

# Zlepšenie pracovného prostredia v droždiarni

LADISLAV TOMEČEK  
Kvasný priemysel, národný podnik, Trenčín

663.12/.14:628.5

Výrobné zariadenie a spôsob výroby v droždiarni podmieňujú pomer výrobkov, aj množstvo vznikajúceho liehu na jednotku vyrobeného droždia. Jedným z podstatných činiteľov, majúcich vplyv na pomer vyrobeného množstva droždia a liehu je množstvo vzduchu, privádzaného do kvasiacej zápary.

V podmienkach, kde je nedostatok vzduchu a výrobný postup musí byť usmerňovaný k vyššej produkcii droždia za súčasne značne veľkej výroby liehu, treba posúdiť, čo sa stane so vzniklým liehom v ďalšom výrobnom procese a prešetriť zdroje strát liehu i počas vzniku liehu — počas kvasenia. Nemôže byť ľahostajné, aké sú straty liehu počas kvasenia, hlavne preto nie, lebo zo stanoviska výťažnosti je získanie liehu nutné, čo uprednostňuje súčasnú výrobu droždia a liehu, vzhľadom na využitkovanie základnej suroviny.

Pomery v uvažovanej kvásiarni pri polokontinuítnej výrobe sú počas samostatného výrobného obdobia — 1 týždeň — nasledujúce:

V celej kvásiarni je priemerne každú hodinu 1820 hl zápary a 0,58 % obj. alkoholu. Zápara je 30 °C teplá a prevetráva sa 1630 m<sup>3</sup>/hod vzduchu keramick-

kým veľajemným vetracím zariadením. Každú hodinu odchádza priemerne 40 m<sup>3</sup> kyslíčniku uhličitého spolu s prevetraným vzduchom. Teda 1820 hl zápary je prevetrávané 1670 m<sup>3</sup> zmesi vzduchu a kyslíčniku uhličitého každú hodinu. S unikajúcim vzduchom a kyslíčnikom uhličitým sa na základe zákonov o odparivosti, strháva i alkohol, čím vzniká nižšie využitie spracovanej melasy, vykazateľné v hotovom výrobku — surovom droždiarenskom liehu.

Uvažovanú záparu môžeme pokladať v úvahách odparovania za vodný roztok alkoholu s 0,58 % obj. obsahu alkoholu, čomu odpovedá 0,48 % váh. Vzhľadom na to, že sa jedná o keramické vetranie, treba predpokladať, že bubliny plynu pri opustení povrchu zápary budú nasýtené alkohol-vodnými parami, pretože bubliny sú malé, majú veľký povrch a doba zotrvania v zápare je veľká. Tlak 760 mm Hg stĺpca nad záparou sa bude skladať z parciálneho tlaku alkohol-vodných pár, kyslíčniku uhličitého a vzduchu.

Pomer parciálnych tlakových zložiek zmesi je rovný pomeru objemov zložiek zmesi. Z objemu zložiek zmesi a ich špecifickej váhy možno výpočtom zistiť



množstvo unikajúceho liehu. Tenzia alkohol-vodných pár nad alkoholickým roztokom pri nižších teplotách je rovná súčtu parciálnych tlakov zložiek, teda vody a etanolu pri 30 °C podľa ich váhového obsahu v pare. Obsah alkoholu v parách pri vyparovaní za rôznych teplôt vyjadruje krivka rovnovážneho stavu. Táto vyjadruje vzťah medzi alkoholovitosťou tekutiny a alkoholovitosťou z tekutiny vyvinutej pary. Celkovo je v súhlase s Bergströmovou tabuľkou, ktorá platí na bod varu zmesi pri 760 mm Hg.

Na základe uvedenej úvahy bolo výpočtom zistené, že 1 m<sup>3</sup> vháňaného vzduchu cez vetracie zariadenie pri uvažovaných pomeroch odnáša 2,33 ml alkoholu zo zápar, ktorej priemerná stupňovitosť je 0,58 % obj. Vyššia koncentrácia liehu v zápore, vyššie množstvo vyvinutého kyslíčniku uhlíčitého, zvýšené množstvo privádzaného vzduchu ako aj zvýšenie kvasnej teploty, zväčšuje množstvo vyvetraného alkoholu zo zápar.

#### Pokusné zistenie množstva vyvetraného alkoholu

Erlenmeyerová banka sa naplnila 100 g vysušeného ochladeného aktívneho uhlia, značky „Supersorbon“. Cez toto aktívne uhlie sa membránovým kompresorom preháňal kvasný plyn v množstve 340 ml za 1 minútu. Prietokové množstvo kvasného plynu bolo zistené univerzálnym rotametrom, trubica RO 12, hliníkový plavák. Kvasný plyn sa odsával z otvoru na vrchole kvasnej kade, tesne nad kvasiacou záparou po dobu 6 hodín a to od 3. do 9. hodiny kvasenia. Zápara vykazovala po 9 hod kvasenia obsah 0,73 % obj. alkoholu.

