

Řízení extraktoru – regulace s rozloženými parametry

CONTROL OF EXTRACTOR – CONTROL WITH DISTRIBUTED PARAMETERS

Miloš Kmínek, Pavel Kadlec – Vysoká škola chemicko-technologická v Praze

Vladimír Ulrich – Tereos TTD, a. s.

Technologie těžení šťávy

Blokové schéma těžení šťávy (extrakce) je znázorněno na obr. 1. Řepa po separaci minerálních a rostlinných příměsí a po vyprání je na řezačkách rozřezána na sladké řízky, které se extrahují protiproudě teplou vodou. Při těžení šťávy se uplatňují dva fyzikální pochody: volná extrakce a difuze. Volná extrakce řepné šťávy závisí na povrchu řízku a stupni otevření (poškození) řepných buněk řezem. V praxi se jedná asi o jednu třetinu buněk. Difuzí látek řepné šťávy umrtvenou buněčnou stěnou se získají zbývající dvě třetiny množství cukru. Aby se buněčná stěna stala propustnou pro sacharosu, je nutno protoplasmu buněčné stěny denaturovat zahřátím na teplotu nad 70 °C. Při těžení šťávy dochází k dalším chemickým, enzymovým a mikrobiologickým přeměnám všech látek, které se účastní extrakčního a difuzního procesu. Při extrakci a difuzi přecházejí z řepné šťávy i z dřevě do roztoku kromě sacharosu i pektinové látky, bílkoviny, anorganické soli aj. Z technologického hlediska je nutné vést extrakci tak, aby přechod pektinových látek do roztoku byl minimální, neboť pektiny vytvářejí při následujícím čištění šťáv v alkalickém prostředí pektát vápenatý a ten způsobuje potíže zejména při filtraci, krystalizaci a odstřeďování a projevuje se též ve zvýšené výrobě melasy. S ohledem na minimalizaci přechodu pektinových látek platí pro extrakci následující podmínky: teplota se nesmí zvyšovat nad 80 °C (volí se mezi 68–75 °C), doba pobytu řízku v extraktoru nesmí překročit 120 min a pH při extrakci je nutno udržovat na hodnotách okolo 5,8–6,2.

Protože rychlost difuze částic je nepřímo úměrná jejich velikosti, difundují z umrtvených buněk nejrychleji jednoduché soli, zřetelně pomaleji sacharosa, nejpomaleji pak koloidně dispergované látky. Dlouhá doba extrakce je tedy nevýhodná, protože dochází ke zhoršení jakosti šťávy přírůstkem obsahu necukrů. Do extraktu rovněž přechází část koagulovaných bílkovin z otevřených buněk. Získaný extrakt – surová šťáva – obsahuje vedle žádané sacharosu řadu dalších složek o různé velikosti částic od hydratovaných jednoduchých iontů až po koloidně dispergované látky. Množství surové šťávy vyjádřené v procentech (vztaženo na hmotnost řepy) je hmotnostní odtah, který se vypočítá z bilance sušiny a sacharosu na stanici extrakce.

K těžení surové šťávy z řepných řízku se používají extraktory, což jsou mechanizované a plně automatizované kontinuální aparáty s protiproudým tokem řízku a extrakční kapaliny – vody. Nejčastěji se vyskytující konstrukce extraktorů jsou extraktory věžové, žlabové a bubnové (1).

Technologické požadavky na provoz extrakce je možno shrnout do následujících bodů:

– zajistit vysokou kvalitu sladkých řízku (co největší povrch s minimálním obsahem drtě),

- dosáhnout vyslazení řízku na 0,5–1,0 % cukru při sušině 11–12 %, což představuje tzv. známé ztráty při extrakci,
- pracovat s hmotnostním odtahem 108–115 % na řepu,
- udržovat dobu průchodu řízku extraktorem v rozmezí 90 až 110 minut,
- minimalizovat spotřebu mechanické a tepelné energie,
- dosáhnout vysoké kvality surové šťávy (nízký obsah drtě),
- zajistit minimální mechanické poškození vyslazených řízku.

