Izmjenjivači topline u prehrambenoj industriji

Jovanovac, Marko

Undergraduate thesis / Završni rad

2014

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, FACULTY OF FOOD TECHNOLOGY / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:109:229679

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

REPOZITORIJ PTFOS PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK dabar DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Food Technology Osijek

zir.nsk.hr

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

dabar DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

PREHRAMBENO – TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

PREDDIPLOMSKI STUDIJ PREHRAMBENE TEHNOLOGIJE

Marko Jovanovac

Izmjenjivači topline u prehrambenoj industriji

završni rad

Osijek, 2014.

SVEUČILIŠTE J. J. STROSSMAYERA U OSIJEKU
PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

PREDDIPLOMSKI STUDIJ PREHRAMBENE TEHNOLOGIJE

Završni rad

Izmjenjivači topline u prehrambenoj industriji

Prijenos tvari i energije
Predmetni nastavnik: izv. prof. dr. sc. Ana Bucić-Kojić

Student/ica: Marko Jovanovac (MB: 3237/09)

Mentor: izv. prof. dr. sc. Ana Bucić-Kojić

Predano (datum):

Pregledano (datum):

Ocjena: Potpis mentora:

Izmjenjivači topline u prehrambenoj industriji

Sažetak

Izmjenjivači topline su uređaji koji se koriste za prijenos topline između dva ili više fluida (nosača topline) koji struje kroz njih u određenom smjeru. Kod izmjenjivača topline se temperatura svakog od fluida mijenja kako on prolazi kroz izmjenjivač, pa će se stoga mijenjati duž izmjenjivača i temperatura stjenke koja razdvaja fluide. Izmjenjivači topline se radi različitih tipova toka fluida dijele na istostrujne, protustrujne ta na one unakrsnog toka fluida. Na učinkovitost prijenosa topline i karakteristike izmjenjivača utječe i izbor materijala te oblik istih. Postoje tri tipa izmjenjivača topline s obzirom na konstrukciju: pločasti, cijevni i spiralni. Najveću primjenu u prehrambenoj industriji imaju pločasti izmjenjivači. Neke od prehrambenih industrija u kojima se primjenjuju izmjenjivači topline su: proizvodnja piva i vina, proizvodnja mlijeka i mliječnih proizvoda, proizvodnja šećera itd. U proizvodnji mlijeka i mliječnih proizvoda se koriste za procese zagrijavanja, hlađenja i slične druge procese.

Ključne riječi: izmjenjivači topline, prijenos topline, prehrambena industrija

Heat exchangers in food industry

Summary

Heat exchangers are devices that are used to heat transfer between two or more fluid (heat carrier) that the current through them in a particular direction. In the heat exchanger the temperature of each fluid changes during its flow through the heat exchanger, as well as temperature of wall that separates the fluids. Heat exchangers can be classified on the basis of the direction of fluid flow on those with parallel-flow, cross-flow and countercurrent. The efficiency of the heat transfer and of heat exchangers characteristics depends on their construction materials and shape. There are three types of heat exchangers with respect to the construction: plate, pipe and spiral exchangers. Heat exchangers find application in many food industries, particularly in production of beer and wine, milk and dairy products, and sugar.

Keywords: heat exchangers, heat transfer, food industry

1. UVOD ***1***

2. MEHANIZMI PRIJENOSA TOPLINE ***3***

2. 1. Prijenos topline vođenjem (kondukcija) 4

2. 2. Konvekcija 4

2. 3. Radijacija(isijavanje) 5

2. OSNOVE IZMJENJIVAČA TOPLINE ***7***

3. 1. Tipovi izmjenjivača topline: 8

3. 2. Strujanje fluida 8

3.3. Tipovi razdjelnih površina između fluida 10

3. 4. Podjela izmjenjivača topline s obzirom na konstrukciju 10

4. PRIMJENA IZMJENJIVAČA TOPLINE U PREHRAMBENOJ INDUSTRIJI ***14***

4.1. Primjena izmjenjivača topline u industrijama 15

4.2. Primjena izmjenjivača topline u proizvodnji šećera 16

4. 3. Primjena izmjenjivača topline u proizvodnji mlijeka i mliječnih proizvoda 17

5. ZAKLJUČAK ***20***

6. LITERATURA ***22***

1. UVOD

Izmjenjivači topline su uređaji koji se koriste u različitim industrijama kao što su kemijska, petrokemijska, farmaceutska, prehrambena industrija i mnoge druge, a služe se za prijenos topline sa toplijeg na hladniji fluid. U prehrambenoj industriji se upotrebljavaju u procesima gdje je potrebna visoka temperatura tj. u procesu proizvodnje većine prehrambenih proizvoda. Postoje različite izvedbe izmjenjivača topline, a moguće ih je podijeliti obzirom na mehanizam prijenosa topline,konstrukciju te način toka fluida.

