Sveučilište u Zagrebu
Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije
Zavod za reakcijsko inženjerstvo i katalizu
Kolegij: PROJEKTIRANJE 2

PROJEKTNI ZADATAK 1:

OSNOVNI PROJEKT FRAKCIONACIJE SMJESE PROPEN - PROPAN (C_3-SPLITTER) UZ KORIŠTENJE DIZALICE TOPLINE

Jedan od proizvoda termičkog krekinga ugljikovodika pri proizvodnji olefina je, pored etena, propen. Kako se prilikom frakcionacije smjese ugljikovodika dobivene termičkim krekingom prvo dobije smjesa propena i propana, tu smjesu treba frakcionacijom razdvojiti. Krakteristika te smjese je jako mala relativna hlapljivost propen-propan, što rezultira velikim brojem potrebnih teorijskih stupnjeva (obično preko 100) te velikim utroškom energije. Jedna od mogućnosti uštede energije je korištenje dizalice topline.

Iz smjese ugljikovodika sastava:

	mol. udjeli
propen	0,57
propan	0,43
protok, kg/h	34700
temperatura, °C	15
tlak, bar	25

treba izdvojiti propen čistoće min. 99,1 mol%.

Na raspolaganju su sljedeći energenti:

el. energija	380 V	50Hz	3 faze	0,06 €/kWh
el. energija	6 kV	50 Hz	3 faze	0,05 €/kWh
vodena para	4 bar	260 °C		22,82 €/t
rashladna voda	4,5 bar	25 °C	ΔT = 10 °C	0,025 €/m^3

Napravite studiju izvodljivosti koja treba pokazati je li destilacija s dizalicom topline ekonomski opravdana u ovom slučaju. U obzir uzmite kapitalne troškove opreme i operativne troškove na temelju 10 godina rada postojenja.

Dizajn kolone (N, R) optimirajte koristeći min(N(R+1)) kao funkciju cilja, dok za određivanje N_f koristite studiju osjetljivosti. Rezultate studija i optimizacije prikažite u završnom izvješću.

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije
Zavod za reakcijsko inženjerstvo i katalizu
Kolegij: PROJEKTIRANJE 2

PROJEKTNI ZADATAK 2:

UKLANJANJE H_2S I CO_2 IZ PROCESNIH PLINOVA

Čest je slučaj da se u procesima, posebno u petrokemiji i/ili preradi nafte, nađu plinoviti procesni tokovi koji sadrže CO_2 i H_2S, koji su smetnja u daljem procesnom lancu. Jedan od postupaka za istovremeno uklanjanje CO_2 i H_2S iz plinovitih procesnih tokova je MEA ili DEA pranje.

Treba načiniti projekt procesa za uklanjanje H_2S I CO_2 iz plina pomoću vodene otopine monoetanol amina (MEA). Procesna jedinica treba obuhvatiti, pored apsorbera H_2S i CO_2 i regeneraciju zasićene otopine monoetanol amina (MEA) koja se vraća u apsorber.

Plin na ulazu u procesnu jedinicu je slijedećeg sastava (vol. %):

metan	% vol.	86,00
etan	% vol.	10,50
CO_2	% vol.	2,25
H_2S	% vol.	1,25
Ukupni protok (0 °C,1 bar)	m^3/h	12000
Tlak	bar	55
Temperatura	°C	40

Sadržaj H_2S u očišćenom plinu treba biti manji od 10 ppm vol.
Sadržaj CO_2 u očišćenom plinu treba biti manji od 5 ppm vol.

Vodena otopina MEA je sastava:

H_2O	80% mas
MEA	20% mas
Temperatura, °C	45°C
Tlak, bar	65

Na raspolaganju su energenti:

el. energija	380 V	50Hz	
el. energija	6 kV	50 Hz	
vodena para	50 bar	320 °C	
rashladna voda	4,5 bar	25 °C	ΔT = 15 °C

Optimirajte protok otopine MEA te dizajn i radne uvjete sekcije regeneracije tako da se minimizira gubitak vode i utrošena energija za regeneraciju.

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije
Zavod za reakcijsko inženjerstvo i katalizu
Kolegij: PROJEKTIRANJE 2

PROJEKTNI ZADATAK 3:

IZDVAJANJE CO_2 IZ PLINOVITIH PROCESNIH TOKOVA

Kada treba iz procesnog toka izdvojiti CO_2 tada je jedan od najčešće korištenih postupaka Benfield postupak pranja plina s vodenom otopinom kalijevog karbonata.

Treba napraviti projekt procesa za selektivno uklanjanje CO_2 iz ulaznog plina pomoću vodene otopine kalijevog karbonata. Osim apsorbera CO_2, procesna jedinica treba obuhvatiti i regeneraciju zasićene otopine kalijevog karbonata koja se vraća u apsorber.

Plin na ulazu u procesnu jedinicu je slijedećeg sastava (vol. %):

metan	% vol.	66,20
eten	% vol.	0,70
etan	% vol.	22,42
dušik	% vol.	3,05
CO2	% vol.	7,43
H2O	% vol.	0,20
Ukupni protok (0 °C, 1 bar)	m^3/h	38000
Tlak	bar	26,5
Temperatura	°C	38

Vodena otopina kalijevog karbonata treba biti sljedećeg sastava i stanja na ulazu:

H_2O	60% mas.
K_2CO_3	40% mas.
Temperatura, °C	75
Tlak, bar	1,75

Sadržaj CO_2 u opranom plinu treba biti manji od 15 ppm vol.