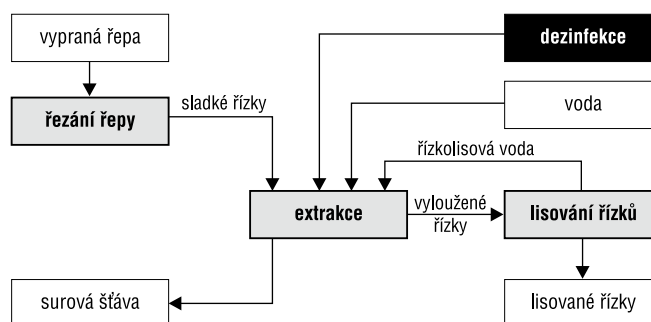
Omezení bakteriálních pochodů v extraktoru se zajišťuje trvalým přidáváním dezinfekčního roztoku do extraktoru a do řízkolisové vody. Velikost přidávku dezinfekčních činidel se určuje na základě laboratorně stanoveného obsahu kyseliny mléčné ve šťávě z extraktoru. Vylisované vyloužené řízky se buď přímo expedují a pak silážují, nebo se suší a pak expedují. Pro zlepšení lisovatelnosti řízku se do extrakční vody přidává saturační kal a kyselinou sírovou se upravuje pH na hodnotu 5,1–5,2. Při tomto pH se mění uhličitán vápenatý na síran (mikrokrystická sádra), který umožňuje dosáhnout při následujícím lisování vyloužených řízku výslednou sušinu 30 %.

Řízení extraktoru

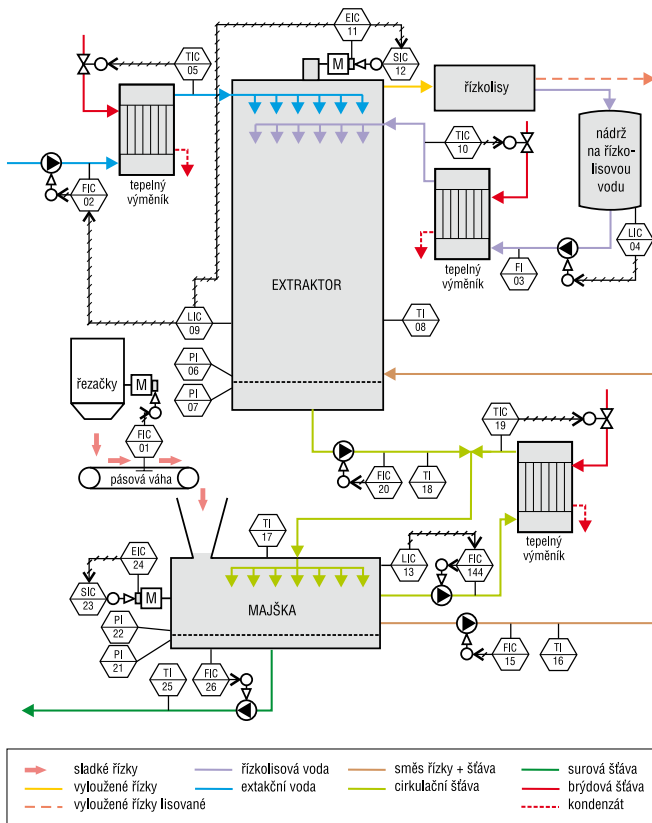
Hlavním cílem řízení extraktoru je dosáhnout stabilizace hmotnostních toků a teplot a tím zabezpečit výše uvedené technologické požadavky. Základní okruhy měření a regulace jsou znázorněny na obr. 2. Ve skutečnosti je měřících a ovládacích prvků v bloku extrakce mnohem víc, zhruba kolem 100. Určitou představu o množství potrubních cest, ventilů, klapek a motorů dává ukázka obrazovky operátorského počítače na obr. 3.

