, UHDE – High Pressure Technologies
5. Disassembly of „lens-type“ check valves, DINA - Petrokemija d.d. Omišalj, UHDE – High Pressure Technologies
6. Ingersoll Rand, Gas End Instructions Part V – Hyper Pressure Cylinder
7. [http: www.dioki.hr](http://www.dioki.hr)

7. Zaključci

Kako sam već spomenuo ovo je drugi put da obavljam stručnu praksu u pogonu za proizvodnju polietilena u DINA – Petrokemiji. Primaran razlog mog odabira ovog poduzeća, još kod izvršavanja prve stručne prakse na preddiplomskom studiju, bio je uvjetovan ponajviše time što živim na Krku i DINA – Petrokemija mi je najbliže i najdostupnije poduzeće za koje sam smatrao da će opravdati moja očekivanja prilikom izvršavanja prakse. Budući da su moja iskustva s prve stručne prakse bila iznimno pozitivna u DINI, odlučio sam bez puno razmišljanja da i drugu stručnu praksu izvršim također u tom poduzeću. U vrlo kratkom roku dogovorili smo s kadrovskom službom i voditeljem postrojenja termin obavljanja stručne prakse i spremno se čekao početak.

S obzirom da smo u protekle dvije godine na fakultetu usvojili mnoga stručna znanja i studenti imaju bolju podlogu za daljnje učenje u praksi, očekivao sam nešto kompleksnije zadatke u odnosu na prvu stručnu praksu. Zadaci su bili teži nego prvi put, ali primjereni mom znanju i siromašnom iskustvu, a uz pomoć mentora i njegovog raspoloživog znanja i vremena



sve se činilo puno jednostavnije, jer je diskusija bila slobodnija, opuštenija s nebrojeno pitanja i odgovora. Osigurani su idealni uvjeti za rad, odlasci u pogon, zaštitne mjere opreza, detaljne upute, prijevoz, a stalno sam mogao računati na pomoć mentora i ostalih djelatnika postrojenja.

Gledajući sada zadatke koje sam obavio na praksi iz moje perspektive mogu zaključiti da sam naučio puno, ali gledajući znanja ljudi koji rade na postrojenju, tek sam zagrebao ispod površine. Svakako mislim da je stručna praksa potrebna za kompletiranje znanja studenta, ali jednako tako mislim da treba održati dobar omjer usvojenih teoretskih znanja i njihove primjene u praksi. To spominjem zato što često u studentskim krugovima možemo čuti kako prakse ima premalo, kako se u praksi puno više nauči nego na fakultetskim predavanjima i u načelu se ja s tim razmišljanjem slažem. Ali, ako želimo u praksi nešto razumjeti moramo imati veliku i sigurnu teorijsku podlogu koju nam daje studij, a jedino postizanje pravog omjera praktičnih i teoretskih znanja znače pravilni i brzi napredak svakog budućeg inženjera. Ovdje također želim naglasiti suradnju fakulteta i privrede. Moje iskustvo u DINA – Petrokemiji je takvo da mogu uvijek preporučiti kolegama obavljanje stručne prakse u tom poduzeću, a jednako tako bilo bi dobro da se organiziraju posjete studenata ovom pogonu, jer to još nikad nije bila praksa između Tehničkog fakulteta i DINA – Petrokemije. Temeljni razlog zašto mislim da je upravo DINA – Petrokemija zanimljiva mnogim studentima je taj što proizvodni proces postrojenja za proizvodnju polietilena niske gustoće može zadovoljiti široko područje primjene znanja inženjera jer sadrži elemente s gotovo svih usmjerenja diplomskog studija koji se mogu odabrati na našem fakultetu. Primjerice na postrojenju se nalaze izmjenjivači topline, kompresori, tlačni spremnici, hidraulički strojevi, proizvodne i pakirne trake, nosive konstrukcije, najrazličitiji materijali, itd. Budući da sam sa smjera Računarskog inženjerstva, gdje se između ostalog bavimo hidrauličkim strojevima bio je logičan moj izbor visokotlačnih injekcionih crpki kao jednog od zadataka stručne prakse.

Rezultat je moje ponovno veliko zadovoljstvo obavljenom stručnom praksom, naučenim znanjem, prikupljenim iskustvom i napretkom kojeg sam ostvarivao iz dana u dan.

www.riteh.uniri.hr
zoran.jurkovic@riteh.hr
tel.: +385 51 651 466
fax: +385 51 651 468



Datum: _____ **Mjesto:** _____

Potpis studenta:

Potpis industrijskoga mentora:
