

ZANIMLJIVOSTI IZ TEHNIKE HLAĐENJA I KLIMATIZACIJE

U posljednjih nekoliko mjeseci u stranim stručnim časopisima objavljene su brojne zanimljivosti iz područja tehnike hlađenja i klimatizacije.

Ilustracija 1
Logo EVIA-e



S radom počela EVIA

Potkraj svibnja ove godine u Bruxellesu u Belgiji održana je prva skupština novoosnovanog Udruženja europske industrije ventilacije (EVIA). Radi se o međunarodnoj strukovnoj interesnoj

udruzi koja je osnovana u srpnju 2010. godine i do sada je okupila oko 30 proizvođača uređaja i opreme za ventilaciju i klimatizaciju iz cijele Europe te tri stručne udruge. Sjedište EVIA-e je u Bruxellesu, a više o njoj može se pronaći na internetskoj stranici www.evia-ventilation.eu (il. 1).

Ilustracija 2

Pogled iz zraka na stralsundsku luku i zgradu Ozeaneuma...



Ilustracija 3

... i u unutrašnjost jednog od bazena



Prva skupština koja je održana nešto manje od godinu dana od osnivanja zapravo je označila početak rada EVIA-e u punom opsegu. Tako su prvoga dana skupštine održani su stručni seminari na temu energetske učinkovitosti ventilacije, uvjeta na tržištu i certificiranja proizvoda, a potom su u službenom dijelu dane smjernice za buduću rad. Tako bi EVIA prije svega trebala poslužiti za lobiranje svojih članica, ali i drugih sudionika na tržištu opreme za ventilaciju i klimatizaciju kod nadležnih tijela Europske unije. U skladu s time je i organizacijski podijeljena u tri radne skupine: Ventilacija stambenih prostora, Ventilacija nestambenih prostora i Ventilatori.

Uz to, predviđena je i uska suradnja sa srodnim europskim strukovnim interesnim udrugama kao što su Udruženje europske industrije grijanja (EHI) i Europsko udruženje za dizalice topline (EHPA).

Ekološko hlađenje (i) za akvarij

Sredinom 2008. godine je sklopu Njemačkog pomorskog muzeja u njemačkom gradu Stralsundu otvoren je akvarij Ozeaneum (il. 2). Zahvaljujući divovskim bazenima s morskom vodom, pri čemu volumen najvećeg iznosi čak 2,6 milijuna l, akvarij omogućava podroban uvid u podmorski svijet sjevernih mora (il. 3). Zgrada akvarija nalazi u samoj stralsundskoj luci, a pri njezinom je projektiranju posebna pozornost bila posvećena ostvarivanju što manjeg utjecaja na okoliš i pri gradnji i pri pogonu. U skladu s time je, primjerice, rasvjeta izvedena sa svijetlećim diodama (LED), zahvaljujući čemu je potrošnja električne energije (u usporedbi s uobičajenim rasvjetnim tijelima), smanjena za 60%. Isto tako, sav drveni građevni materijal koji je korišten

pri opremanju objekta potječe iz 'održivog šumarstva', a u uredskim se prostorijama koristi isključivo oporabljeni papir.

Rashladni sustav akvarija služi za hlađenje vode u bazenima kako bi se uvjeti u njima što više približili onima u sjevernim morima te za pogon sustava klimatizacije. U skladu sa ranije spomenutim zahtjevima za što manjim utjecajima na okoliš, bilo je potrebno pronaći rješenje za rashladni sustav koje će istodobno biti i sigurno i energetski učinkovito. Uz to, trebalo je što više spriječiti nastajanje maglice pare pri radu kondenzatora i ostvariti što nižu razinu buke. Konačno, dodatni je problem predstavljalo i vrlo kratko vrijeme za izvođenje radova na ugradnji sustava (svega dva mjeseca), ali i to što je strojarnica nalazi u susjednoj zgradi koja je zaštićeni spomenik kulture.

Ukupne potrebe za rashladnim učinkom u Ozeaneumu iznose 900 kW, od čega 400 kW otpada na hlađenje vode u bazenima, a 500 kW na sustav klimatizacije.

Rashladni sustav je izveden kao jednostupanjski, s dva isparivača, dva kondenzatora i dva kompresora, dok kao radna tvar služi amonijak, a kao sekundarni prijenosnik energije voda (tablica 1).