Erlenmeyerova banka sa odpojila od kompresoru, pridalo sa 75 ml vody a destilovalo sa z kúpeľa chlóridu vápenatého. Vydestilovalo sa 24 ml. Destilát mal typický pach acetaldehydu. Destilát sa doplnil na 100 ml vodou a pyknometrom sa zistila špecifická váha = 0,999335, čomu odpovedá 0,44 ml alkoholu, v 24 ml destilátu. Teda koncentrácia v destiláte je 1,83 % vol. alkoholu.

Z prešlého množstva kvasného plynu 122,4 l sa získalo 0,44 ml alkoholu. Podľa toho 1 m<sup>3</sup> odsáteného kvasného plynu odnáša 3,59 ml alkoholu. Zvýšený obsah alkoholu 3,59 ml v 1 m<sup>3</sup> kvasného plynu v porovnaní s výpočtom bol podmienený zvýšenou priemernou koncentráciou alkoholu v zápore. Pričom na počiatku kvasenia, kedy je liehovitosť nízka, sa kvasný plyn do 3. hodiny kvasenia neodťahoval. Riešenie na odstránenie závadného vzduchu v kvasiarni a zníženie strát alkoholu spočíva v odsávaní kvasného plynu a jeho preháňaní cez aktívne uhlie.

#### Navrhuje sa:

z uzavretých kvasných kadí odsávať exhaustorom cez zberné potrubie, zapojené na prielezné otvory veľa kvasných kadí kvasný plyn striedavo na jeden z adsorbérov, kde sa zachytí alkohol a plyn potom odvádzať mimo miestnosť do atmosféry. Jeden adsorbér sýtiť plynom, druhý vypariť, pary kondenzovať a teleso pripraviť na sýtenie. Kondenzát destilovať spolu s odstredenou záparou.

Adsorbéry treba naplniť aktívnym uhlím. Pretože adsorpcia je proces exotermický, je žiadúce, avšak nie bezpodmienečne nutné, aby sa kvasný plyn ochladil pred vstupom do adsorbéru. Z exotermickej povahy adsorpcie je možná i regenerácia adsorbenta ohriatím-vyparením.

#### Podmienky pre dimenzované zariadenia

Maximálne množstvo kvasného plynu z celej kvasiarne za hodinu je 2800 m<sup>3</sup>. Potrubie prepravujúce

celé množstvo kvasného plynu ústiaceho do chladiča: priemer = 200 mm, rýchlosť = 24,5 m/sec. Chladič kvasného plynu na ochladenie plynu pred vstupom do adsorbérov je žiadúci avšak nie je podmienkou. Ventilátor má dopraviť max. 2800 m<sup>3</sup> kvasného plynu za hodinu. Výkon = 46,6 m<sup>3</sup>/min. Pretlak ventilátoru 400 mm vodného stĺpca nutný pre dimenzie potrubia, kolena a odpor náplne adsorbérov.

Sú potrebné dva kusy adsorbérov pre striedavú prácu: regenerácia sa predpokladá po 8. hodinovom sýtení kvasným plynom. Za predpokladu maximálnej priemernej koncentrácie zápar za 8 hodín 0,70 % obj. alkoholu, t. j. 3,8 ml alkoholu v 1 m<sup>3</sup> kvasného plynu a pri množstve prešlého kvasného plynu cez záparu  $8 \times 2800 = 22400$  m<sup>3</sup> a 3,8 ml alkoholu, vychádza 85,1 l a. a., ktoré má adsorbér zachytiť, okružle 80 l a. a.

Účinnosť aktívneho uhlia typu „Supersorbon“, 100 g zachytí z 3 m<sup>3</sup> plynu 40 ml alkoholu. Na 80 l a. a. treba  $\frac{80000 \cdot 100}{40} = 200$  kg aktívneho uhlia.

Objemová váha aktívneho uhlia je 0,37 kg/l. Dávka aktívneho uhlia pre jeden adsorbér je  $\frac{200}{0,37} = 540$  l.

Ako temperátoru vzduchu na vysušenie náplne po vyparení užije sa kremenných oblázkov v množstve 1/5 na náplň aktívneho uhlia, t. j. cca 100 l. Pre náplň adsorbéru treba 640 l priestoru, plus voľný priestor pod náplňou na prívod kvasného plynu a nad náplňou pre prívod pary. Vytesnenie alkoholu z aktívneho uhlia prevedie sa parou 0,5 atp a pary sa ochladia v chladiči, kde bude rezultovať liehová tekutina s obsahom cca 12 % obj. alkoholu. Maximálne 80 l a. a. vo forme 12 % roztoku, t. j. 666 l, resp. (špec. váha = 0,9928)  $666 \times 0,9928 = 661$  kg, v čom je  $80 \times 0,7946 = 64,5$  kg alkoholu a  $661 - 64,5 = 596,5$  kg vody.

