

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 — harmanisanje
- 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 šavljenje, 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

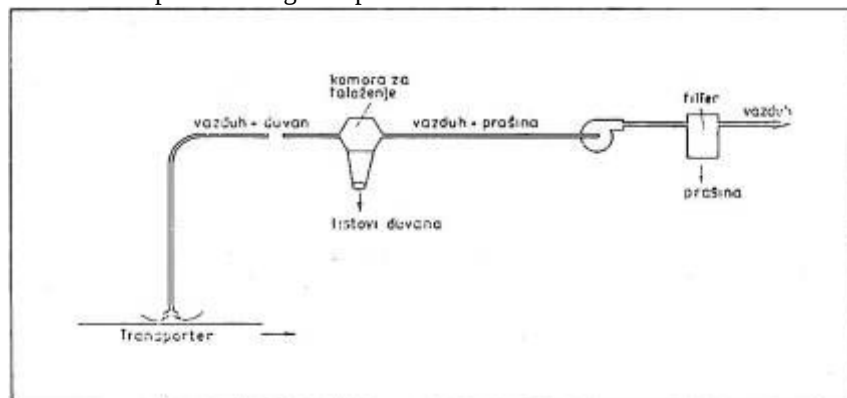
obavljaju se ručno pri $T = 20^{\circ}\text{C}$, $\phi = 75-80\%$.

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

Sezonska fermentacija obavlja se u fermentacionim odeljenjima duvanskih magacina, za vreme toplotog 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 budanja 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 vanske 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



me da li se radi o aromatičnom, krup-nolisnom ili cigarnom duvanu. Pos-matraće se tok fermentacije na 50°C (sl. 2).

Proces se sastoji iz tri faze:

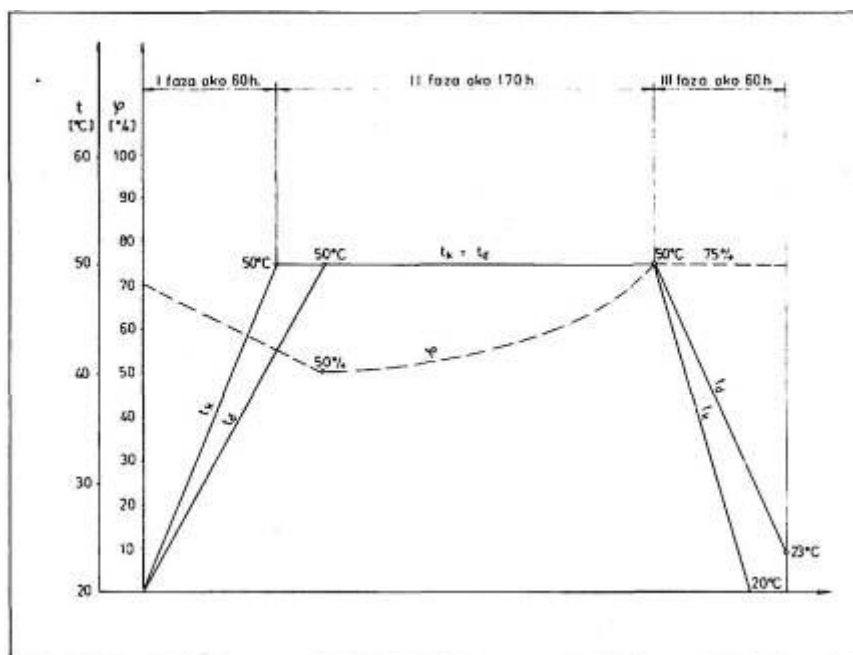
U prvoj fazi vrši se postepeno zagrevanje duvana do predviđene temperature ($t_d \sim 50^\circ\text{C}$) za vreme od dva (tamniji i lošiji) do šest dana (sve-tliji i bolji duvani). Pazi se da razlika temperature u komori t_k i temperature u bali t_d ne pređe 4 do 6°C. To je važno da se ne bi prekinula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

U drugoj fazi vlažnost vazduha odr-žava se na 50 do 60%, zavisno od stan-ja 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 spos-obnost. Da se ne bi presušio, u drugom delu ove faze vlažnost vazduha se povećava na 75%. Završetak faze usta-novljava se praćenjem kiseoničnog indeksa.

Treća faza traje 60 časova i obuhva-ta ohlađivanje duvana vazduhom u komori. Vлага se održava na 70 do 75%. Duvan se iznosi iz komore kad U 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 pre-sek komore. To je potrebno da pri strujanju vazduha u vertikalnom prav-cu ne bi došlo do kratkog spoja ulazne i izlazne struje vazduha. Da bi gornji i donji slojevi duvana podjednako učes-tvovali u procesu, klimatizovani vaz-duh se naizmenično ubacuje i izvlači kroz anemostate na podu i na tavanici. Za ovo je potrebno primeniti krst za prebacivanje struje vazduha.

Sl. 2 — Kretanje temperature i relativne vlažnosti u ferm-komori u pojedini-m 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 kli-matizacionu 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 koris-tila automatizaciji. Zato radnici moraju da ulaze u komoru i očitavaju tempe-raturu reprezentativnih bala i iznose uzorke za gravimetrijsko određivanje vlage duvana. Istovremeno očitavaju relativnu vlažnost vazduha i tempera-turu u ferm-komori i na osnovu svog iskustva upravljaju radom klimatizaci-onog postrojenja.

Sistem tačke rose nema smisla pri-menjivati, jer se menjaju i relativna

vlažnost vazduha i dobici latentne toplote u prostoriji.

Kvar na automatici kasno se otkriva (nakon već nastalih posledica). Vođe-nje sistema i otklanjanje kvarova izis-kuje danonoćno prisustvo visokokva-lifikovanih ljudi, što povećava proiz-vodne troškove. Investicije u automa-tiku su velike a naročite prednosti nad ručnim regulisanjem, u ovom slučaju ne uočavaju se.

Presovanje i ambalažiranje iz vode 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 uduvanjem kondicioniranog vazduha ili vodene pare kroz trnove koji se ubadaju u bale.

Za duvane slabijeg kvaliteta koristi se vakuum komora. U vakuumiziranu prostoriju ($p = 5\text{ mmHg}$) 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 ($t = 20^\circ\text{C}$, $\varphi = 60\%$, $t = 48\text{ h}$) 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 eksaustorom ali se i vazduh u ostalom delu prostorije mora prečišćavati i menjati.

Kondicioniranje cigareta vrši se u skladištu cigareta u kome one ostaju $t = 24\text{--}48\text{ h}$. 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 $x = 14[\text{s}]$ 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 vazduha.

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 međuprostorija, 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, klasičenje 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 eksaustore. Pored ovog, sve prostorije su

povezane sa centralnim uređajima za ventilaciju. Treba voditi računa da podpritisak bude najveći u najzagrađenijim 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 filterima. 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 p 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 , p 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 tabačnim fabrikah.
- [2] »Tehnologija duvana«, grupa autora.
- [3] Đorđević, A.: Projektovanje klima instalacija.
- [4] Podaci iz Instituta za duvan u Beogradu.