

CUKROVARNICKÁ TECHNOLOGIE – DÍL XX.

Krystalizace cukru – varna cukrovaru, zrnice, svařování cukrovin (část 1.)

SUGAR TECHNOLOGY – PART XX: SUGAR CRYSTALLIZATION – BOILING HOUSE, VACUUM PANS, MASSECUITE BOILING (1)

Zdeněk Bubník, Svatopluk Henke, Simona Gillarová, Pavel Kadlec, Evžen Šárka, Vladimír Pour
Vysoká škola chemicko-technologická v Praze

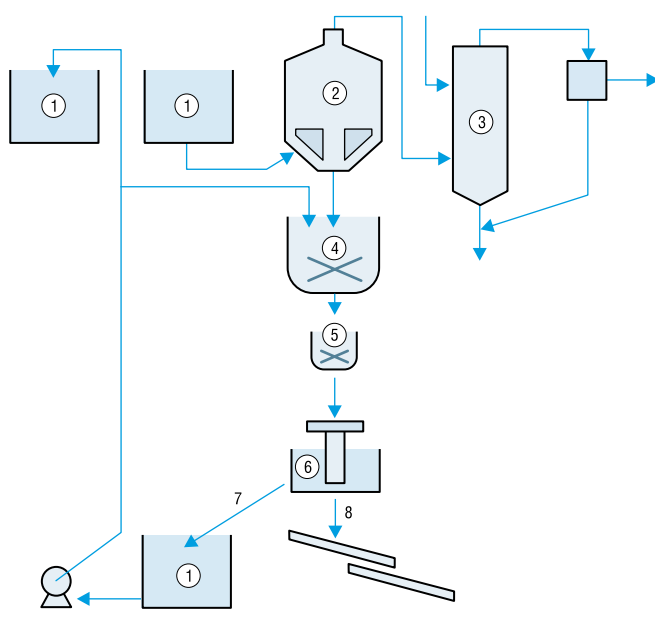
Varna cukrovaru

Varna cukrovaru je soubor jednotlivých zařízení pro výrobu a ošetření cukrovin, obvykle rozmístěných do několika podlaží (obr. 1. a 2.). V nejvyšších podlažích bývají nádrže na šťávy a siroby a zrnice, pod nimi jsou mísidla a chladiče. Ještě níže jsou umístěny odstředivky. Důležitou součástí varny je i barometrická kondenzace, která slouží jednak k úplné kondenzaci brýdových par ze zrníků a z posledního tělesa odparky a dále k vytváření potřebného podtlaku pro svařování cukrovin. U moderních cukrovarů vybavených vertikálními věžovými krystalizátory, se toto klasické uspořádání částečně modifikuje.

Ve výrobním schématu varny se obvykle vyskytují tři stupně krystalizace cukrovin (obr. 3.).

Prvním stupněm je krystalizace šťavní krystalové cukroviny (svařované z těžké šťávy a kléru), druhým stupněm krystalizace je svařování meziproduktové cukroviny a třetím (posledním) stupněm krystalizace je svařování zadinové cukroviny.

Obr. 1. Schéma varny cukrovaru



1 – nádrže, 2 – zrnice, 3 – barometrická kondenzace, 4 – mísidlo, 5 – rozdělovací žlab, 6 – odstředivka, 7 – sirob, 8 – cukr