U ovom završnom radu su opisani izmjenjivači topline, njihove karakteristike, način rada i sama primjena u prehrambenoj industriji. Također, ukratko je opisana njihova primjena u proizvodnji šećera, konkretno, u procesu kristalizacije, te primjena u proizvodnji mlijeka kod primarne obrade mlijeka, kao i u procesima proizvodnje drugih mliječnih proizvoda.

2. MEHANIZMI PRIJENOSA TOPLINE

2. 1. Prijenos topline vođenjem (kondukcija)

Kondukcija je prijenos topline unutar čvrstih tijela (od molekule do molekule), a s njom se možemo susresti i kod fluida koji miruje ili se gibaju laminarno. Toplina se prenosi spontano kroz tvar iz područja više temperature u područje niže do izjednačenja temperatura. Temperaturno polje je skup trenutnih vrijednosti temperature u promatranom prostoru.Za homogeno tijelo matematički se definira temperaturno polje sa:

$$T = f\,(x, y, z, \tau)$$

čime se opisuje prostorno-vremenska raspodjela temperature pri čemu T označava temperaturu (°C ili K), dok su x,y,z osi prostornog pravokutnika, a τ (s) vrijeme(Tomas i sur., 2013).

Ako vrijedi:

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} = 0$$

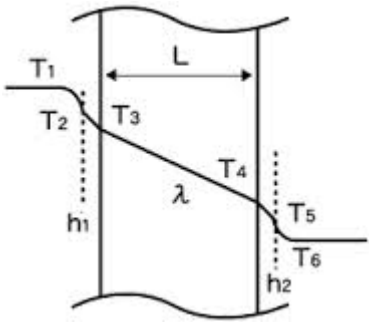
govorimo o stacionarnom temperaturnom polju budući da se temperatura ne mijenja s vremenom. Dakle, temperaturnim poljem se smatra skup svih izotermnih ploha, dok se pod pojmom izotermna ploha podrazumijeva spavanje svih točki polja s istim temperaturama. Ukoliko imamo dva izotermna polja u različitim temperaturama postavljena vrlo blizu gradijent temperature je mjerilo za intenzivnost promjene temperature. Prijenos topline se može opisati Fourierovim zakonom, a vrijedi: (Tomas i sur., 2013)

$$\mathrm{d}Q = -\lambda \cdot \frac{\partial T}{\partial s} \cdot \mathrm{d}A \cdot \mathrm{d}\tau \quad [\mathrm{J}]$$

2. 2. Konvekcija

Ukoliko postoji jedna stjenka kroz koju se prenosi toplina s jednog fluida na drugi, prijenos topline se odvija isključivo vođenjem samo onda ako oba fluida potpuno miruju ili struje laminarno. Fluidi su loši vodiči topline pa pružaju veliki otpor prijenosu topline proporcionalan debljini laminarnog sloja. Takvi slučajevi su u praksi vrlo rijetki, budući da redovito s jedne strane postoji turbulentno strujanje, bilo zbog prisilnog ili prirodnog strujanja fluida. Uslijed turbulencije, laminarni sloj uz čvrstu stjenku je tanji, a time je prijenos topline bolji. Prema tome, konvekcija predstavlja prijenos topline u molarnom razmjeru odnosno prijenos topline se odvija gibanjem skupina molekula s mjesta više na mjesto niže

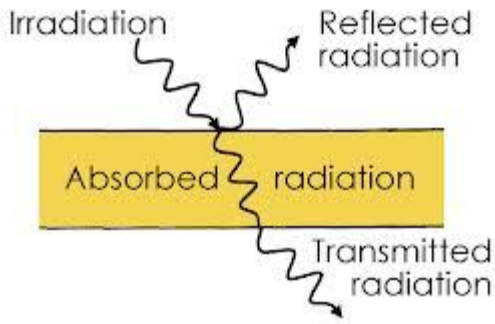
temperature. Kombinirani prijenos topline (konvekcija i kondukcija) s toplijeg na hladniji fluid kroz čvrstu stjenku, naziva se prolaz topline (Slika 1).



Slika 1 Prolaz topline s toplijeg na hladniji fluid kroz čvrstu stjenku (TLV, 2013)

2. 3. Radijacija(isijavanje)

Nosioci energije su elektromagnetski titraji duljine vala od dijela mikrona do mnogo kilometara poznati kao ultraljubičaste, rendgenske, vidljive, svjetlosne, toplinske, infracrvene zrake i dr. su nosioci energije. Nama su najznačajnije one zrake koje tijela apsorbiraju, a pri tome energija tih zraka prelazi u toplinsku energiju (svjetlosne i infracrvene). Zato se i nazivaju toplinskim zrakama dok njihovo širenje nazivamo radijacija - isijavanje. Sva tijela koja imaju temperaturu veću od apsolutne nule isijavaju. Iz takvih tijela energija se isijava neprekidno.



