

Klimatizacija u duvanskoj industriji

Vanja Smiljaković *

Industrijska klimatizacija treba da omogući optimalno stanje vazduha u fazama proizvodnje i čuvanja sirovina, poluproizvoda i gotovih proizvoda, ako njihov kvalitet zavisi od kvaliteta vazduha u ambijentu. Istovremeno, na svim radnim mestima treba obezbediti povoljne higijenske uslove. Nerešavanje, kao i loše rešenje ovog zahteva, dovodi do smanjenja radnog učinka radnika i pojavu profesionalnih oboljenja.

Duvanski list i rezani duvan predstavljaju porozno-higroskopnu materiju, čiji uslovi obrade u velikoj meri zavise od sadržaja vlage. Željena vlažnost duvana postiže se uticajem klimatizovanog vazduha u prostorijama u kojima je duvan smešten, pa je primena klimatizacionih postrojenja potrebna u svim fazama proizvodnog procesa. Tok obrade i prerade duvana u cigarete je sledeći:

Obrada duvana:

- 1) otkup nefermentisanog duvana
- 2) razlistavanje i obesprašivanje
- 3) klasiranje
- 4) pakovanje
- 5) fermentacija
- 6) presovanje i ambalažiranje
- 7) starenje — maturacija;

Prerada duvana:

- 1) prethodno vlaženje
- 2) razlistavanje i obesprašivanje
- 3) stvaranje mešavine — harmonisanje
- 4) rezanje listova duvana
- 5) sušenje rezanog duvana
- 6) izrada cigareta
- 7) kondicioniranje cigareta
- 8) pakovanje.

Potrebna temperatura i vlažnost vazduha zavise od sorte i stanja

duvana kao i od faze obrade. Zato se u nastavku posebno razmatraju pojedini proizvodni procesi.

Otkup nefermentisanog duvana vrši se u prostorijama duvanskih stanica ($t = 18^{\circ}\text{C}$, $\phi = 65\%$). Tu mu se ocenjuje kvalitet i pogodnost za preradu. Duvan koji se otkupljuje već je pretrpeo štavljenje, sušenje i izvesno sortiranje kod proizvođača.

Razlistavanjem i obesprašivanjem razdvajaju se bale duvana na listove uz odstranjivanje sitnjavine i duvanske i druge prašine. Ranije se ovaj posao vršio ručno, u vrlo nepovoljnim radnim uslovima. Danas se za to koristi pneumatski uređaj koji istovremeno služi za razlistavanje, transport i odsisavanje prašinom zagađenog vazduha (sl. 1).

Duvan se usisava sa transportera, razlistava u cevovodu, taloži na predviđenom mestu a vazduh sa prašinom odlazi u filter rukavnog tipa. Filter se može postaviti ispred ili iza ventilatora. Stanje vazduha pri razlistavanju je: $t = 20^{\circ}\text{C}$, $\phi = 65\%$.

Klasiranje i pakovanje su sledeće faze pripreme duvana za fermentaciju. Klasiranje i pakovanje

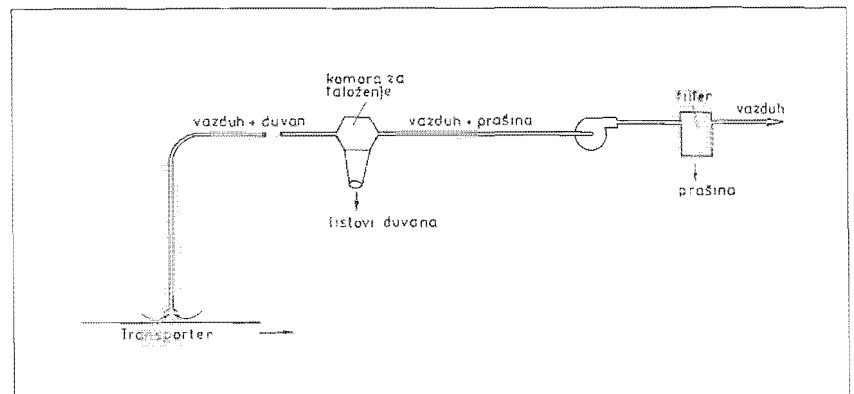
obavljaju se ručno pri $T = 20^{\circ}\text{C}$, $\phi = 75-80\%$.