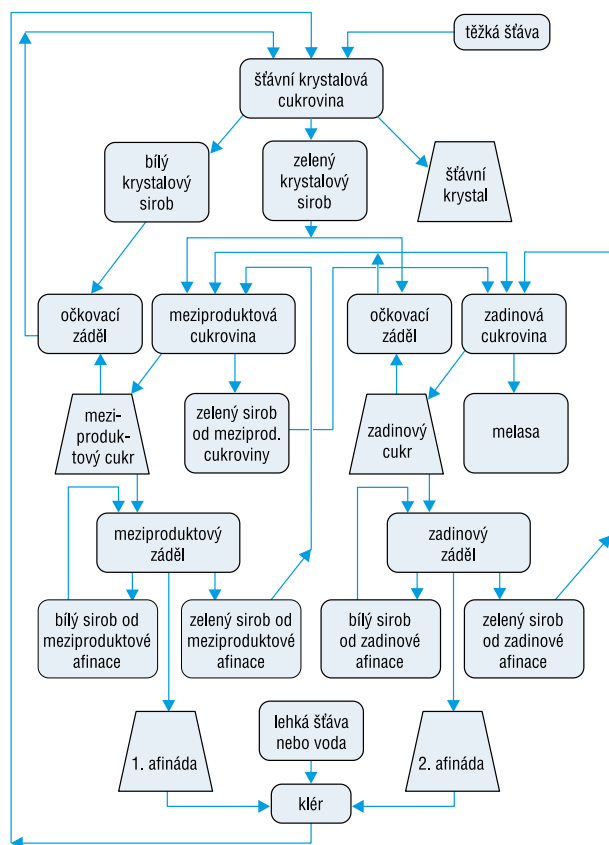
Zrnice

Zrnice jsou odpařovací krystalizátory, v nichž se svařuje zahuštěný cukerný roztok na krystalát, zvaný cukrovina. Cukrovina se skládá z krystalů cukru a matečného sirobu. V současné době používané zrnice je možné rozdělit podle několika kritérií: a) podle způsobu práce na periodické nebo kontinuální,

Obr. 2. Varna cukrovaru: na horním podlaží jsou zrnice, uprostřed jsou krystalizátory a pod nimi odstředivky

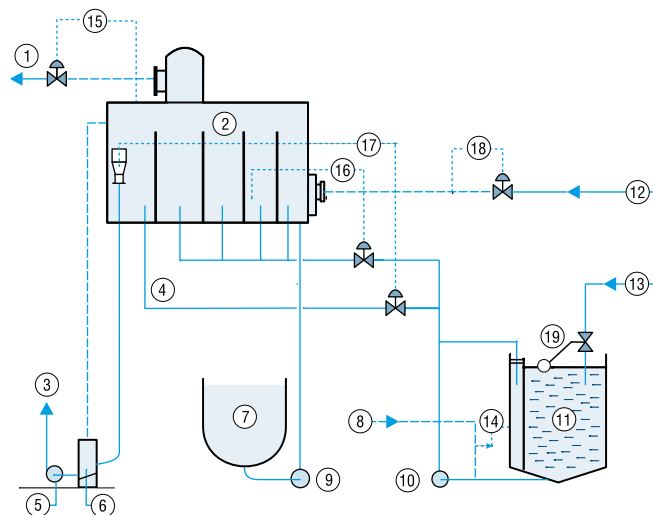


Obr. 3. Výrobní schéma štávního krystalu s jedním klérem



- b) podle konstrukce na vertikální nebo horizontální,
 c) podle cirkulace cukroviny na zniče s přirozenou cirkulací nebo zniče s míchadlem,
 d) podle způsobu řízení na zniče ručně řízené nebo zniče automaticky řízené.