Optimirajte protok otopine kalijevog karbonata te dizajn i radne uvjete sekcije regeneracije tako da se minimizira gubitak vode i utrošena energija za regeneraciju.

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije
Zavod za reakcijsko inženjerstvo i katalizu
Kolegij: PROJEKTIRANJE 2

PROJEKTNI ZADATAK 4:

SELEKTIVNO IZDVAJANJE H_2S IZ PLINOVITIH PROCESNIH TOKOVA

H_2S je spoj koji se u pravilu treba izdvojiti iz procesnih tokova zbog svoje toksičnosti i korozivnosti. Jedan od načina selektivnog izdvajanja H_2S iz plinovitih procesnih tokova je pranje plina vodenom otopinom metil dietanolamina (MDEA).

Treba napraviti projekt procesa za selektivno uklanjanje H_2S iz plina pomoću vodene otopine MDEA. Procesna jedinica treba obuhvatiti apsorber H_2S i regeneracijsku sekciju zasićene otopine MDEA koja se vraća u apsorber.

Plin na ulazu u procesnu jedinicu je sljedećeg sastava (vol. %):

metan	% vol.	88,10
CO_2	% vol.	7,20
H_2S	% vol.	4,70
Ukupni protok (0 °C, 1 bar)	m^3/h	45700
Tlak	bar	70
Temperatura	°C	38

Vodena otopina MDEA-e na ulazu u apsorber treba biti što bliže sljedećem sastavu i stanju:

H_2O	50 % mas.
MDEA	50 % mas.
Temperatura, °C	50
Tlak, bar	70

Sadržaj H_2S u opranom plinu treba biti manji od 10 ppm vol.

Optimirajte protok otopine MDEA-e te dizajn i radne uvjete sekcije regeneracije tako da se minimizira gubitak vode i utrošena energija za regeneraciju.

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije
Zavod za reakcijsko inženjerstvo i katalizu
Kolegij: PROJEKTIRANJE 2

PROJEKTNI ZADATAK 5:

REKUPERACIJA AMONIJAKA I VODIKA IZ OTPADNOG (PURGE) PLINA POSTROJENJA ZA AMONIJAK

Iz sintezne petlje postrojenja za proizvodnju amonijaka kontinuirano se otpušta dio plina nakon reaktora, sa svrhom da se održi stalni parcijalni tlak dušika i vodika, odnosno konstantan sadržaj inerata. Taj otpadni plin sadrži amonijak i vodik u količinama koje opravdavaju njihovo izdvajanje iz otpadnog plina i vraćanje u proces ili za druge namjene.

Potrebno je napraviti projekt rekuperacije amonijaka. Iz otpadnog plina se prvo pranjem s vodom izdvoji amonijak. Oprani plin se zatim odvodi u jedinicu za izdvajanje vodika koju nije potrebno uključiti u ovu simulaciju. Iz vodene otopine amonijaka se destilacijom izdvoji amonijak, a voda s dna destilacijske kolone se ponovo koristi za ispiranje amonijaka iz otpadnog plina.

Otpadni (purge) plin:

	Sastav, mol. %
H_2	64,06
N_2	19,95
CH_4	8,77
Ar	5,10
NH_3	2,12
Protok (0 °C, 1 bar), m^3/h	10500
Temperatura, °C	10
Tlak, bar	127,5

Plin koji se odvodi u jedinicu za izdvajanje vodika mora biti na temperaturi od 35 °C i tlaku od 126,5 bar i smije sadržavati najviše 600 ppm mol. NH_3. Destilaciju vodene otopine amonijaka treba provesti tako da se dobije kapljeviti amonijak sljedećih svojstava:

	mol. %
NH_3	99,8 min
H_2O	0,085 max
Temperatura, °C	< 70°C
Tlak, bar	32

Na raspolaganju su energenti:

rashladna voda	4,5 bar	T = 25 °C	ΔT = 10 °C
vodena para	50 bar	T = 280 °C	
el. energija	380 V	50 Hz	
	6000 V	50 Hz	

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije
Zavod za reakcijsko inženjerstvo i katalizu
Kolegij: PROJEKTIRANJE 2

PROJEKTNI ZADATAK 6:

TOPLINSKI INTEGRIRANE DESTILACIJSKE KOLONE

Jedan od načina uštede energije je toplinska integracija destilacijskih kolona. Kolone rade pod tako odabranim tlakovima da se toplina kondenzacije vršnih para kolone pod višim tlakom koristi za isparavanje u isparivaču kolone pod nižim tlakom.

Smjesu propena i propana sastava:

propen, mol. %	50,8
propan, mol. %	49,2
Ukupni protok, kmol/h	150
temperatura, °C	38
tlak, bar	15

treba razdvojiti na produkte:

	Laki produkt	Teži produkt
propen, mol. %	99,7	1,8
propan, mol. %	0,3	98,2

Na raspolaganju su sljedeći energenti:

el. energija	380 V	50Hz	3 faze	0,06 €/kWh
el. energija	6 kV	50 Hz	3 faze	0,05 €/kWh
vodena para	4 bar	260 °C		22,82 €/t
rashladna voda	4,5 bar	25 °C	ΔT = 10 °C	0,025 €/m^3

Napravite studiju izvodljivosti koja treba pokazati je li destilacija sa toplinskom integracijom ekonomski opravdana u ovom slučaju. U obzir uzmite kapitalne troškove opreme i operativne troškove na temelju 10 godina rada postojenja.

Dizajn kolona (N, R) optimirajte koristeći min(N(R+1)) kao funkciju cilja, dok za određivanje N_f koristite studiju osjetljivosti. Rezultate studija i optimizacije prikažite u završnom izvješću.