Slika 2 Prijenos topline radijacijom (Ceramicx, 2013)

Ukoliko imamo tijelo na koje nailazi sadržaj topline (Q_0) dio te energije se apsorbira Q_A, dio reflektira Q_R, a dio prolazi kroz tijelo Q_P (Slika 2). Energija koju je tijelo apsorbiralo prelazi u toplinsku energiju, drugi dio energije koji se reflektira i prođe, odbija se na druga tijela. Od tog drugog dijela energije se dio ponovno apsorbira, reflektira te prolazi kroz druga okolna tijela. Na takav način, uvijek imamo tijela koja neprekidno isijavaju i apsorbiraju energiju zračenja. Transformacijom energije se postiže prijenos topline isijavanjem, jer se energija prevodi iz oblika u oblik (toplinska- zračena- toplinska) (Tomas i sur., 2013.)

3.OSNOVE IZMJENJIVAČA TOPLINE

3. 1. Tipovi izmjenjivača topline:

a) Rekuperator- najznačajniji tip izmjenjivača. Fluidi struje kroz izmjenjivač i pri tome odvojeni čvrstom stjenkom izmjenjuju toplinu (npr. površinski kondenzator i predgrijači kondenzatora).

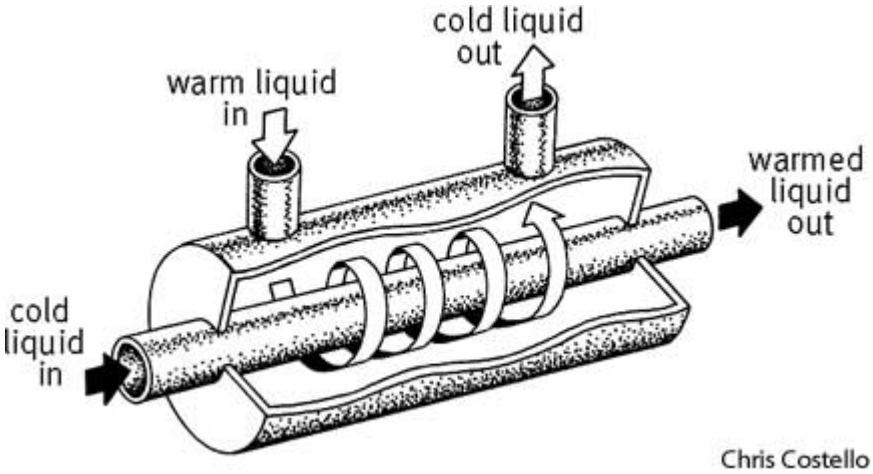
b) Regenerator kod kojeg hladni i topli fluidi naizmjence prolaze prostorom koji sadrži ispunu (npr. rotacijski grijač zraka kod generatora pare).

c) Evaporator- u njemu se kapljevina hladi kontinuiranim isparavanjem u prostoru s hladilom (rashladni toranj) (Guzović, 1996).

3. 2. Strujanje fluida

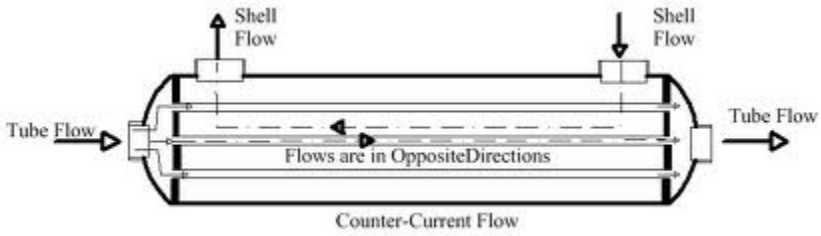
Glavna konstrukcijska karakteristika izmjenjivača topline je tip relativnog strujanja toka fluida tj. njihova geometrija.

Paralelno istostrujni (Slika 3) – Kod ovih izmjenjivača dva fluida paralelno struje jedan spram drugoga u istom smjeru dok ulaze i izlaze na istim krajevima. Ako su razlike u temperaturi fluida velike kod ovih izmjenjivača se ta razlika slabo iskorištava te se zbog toga ovaj tip izmjenjivača ne koristi kod projektiranja gdje je efikasnost prijenosa topline glavni parametar. Njegova prednost je jednolikost temperaturne stjenke.



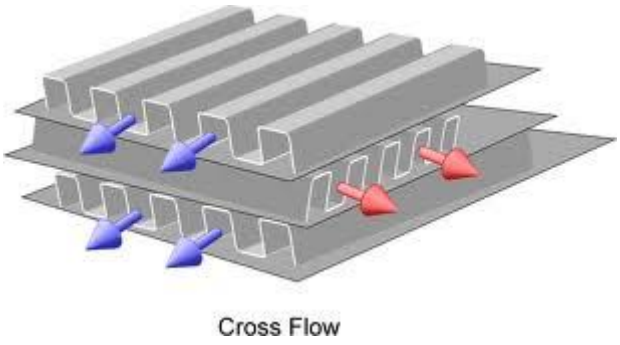
Slika 3 Paralelno istostrujni izmjenjivač topline (Yourdictionary, 2013)

Paralelno protustrujni (Slika 4) - Kod ovoga tipa izmjenjivača fluidi struje paralelno jedan nasuprot drugoga u suprotnim smjerovima. Zajedničko za paralelno istostrujne i paralelno protustrujni izmjenjivače topline je to što imaju jednu cijev koja je relativno maloga promjera, a smještena je koaksijalno unutar cijevi većega promjera. Kod ovoga tipa izmjenjivača fluida ulaze i izlaze na suprotnim krajevima. Unutar jedne cijevi velikog promjera je smješten značajan broj cijevi kao i kod istostrujnog izmjenjivača. Protustrujni izmjenjivač je najefikasniji jer osigurava najbolju iskoristivost temperaturne razlike te tako dolazi do postizanja najbolje izmjene topline.