Udržování hmotnostních toků zajišťuje několik regulací průtoků a jejich vzájemné vazby. Základním vstupem je hmotnostní průtok sladkých řízku FIC 01, tedy vlastně výkon bloku extrakce. Měří se pásovou vahou a akční veličinou pro jeho

Obr. 1. Blokové schéma těžení šťávy



Obr. 2. Zjednodušené technologické schéma stanice věžového extraktoru BMA s vyznačenými základními okruhy měření a regulace



stabilizaci jsou otáčky řezaček. Výše zmíněný hmotnostní odtah je v procentech vyjádřený poměr hmotnostního průtoku surové

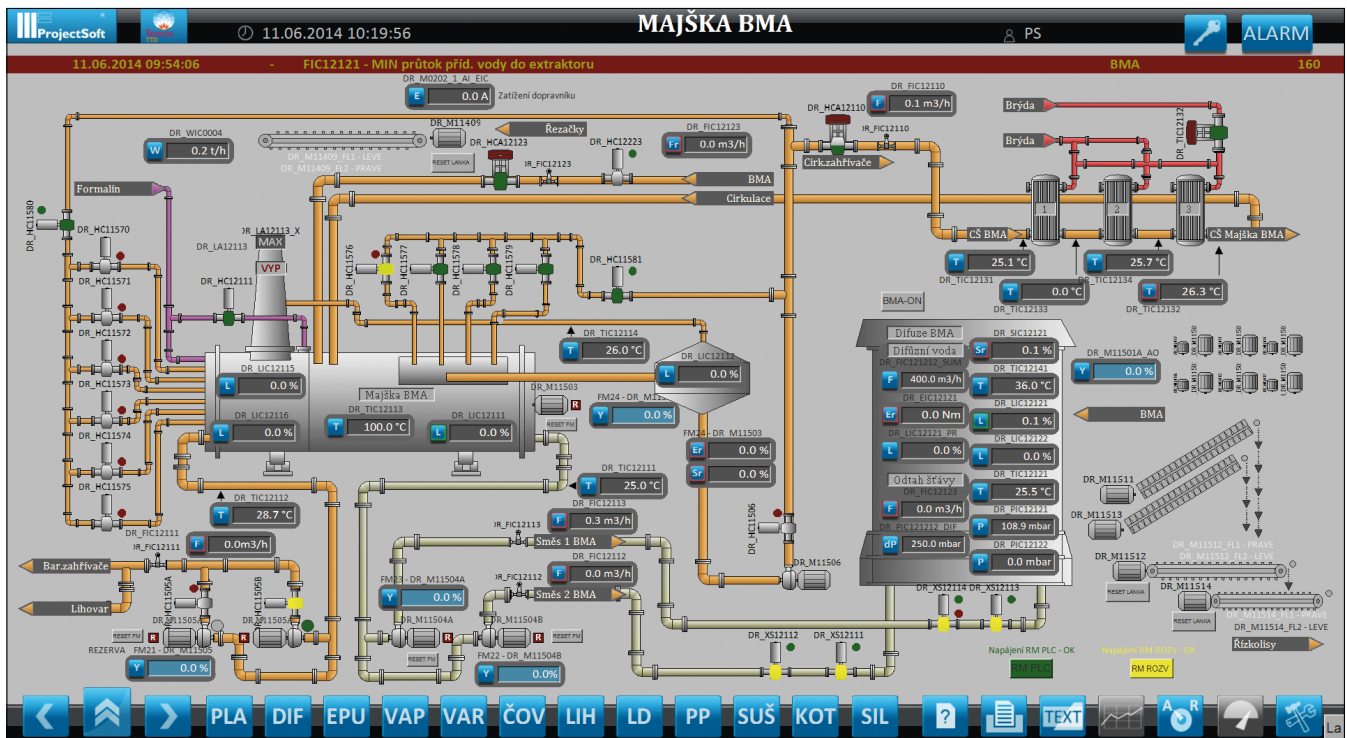
šťávy FIC 26 k hmotnostnímu průtoku sladkých řízků FIC 01. Hodnota odtahu ovlivňuje nejen obsah cukru ve vyloužených řízkách, ale také množství vody, které je nutné při dalším zpracování surové šťávy odpařit. Optimální hodnotu určuje laboratoř a podle toho se nastavuje žádaná hodnota regulátoru průtoku surové šťávy FIC 26.