Spotreba pary na vytesnenie maximálneho množstva alkoholu je 596,5 kg, teda na 1 a. a. pripadá  $\frac{596,5}{80} = 7,45$  kg pary bez strát.

#### Pracovný postup na adsorbéroch

Pripojený obraz Schéma adsorpcie naznačuje spô-

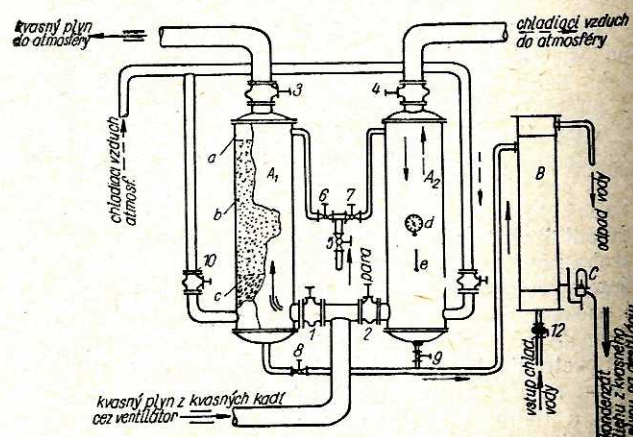


Schéma adsorpcie

A - adsorbéry, B - chladič, C - epruveta, a - sieť, b - aktívne uhlie, c - temperačná náplň, d - tlakomer, e - teplomer, 1, 2, 3, 4 - ventily kvasného plynu, 5, 6, 7 - parné ventily, 8, 9 - ventily prívodu par na chladič, 10, 11 - ventily chladiaceho vzduchu, 12 - kohút na prívod vody.



sob zapojenia jednotlivých telies a z toho vyplývajúci pracovný postup.

Z uzavretých kvasných kadí ventilátor odsáva kvasný plyn prakticky bez falošného vzduchu, pretože kontrolný otvor kvasenia na kad'ách sa uzavrie a opatrí skleneným zorníkom.

Kvasný plyn prestupuje cez chladič a event. ochladený vstupuje cez otvorený ventil 1 do adsorbéru  $A_1$ , na ktorom je ventil 8 pre odťah pár, ventil 10 pre vstup sušiaceho vzduchu, ventil 6 pre prívod pary je uzavretý a po prestupe cez aktívne uhlie je vytlačený cez otvorený ventil 3 potrubím do atmosféry mimo miestnosť.

Sýtenie adsorbéru  $A_1$  trvá 8 hodín. Prívod kvasného plynu sa potom uvoľní ventilom 2 do adsorbéru  $A_2$ , ktorý bol počas sýtenia adsorbéru  $A_1$  pozbavený alkoholu — regenerovaný a pripravený na opätovné sýtenie. Regeneruje sa adsorbér  $A_1$ , sýti sa adsorbér  $A_2$  atď. Regenerácia adsorbéru  $A_2$  začína otvorením ventilu 1, potom uzavretím ventilu 2 a 4. Pozvoľným otváraním ventilu 5 a 7 sa adsorbér  $A_2$  vyhreje, súčasne sa otvorí ventil 9 a kohút 12 na chladiči B. Na epruvete C sa reguláciou ventilu 7 dosiahne rovnomerný tok kondenzátu a sleduje sa jeho stupňovitost'. Po poklesnutí údaja liehomeru na 0 %, zastaví

sa prívod pary ventilom 7 a 5 a uzavrie sa ventil 9. Aktívne uhlie je vlhké, avšak už zbavené alkoholu.

Náplň adsorbéru sa vysuší a ochladí na teplotu atmosferického vzduchu. Otvorí sa ventil 11 a 4, pustí sa do chodu ventilátor, ktorý vháňa atmosferický vzduch do adsorbéru  $A_2$  cez vrstvu kremenných oblázkov — temperačná náplň, kde sa tento ohreje a vysuší aktívne uhlie. Ventilátor sa ponechá v chode kým teplomer siahajúci so stopkou do náplne aktívneho uhlia nevykáže totožnú teplotu s atmosférou. Potom je adsorbér  $A_2$  zregenerovaný. Zastaví sa ventilátor na vháňanie atmosferického vzduchu, uzavrie sa ventil 11, ventil 4 je otvorený a ak adsorbér  $A_1$  už bol sýtený 8 hodín, možno prepojiť sýtenie na adsorbér  $A_2$ .

Navrhované zariadenie rieši zachycovanie unikajúceho alkoholu s vetracím vzduchom, čím predstavuje zhospodárnenie výrobného procesu a súčasne zbavuje pracovné priestory okolo kvasných kadí škodlivého a jedovateho kyslíčnika uhličitého.

Zariadenie je predpokladané pre výrobu droždia v Trenčíne. Po adaptácii sa však môže použiť i v ostatných podobných výrobniach, ako zariadenie zhospodárňujúce výrobu a zlepšujúce pracovné prostredie.