Slika 4 Paralelno protustrujni izmjenjivač topline (Solartubs, 2013)

Unakrsni tok (Slika 5) - U ovome tipu izmjenjivača imamo dva fluida koji struje pod pravim kutom, jedan spram drugoga. Temperatura se mijenja u oba smjera. Ocjena ovoga izmjenjivača je između istosmjernog i protustrujnog izmjenjivača topline.



Slika 5 Unakrsni tok kod izmjenjivača topline (ECS, 2013)

3.3. Tipovi razdjelnih površina između fluida

Tipovi površina za prijenos topline uvelike utječu na učinak izmjenjivača topline. Stoga, postoje različite vrste cijevi. U ovome dijelu kratko će biti opisani neki tipovi površina.

Glatke cijevi - konstrukcija koja se često koristi zbog prihvatljivosti, a sam prijenos se bazira na strujanju jednog fluida unutar cijevi kružnog poprečnog presjeka koje su ravne ili svijene, dok drugi opstrujava izvana poprečno, uzdužno ili pod nekim kutom na os cijevi. Razdjelna površina je stjenka cijevi i preko nje se vrši prijenos topline s jednog fluida na drugi. Presjek cijevi ne mora biti okrugao, može biti valovitog ili zmijolikog oblika, ovisno o potrebi (Guzović, 1996).

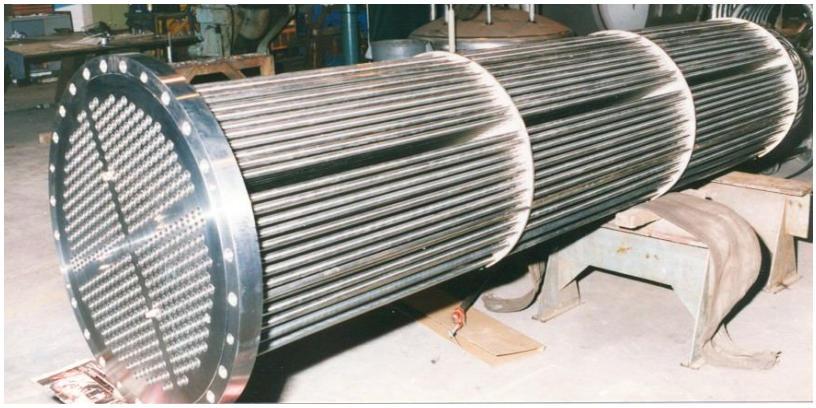
Orebrane cijevi- cijevi koje se koriste kada se želi povećati prijenos topline i brzina strujanja hladnijeg fluida s ciljem povećanja turbulencije i smanjenja laminarnog sloja te ukupnog prijenosa topline s hladnijeg na topliji fluid. Povećanje površine se postiže, uglavnom, ugradnjom rebara. Ona mogu biti izrađena zajedno sa cijevima ili naknadno spojene na njih lemljenjem ili zavarivanjem. Često su oblika prstenastih diskova, spiralnih ploča ili ravnih listova. Postavljaju se uzduž osi cijevi, u jednom komadu ili dijelovima (Guzović, 1996).

3. 4. Podjela izmjenjivača topline s obzirom na konstrukciju

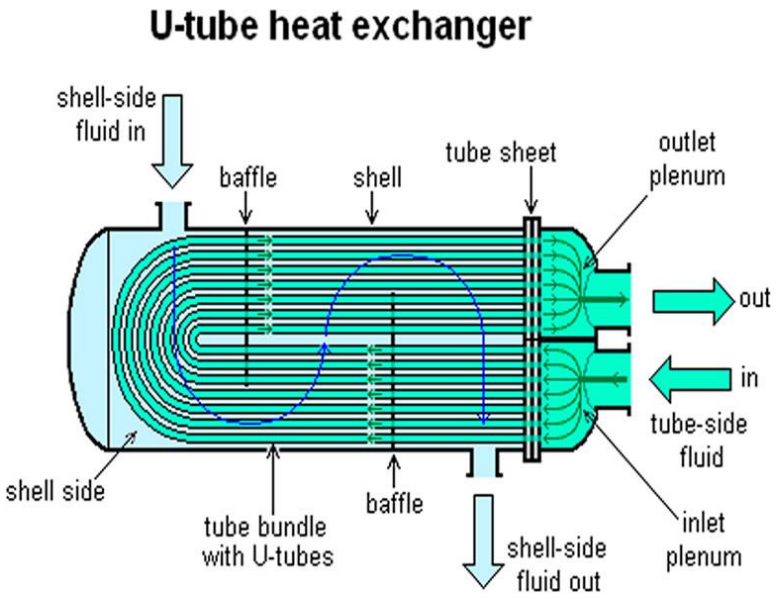
Cijevni izmjenjivač topline (Slika6) - to je najrašireniji i najraznovrsniji tip izmjenjivača topline u industriji. Sastoji se od cilindričnog kućišta u kojem nalazi snop paralelnih cijevi uvaljanih u cijevna dna gdje se izmjena topline odvija između dva fluida bez njihovog međusobnog dodira. Izvedbom su slični predgrijačima, jer sadrže pregrade unutar komora, te se tako voda provodi kroz jedan dio cijevi u istom smjeru radi povećanja brzine strujanja te smanjenja ukupne površine kojom fluid struji. Postoje u nekoliko izvedbi: U- cijev (Slika 7), sa plivajućom glavom, sa fiksnim snopom cijevi (Guzović, 1996).