Fermentacija je poslednja etapa u tehnološkom postupku obrade duvana, kada sirovina postaje pogodna za upotrebu. Za vreme fermentacije, maksimalnim stepenom se završavaju bihemijske i hemijske promene, pri čemu dolaze do punog izraza vrhunske osobine duvana.

Sezonska fermentacija obavlja se u fermentacionim odeljenjima duvanskih magacina, za vreme toplog i vlažnog perioda godine (proleće i leto) i traje 3 do 5 meseci. Pošto nema uređaja za klimatizaciju, duvan je često prepušten naglim promenama temperature i vlažnosti. To je (zajedno sa pojavom samovlaženja) uzrok buđanja i propadanja bala.

Vansezonska fermentacija izaziva se i održava stranim izvorom toplote i vlage u posebno izolovanim odeljenjima — ferm-komorama. Odvija se nezavisno od vremenskih prilika, s temperaturom i vlažnošću vazduha koje se podešavaju prema potrebi i uvek održavaju u optimalnim granicama. Trajanje procesa vansezonske fermentacije zavisi od stanja i hemijskog sastava duvana (najduže 30 dana). Postoji više režima: na 35 , 50 ili 60°C , prema to-

Sl. 1 — Šema pneumatskog transporta duvana



* Vanja Smiljaković, dipl. ing., stan: Drugi bulevar 125, Novi Beograd.

me da li se radi o aromatičnom, krupnolisnom ili cigarnom duvanu. Posmatraće se tok fermentacije na 50°C (sl. 2).

Proces se sastoji iz tri faze:

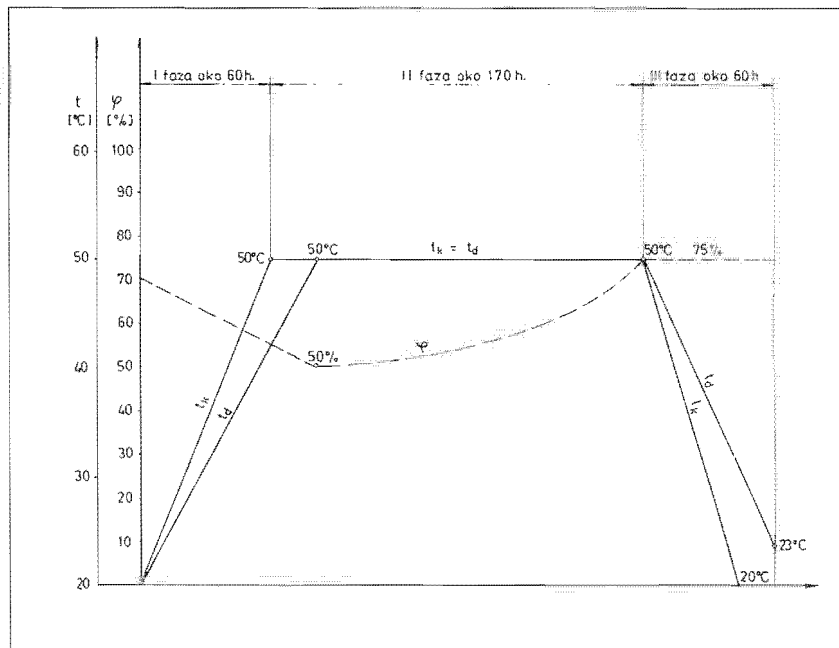
U prvoj fazi vrši se postepeno zagrevanje duvana do predviđene temperature ($t_d \approx 50^\circ\text{C}$) za vreme od dva (tamniji i lošiji) do šest dana (svetliji i bolji duvani). Pazi se da razlika temperature u komori t_k i temperature u bali t_d ne pređe 4 do 6°C. To je važno da se ne bi prekinula termodifuzija vlage (koja ide od mesta više ka mestu niže temperature). Vlažnost vazduha se kreće od 70 do 50%.

