

TERMALNO ULJE NA TRGOVAČKIM BRODOVIMA

UDK 629.123.4 : 628.81 : 621.892.2

Stručni rad

Sažetak

Svrha ovog rada je da se zainteresirani upoznaju sa sustavom grijanja termalnim uljem, a koji je u Hrvatskoj trgovačkoj floti slabo zastupljen, i da se istaknu prednosti i nedostaci tog sustava u usporedbi s vodenim i parnim. U Hrvatskoj trgovačkoj floti plove samo tri broda sa sustavom grijanja termalnim uljem; dva u vlasništvu "Tankerske plovidbe" Zadar i jedan brod "Atlantske plovidbe" Dubrovnik. Budući da o ovim sustavima nema mnogo tehničke literature u nas, a sustavi imaju brojne prednosti, bilo bi korisno detaljnije ih predstaviti našim brodarskim poduzećima, što se čini ovim radom, skromnim prilogom tim nastojanjima.

1. Prednosti uporabe

Sustav termalnog ulja po svojoj je koncepciji jednostavan i lako razumljiv. Zagrijač povisuje temperaturu ulja kao i zagrijač vode, pa se ulje jednostepenom centrifugalnom pumpom dalje raspoređuje potrošačima topline. Ima razlika između termalnog ulja i vode glede faze tekućine. Vrlo je važno da termalno ulje uvijek ostaje kao tekućina u sustavu koji nije pod tlakom, a jedini je potrebit tlak onaj kojim se svladava trenje u zagrijaču, cjevovodu, opremi i potrošačima.

Tlak sustava, isključujući efekt gubitka tlaka u zagrijaču, obično je veličine jednog do tri bara, i nije ovisan o radnoj temperaturi, koja može biti čak do 573,15 K. Zato je moguće iz jednog izvora topline zadovoljiti sve toplinske potrebe na brodu s pomoću izmjenjivača topline, jednostavnim protokom i povratom.

U slučaju da se potrebne dvije različite radne temperature ulja, npr. u broda za prijevoz bitumena, gdje je za grijanje tereta potrebna temperatura oko 553,15 K, te za grijanje teškoga goriva za porivni stroj ne više od 453,15 K, mogu se ugraditi sekundarne pumpe za "razblaživanje" visoke temperature ulja u glavnom uljnom krugu. Termalno ulje tlači kroz rashladnik morske vode te se regulatorom protoka ulja kroz rashladnik postigne željena temperatura (sl. 1.).

Ekspanzijski tankovi, spojeni s atmosferom, uzrokuju ranije starenje zbog oksidacije. Da se to izbjegne, proizvođači sustava nude sustave s ekspanzijskim tan-

kom kojima je gornja površina zaštićena inertnim plinom. Proces oksidacije i starenja u tim okolnostima bit će usporen, što znači dužu uporabu termalnog ulja.

Budući da je ekspanzijski tank postavljen iznad najviše točke sustava, to uvjetuje pozitivan tlak u sustavu i sprečava ulaz tereta ili drugoga grijajućeg medija u slučaju puknuća cijevi kotla ili izmjenjivača topline.

Na kotlu ili bilo kojem dijelu parnog sustava stavljenom izvan operacije, prilikom hlađenja nastaje vakuum, pa postoji opasnost kontaminacije kotlovske vode zbog najmanjeg napuknuća. Za razliku od vode, kojoj su svojstveni problemi korozije kisikom i formiranje kamenca, čak i ako se tretira kemikalijama radi održavanja kvalitete, termalna su ulja nekoroziivna i nude bolji stupanj zaštite.

Sustav termalnog ulja, koji je uvijek zatvorenog tipa, ima male gubitke ulja. Početni troškovi punjenja mogu izgledati na prvi pogled visoki, ali kad se usporede s troškovima tretiranja kotlovske vode i njezina smještaja tijekom više godina, tad je sustav s vodom redovito skuplji.

Ako je živa para potrebna za neke operacije, kao što je pranje tankova ili odmrzivanje, ona može biti izravno proizvedena preko izmjenjivača topline umjesto u kotlu tako da kvaliteta vode udovolji procesu. Ako sva voda, iz bilo kojeg razloga, treba biti odstranjena, nema bojazni od pregaranja jer cijevi nisu izložene visokoj temperaturi kao kod loženih kotlova. (sl. 2.).