Tijekom uporabe ovih izmjenjivača može doći do smanjenja učinkovitosti uređaja što dovodi do smanjenja prijenosa topline zbog taloženja mulja, korozije, biološke naslage, hrđe, neki od proces kao što su kristalizacija, polimerizacija, oksidacija itd. Koeficijent prijelaza topline su istog reda veličine za oba fluida što znači povećanjem jednog od njih dovodi do

povećanja ukupnog koeficijenta prijelaza topline. Kako bi se to postigao ugrađuju se pregrade i sa strane toplijeg i sa strane hladnijeg fluida, tako se proporcionalno povećava koeficijent prijelaza topline *k.* Strujanje fluida kroz plašt se tim postupkom povećava tj. povećava se brzina strujanja te samim time postiže da fluid ne struji kraćim putem između ulaza i izlaza. Pregrade unutar cijevi usmjeravaju fluid poprečno te drže cijevi i pomažu pri smanjenju vibracija nastalih strujanjem (Guzović, 1996).

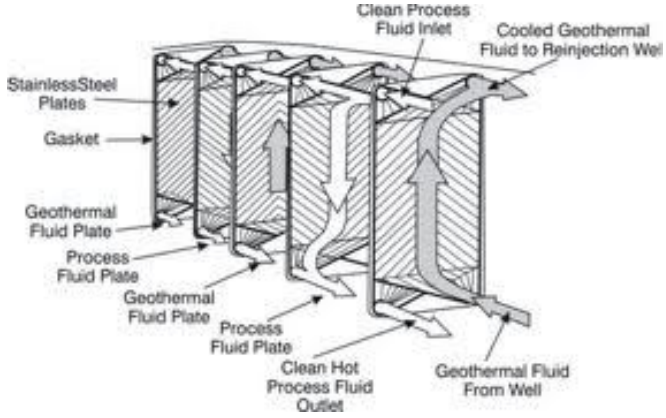


Slika 6 Cijevni izmjenjivač topline (RAS ProcessEquipment, 2013)



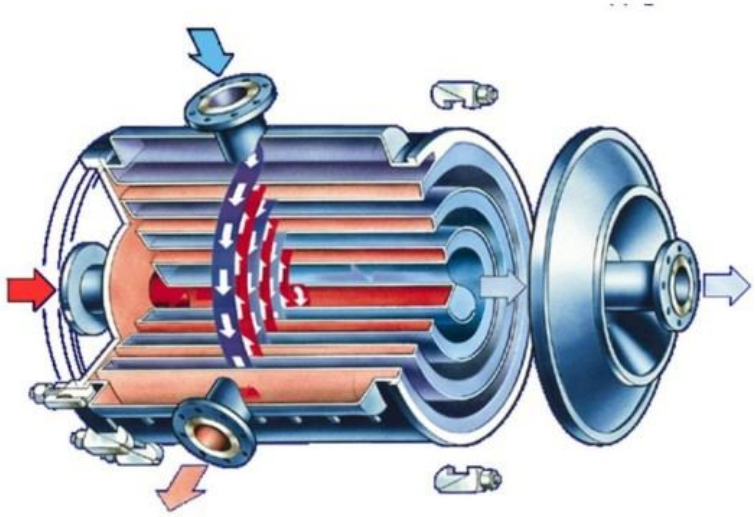
Slika 7 U-cijevni izmjenjivač topline (HeatExchangerAsia, 2013)

Pločasti izmjenjivač topline (Slika 8) - najveća upotreba je u prehrambenoj i farmaceutskoj industriji. Njihova konstrukcija je bazirana na skupu reljefnih ploča sa otvorima za dovod i odvod fluida između kojih se provodi prijenos topline. Te reljefne ploče su uklopljene između okvira i ploče koja ih pritišće zajedno sa vijcima za zatezanje. Također sastavni dio su brtve koje usmjeravaju fluid u kanale te tako otvaraju i zatvaraju prolaz. Materijal za izradu je najčešće nehrđajući čelik titanij, nikal te titanij- pladnij legura. Svi oni moraju odgovarati procesnom mediju te moraju biti takvi, da se daju komprimirati, radi što većeg učinka (Guzović, 1996).