Sladké řízky se ve spařovacím mísidle (majšce) spařují cirkulační šťávou, která cirkuluje přes zahříváč s regulací teploty TIC 19. Její průtok je regulován obvodem FIC 14, jehož žádanou hodnotu určuje regulátor hladiny v majšce LIC 13 (vlečná regulace). V majšce se udržuje požadovaná teplota extrakce 68–75 °C, aby došlo k denuraci buněčné blány a zároveň se příliš nenařušila mechanická pevnost řepných řízků. Protože se z majšky odebrá surová šťáva (FIC 26), musí se toto množství v cirkulačním okruhu nahradit šťávou ze spodní části extraktoru (pod sítím), regulaci průtoku v této větvi zajišťuje regulátor FIC 20.

Pohon majšky má regulované otáčky (SIC 23), žádanou hodnotu otáček určuje regulátor zatížení EIC 24 (vlečná regulace) tak, že zvýšené zatížení se kompenzuje zvýšením otáček.

Z majšky se horké spařené řízky ve směsi se šťávou čerpají do spodní části extraktoru nad síta. Řízky pak jsou vynášeny směrem nahoru otáčejícím se mechanickým zařízením s lopatkami uspořádanými do šroubovice. Proti nim teče voda, jejíž průtok je součtem průtoku řízkolisové vody FI 03 a extrakční vody FIC 02. V horní části extraktoru se odebrávají vyloužené řízky a vedou se do řízkolisů, kde se odlišuje řízkolisová voda, která se vrací všechna do extraktoru, což zajišťuje regulátor výšky hladiny v nádrži LIC 04. Ohřev řízkolisové vody na požadovanou teplotu (především kvůli její sterilaci) řídí regulátor TIC 10. Extrakční voda se musí také ohřát na určitou teplotu, a to obstarává regulátor TIC 05. Doba průchodu řízků extraktorem je určena otáčkami pohonu šroubovice, které jsou regulovány obvodem SIC 12. Zátěž motoru (EIC 11) závisí na zaplnění extraktoru. Zvýšení zatížení se kompenzuje zvýšením otáček a naopak. Podle

Obr. 3. Operátorská obrazovka pro majšku (ProjectSoft HK a.s.)



zatížení EIC 11 se tedy nastavuje žádaná hodnota regulátoru otáček SIC 12 (vlečná regulace).

V extraktoru se musí udržovat určitá hladina šťávy ve spodní části nad sítím. Regulátor hladiny LIC 09 je zapojen do kaskády s regulátorem průtoku extrakční vody FIC 02 a určuje jeho žádanou hodnotu. Výška hladiny v extraktoru také ovlivňuje zatížení pohonu tak, že zvýšení hladiny má za následek snížení zatížení. Proto je žádaná hodnota regulátoru hladiny LIC 09 určována regulátorem zatížení EIC 11. Strategie řízení zatížení je taková, že při jeho vzrůstu se nejprve přidává voda a pak se zvyšují otáčky. Algoritmus musí být pečlivě vyvážen, protože velký přírůstek vody má za následek zvýšení odtahu a snížení koncentrace surové šťávy, velké zvýšení otáček má zase za následek zkrácení doby pobytu řízků v extraktoru a tím i větší ztráty cukru ve vyloužených řízkách.

Extraktor není nijak přímo vyhříván, teplotu na optimu udržují ohřevy extrakční a řízkolisové vody (TIC 05 a TIC 10) a ohřívá směs řízků a šťávy z majšky (TI 16). Měření teploty v extraktoru TI 08 slouží ke kontrole. Měření teploty v majšce TI 17 a odtahované surové šťávy TI 25 jsou rovněž kontrolní.

Měření tlaku nad a pod sítím extraktoru (PI 06 a PI 07) informuje o zanášení síta drtí a je pak nutné síto propláchnout. U majšky plní stejnou úlohu měření tlaku PI 22 a PI 21.

Na obr. 3. je ukázka jedné ze dvou obrazovek operátorského počítače týkajících se extrakce BMA. Základním objektem je majška vlevo, extraktor je doplněn do pravé části obrazovky kvůli přehledové informaci o jeho chodu. Na spodním okraji obrazovky jsou tlačítka pro přístup k jednotlivým částem celé technologie cukrovaru. Zobrazené hodnoty veličin neodpovídají provozním, protože obrazovka byla sejmuta v době mimo kampaň.

Článek vychází z textu kapitoly 22.10 Řízení extraktoru – regulace s rozloženými parametry z knihy Měření a řízení v potravinářských a biotechnologických výrobcích (editoři Kadlec K., Kmínek M., Kadlec P.) a kolektiv (2015), která vyšla v nakladatelství Key Publishing Ostrava.