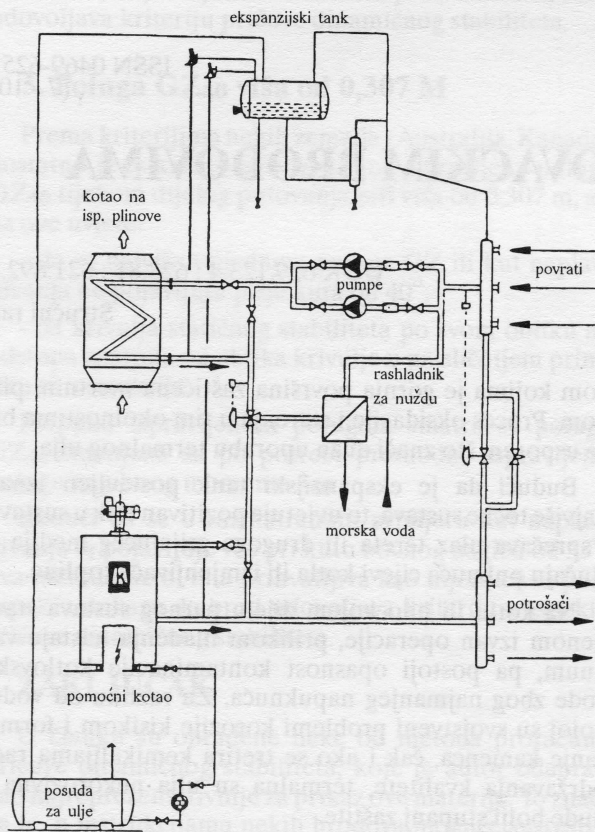
Uvjeti smrzavanja, posebno u sjevernim područjima ribarenja, čine upotrebu parnog kotla kao osnovnog izvora topline vrlo riskantnom. Budući da su termalna ulja tako razvijena da imaju sposobnost pumpanja na temperaturi od -30°C i niže, opasnost je od smrzavanja u potpunosti eliminirana.

Ponekad je potrebno prevoziti, recimo bitumen pri temperaturi od 493,15 K, teška je zadaća za parni kotao rad pri radnom tlaku od 27 bara za temperaturu od 503,15 K. To pak, s druge strane, biva jednostavno za radni raspon termalnih ulja. Za taj bi slučaj temperatura termalnog ulja trebala dosegnuti oko 533,15 K što se može postići bez povišenja tlaka.

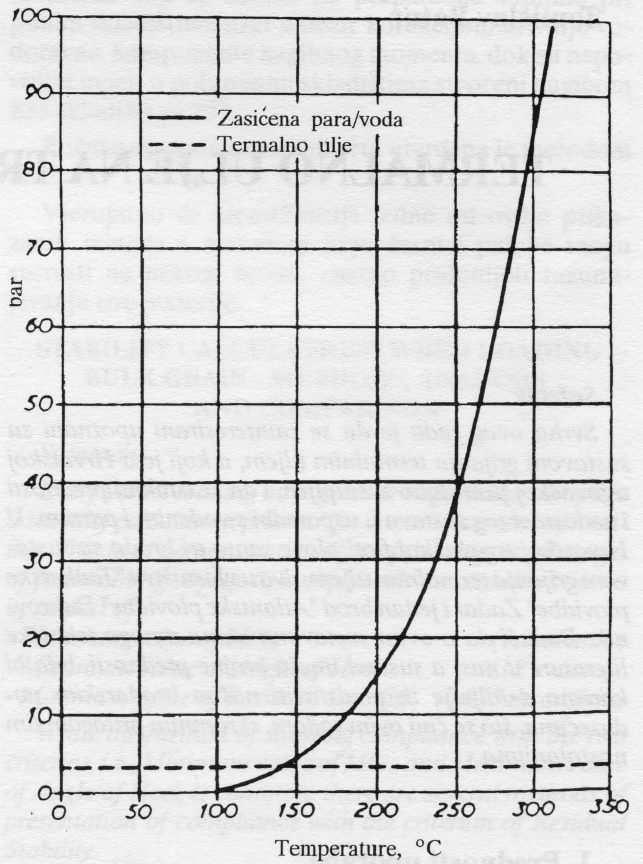
2. Rad sustava i troškovi osoblja

Pri ulaganju u bilo koji od sustava za grijanje, moraju se razmatrati četiri važna zahtjeva: pouzdanost, učinko-