Slika 8 Pločasti izmjenjivač topline (GNS Science, 2013)

Spiralni izmjenjivač topline (Slika 9) - uglavnom se koriste kao isparivači te imaju veliku primjenu zbog niskih troškova održavanja, velike efikasnosti i niskih pogonskih troškova. Imaju mogućnost samočišćenja pa se mogu upotrebljavati za fluide koji stvaraju naslage i muljeve. Budući da imaju jednostruk i zavijeni tok. Stvaranje naslaga i taloga manje je vjerojatno a ukoliko nastane, uklanja se kemijskim čišćenjem (mogućnost samočišćenja).



Slika 9 Spiralni izmjenjivač topline (SpiralHeatExchangerCo., 2013)

Konstruiran je od dvije duge ploče koje su spiralno savijene u kućištu izmjenjivača topline. U središtu ulazi topli fluid (1) koji se kreće prema rubnom dijelu izmjenjivača dok se hladni fluid (2) kreće od rubnog dijela prema središtu spirale, odnosno strujanje je protustrujno. Ovakav tip izmjenjivača sadrži kanale za protok fluida koji se zatvaraju ili pomoću dodatnog kanala ili jedan od kanala je otvoren na oba kraja a drugi se može zatvoriti na oba kraja ploče. Na ta dva načina sprječava se miješanje fluida. Na ploče izvana su zavareni stupičasti razmaknici koji odvajaju ploče na željeni razmak. Najčešće su izrađeni od nikala i niklovih legura, titanija, nehrđajućeg čelika, a u obzir dolaze i ostali materijali koji se daju hladno oblikovati i variti (Guzović, 1996).

4. PRIMJENA IZMJENJIVAČA TOPLINE U PREHRAMBENOJ INDUSTRIJI

4.1. Primjena izmjenjivača topline u industrijama

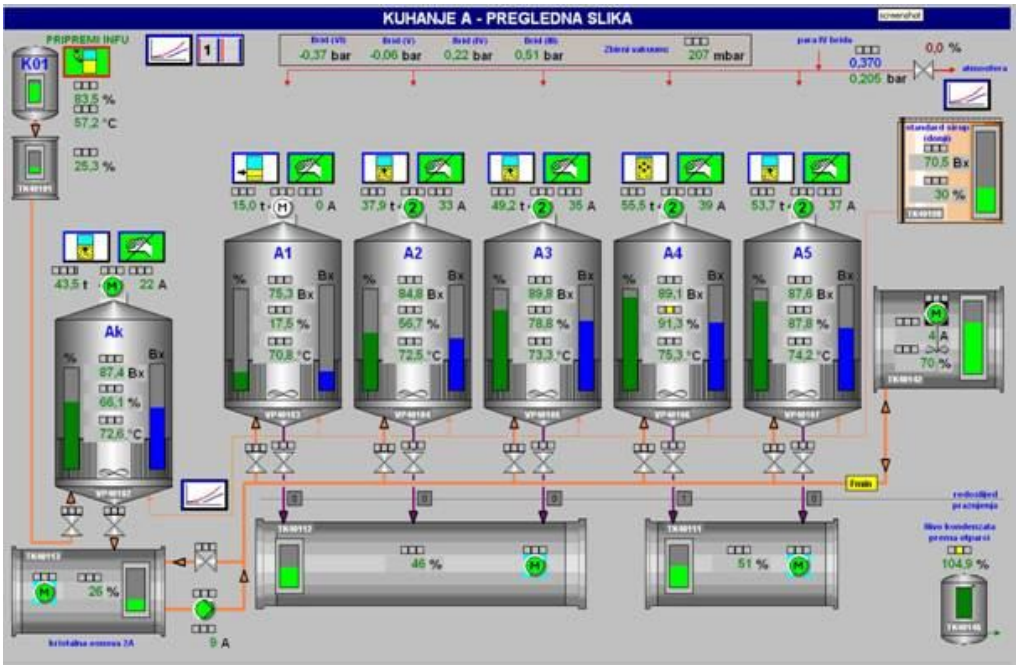
Najveća primjena izmjenjivača topline je u prehrambenoj i petrokemijskoj industriji, dok je manja uporaba u proizvodnji energije (rafinerije), tekstilnoj industriji te proizvodnji čelika. Koriste se za prijenos topline ili hladnoće između dvije tekućine za potrebe procesa grijanja, proces hlađenja, odnosno kondenzacije pare. Radi različitih izvedbi kao medij mogu se koristiti polutekuće, tekuće, celulozne te vlaknaste mase. Neke od obilježja izmjenjivača topline su:

- Higijenska izvedba
- Visok stupanj prijenosa topline
- Širok spektar radnih tlakova
- Pogodan za rad s viskoznim materijalima
- Kratko vrijeme protoka za osjetljive proizvode
- Mogu se koristiti kako kondenzator ili isparivač
- Radna temperatura -200ºC do 600ºC
- Dizajn u skladu s zahtjevima
- Efekt samočišćenja zbog turbulentnog protoka
- Učinkovit pri radu s plinovima, tekućinama i vodenom parom
- Pogodan za tekućine koje sadrže krute čestice

Za njihovu izradu koriste se visoko kvalitetni materijali kao što su titan, paladij ili visokolegirani čelik što pridonosi tome da izmjenjivači topline zadrže ekonomičnost u usporedbi s ostalim uređajima za prijenos topline. Također, upotrebljavaju se i izmjenjivači topline izrađeni od bakrenih cijevi na kojima su navučene aluminijske lamele. Primjena izmjenjivača topline u prehrambenoj industriji vrlo je raširena, primjerice kod proizvodnje, mesa i mesnih proizvoda do prerade nusproizvoda kao što je proizvodnja špirita iz melase. U prehrambenoj industriji uglavnom se koristi za zagrijavanje (pasterizacija piva, mlijeka…) i hlađenje produkta (finalnog produkta), hlađenje i zagrijavanje vode (procesne vode). U petrokemijskoj industriji se primjenjuju za proizvodnju plastike, lakova, deterdženata, za hlađenje i grijanje visoko koncentriranih kiselina, itd.. U ovoj industriji su pokazali svoju otpornost čak i prema sumpornoj kiselini, solnoj kiselini te lužinama za izbjeljivanje. Njihova otpornost na visoke temperature je najvažnija karakteristika u svim industrijama, a pogotovo u proizvodnji čelika. Služe za hlađenje ili grijanje (GEA HeatExchangers, 2011).

4.2. Primjena izmjenjivača topline u proizvodnji šećera

Proces kristalizacije produkata (Slika 10) je potpuno automatiziran, a kao centre kristalizacije koristi kristalnu osnovu. Prva kristalna osnova dobiva se hlađenjem standardnog sirupa koncentracije oko 72 °Bx hladi se do 59 °C i tada se dodaje infa (KEBO slurry). Količina infe odredi se sukladno veličini kristala kojeg želimo dobit. Završno hlađenje do 28 °C provodi se pri malom ΔT (max.12 °C). Vrijeme hlađenja trebalo bi trajati oko 4 sata. Kristalna osnova se zatim ispušta u prihvatni spremnik.



Slika 10 Proces kristalizacije saharoze (Šušić i Guralj, 1965)

Tijekom ovog procesa se koriste izmjenjivači topline različitih izvedbi. U procesu proizvodnje šećera iz šećerne repe ili trske, osim za kristalizaciju, izmjenjivači se upotrebljavaju za zagrijavanje vode te evaporaciju finalnog produkta. Lako i jednostavno čišćenje neophodno je u ovom procesu jer ima puno nešećera koji stvaraju inkrustacije na stjenkama izmjenjivača. Stoga, je u procesu potreban velik prijenos topline, male temperaturne razlike i kratko vrijeme zadržavanja. Sam proces je izuzetno kompleksan, ali zbog svojih prednosti je dovoljno ekonomičan za primjenu u praksi (Šušić i Guralj, 1965).

4. 3. Primjena izmjenjivača topline u proizvodnji mlijeka i mliječnih proizvoda

Tijekom toplinske obrade mlijeka u pogonu se koriste izmjenjivači topline da bi pasterizirali mlijeko (Slika 11). Najčešće se koriste pločasti izmjenjivači topline koji rekuperiraju energiju. Da bi se uštedilo na energiji, brojne tvornice puštaju ulazno hladno mlijeko i predgrijavaju ga pasteriziranim mlijekom. U ovome izmjenjivaču možemo provesti nisku i visoku pasterizaciju (niska 74 ºC/ 40 sec., a visoka 84 ºC/ 20sec., pod tlakom od 3- 4 bara). Kako bi provjerili efikasnost ovoga procesa uzorci za mikrobiološku analizu se uzimaju prije i poslije same pasterizacije. Izmjenjivač topline se koristi u proizvodnji i obradi svih vrsta mliječnih proizvoda, a ukratko će biti opisane faze proizvodnje u kojima se koriste izmjenjivači.



Slika 11 Izmjenjivač topline u proizvodnji mlijeka i mliječnih proizvoda (GEA TDS GmbH, 2013)

Izmjenjivači topline u primarnoj obradi mlijeka (Slika 12)

- Predgrijavanje na temperaturu 55 - 70 ºC,
- Standardizirano mlijeko se predgrijava s mlijekom iz deodorizatora, te ga dogrijavamo na temperaturu pasterizacije vrućom vodom,
- Mlijeko se dovede do sekcije izmjenjivača topline za predgrijavanjegdje se hladi mlijekom iz standomata iz balansnog kotlića,
- Na kraju se hladi ledenom vodom na temperaturu oko 2 ºC.