Amonijak se kao radna tvar u rashladnoj tehnici (s oznakom R 717) uspješno koristi već više od 100 godina i to ponajviše u tzv. industrijskim rashladnim uređajima. Radi se o bezbojnom plinu oštrog i neugodnog mirisa pa se može lako otkriti u slučaju propuštanja. Uz to, i potencijal za razgradnju ozona (ODP) i potencijal globalnog zagrijavanja (GWP) jednaki su mu 0. Zapaljiv je uz određene uvjete, no njegova je energija zapaljenja čak 50 puta veća nego za prirodni plin. Iako je otrovan, zahvaljujući spomenutom intenzivnom i lako prepoznatljivom mirisu može se primijetiti u zraku u prostoriji već pri koncentraciji 3 mg/m³, dok koncentracija koja je opasna za zdravlje iznosi više od 1750 mg/m³. Konačno, lakši je od zraka pa u slučaju istjecanja odlazi prema stropu prostorije, odnosno u atmosferu.

Kao sekundarni prijenosnik energije (od rashladnog uređaja do bazena s vodom, odnosno do sustava klimatizacije) služi hladna voda pri čemu temperatura polaznog voda iznosi 6 °C, a povratnog voda 12 °C.

Rashladni sustav se sastoji od dva odvojena isparivača i dva hibridna kondenzatora s isparavanjem te dva kompresora. Rashladni učin svakog isparivača iznosi 730 kW, što omogućava dovoljnu pričuvu u slučaju ispada jednoga od njih. Kondenzatori su izvedeni tako da do vanjske temperature zraka 21,5 °C i pri nazivnom učinku

podaci	parametri
izvedba	jednostupanjski s dva isparivača i dva kondenzatora
radna tvar	amonijak
ukupna masa punjenja	300 kg
temperatura isparavanja radne tvari	3,1 °C
temperatura kondenzacije radne tvari	35 °C
dopušteni najniži radni tlak	16 bar
dopušteni najviši radni tlak	24 bar
temperatura polaznog voda prijenosnika energije (vode)	6 °C
temperatura povratnog voda prijenosnika energije (vode)	12 °C

Tablica 1
Osnovni tehnički podaci o rashladnom uređaju u Ozeaneumu



Ilustracija 4
Hibridni kondenzatori smješteni u potkrovlju zgrade u kojoj se nalazi strojarnica...

mogu raditi 'na suho' pa iznad njih ne dolazi do pojave maglice pare (il. 4). Kompresori su izvedeni kao klipni i, ako je potrebno, također mogu raditi neovisno jedan o drugome, tako da u slučaju ispada jednoga od njih preostali može pokrivati i do 80% ukupnog potrebnog rashladnog učina (il. 5). Regulacija učina kompresora omogućava posebno energetski učinkovit rad cijelog uređaja, dok se brojem okretaja (u rasponu 750 - 1450 okr./min) upravlja pretvaračem frekvencije. Budući da se ukupni zahtijevani rashladni učin od 900 kW postiže već kod 60% učina oba isparivača, razina buke pri radu uređaja je značajno snižena.

Raste tržište za apsorpcijske rashladnike vode

Prema studiji koju je provela američka specijalizirana tvrtka Global Industry Analysts, promet na svjetskom tržištu apsorpcijskih rashladnih uređaja, odnosno rashladnika vode bi se do 2017. godine trebao povećati na oko 924 milijuna dolara. Kao glavni razlog za takva očekivanja ističu

se povećani zahtjevi za smanjivanje potrošnje električne energije u tehnici hlađenja i klimatizacije, a posebice za proizvodnju hladne vode, ali i za smanjivanjem do sada najčešće korištenih sintetičkih radnih tvari u rashladnicima vode.

Zanimljivo je pri tome da se, promatrajući samo europsko tržište, na prvi pogled može reći da su takva očekivanja neopravdana. Naime, promet apsorpcijskih rashladnika vode u Europi danas iznosi svega 40 mil. dolara, dok se promet u cjelokupnom području rashladnika vode u Europi procjenjuje na čak 1,729 milijardi dolara. Ipak, u obzir treba uzeti da na Europu otpada sve manji udio u tržištu opreme za hlađenja, ventilaciju i klimatizaciju. Uostalom čak 75% apsorpcijskih rashladnika vode u svijetu se danas prodaje na tržištu Kine, Japana i Koreje.

