

## CUKROVARNICKÁ TECHNOLOGIE – DÍL X.

# Výroba páleného vápna, vápenného mléka a saturačního plynu – část 2.

SUGAR TECHNOLOGY – PRODUCTION OF QUICKLIME, LIME SLURRY AND CARBONATION GAS – PART 2

Evžen Šárka, Svatopluk Henke – Vysoká škola chemicko technologická v Praze

**Rozdružovadlo** (obr. 1.) sestává z vlastního tělesa, které tvoří koryto se šikmo uloženým dnem (pod úhlem 8–15°) a nosnou konstrukcí. Po šikmém dnu se posouvá rošt, zhotovený ze dvou podélných nosníků, na nichž jsou upevněny ve vzdálenosti asi 150 mm od sebe stírací hřebíky. Pracuje-li se s rozdružovadlem, přivádí se slabý proud vody k výpadu balastu, takže se vápno splachuje do vápenného mléka. Pracuje-li se s jedním nebo více hydrocyklony, převádí se odpad zhruba na střed dopravního roštu rozdružovadla nebo do míchané hasicí nádrže, z níž se řídké vápenné mléko s nečistotami čerpá do dalšího hydrocyklonu a odpad z něj se expeduje.

Jinou konstrukcí síťového lapače je **Kořánův separátor**, tvořený válcovou nádobou, dolním kuželovým sběračem sedimentu a horním kuželovým sítím, opatřeným vnitřním pásovým míchadlem, které současně čistí síť. Vápenné mléko přitéká dovnitř separátoru a filtruje se do žlábků, který obklopuje celý lapač. Tím je výrazně omezeno ucpávání sítí.

**Spádové síto** je vytvořeno z roštnic, úseků parabolického oblouku nebo kruhového oblouku se zakřivením 600 mm, mezi nimiž je mezera 0,2 mm. Na tento rošt přitéká z ukliďňovací nádrže vápenné mléko, které prochází roštnicemi, oddělené nečistoty sklouzávají po zakřivených lamelách.

**Hydrocyklon** (obr. 2.) je odstředivý separátor bez pohyblivých součástí. Tvoří ho válcová část, do níž vstupuje pod mírným sklonem tangenciálně obdélníkovým otvorem vápenné mléko.

Spodek hydrocyklonu tvoří kužel zakončený dolní tryskou. Při čištění vápenného mléka hydrocyklonem odchází do odpadu z vápenného mléka 1–6 % koncentrované suspenze, kterou tvoří drobný vápenec, nedohašené vápno, nečistoty a vápenné mléko. Do hydrocyklonu smějí přijít částice velké jen několik mm, nejlépe < 2 mm, pracuje-li se s odpadní tryskou o průměru 10–12 mm.

Účinnost separátorů nečistot se pohybuje od 70 do 98 %. Rozdružovadlo pracuje s účinností asi 80 %, hydrocyklon obvykle 95–98 %.

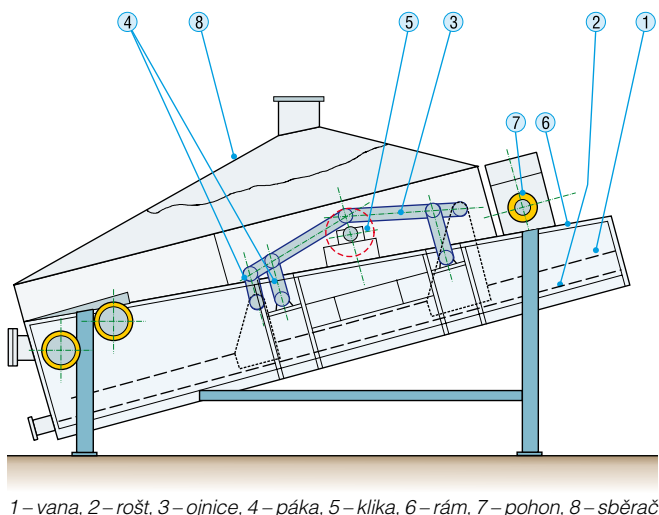
### Vápno, vápenné mléko a saturační plyn

Podle údajů získaných od našich cukrovarů se z vápence vyrobí asi 55–60 % technického vápna, neboli asi 49–53 % oxidu vápenatého. Obvykle se počítá s výrobou 51 % CaO z hmotnosti vápence. Objemová hmotnost kusového páleného vápna je 780–1 000 kg·m<sup>-3</sup>.

