



Premena jačmeňa na slad pomocou modernej automatizácie

Slad je pri varení piva nevyhnutnou ingredienciou. Na to, aby bol slad sladom, však musí prejsť relatívne dlhú cestu. V európskom regióne sa slad vyrába v drvivej väčšine z jačmeňa. To je obilnina, ktorú spracováva aj sladovňa v Trnave. Jej finálny produkt ide takmer výhradne na export. Zákazníkov má najmä v Maďarsku a Poľsku. V poslednom období tu prebehla rozsiahla modernizácia niektorých technologických častí (hvozdu, tepelné hospodárstvo, kľčiarenň), pri ktorej sa použila moderná regulačná, meracia a riadiaca technika. Projekt modernizácie realizovala slovenská inžinierska spoločnosť AGRO VOS s. r. o. V sladovni prebieha výroba sladu dvoma spôsobmi - na princípe saladinových skriň a tzv. posuvných hromád. Modernizácia sa týkala prvého menovaného princípu, na ktorý sme sa boli pozrieť aj s redakčným fotoaparátom. Podľa slov predstaviteľov sladovne bola modernizácia úspešná, lebo sa dosiahla podstatná časová a energetická úspora.

Od jačmeňa k sladu

Proces výroby sladu sa začína príjmom sladovníckeho jačmeňa (jedna várka váži 60,5 tony), ktorý sa pri vstupe vyčistí. Jačmeň potom prechádza do máčiarnie, kde sa v štyroch veľkých nádržkách (tzv. náduvníkoch) zmiešava s vodou a necháva odstáť jeden deň. Výšku hladiny suroviny v nádržkách (min. a max. úroveň) merajú limitné kapacitné snímače Pointek CLS 100 PPS. Vymáčaná surovina sa premiestňuje pomocou hydrodopravy, ktorú zabezpečujú čerpadlá, výpuste a regulačné klapky ovládané servopohonmi. V takejto tekutej forme sa jačmeň po jednom dni prečerpáva do tzv. saladinových skriň v kľčiarni. Objem jednej skrine sa vyrovná súhrnnému objemu všetkých náduvníkov. Ide o šesť 30 metrov dlhých otvorených betónových žľabov, v ktorých sa pohybuju obracače. Tieto stroje jačmeň v prvej fáze rovnomerne rozhrnú po celom žľabe a v priebehu kľčenia podľa potreby obracajú. Jačmeň v saladinovej skrini kľčí šesť až sedem dní v špecifických klimatických podmienkach: pri takmer 100 % vlhkosti a nastavenej teplote (max. 19°C). V kľčiarni sa merajú predovšetkým teploty (nasávaného vzduchu – pod skriňami, nad skriňami, v materiáli) a vlhkosti (pod skriňami, nad skriňami). Všetky uvedené merania realizujú snímače vybavené komunikáciou s riadiacim PLC cez sériovú linku RS485. Po naklíčení rovnaký stroj (obracač) v automatickom režime vyhrňa jačmeň do stredu žľabu nad výpad, po ktorého otvorení materiál padá na reťazový dopravník a dopravnými cestami sa transportuje do sušiacoho hvozdu. Na celom rošte hvozdu sa naklíčený jačmeň rovnomerne navrství nastieracím zariadením do výšky takmer jeden meter, pričom výšku a počet vrstiev si displešer môže nastaviť podľa uváženia (vdďaka kontinuálnemu meraniu výšky). Nastavenie sa vykonáva z lokálneho ovládacieho displeja, nachádzajúceho sa v blízkosti vstupu do hvozdu. Teplota vháňaného vzduchu určeného na sušenie sa plynulo reguluje z hľadiska teploty i množstva. To zabezpečuje riadiaci program ovládania tepelného hospodárstva hvozdu podľa aktuálne nameraných parametrov sušenej suroviny a vzduchu. Jedným z podstatných kritérií dostatočného vysušenia jačmeňa je jeho vlhkosť, ktorá sa meria vlhkomerom zo vzduchu tesne nad hladinou jačmeňa (vlhkosť musí klesnúť pod 2 %). Proces sušenia do finálnej formy sladu trvá 16 hodín. Po vysušení sa slad prepravuje na expedíciu, kde sa ešte raz prečistí a distribuuje k zákazníkom. Sladovňa okrem iného disponuje vlastným laboratóriom. Predpísané parametre sa vyhodnocujú v každom štádiu spracovania jačmeňa.