Uz to, studiji u prilog idu podaci o prometu na svjetskom tržištu rashladnika vode za 2009. godinu koje je objavio japanski stručni časopis 'Jarn'. Prema tim podacima, promet na svjetskom tržištu rashladnika vode u 2009. je u odnosu na prethodnu godinu pao za 5,5%, odnosno iznosio je 6,827 mlrd. dolara. Od tog iznosa, najveći dio otpada na 'klasične' rashladnike vode, opremljene klipnim, vijčanim i spiralnim kompresorima (čak 68% prometa ili 4,655 mlrd. dolara), a zatim slijede rashladnici s turbokompresorima (22% ili 1,485 mlrd. dolara). Promet apsorpcijskih rashladnika te je godine iznosio 687. mil. dolara, odnosno 10% ukupnog svjetskog prometa. Ipak, ako se prometi te tri skupine usporede s prometima u prethodnoj godini, ispada da se promet 'klasičnih' rashladnika u 2009. smanjio za 1%, a promet onih s turbokompresorima za golemih 22%, dok je promet apsorpcijskih povećan za dobrih 12%.

Ako se sve to uzme u obzir, čini se da spomenuta očekivanja do 2017. uistinu neće biti teško ostvariti i dovoljno će biti samo da se promet apsorpcijskih rashladnika vode svake godine povećava za svega 4%, što ne bi smjelo biti veći problem.

Novo rješenje sorpcijskog uređaja za klimatizaciju

U okviru istraživačkog projekta koji financira njemačko Savezno ministarstvo gospodarstva i tehnologije (BMW) razvijeno je novo rješenje sorpcijskog uređaja za klimatizaciju stambenih i malih uredskih prostora s protokom zraka do 1000 m³/h.

Novo rješenje osniva se na primjeni sorpcijskog izmjenjivača topline hlađenog isparavanjem pod nazivom Ecos (kratica od eng. evaporatively cooled sorptive heat exchanger). Njegovi su glavni dijelovi dva po izvedbi posve jednaka rekuperativna izmjenjivača topline, kod kojih se na strani dovoda svježeg vanjskog zraka nalazi sorpcijski, a na strani odvoda onečišćenog zraka iz prostorija hidrofilni sloj (il. 6). Izmjenjivači rade naizmjenice, u ciklusima, što o znači da je jedan od njih uvijek u pogonu, dok se drugi regenerira.

Proces u uređaju se može podijeliti u tri koraka (il. 7):

- 1. korak: promjena stanja vanjski svježi zrak - zrak koji se dovodi u prostorije
- 2. korak: promjena stanja onečišćeni zrak iz prostorija - zrak koji se odvodi u okolicu
- 3. korak: regeneracija izmjenjivača topline.

U prvom koraku se iz okolice u uređaj usisava vanjski svježi zrak (npr. s temperaturom 32 °C i relativnom vlažnošću 40%) i prolazi kroz kanale