Obr. 5. Schéma kontinuální krystalizace fy Five-Lile Cail – typ magma

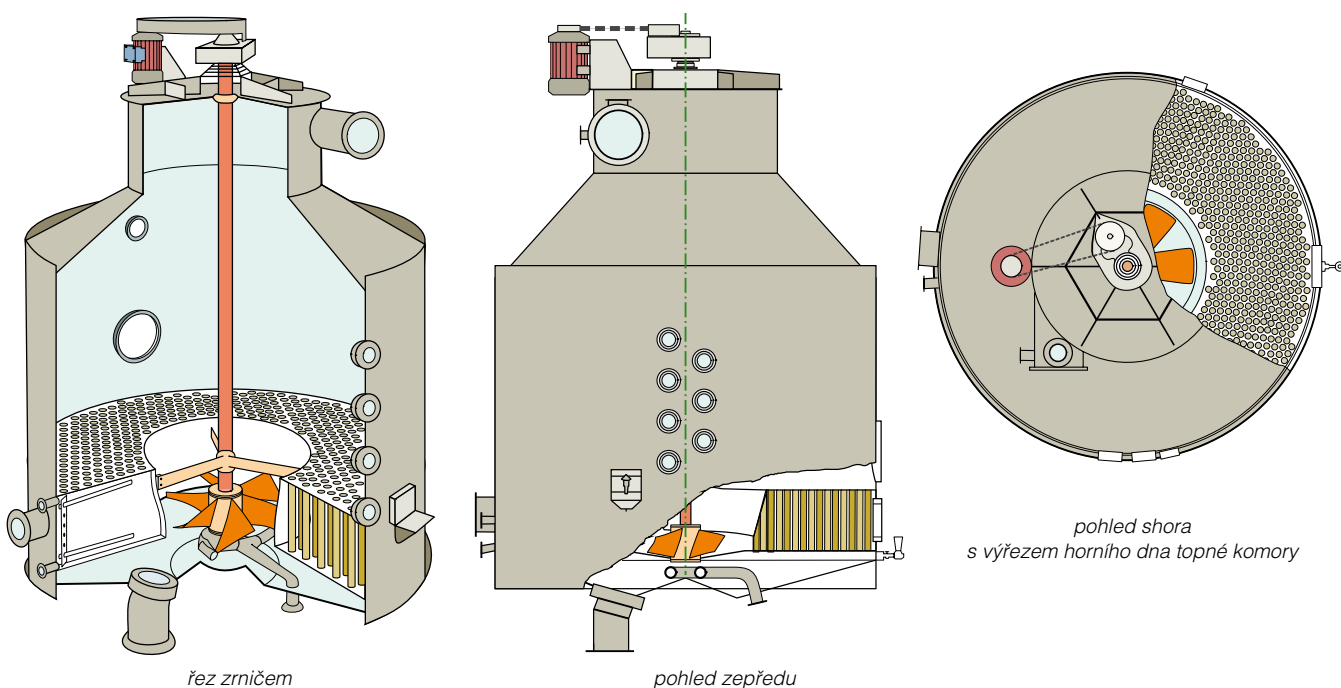


1 – brýdové páry na barometrickou kondenzaci, 2 – kontinuální znič, 3 – od-tah cukroviny, 4 – přitah siroubu do poslední sekce, 5, 9, 10 – čerpadlo, 6 – vyrovnávací nádrž, 7 – mísidlo, 8 – přívod vody, 11 – nádrž na siroby, 12 – přívod topné páry, 13 – přívod siroubu, 14 – regulace hustoty siroubu, 15 – regulace podtlaku, 16 – regulace přitahů podle vodivosti, 17 – regulace sacharizace uvařené cukroviny, 18 – regulace tlaku páry, 19 – regulace hladiny v nádrži

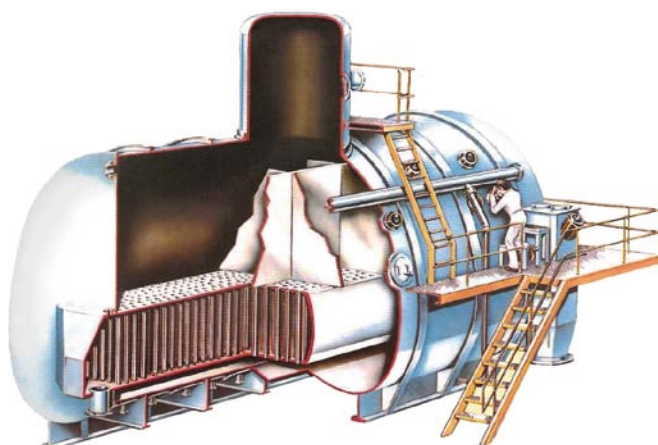
Periodické zniče

V našich cukrovarech naprosto převládají periodické zniče s trubkovou topnou komorou, a to jak s přirozenou cirkulací, tak i s míchadly. Na obr. 4. je znázorněno schéma standardního typu periodického zniče s trubkovou topnou komorou a s míchadlem, umístěným ve středové cirkulační rouře. Tento typ zniče má ve svém výrobním programu každý významnější výrobce cukrovarnického zařízení. Kapacity periodických zničů se pohybují od 40 do 120 t cukroviny vyrobené v jednom cyklu.