Maximálna úroveň hladiny materiálu v náduvníku máčiarnie



Šupátka a klapky so servopohonmi v priestore máčiarnie pod náduvníkmi



Materiál na sušiacom rošte hvozdu

Riadenie

Riadenie všetkých procesov majú na starosti dva PLC. Jeden programovateľný automat má pod taktovkou hvozdu, druhý kľčiarenň. Obe PLC komunikujú medzi sebou, cez X2X linku aj s modulmi X20 roztrúsenými v prevádzke a po zbernici CANopen s frekvenčnými meničmi ACOPOS inverter P84.

Tepelné hospodárstvo

Gro tepelného hospodárstva tvorí plynový horák s tepelným výmenníkom a rekuperáciou. Zohriaty vzduch tlačí pod hvozdu veľký ventilátor poháňaný motorom s výkonom 160 kW. Otáčky ventilátora sa riadia frekvenčným meničom. Na sústave ventilátor – motor prebieha on-line diagnostika. Sledujú sa teploty ložísk motora aj ventilátora (pri prekročení sa automaticky blokuje chod motora). Popri tom sa monitorujú vibrácie sústavy. Vďaka rekuperácii sa odpadové teplo vracia späť do procesu sušenia. Na riadenie tepelného hospodárstva sa využíva systém X20 od spoločnosti B&R. Výhodou voľby systému X20 je, že ho bolo možné umiestniť na rôznych miestach v prevádzke bez nutnosti inštalácie do jedného rozvádzača, do ktorého by sa potom museli pri-



vádzať signály. Všetky vstupno-výstupné moduly sa tak nachádzajú napr. v blízkosti tepelného hospodárstva a odtiaľ sú pripojené k riadiacemu PLC, nachádzajúcemu sa v priestoroch centrálného dispečingu. Podobný uzol s modulmi vstupov a výstupov je lokalizovaný pri ventilátore horúceho vzduchu. Signály sa teda privádzajú k viacerým miestam, odkiaľ sa potom do PLC distribuujú pomocou komunikačnej linky X2X alebo CAN.



Pohľad na objekt tepelného hospodárstva

Modul s procesorom X20CP1485 spája decentralizovaná systémová zbernica X2X na vzdialenosť 200 m nielen so vstupno-výstupnými kartami v technologickom celku tepelného hospodárstva, ale aj s modulmi sériovej komunikácie cez RS485. RS485 slúži na zber aktuálnych hodnôt teplôt a vlhkosti. Týmto spôsobom dochádza k úspore pri káblovaní technológie, pretože nie je nutné viesť po tej istej trase viac komunikačných káblov.



Motor s výkonom 160 kW so skriňou frekvenčného meniča pre pohon ventilátora tepelného hospodárstva

Celé tepelné hospodárstvo kontroluje približne desať teplomerov a niekoľko meračov vlhkosti. Na sušenie jačmeňa sa môže používať vzduch do istej hranice vlhkosti. Ak je vonku vzduch príliš vlhký, klapky sa zatvárajú a využíva sa len vnútorná rekuperácia. V lete a v zime sa prevádzkujú rôzne režimy. Rekuperátor je vybavený sklenenými trubicami. Na rozhorúčený rekuperátor sa v zime nesmie vháňať studený vzduch, aby tieto trubice nepraskli. Všetky tieto stavy sa detegujú pomocou snímačov a na základe signálov z nich riadiaci systém vykonáva potrebné akčné zásahy (zatváranie, otváranie klapiek a pod.).



Ventilátor zabezpečujúci dopravu vzduchu z tepelného hospodárstva pod rošt hvozdu s meraním teploty ložísk a vibrácií



Saladinové skrine

Pod každou zo šiestich saladinových skriň sa nachádza ventilátor na tvorbu klímy vhodnej na klíčenie jačmeňa. To sa docieľuje práve flexibilným riadením 22 kW ventilátorov pomocou frekvenčných meničov ACOPOS inverter 22kW. Ventilátory vŕhajú požadované množstvo vzduchu na základe signálov zo snímačov vlhkosti a teploty sladu a okolia. Parametre, s ktorými frekvenčné meniče pracujú, sú súčasťou aplikácie. Pri potenciálnej výmene meniča (napríklad z dôvodu jeho servisu) sa pri bootovaní PLC všetky potrebné parametre automaticky sťahujú do nového meniča, teda nie je nutné ich osobitne nastavovať. PLC cyklicky monitoruje potrebné parametre meniča, ako sú otáčky, záťažový prúd, status meniča a reálne napätie, a tiež počíta prevádzkové motohodiny.