U drugoj fazi vlažnost vazduha održava se na 50 do 60%, zavisno od stanja i ponašanja duvana. Ako nastupi velika razlika u temperaturi ($t_k - t_d$), vlažnost vazduha treba smanjiti. Tokom druge faze duvan gubi vlagu jer mu se smanjuje vododržna sposobnost. Da se ne bi presušio, u drugom delu ove faze vlažnost vazduha se povećava na 75%. Završetak faze ustanovljava se praćenjem kiseoničnog indeksa.

Treća faza traje 60 časova i obuhvata ohlađivanje duvana vazduhom u komori. Vлага se održava na 70 do 75%. Duvan se iznosi iz komore kad t_d padne ispod 30°C.

Jedna fermentaciona komora ima kapacitet od 20 do 50 tona. Bale duvana su smeštene na rešetkastim policama sa više spratova, tako da potpuno ispunjavaju horizontalni presek komore. To je potrebno da pri strujanju vazduha u vertikalnom pravcu ne bi došlo do kratkog spoja ulazne i izlazne struje vazduha. Da bi gornji i donji slojevi duvana podjednako učestvovali u procesu, klimatizovani vazduh se naizmenično ubacuje i izvlači kroz a-nemostate na podu i na tavanici. Za ovo je potrebno primeniti krst za prebacivanje struje vazduha.

Sl. 2 — Kretanje temperature i relativne vlažnosti u fermkomori u pojedinim fazama fermentacije duvana na 50°C; t_k , φ — temperatura i relativna vlažnost vazduha u komori; t_d — temperatura u bali duvana



Svaka ferm-komora ima svoju klimatizacionu komoru u kojoj se vrši priprema vazduha. Njenim radom upravlja se ručno jer je (bar kod nas) primena automatike neopravdana iz više razloga.

Tok procesa u ferm-komori zavisi od vrste unetog materijala. Duvan tokom fermentacije odaje toplotu i vlagu različitim intenzitetom. Stanje vazduha treba da odgovara stanju duvana i fazi procesa. Vлага i kvalitet duvana ne mogu se meriti tehnički prihvatljivom metodom, koja bi koristila automatizaciji. Zato radnici moraju da ulaze u komoru i očitavaju temperaturu reprezentativnih bala i iznose uzorke za gravimetrijsko određivanje vlage duvana. Istovremeno očitavaju relativnu vlažnost vazduha i temperaturu u ferm-komori i na osnovu svog iskustva upravljaju radom klimatizacionog postrojenja.

Sistem tačke rose nema smisla primenjivati, jer se menjaju i re-

lativna vlažnost vazduha i dobici latentne toplote u prostoriji.

Kvar na automatici kasno se otkriva (nakon već nastalih posledica). Vođenje sistema i otklanjanje kvarova iziskuje danonoćno prisustvo visokokvalifikovanih ljudi, što povećava proizvodne troškove. Investicije u automatiku su velike a naročite prednosti nad ručnim regulisanjem, u ovom slučaju ne uočavaju se.

Presovanje i ambalažiranje izvode se posle fermentacije, da bi duvan sačuvao vlažnost i elastičnost. Bale se etiketiraju odgovarajućim podacima i otpremaju u magacine.

Starenje — maturacija duvana je produžena fermentacija, koja je u ovom slučaju lagana, bez pojave samozagrevanja i samovlaženja. Optimalno trajanje ove faze je 2—3 godine za koje vreme se

duvanu svojstva još više poboljšavaju. Starenje se odvija u magacinu pri $t = 20\text{--}25^\circ\text{C}$, $\varphi = 70\text{--}80\%$. Odavde se duvan odnosi na preradu prema potrebi.