Obr. 4. Schéma periodického zniče s míchadlem



Obr. 6. Pohled do vnitřního prostoru horizontálního kontinuálního zrnače firmy Wiedemann KG



Kontinuální zrnače

Mezi moderní zrnače nacházející stále širší uplatnění patří horizontální kontinuální aparát. Jedná se o horizontálně uložený válec rozdělený uvnitř na řadu komor, kterými postupně prochází cukrovina. Výrobky různých firem se liší především uspořádáním těchto komor a typem topné komory. Typickým a nejrozšířenějším aparátem tohoto druhu je kontinuální zrnač francouzské firmy Five-Lile Cail FCB, jenž je zobrazen ve formě schématu s popisem jednotlivých částí na obr. 5. a dále jako řez zařízením firmy Wiedemann KG (obr. 6.).

Podobným typem je i kontinuální zrnač vyvinutý ve spolupráci ZVU Hradec Králové a VUC Praha (obr. 7.), několik exemplářů úspěšně pracuje v českých cukrovarch (na krystalizaci meziproduktové a zadinové cukroviny).

Obr. 7. Horizontální kontinuální zrnač KNK 32 v cukrovaru Dobruška



Německá firma BMA vyvinula vertikální kontinuální zrnač, který je tvořen kaskádou nad sebou umístěných krystalizačních komor (obr. 8.). Cukrovina postupně prochází od horní komory do spodní, v případě potřeby je možno kterýkoliv stupeň odstavit (přemostit) a vyčistit, aniž by bylo třeba zastavovat provoz. Náznorně je tento systém zobrazen na schématu na obr. 9. Výhodou tohoto typu zrnače jsou velké kapacity vhodné pro velkokapacitní rekonstruované cukrovary, minimální potřebná zastavěná plocha pro jeho umístění a použití pro všechny druhy cukrovin včetně bílých.

Svařování cukrovin

Svařování cukrovin lze rozdělit do několika základních kroků:

a) Přípravné operace:

- vypaření parou, zkouška těsnosti (vzduchoprázdnoty),
- úprava sirobů na požadovanou sacharizaci (podle čistoty 70–80 %) a teplotu kolem 85 °C (zajištění rozpuštění všech případně přítomných krystalů),
- vytvoření podtlaku,
- natažení sirobu či šťávy na základ varu.

b) Zahušťování:

- při dosažení požadované hladiny (zaplavená topná komora) je otevřen přívod topné páry,
- odpařování pokračuje při kontrole a doplňování sirobu na danou hladinu do dosažení potřebné koncentrace pro zaočkování varu,
- v průběhu odpařování stoupá teplota varu (ebulioskopický efekt) i při zachování konstantního tlaku brýd.

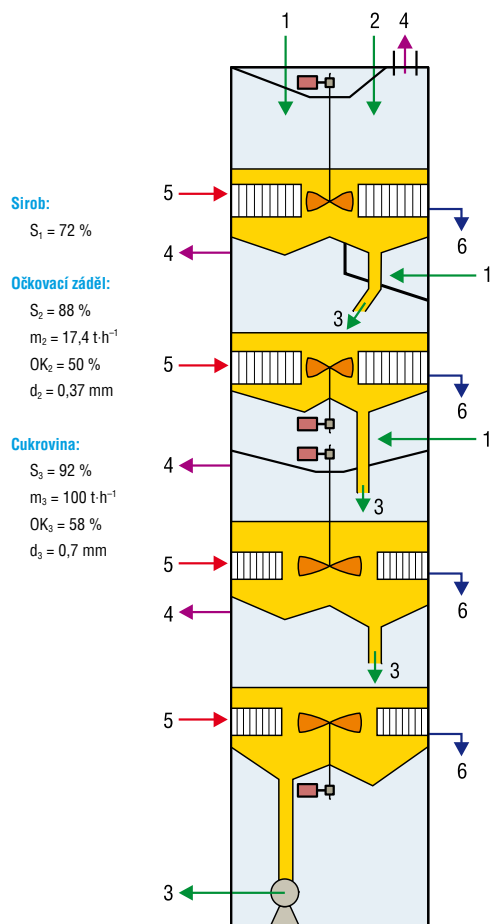
c) Očkování:

- proběhne v okamžiku dosažení požadované hodnoty koeficientu přesycení (v metastabilní oblasti, $K_p = 1,10–1,25$),