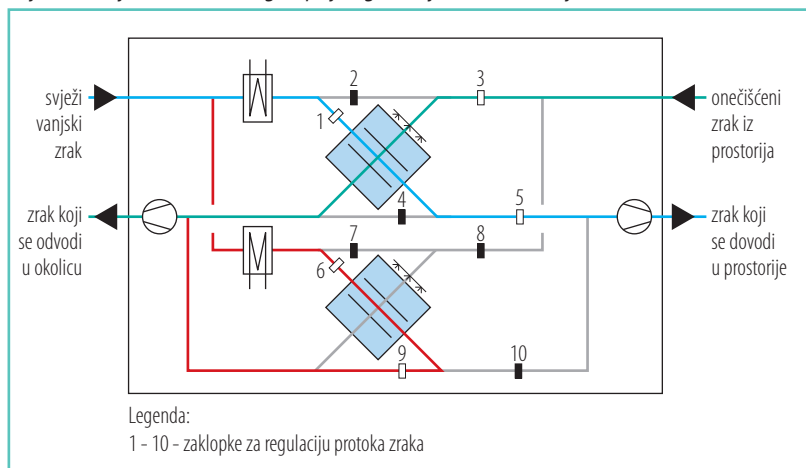
Ilustracija 5

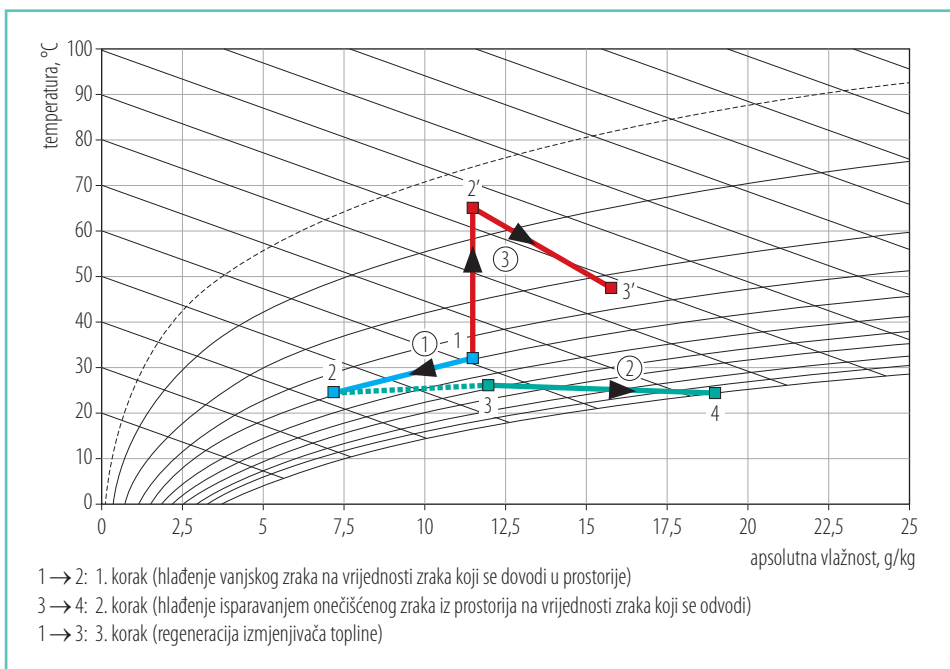
... i klipni kompresori u prostoru strojarnice Ozeaneuma



Ilustracija 6

Pojednostavljena shema novog sorpcijskog uređaja za klimatizaciju





Ilustracija 7
 Prikaz procesa u novom
 sorpcijskom uređaju za
 klimatizaciju u h-x-dijagramu

izmjenjivača topline sa sorpcijskim slojem. Pri tome se adsorpcijski odvlažuje i istodobno hladi zbog izmjene topline s hladnijim onečišćenim zrakom iz prostorija, koji se nalazi s druge strane izmjenjivačke ploče. Temperatura zraka koji se dovodi u prostorije potom iznosi 24,5 °C, a relativna vlažnost 41%.

U drugom koraku se onečišćeni zrak iz prostorija (npr. s temperaturom 26 °C i relativnom vlažnošću 60%) najprije hladi isparavanjem tako što se u njega pri ulasku u izmjenjivač topline raspršuje voda. Ta voda s jedne strane u njega izravno ishlapljuje, čime mu se ujedno temperatura snižava, a s druge strane ulazi u strukturu hidrofilnog sloja izmjenjivača topline. Zbog izmjene topline od sorpcijskog sloja na strani zraka koji se dovodi u prostorije s ovlaženim hidrofilnim slojem na strani onečišćenog zraka iz prostorija dolazi do stalnog isparavanja vode. Pri tome po cijeloj dužini kanala ohlađeni onečišćeni zrak iz prostorija zbog niže temperature od zraka koji se dovodi u prostorije preuzima toplinu adsorpcije i dodatno hladi zrak koji se dovodi. Proširenje procesa hlađenja isparavanjem na cijeloj površini izmjenjivača topline dovodi do povećanja rashladnog učina na strani zraka koji se dovodi u prostorije. Na izlasku iz uređaja zrak koji se odvodi u okolicu ima temperaturu oko 24,5 °C i relativnu vlažnost oko 100%. Proces istodobnog snižavanja temperature i smanjenja relativne vlažnosti vanjskog svježeg zraka je završen kada je sorpcijski sloj na strani zraka koji se dovodi u prostorije u cijelosti zasićen vodom. Nakon toga se pod djelovanjem automatske regulacije struje svježeg i onečišćenog zraka preusmjeravaju na drugi, po izvedbi

posve jednak izmjenjivač topline gdje isti proces počinje iz početka, dok se prvi izmjenjivač topline regenerira.