Prethodno vlaženje ima zadatak da podigne vlažnost duvana sa $8\text{--}12\%$ (koju je imao u magacinu) na $17\text{--}19\%$. Vlaženje se vrši u cilju poboljšanja elastičnosti listova da ne bi dolazilo do spršivanja i suvišnog stvaranja duvanske sitnjavine. Proces se obavlja u klimatizovanoj prostoriji sorpcionim vlaženjem: kroz olabavljene bale propušta se vlažan vazduh (temperature oko 30°C i $\varphi = 80\text{--}90\%$). Duvan se postavlja na rešetkaste stolove kroz koje se siše vazduh iz prostorije odozgo nadole, ili u zatvorene kade u kojima vazduh cirkuliše kroz bale i klimatizacioni uređaj. Proces traje u prvom slučaju oko 48 časova, a u drugom $6\text{--}8$ časova.

Moguće je izvršiti vlaženje u duvavanjem kondicioniranog vazduha ili vodene pare kroz trno ve koji se ubadaju u bale.

Za duvane slabijeg kvaliteta koristi se vakuum komora. U vakuumiziranu prostoriju ($p = 5$ mmHg) uvodi se pregrejana vodena para, dok pritisak ne naraste do 380 mmHg. Ovo se više puta naizmenično ponavlja, pa para zbog svoje prodornosti obavi vlaženje za oko 50 minuta.

Razlistavanje i obesprašivanje vrši se na isti način kao u obradi duvana i sa istim ciljem. Razlistano lišće transporterom se odnosi na mešanje.

Stvaranje mešavine — harmonisanje vrši se iz više razloga:

Pojedine vrste duvana imaju u različitoj meri izražena pozitivna svojstva (aroma, sagorljivost, sposobnost upijanja sosova itd.).

Potrošači određene marke duvana očekuju stalan kvalitet a proizvođač ga mora stvoriti iz promenljivih sirovina.

Za proizvodnju se ne mogu koristiti samo duvani najboljeg kvaliteta, već smeša sadrži i druge duvane kao punila.

Postupak i razmere pri mešanju su poslovna tajna preduzeća.

Rezanje listova duvana vrši se mašinski. Duvan treba da ima vlažnost $17\text{--}18,5\%$ a vazduh u prostoriji stanje $t = 20^\circ\text{C}$, $\varphi = 70\text{--}80\%$.

Sušenje rezanog duvana potrebno je da bi se vlaga smanjila na $14\text{--}16\%$ i tako rezani duvan pripremio za punjenje cigareta. Sušenje se izvodi u prostorijama ($t = 20^\circ\text{C}$, $\varphi = 60\%$, $\tau = 48$ h) ili pri pneumatskom transportu klimatizovanim vazduhom. Moguća je primena posebnih dobošastih sušara sa ili bez zagrevanja.

Izrada cigareta obavlja se visokoproduktivnim mašinama. Potrebni uslovi u prostoriji su $t = 20^\circ\text{C}$, $\varphi = 60\text{--}65\%$. Pri ovom procesu javlja se prašina koja se odsisava lokalno ekshaustorom ali se i vazduh u ostalom delu prostorije mora prečišćavati i menjati.

Kondicioniranje cigareta vrši se u skladištu cigareta u kome one ostaju $\tau = 24\text{--}48$ h. Za to vreme vlažnost im se smanji na oko 13% (vazduh u skladištu ima $t = 20^\circ\text{C}$, $\varphi = 55\%$ i manje). Sušenje se može izvesti i infracrvenim zracima za $\tau = 14$ [s] ili u sušnicama sa toplim vazduhom ($t = 30\text{--}50^\circ\text{C}$, $\varphi = 30\%$) za 1 do 2 h.

Pakovanje cigareta obavlja se mašinski i brzo, pa nema naročitih zahteva u pogledu t i φ vaz-

duha. Međutim, nastaje zagađenje vazduha česticama hartije za pakovanje, pa treba o ovome voditi računa. Upakovane cigarete čuvaju se u prostoriji sa $t = 20\text{--}24^\circ\text{C}$, $\varphi = 57\text{--}62\%$ da bi se sačuvala od kvara.