Izmjenjivači topline u proizvodnji trajnih mliječnih proizvoda

- Mlijeko se predgrijava na 75 ºC,
- Sterilizira tako da se mlijeko ubrizga u predgrijanju vodenu paru na temperaturi od 135- 145 ºC.

Izmjenjivači topline u proizvodnji polutrajnih mliječnih proizvoda

- Svježe mlijeko
  - Predgrijavanje na 55-60 ºC,
  - Drugo predgrijavanje, te dogrijavanje vrućom vodom na temperaturi pasterizacije
  -Hlađenje ulaznim mlijekom te ledenom vodom na temperaturi od 2 ºC.
- Fermentirani proizvodi, mliječni deserti i sir(Slika 12)
  - Predgrijavanje te zagrijavanje na temperaturu pasterizacije vrućom vodom
  - Hlađenje ulaznim mlijekom i hladnom vodom do temperature fermentacije
  - Uzimanje uzoraka za mikrobiološku analizu
  - Fermentacija se prekida hlađenjem na -10 ºC, prvo hladnom vodom, a zatim ledenom vodom.
  - Hlađenje na 83- 85 ºC (mliječni deserti)
  - Zagrijavanje na temperaturu sirenja (sirevi) (Sarić, 2007.)



Slika 12 Izmjenjivač topline u mljekarstvu - pasterizator (NC Steel, 2013)

5. ZAKLJUČAK

Izmjenjivači topline su najprimjenjivaniji uređaji u prehrambenoj industriji što se tiče zagrijavanja, hlađenja i drugih sličnih procesa. Danas je poznat široki raspon različitih izmjenjivača topline koji imaju primjenu ne samo u prehrambenoj industriji već i mnogim drugim područjima. Svakodnevnim napretkom i inovacijama dolazi se do unaprjeđivanja te poboljšanja učinkovitosti, smanjenja gubitaka, povećanja ekonomičnosti i samim time podizanja kvalitete samih proizvoda odnosno procesa. Stoga, zbog velikog broja prednosti njihova uporaba je isplativa.

U ovome radu pobliže je prikazana njihova uloga u mljekarskoj industriji i industriji šećera gdje smo mogli vidjeti da se u svim dijelovima pripreme, prerade i proizvodnje koriste različiti izmjenjivači topline. Uporabom izmjenjivača topline uvelike se ubrzala i osigurala kvalitetnija proizvodnja prehrambenih proizvoda, budući da su se pokazali učinkovitima.

6. LITERATURA

AerospaceEnvironmentalControl SystemsConsultingFirm (ECS). *Heat transfer.* 2013. http://thisisecs.com/blog/2008/11/04/heat-transfer/[19.01.2014.]

Ceramicx. *Fundamentals of IR.* 2013. http://www.ceramicx.com/infrared-heat/[21.09.2013.]

GEA HeatExchangers: *GEA PHE Systems*. GEA, 2011. http://www.gea-phe.com/themes/applications/chemical-industry/[30.09.2013.]

GEA TDS GmbH. HeatExchangerSystems. 2014. http://www.gea-tds.com/tds/cmsdoc.nsf/WebDoc/ndkw73ehmp [21.01.2014.]

GNS Science. *Plate HeatExchangers*. 2013. http://www.gns.cri.nz/Home/Learning/Science-Topics/Earth-Energy/Extracting-the-Heat/Heat-Exchangers/Plate-heat-exchanger[23.09.2013.]

Guzović, Z. *Izmjenjivači topline u termoenergetskim postrojenjima*. Fakultet strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Zagrebu, 1996.

HeatExchangerAsia. *U-tube heatexchangers*. 2013. http://www.heatexchangerasia.co/heat-exchanger-designs.html [23.09.2013.]

NC Steel. *Oprema za mlječnu industriju - Pasterizator.* 2013. http://www.nc-steel.com/Velike/mleko/pasterizator1.jpg[21.01.2014.]

RAS ProcessEquipment. *HeatExchangers*. 2013. http://www.rasinc.com/html/heat_exchangers.html[23.09.2013.]

Sarić Z: *Tehnologija mlijeka i mliječnih proizvoda*. Poljoprivredni fakultet, Sarajevo, 2007.

SpiralHeatExchangerCo..*SpiralHeatExchanger.* 2013. http://www.spiralhx.com/spiral-heat-exchangers/[21.01.2014.]

SolarPool Heat Exchangers. 2014. http://www.solartubs.com/solar-pool-heat-exchanger.html[03.02.2014.]

ŠušićS i Guralj E: *Osnovi tehnologije šećera*: Naučna knjiga, Beograd, 1965.

TLV. A SteamSpecialistCompany. *OverallHeat Transfer Coefficient*. 2013. http://www.tlv.com/global/TI/steam-theory/overall-heat-transfer-coefficient.html[19.09.2013.]

TomasS, Planinić M, Bucić-Kojić A.: *Prijenos tvari i energije. Interna skripta. Prehrambeno-tehnološki fakultet,* Osijek, 2013.

Yourdictionary. *Heatexchangers*. 2013.
http://www.yourdictionary.com/heat-exchanger[03.02.2014.]