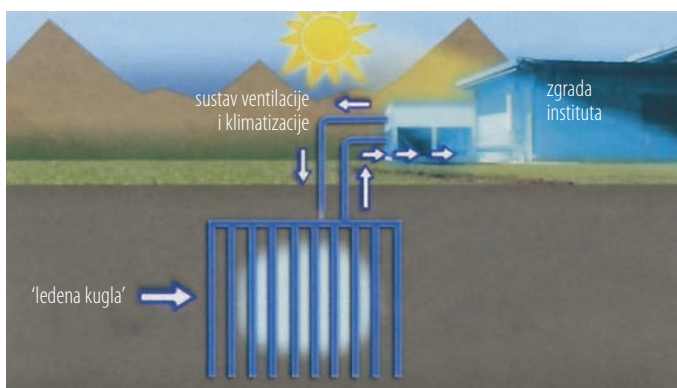
U trećem koraku dolazi do regeneracije izmjenjivača topline koji je korišten u prva dva koraka, odnosno do sušenja djelomično zasićenog sorpcijskog sloja. Za to služi vanjski svjež zrak koji se zagrijava do temperature prikladne za desorpciju (oko 65 °C), a toplina koja je za to potrebna može se, primjerice, dovesti iz solarnog ili toplinarskog sustava ili se pak može koristiti otpadna toplina iz nekog procesa. Strujanjem toplog vanjskog svježeg zraka kroz kanale izmjenjivača topline sa sorpcijskim slojem dolazi do izdvajanja vode iz njega, pri čemu se on hladi na oko 47 °C i ovlažuje do vrijednosti apsolutne vlažnosti oko 4,3 g/kg te potom vraća u okolicu. Kada je izmjenjivač regeneriran, u njemu ponovno može započeti proces, a tada započinje i regeneracija izmjenjivača koji je do tada radio.

Projekt se ostvaruje u suradnji tvrtke Robert Bosch i Instituta Fraunhofer za solarne energetske sustave (ISE), pri čemu je Bosch zadužen za razvoj uređaja i sustava regulacije, a ISE za razvoj cjelovitog rješenja, optimiranje izmjenjivača topline (što uključuje primjenu odgovarajućih materijala za konstrukciju i izradu slojeva), modeliranje procesa i eksperimentalnu provjeru prototipova.

Deve protiv klima-uređaja

Vjerojatno je mnogima slabo poznata činjenica da deve, osim u pustinskim krajevima Sjeverne Afrike i Bliskog istoka (jednogrbe) te središnje Azije (dvogrbe), žive i u Australiji. Točnije,

Ilustracija 8
'Ledena kugla' za pohranu rashladne energije u podzemlju



na oko 1,3 mil. km² australskih stepa i pustinja živi danas nešto više od 1 mil. deva. Radi se o devama koje su na australski kontinent dovedene s Bliskog istoka u 19. stoljeću, u vrijeme pojačane kolonizacije unutrašnjosti Australije, kako bi služile kao radna i prijevozna sredstva. U međuvremenu su se posve prilagodile australskom podneblju, a kako više nisu potrebne kao radne životinje, slobodno žive u prirodi. No, nezgodna činjenica je to što su se u posljednje vrijeme pretjerano namnožile, pri čemu se procjenjuje da se njihov broj u Australiji udvostručuje svakih 8 - 9 godina.

U skladu s time, pojavio se i problem raspoloživih količina pitke vode za tako velik broj deva u pustinjskim i stepskim područjima koja su njome više nego oskudna. No, kakve to sve veze ima s klimatizacijom? Odgovor je sljedeći: u sušnim razdobljima, kada vode koja je ionako nedostatna, nema dovoljno, deve se od na prvi pogled pitomih pretvaraju u posve divlje životinje koje tražeći vodu u krdima dolaze do naselja gdje uništavaju uređaje i opremu u kojima ima vode, a ponajviše klima-uređaje i zahode. Inače, deve imaju gotovo nevjerojatnu mogućnost osjeta prisutnosti vode, čak i na većim udaljenostima, a u potrazi za vodom gotovo ih ništa ne može zaustaviti. Uz to, treba reći da deva u svega 3 min može popiti čak 200 l vode!