Obr. 8. Vertikální kontinuální zrnač BMA



Obr. 9. Schéma kontinuálního vertikálního (věžového) zrníče firmy BMA



1 – těžká šťáva, sirob, 2 – očkovací záděl, magma, 3 – cukrovina, 4 – brýdové páry, 5 – topná pára, 6 – kondenzát

– očkuje se několika způsoby:

- suspenzí mikrokrytalů sacharosy, např. v propanolu, isopropylalkoholu (tzv. slurry nebo mikroočko), velikost mikrokrytalů 1–10 μm ,
- cukernou moučkou, příp. jemnými krystaly cukru,
- očkovacím zádělem (umělou cukrovinou), který se připraví ve speciálním zrníči, nebo smísením krystalů cukru se sirobem (tzv. magma); tento způsob očkování v současné době převažuje. Na obr. 10. je schematicky znázorněn systém vyvinutý firmou BMA (ve spojení s TU Braunschweig): chladicí krystalizace je připravena ze slurry očkovací cukrovina, jež se dále upraví ve zvláštním zrníči, výsledkem je velmi pravidelný krystalizát o velikosti krystalů 0,1–0,2 mm.

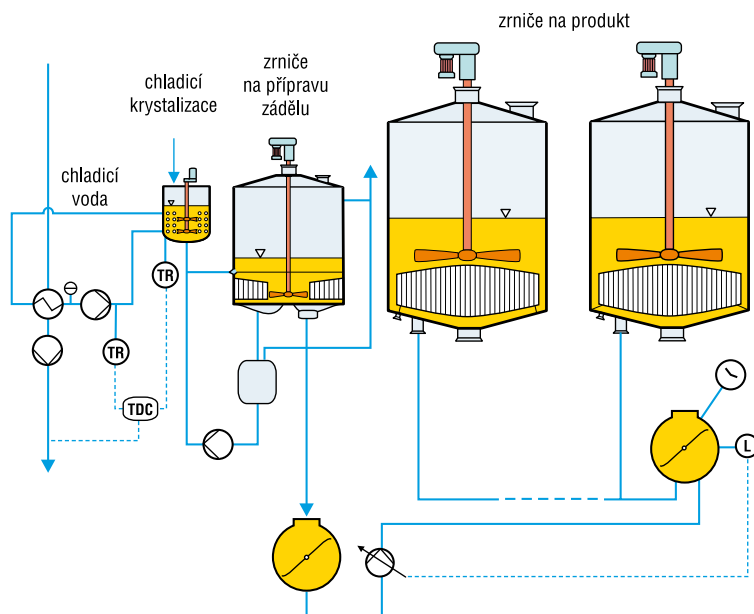
d) Úprava či stabilizace zrna:

- cílem je v případě přidavku slurry nechat narůst krystaly na potřebnou velikost, umožňující standardní přitahy sirobů,
- v případě systémů založených na zádělu (magma) je doba této fáze určena dokonalým promísením zádělu se sirobem,
- K_p se postupně sníží na hodnotu okolo 1,1.

e) Naváření:

- nejdelší a nejdůležitější fáze svařování cukrovin,
- probíhá v metastabilní oblasti, kdy by se měl udržet stálý počet krystalů v cukrovině, při hodnotě $K_p = 1,10$ (až 1,15),

Obr. 10. Příprava očkovacího zádělu podle systému BMA



- probíhá za současných přitahů sirobů a odpařování až do dosažení výsledné hladiny cukroviny v zrníči.

f) Vysoušení:

- zahuštění cukroviny na sacharizaci 91–95 % (podle čistoty), snaha o co největší vyčerpání matečného sirobů,
- ukončení při dosažení dané regulované veličiny: hustota, sacharizace, vodivost, viskozita, proudové zatížení pohonu míchadla, příp. i časový limit.

g) Spuštění varu:

- zrušení podtlaku,
- spuštění cukroviny do krystalizátoru (mísidla) (obr. 11.), ve kterém probíhá homogenizace cukroviny s mísícím sirobem, aby při částečném ochlazení cukroviny po spuštění varu nedošlo k nežádoucí nukleaci.

Dokončení ve druhé části v dalším čísle.

Obr. 11. Typický žlabový krystalizátor, v kterém probíhá homogenizace spuštěné uvařené cukroviny s mísícím sirobem; A – celkový pohled, B – míchací systém krystalizátoru