Osećaj ugodnosti i higijena na radnom mestu zavise od temperature, relativne vlažnosti i čistoće vazduha.

Temperatura i relativna vlažnost u najvećem broju procesa su u okviru uslova ugodnosti i podnošljivosti. Nepovoljni su u procesu fermentacije i prethodnog vlaženja.

U toku fermentacije ljudi moraju da ulaze u ferm-komoru da bi prevrtali i premeštali bale duvana i kontrolisali kretanje temperature i vlažnosti duvana i vazduha. Pošto je u komori temperatura visoka, preči opasnost da pri čestom izlaženju u znatno hladniju atmosferu dođe do slabljenja organizma i bolesti. Zato se mora predvideti klimatizovana među-prostorija, sa višom temperaturom nego što je u normalnim uslovima potrebno za osećaj ugodnosti, u kojoj bi se organizam adaptirao na promenu. Slično važi i za prostorije u koje ljudi izlaze iz komora za vlaženje duvana.

Čistoća vazduha je problem u skoro svim fazama proizvodnje, jer, čim se duvan, hartija ili vazduh kreću, dolazi do stvaranja zagađenja u vazduhu. Neki procesi, kao: razlistavanje, klasiranje i pakovanje duvana u listu, rezanje duvana, izrada i pakovanje cigareta, izraziti su izvori prašine. Zato se ova mesta snabdevaju posebno rešenim sistemom prečišćavanja vazduha. Kod razlistavanja i rezanja duvana primenjen je pneumatski transport sa obesprašivanjem vazduha, a pri izradi cigareta mašine imaju ekshaustore. Pored ovog, sve prostorije su

povezane sa centralnim uređajima za ventilaciju. Treba voditi računa da podpritisak bude najveći u najzagađenijim zonama, da se zagađenja ne bi širila u druge prostorije.

Vazduh se mora prečistiti bez obzira da li ide u recirkulaciju ili se izbacuje napolje. Čišćenje se obavlja komorama za taloženje i ciklonima (za krupnije čestice), kao i suvim ili uljnim filtrima. Jedan deo prašine ispira se i u komorama za vlaženje.

Karakteristična je primena filtera džepastog tipa koji se izrađuju od specijalnog sukna. S vremena na vreme ovi džepovi se automatski ili ručno istresaju i time smanjuje pad pritiska kroz filter. Blagovremenim čišćenjem filtera znatno se štedi energija. Snaga instalisanih ventilatora dostiže i 40% snage mašina za obavljanje tehnoloških procesa. Dobro sprovedenim filtriranjem omogućuje se veće korišćenje recirkulacije vazduha, čime se zimi postiže manji utrošak goriva.

Izdvojena prašina koristi se za dobijanje nikotinskog ekstrakta.

U duvanskoj industriji koriste se sistemi sa centralnom primenom vazduha sa potkomorama ili sa zonskim dogrejačima. U slučajevima kada se t i φ održavaju konstantnim, moguća je primena automatskog regulisanja pripreme vazduha. Stanje vazduha određuje se termometrom i higrometrom u prostoriji ili u povratnom kanalu.

Za neke prostorije u kojima režim t , φ ima dinamičan karakter (zavisi od vremena i razvoja procesa), potrebna je lokalna priprema vazduha. To su slučajevi fermentacije, vlaženja i sušenja duvana. Potpuno automatsko regulisanje ovakvih procesa, iz navedenih razloga ne dolazi u obzir.

LITERATURA

- [1] Vlasov, P. R.: Ventilacija, kondicioniranje vazduha i pneumatički transport na tabačnicim fabrikama.
- [2] »Tehnologija duvana«, grupa autora.
- [3] Đorđević, A.: Projektovanje klima instalacija.
- [4] Podaci iz Instituta za duvan u Beogradu.