Kako zbog toga u naseljima u unutrašnjosti Australije redovito dolazi do značajnih šteta (npr. prošle godine je oko 3000 deva u cijelosti razorilo jedno aboridžinsko naselje), razvijen je projekt pod nazivom CamelScan koji nadležnim tijelima omogućava praćenje krda deva i poduzimanje preventivnih mjera. No, uništavanje klima-uređaja i zahoda pri devinim potragama za vodom nisu jedini problem. U posljednje je vrijeme i sve više prometnih nesreća uzrokovanih naletom vozila na deve, a sve je češći slučaj da deve u cijelosti iscrpe rijetka pustinjska nalazišta vode koja onda više nisu raspoloživa za opskrbu ljudi i drugih životinja.

'Ledena kugla' za pohranu rashladne energije

Početkom 2011. godine na Sveučilištu Utaha u Salt Lake Cityju u SAD-u je u pogon pušten pilot-projekt za sezonsku pohranu rashladne energije. Time se uz primjenu hladnog vanjskog zraka tijekom zime u podzemlju stvara golema ledena kugla koja potom tijekom ljeta može poslužiti za pokrivanje potreba za rashladnom energijom u sustavu klimatizacije.

Radi se o projektu pod nazivom 'Ledena kugla' koji je razvijen na Institutu za strojarstvo Sveučilišta Utaha. Sami građevinski radovi pri tome su započeli u proljeće 2010, a završeni su početkom 2011. godine. Sustav 'Ledene kugle' se sastoji od 19 međusobno povezanih plastičnih cijevi koje su bušenjem postavljene na dubini 15 m (il. 8). Pod djelovanjem crpke kroz njih struji radna tvar koja u zimi uzima toplinu iz podzemlja i predaje je okolnom zraku. Pri tome dolazi do smrzavanja podzemne vode i nastajanja 'ledene kugle' promjera oko 10,5 m u tlu. Tijekom toplih mjeseci u godini, pomoću tog se sustava zgrada Instituta hladi. Tada se radna tvar hladi strujanjem kroz cijevi 'ledene kugle' i uvodi u izmjenjivač topline sustava ventilacije i klimatizacije u kojem hladi zrak. Proces može trajati sve dok se 'ledena kugla' ne otopi, odnosno dok temperatura tla ne postigne vrijednost 8 - 10 °C, što više nije smisleno za hlađenje i odvlaživanje zraka u sustavu ventilacije i klimatizacije. Uz to, u buduću bi se za pogon crpki koje omogućavaju strujanje radne tvari kroz sustav trebala koristiti električna energija proizvedena u fotonaponskim modulima.

Nitko ne zna s termostatima!

U sklopu predstudije pod nazivom 'Kako ljudi zapravo koriste termostate' Nacionalni laboratorij Lawrence Berkeley iz SAD-a proveo je anketu kojom se željelo doznati nešto više o korištenju termostata. U anketi, koja je zapravo bila dio planirane opsežnije analize tržišta, sudjelovao je 81 ispitanik kojem su bila postavljena pitanja o tome kako rukuje termostatom i kako njime regulira sustav grijanja, ventilacije i klimatizacije u kućanstvu. Radi se o uobičajenim termostatima s tipkama ili dodirnim ekranom kojima se mogu namještati dnevni, tjedni i mjesečni programi, odnosno povišenje ili sniženje temperature u prostoriji u određeno vrijeme. Ipak, rezultati studije pokazali su zastrašujuće podatke: 89% ispitanika koristi termostat isključivo za paljenje i gašenje sustava! Naime, svi se oni boje pogrešnog programiranja s obzirom na to da je složeni koncept regulacije koji je tvornički postavljen ostao nepromijenjen. U skladu s time, golemi potencijali za uštede na energiji koji bi mogli proizaći iz primjene termostata ostaju neiskorišteni. ■

Izvornici:

- CCI.Zeitung 03/2011
- CCI.Zeitung 05/2011
- CCI.Zeitung 08/2011
- CCI.Zeitung 09/2011
- IKZ Fachplaner, Juni 2011