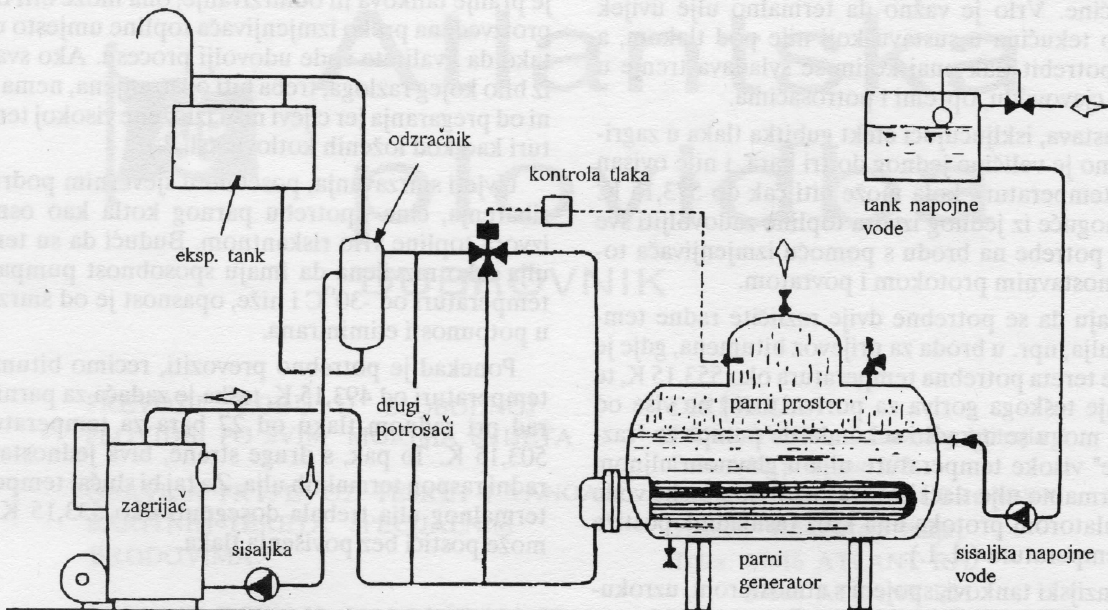
*Tomislav Batur, dipl. inž.
Antwerp Technical Services
Antwerpen



Slika 1. Shema sustava termalnog ulja na trgovačkim brodovima



Slika 3. Usporedba sistemskog tlaka para-termalno ulje



Slika 2. Parni generator grijan termalnim uljem - kapaciteta od 1520 kg/h pri 10 bara

vitost, troškovi osoblja i (ne)ovisnost o nadzornim službama.

Zagrijači termalnog ulja i njima pridruženi pomoćni uređaji dokazali su se vrlo pouzdanim u radu. Tu su činjenicu potvrdili mnogi vlasnici sustava i rukovatelji, što je i moje osobno mišljenje na osnovi vlastitih iskustava.

Čim brodom vlasnik jednom stekne iskustvo sa sustavom za grijanje termalnim uljem, nastojat će u svakoj prilici izbjeći povratak na loženi parni kotao, zbog jednostavnosti i niskih troškova održavanja.

Troškovi osoblja svakako su vrlo važni svakom brodom vlasniku i oni su u mnogo slučajeva bili glavni razlog za odabir sustava termalnog ulja. Brodom vlasnik je na nekoliko svojih brodova uočio mogućnost smanjenja broja strojarstva osoblja sa šest na pet članova, što na prvi pogled ne izgleda važno, ali mora se imati na umu da je time moguća ušteda od 17% samo u troškovima rada.

Uvjeti koje propisuju nadzorni organi za posude pod tlakom važna su činjenica zbog koje se brodom vlasnici sve više koriste sustavima termalnog ulja. Ovakav tip opreme za grijanje izvan je interesa nadzornih organa, što za vlasnika znači da ova služba ne interferira s radom sustava za prijenos topline termalnim uljem.

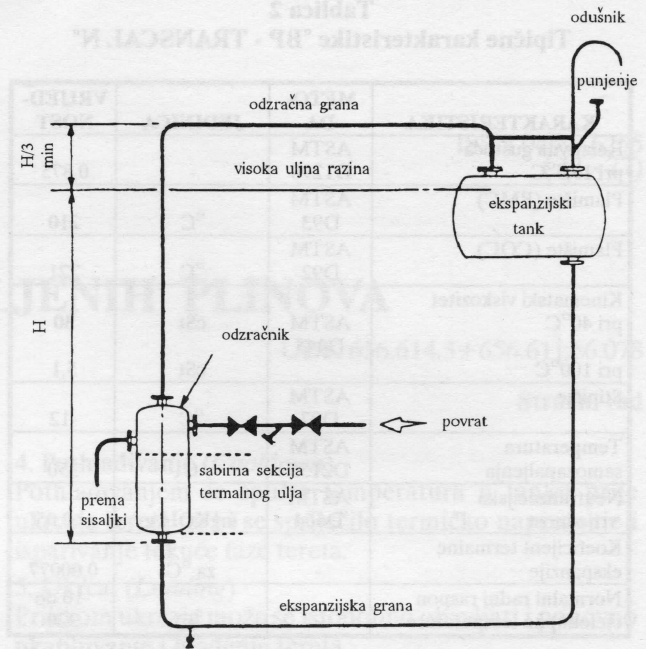
3. Upućivanje u rad novog sustava termalnog ulja