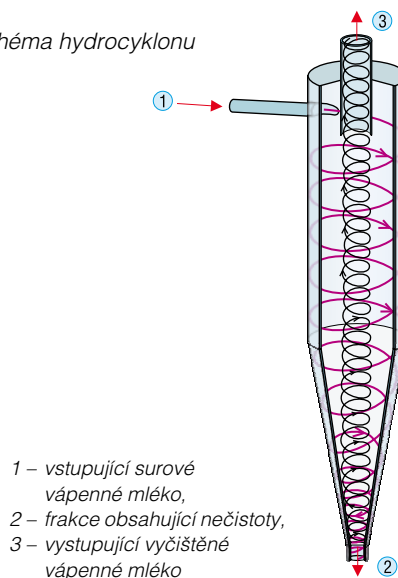
Technologicky účinnou složkou saturačního plynu je oxid uhličitý. Obsah CO<sub>2</sub> v plynu stoupá s klesajícím přídatkem paliva a s klesajícím přebytkem vzduchu. Maximálně bylo dosaženo až 52 % CO<sub>2</sub> v saturačním plynu, v moderních vápenkách se běžně pohybuje 34–40 % CO<sub>2</sub>.

Saturační plyn odtahovaný z vápenky je horký. Jeho teplota by měla být 50–150 °C. Surový saturační plyn se chladí na asi

Obr. 1. Rozdružovadlo vápenného mléka Š 1200 (MDZ)



Obr. 2. Schéma hydrocyklonu





30–35 °C a současně čistí vodou v lavéru nebo v proudovém čističi plynu. Tím se zřetelně sníží objem dopravovaného plynu, a tedy se sníží spotřeba energie.

Vápno se hasí takovým množstvím vody nebo výsladů, aby se hustota vápenného mléka pohybovala mezi 1 140–1 180 kg·m<sup>-3</sup>, čili aby se koncentrace oxidu vápenatého v něm pohybovala mezi asi 17–21 % hm. (tj. v dřívějších jednotkách mezi 18–22,5 °Bé). Rozpustnost hydroxidu vápenatého ve vodě je malá. Čisté vápenné mléko je tedy suspenze hydratovaného oxidu vápenatého v roztoku hydroxidu vápenatého. Surové vápenné mléko obsahuje při hašení pomocí výsladů i cukr a necukry saturované šťávy a dále všechny balastní látky obsažené v páleném vápnu. Surové vápenné mléko obsahuje tyto hrubě disperzní příměsi: písek, strusku, otěr z vyzdívky pece, nespálený koks, nevypálený vápenec, nedohašené vápno (zejména při jeho přepálení), kovové částice. Hrubé příměsi a podstatná část jemných příměsí se oddělí separátory, ale i vyčištěné vápenné mléko obsahuje obvykle malý podíl písku.

Pro technologické účely má význam prakticky jen aktivní vápno, tj. část veškerého oxidu vápenatého (vápna) ve vápenném mléku ve smyslu tohoto schématu:

aktivní vápno = celkové vápno – (vápno vázané v CaCO<sub>3</sub> + nehasitelné vápno)

#### **Technologické závady při výrobě vápna, vápenného mléka a saturačního plynu:**

Nestejněmorné vypálení vápna nebo nedostatečný výkon vápenky:

- chybné plnění vápenky nebo malý výkon saturačky; vápenec musí být s koksem promíchán ještě před plněním; zvýšením výkonu saturačky lze zvýšit výkon vápenky, pokud nadměrně nestoupne žárové pásmo,
- nízká teplota pálení, měla by být 1 000–1 200 °C; příliš nízká teplota může být způsobena nadbytkem spalovacího vzduchu (vysoký výkon saturačky) nebo nízkým přídatkem koksu (obvyklá dávka je 8–10 % na hmotnost vápence),

- nevhodné chemické složení vápence nebo příliš hrubý vápenec; příliš velké kusy snižují výkon vápenky,
- nevyrovnaná kusovitost vápence – vápno se stahuje jako směs drobných přepálených a velkých nedopálených kusů.

Nedokonalé dohoření koksu ve vápence:

- velká kusovitost koksu; velké kusy koksu dohořívají až ve spodní části vápenky, čímž snižují žárové pásmo; nevyhoří-li, je nutno nespálený koks z vápna oddělit, tak aby nezpůsobily komplikace v dalším provozu,
- mnoho koksu; příliš velký přídatek rovněž způsobí, že koks nestihne vyhořet, mimo to se zvyšuje teplota v žárovém pásmu,
- malá kusovitost vápence; drobné kusy vápence se rychle vypalují, takže se vápno může vypálit dříve, než koks shoří,
- stoupanutí teploty ve vápence; příčinou je nedostatečný přívod vzduchu, protože spaliny nejsou řádně ochlazovány; opět dochází k neúplnému vyhoření koksu.