Řízení extrakce a celé navazující i pomocné technologie v cukrovaru Dobruška, Tereos TTD, a. s., realizovala firma ProjectSoft HK, a. s.

Souhrn

Článek je rozdělen na dvě části. V první jsou stručně popsány hlavní technologické zásady při extrakci sladkých řízků a těžení šťávy. Druhá část je věnována popisu základních řídicích obvodů extraktoru, jejichž hlavním úkolem je dosáhnout stabilizace hmotnostních toků a teplot, a tím zabezpečit požadované technologické parametry. Funkce základních okruhů měření a regulace jsou popsány na příkladu stanice věžového extraktoru BMA.

Klíčová slova: extrakce, věžový extraktor BMA, řízení, měření.

Literatura

- KADLEC, P.: Technologie cukru. In KADLEC, P.; MELZUCH, K.; VOLDŘICH, M. (EDIT.) ET AL.: *Přehled tradičních potravinářských výrobc.* Ostrava: Key Publishing, 2012, s. 429–448.
- Kmínek, M.; Kadlec, P.; Ulrich, V.: Řízení diskontinuálního zrnice při svařování cukrovín. In KADLEC, K.; KMÍNEK, M.; KADLEC, P. (EDIT.) ET AL.: *Měření a řízení v potravinářských a biotechnologických výrobcích.* Ostrava: Key Publishing, 2015, s. 757–761.
- ProjectSoft HK, a. s., *Projektová dokumentace.* 2014.

Kmínek M., Kadlec P., Ulrich V.: Control of Extractor – Control with Distributed Parameters

The paper has two parts; the main technologic fundamentals of extraction are briefly described in the first part; the second part is devoted to the basic description of extractor control. The goal of control is to reach stabilisation of mass flows, temperatures and guarantee the required technologic parameters. The function of basic measurement areas and control are explained on the example of BMA tower extractor.

Key words: extraction, BMA tower extractor, control, measurement.

Kontaktní adresa – Contact address:

prof. Ing. Pavel Kadlec, DrSc., Vysoká škola chemicko-technologická, Ústav chemie sacharidů a cereálií, Technická 5, 166 28 Praha 6, Česká republika, e-mail: pavel.kadlec@vscht.cz

ROZHLEDY

Szajner P.

Strukturální transformace cukrovarnického průmyslu v Polsku (*Structural transformation in the Polish sugar industry*)

Polský cukrovarnický průmysl stojí před významnou transformací, která bude zahrnovat: adaptaci na měnící se pravidla regulace trhu s cukrem, změny vlastníků, strukturální transformaci a modernizaci. Během let 2006–2010 sice došlo k reformě trhu s cukrem v EU, ale nástroje této reformy silně zasahovaly do tržního mechanismu. Výsledkem restrukturalizace polského cukrovarnického průmyslu bude vytvoření sektoru výroby oligo- a polysacharidů s velkým podílem německých cukrovarnických společností. Modernizace cukrovarů zajistí zlepšenou ekonomiku výroby.

Zuckerind. / Sugar Ind., 140, 2015, č.2, s. 108–112.

Kadlec

Bouché C., Gaillac B.

Další pokroky při on-line monitorování rychlosti růstu krystalů (*Further progress on crystal growth on-line monitoring*)

Nový typ mikroskopu ITECA MCC3000 umožňuje on-line monitorování rychlosti růstu krystalů, což je podstatné pro dosažení jak vysoké výtěžnosti varu, tak i vysoké homogeneity krystalů. Článek popisuje a diskutuje funkci digitálního mikroskopu v různých fázích svařování cukroviny (před očkováním, při očkování a během růstu krystalů). Zvláštní pozornost musí být věnována umístění mikroskopu v zrnici, aby získané údaje byly reprezentativní a statisticky vyhodnotitelné, zvláště v prvních fázích varu. Tento nový mikroskop se stává nepostradatelným prostředkem pro získání standardních varů s konečným cílem dosažením úplné automatizace svařování.

Int. Sugar J., 117, 2015, č.1397, s. 354–361.

Kadlec