Neposredno nakon što se završi instalacija postrojenja, ali prije postavljanja izolacije, treba izvršiti tlačni test sustava radi provjere nepropusnosti, koristeći se razumno suhim zrakom pri tlaku od 1 bara uz upotrebu sapunice na svim spojevima i zavarenim mjestima.

Tlačna provjera ne smije se ni u kom slučaju obavljati vodom, jer je potpuno odvodnjavanje rijetko moguće. Odstranjivanje vode iz termalnog ulja vrlo je teško i može rezultirati znatnim produženjem razdoblja uhadavanja.

Nakon osiguranja nepropusnosti sustava, termalno se ulje može puniti u sustav, i lagano mu povisivati temperaturu do negdje ispod 373,15 K, te provjeriti eventualnu nazočnost vode. To se automatski postiže ventiliranjem od odzračivača do ekspanzijskog tanka kroz posebno ugrađenu cijevnu petlju (sl. 4.).

Ponekad lokalna odzračivanja sustava na odzračnim točkama mogu također biti od koristi. Sustav se zatim dovodi do radne temperature postupno, a istodobno se provjeravaju eventualna propuštanja. Nakon toga može se postaviti izolacija. Radi omogućavanja inspekcije i održavanja preporučljivo je da pumpe, ventili i prirubnice ostanu neizolirane, ali se ipak moraju zaštititi da ne bi došlo do ozljeđivanja osoblja. Izvjesni tipovi izolacijskog materijala moraju se izbjegavati zbog mogućnosti egzotermne reakcije s eventualno propuštenim uljem.



Slika 4. Odzračnik i ekspanzijski tank s međucijevovodom

4. Termalna ulja (fluidi)

Vrste termalnih ulja (fluida) koja su danas dostupna uključuju: 1. mineralna ulja parafinske ili naftenske baze; 2. sintetičke hidrokarbonate; 3. izomere; 4. difenil/difenil okside; 5. anorganske soli; 6. živu.

U ovom članku raspravljat će se samo o fluidima pod brojem: 1. mineralna ulja parafinske ili naftenske baze. Tipične karakteristike za ulja "PERFECTO HT5" i "TRANSCAL N", dvaju vodećih svjetskih proizvođača termalnih ulja ("CASTROL" odnosno "BP") dane su u tablicama 1. i 2.

Tablica 1.
Tipične karakteristike
"CASTROL - PERFECTO HT 5"

KARAKTERISTIKA	METODA	JEDINICA	VRIJEDNOST
Relativna gustoća pri 15,5°C	IP 160	-	0,873
Kinematski viskozitet pri 50°C	IP 71	cSt	21,0
pri 100°C	-	cSt	5,38
Stište	IP 15	°C	-9
Plamište (zatvoreno)	IP 34	°C	207
Plamište (otvoreno)	IP 35	°C	222
Točka paljenja	IP 35	°C	249
Temperatura samozapaljenja	Moore	°C	438
Neutralizacijska vrijednost	IP1A	mgKOH/g	0,05
Specifična toplota pri 15,5°C	-	KJ/Kg°C	1,86
Toplinska vodljivost pri 15,5°C	-	W/m°C	0,133
Koeficijent termalne ekspanzije za °C	-	-	0,00077

Tablica 2
Tipične karakteristike "BP - TRANSCAL N"

KARAKTERISTIKA	METODA	JEDINICA	VRIJEDNOST
Relativna gustoća pri 15,5°C	ASTM D1298	-	0,875
Plamište (PMC)	ASTM D93	°C	210
Plamište (COC)	ASTM D92	°C	221
Kinematski viskozitet pri 40°C	ASTM D445	cSt	30
pri 100°C		cSt	5,1
Stišište	ASTM D97	°C	-12
Temperatura samozapaljenja	ASTM D2155	C	350
Neutralizacijska vrijednost	ASTM D664	mgKOH/g	<0,05
Koeficijent termalne ekspanzije	-	za °C	0,00077
Normalni radni raspon cjelokupne temperature	-	°C	-10 do 320