Saladinova skriňa s obracacím strojom počas obracania v priestore klíčiarne

Obracací stroj

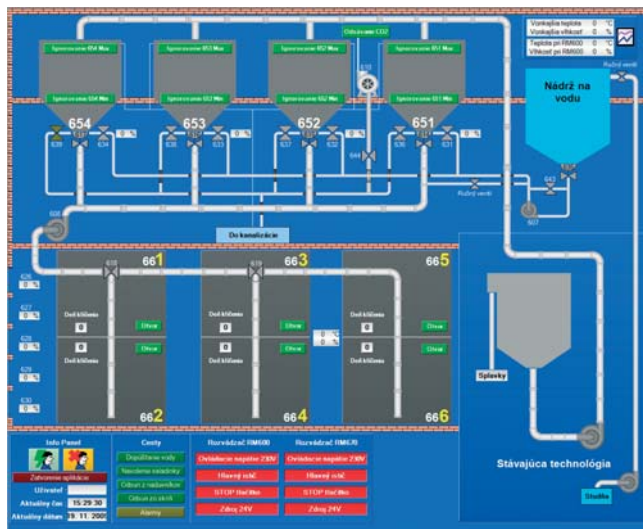
Obracač je stroj osadený riadiacim systémom PowerPanel PP45, ktorý stroj riadi lokálne a servozosilňovačom ACOPOS 1180 na riadenie 9,2 kW servopohonu pohybu stroja. Toto riešenie sa zvolilo z dôvodu potreby flexibilnej rýchlosti stroja, ktorý sa pohybuje v rozmedzí od 0,1 do 14 m/min. Svoje uplatnenie si našla funkcia meniča ACOPOS, ktorý každých 400 mikrosekúnd meria prúdové zaťaženie. Zmena zaťaženia korešponduje s vyššou záťažou, čo zase indikuje prítomnosť jačmeňa pred obracacími závitovkami stroja. Polohy na oboch koncoch nádrže sa detegujú koncovými spínačmi. Komunikácia so strojom prebieha cez wi-fi pripojenie. Údaje zo stroja sa posielajú do SCADA systému a slúžia hlavne na monitorovanie situácie. Riadenie stroja je úplne autonómne.



Pohľad na ovládací displej (PLC) obracacieho stroja Saladinovej skrine v klíčiarne

Vizualizácia

Procesy spracovania jačmeňa sa monitorujú a riadia z dispečerského pracoviska pomocou SCADA systému PROMOTIC od spoločnosti Microsys. Na počítači, kde táto vizualizácia beží, je nainštalovaný OPC server od firmy B&R, ktorý komunikuje s riadiacimi systémami, zbiera z nich dáta a konfiguruje sa podľa potreby. Systém PROMOTIC zase obsahuje OPC klient, ktorý z OPC servera sťahuje a posielá dáta. To je zároveň najčastejší spôsob riešenia takejto koncepcie. V súčasnosti už majú PLC od firmy B&R operačný systém s inštalovaným OPC serverom, ktorý sa vďaka tomu nemusí prevádzkovať na počítači.



Obrazovka riadenia technológie v máčiarni a klíčiarne v SCADA systéme PROMOTIC

Inteligentné tlačidlá

V prevádzke sa na niekoľkých miestach využívajú inteligentné tlačidlá 4XP00021 od firmy B&R. Slúžia v podstate na manuálne ovládanie príslušnej technológie (dopravníky a pod.). Tlačidlá sú spojené aj s riadiacim systémom, ktorý monitoruje manipuláciu s nimi. Každá manipulácia sa tak automaticky identifikuje a riadiaci systém rozhodne, či manuálny zásah z tlačidla povolí (na základe významu, priority tlačidla a aktuálneho stavu technológie). Stav možno identifikovať aj pomocou blikania podsvietenia tlačidla.

Projekty blízkej budúcnosti

Najnovšie sa v sladovni vrhli na meranie spotreby elektrickej energie a s tým spojené riadenie štvrťhodinového maxima. Na tejto úlohe sa v rozsahu svojej dodávky výstavby hvozdu a klíčiarne podieľa i spoločnosť AGRO VOS. Riadenie technológie výroby sladu na základe informácií (diskrétnych signálov) z merania spotreby elektrickej energie vypína podľa nastavených priorít predvolené zariadenia a tým bráni prekročeniu štvrťhodinového maxima.

V štádiu príprav je výstavba ďalšieho hvozdu. Jednou zo zvažovaných alternatív je vyhrievanie hvozdu pomocou spalovania drevnej štiepky. Majiteľ sladovne zvažuje všetky aspekty tejto voľby. Tepelné hospodárstvo na drewnú štiepku má síce polovičné náklady na prevádzku ako v prípade paliva vo forme plynu, vstupné investície sú však citelne vyššie. Perspektívne sa uvažuje aj o zriadení ďalších šiestich saladinových skriň.

Branislav Bložon