Žárové pásmo ve vápence je vysoko:

- velký výkon saturačky (čerpádky na saturační plyn),
- příliš drobný koks; aby nehořel tak rychle, je nutno koks zvlhčovat nebo pořídit koks s většími rozměry kusů,
- nedostatečný odtah vápna a plnění vápenky; plnit a stahovat se musí obvykle po 2 h.

Žárové pásmo je nízko:

- malý výkon saturačky,
- velká kusovitost koksu,
- nadměrný odtah.

Žárové pásmo je nestejněmorné:

- nestejněmorné promíchání vápence s koksem,
- ucpání mezer mezi kusy vápence (vlivem drobných kusů vápence, koksu nebo hlínou); to se projeví nedostatečným přívodem vzduchu a žárové pásmo se pohybuje nerovnoměrně,
- jednostranný průvan v místnosti vápenky.

Nedopálené vápno (nevypálené kusy vápence jsou vypáleny jen na povrchu; ten je nutno otloukat, aby se získalo vypálené vápno):

- nedostatečný přídatek koksu,
- velké kusy vápence,
- špatné promíchání koksu s vápencem,
- žárové pásmo je u jedné strany vápenky,
- krátká doba pálení.

Přepálené vápno (vápno se přepaluje působením nadměrných teplot při pálení > 1 300 °C; dochází k porušení porézní struktury a slnutí vypálené hmoty; přepálené vápno se projevuje také tím, že působením HCl neuvolňuje oxid uhličitý, má vysokou hustotu, je tmavší a hasí se velmi pomalu):

- vysoký obsah křemičitanů ve vápenci,
- vysoký žár ve vápence (nedostatečný přívod vzduchu nebo nadměrný přídatek koksu),
- příliš drobný koks,
- koks obsahuje mnoho síry.

Zapečení vápenky (nedochází k sesedání obsahu vápenky):

- je nutno vápno na příslušném místě srazit tyčemi prostrčenými zornými okénky; v krajním případě lze do vápenky vstříknout studenou vodu, existuje však riziko roztržení jejího pláště; je nutné předem otevřít ve vápence všechna okénka a plnicí otvor (zvon).

---

Příčiny závady:

- nekvalitní vyzdívka,
- vysoký obsah křemičitanů ve vápenci,
- mnoho spékavého popela v koksu,
- nesprávné stahování a plnění.

Saturační plyn obsahuje málo CO<sub>2</sub>:

- nesprávná manipulace se zvonem; vápenka je při plnění příliš dlouho otevřená,
- netěsnost v uzávěru vápenky, potrubí nebo lavéru,
- velký přebytek vzduchu k pálení (vyšší obsah O<sub>2</sub>),
- nedostatek vzduchu (vyšší obsah CO),
- vysoké žárové pásmo (vyšší obsah CO).

Nedostatečně vyčištěný saturační plyn (obsahuje určité množství prachu a dehtových par):

- nedostatečné množství prací vody,
- přeplnění přestupníku nebo lapače kapek ucpáním odpadu,
- ucpání trysky nebo vestavby čističe.

Nedostatečné množství saturačního plynu:

- nedostatečně dimenzovaná saturačka, nízké otáčky apod.,
- plyn není dostatečně ochlazen,
- odpor v potrubí saturačního plynu, zanesení klapek,
- nevhodná regulace průtoku saturačního plynu do saturáku; rozdělovač plynu v saturáku má příliš velké otvory; nízká hladina v saturáku.

Nedokonale vyhašené vápno:

- nesprávně dimenzované hasidlo,
- hasí se nedopálené nebo přepálené vápno,
- nevhodné chemické složení (vyšší obsah křemičitanů, síranů, železa a hliníku),
- hasí se zvětralé vápno (déle skladované na vzduchu),
- nedostatečné množství vody nebo výsladu.

Vysoký obsah nečistot ve vápenném mléce:

- nesprávná manipulace s vápencem a koksem,
- nedokonalé vypálení vápence,
- vadné seřízení či údržba separátorů nečistot.

## Literatura

1. HENKE, S. ET AL.: *Technologie cukru*. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 2024.
2. KADLEC, P. ET AL.: *Přednášky z Technologie cukru pro bakalářské a magisterské studium*. Praha: FPBT VŠCHT, 2022.
3. GEBLER, J. ET AL.: Výroba saturačního plynu a vápenného mléka. In *Cukrovarnický kalendář*. Praha: VUC Praha, a. s., 1997.