5. Usporedba medija za prijenos topline

Voda i para dugo su upotrebljavani kao mediji za prijenos topline i njihove osobine dobro su poznate. Petrolejska ulja bila bi mnogo šire rabljena da proizvođačima nije nedostajalo znanja o njihovim osobinama. Prednosti i nedostaci pare, vode i ulja kao alternativnog medija za prijenos topline uspoređeni su kako slijedi:

PARA	PREDNOSTI	NEDOSTACI
	<ul style="list-style-type: none"> - visoki koeficijent prijelaza topline - dobar tlačno/temp. odnos do 20 bara/215°C - visoka latentna toplina - nezapaljiva i neotrovnost - podaci lako dostupni - dopuna vode jeftina - cirkulacijska pumpa nepotrebna - para za prijenos topline može biti upotrijebljena usporedno kao procesna para 	<ul style="list-style-type: none"> - korozivna - neekonomična pri visokim temperaturama - vodeni separatori i sustav kondenz. cijevi je neophodan, zajedno s pažljivim razvodom parnih cijevi radi povrata kondenzata - redoviti pregledi kotla neophodni - ložič potreban - neophodan sustav pod tlakom - visoki toplinski gubici - tretiranje vode nužno
VODA	<ul style="list-style-type: none"> - visoki koeficijent prijelaza topline - izvrsna termalna stabilnost - nezapaljiva i neotrovnost - niski viskozitet - nema potrebe za vodenim separatorom ili posebnim sustavom kondenzacijskih cijevi - dopuna vode jeftinija - problemi s korozijom manji nego s parom - promjene u potrošnji topline bolje podnosi nego para 	<ul style="list-style-type: none"> - korozivna u usporedbi s uljem - visoki tlak pri visokim temperaturama - sustav pod tlakom prijeko potreban - visoka brzina cirkulacije potrebna; zato potreba za cirkulacijskom pumpom - redoviti pregled grijača nuždan - opsluživač kotla potreban - tretiranje vode prijeko potrebno
HIDROKARBONSKA ULJA (Fluidi)	<ul style="list-style-type: none"> - niska točka isparavanja - sustav ne zahtijeva povišeni tlak - cjelokupna temperatura ljestvica do 343°C dostupna - manje ogrjevne površine potrebne zbog viših temp. - nema problema korozije - nema obveznih periodičnih pregleda kotla - nema potrebe za ložičem - nema taloženja kamenca - ušteda energije u usporedbi s parom; nema gubitaka kao što je nekompletna kondenzacija parnog povrata - nema smrzavanja cijevi - postojeći sustavi mogu biti iskorišteni za više temperature bez potrebe za preinakom 	<ul style="list-style-type: none"> - koeficijent prijelaza topline niži nego u vode - zapaljiva pod određenim uvjetima - skuplja od vode - promjene viskoziteta s temperaturom - cirkulacijska pumpa prijeko potrebna - zrak mora biti odstranjen iz sustava

Rukopis primljen: 19.1.1994.

ZAKLJUČAK

Na osnovi iznesenoga može se zaključiti da su sustavi za grijanje termalnim uljem u početku skuplji od parnih zbog povećane cijene početnog punjenja sustava termalnim uljem. Međutim, to se s iskorištavanjem sustava postupno nadoknađuje manjim brojem osoblja koje sustav poslužuju. Osim toga, ulje nije potrebno tretirati kemikalijama kao za parne sustave.

Autor zato misli da su nedostaci sustava s termalnim uljem glede troškova punjenja obilato kompenzirani brojnim prednostima koje su iznesene u ovom radu.

LITERATURA

1. T. Batur: Diplomski rad, "Analiza pouzdanosti sustava termalnog ulja na motornom tankeru za prijevoz kemikalija i pristup njegovu održavanju", Pomorski fakultet Dubrovnik, studij u Splitu, 1993.
2. H. Schultz: Thermal fluid heating on merchant navy vessels, Hamburg 1983.
3. Castrol marine information, edition 1983.
4. BP / Handling and maintenance of lubricants edition 1986.

THERMAL FLUID ON MERCHANT NAVY VESSELS

Summary

The aim of this article is to introduce the system of thermal fluid heating to possible users, which is in Croatian merchant navy poorly represented, and to point out advantages and disadvantages of this system in comparison with water and steam systems. In Croatian merchant navy there are only three ships using this system. Owing to the fact that there are not many information in our technical books although the system has plenty advantages, it would be very useful to represent it more detailed to our companies, and this is a small contribution in doing that.