# Vysoké učení technické v Brně



IMS - Modelování a simulace

2017/2018

**Model a simulace pěstitelské pálenice**

Roman Janík (xjanik20) Brno, 4. prosince 2017

Jakub Hud (xhudja00)

Obsah

**Úvod1**

Zadejte název kapitoly (úroveň 2).2

Zadejte název kapitoly (úroveň 3).3

**Zadejte název kapitoly (úroveň 1).4**

Zadejte název kapitoly (úroveň 2).5

Zadejte název kapitoly (úroveň 3).6

1 Úvod

Tato technická zpráva vznikla jako součást řešení projektu IMS. Zabývá se vytvořením modelu SHO (systému hromadné obsluhy) a simulací pěstitelské pálenice. Model popisuje proces pálení alkoholu. Cílem práce je na základě modelu destilační kolony ukázat možné optimalizace výrobního procesu, konkrétně automatickou regulací výkonu chladiče dosáhnout vyšší teploty destilátu a tím zkrátit dobu destilace v druhém stupni kolony. Hlavní předpokládanou výhodou této optimalizace je úspora času a energií. Další optimalizací je po předpokládaném urychlení druhého stupně přidání dalšího surovinového kotle, destilační kotel by vypálil lutr dostatečně rychle, aby mohli běžet oba surovinové kotle najednou bez prostojů v činnosti destilačního kotle.

Smyslem experimentů je demonstrovat přínos regulace výkonu chladiče, do kterého je přiváděn destilát z prvního kotle – tzv. lutr. Automatická regulace výkonu chladiče by spočívala v omezení přívodu studené vody do chladiče, tím se dosáhne vyšší teploty lutru. Mělo by dojít k nižší spotřebě chladící vody a hlavně ke zkrácení doby nahřívání lutru ve druhém kotli, čímž by se výrazně snížila spotřeba plynu v celém výrobním cyklu. Proces destilace se logicky zkrátí a ušetří tak náklady na výrobu.

Dalším experimentem je přidání dalšího surovinového kotle a tím zrychlení činnosti celé palírny.

1.1 Zdroje informací

Jako zdroje informací jsme použili dostupné materiály ze slajdů k přednáškám a demonstračním cvičením předmětu IMS. Informace o fungování reálného systému jsme zjišťovali návštěvou pěstitelské pálenice v Branticích na Bruntálsku a konzultací s provozovatelem panem Ing. Vlastislavem Hudem, odborníkem s dlouholetou praxí v oboru.

Dále jsme čerpali z internetových zdrojů uvedených na konci dokumentu. Význačnými zdroji jsou díly Slivovice a Lihovar z pořadu Jídlo s.r.o. na internetové televizi Stream.cz.

1.2 Autoři

Na práci se podíleli Roman Janík a Jakub Hud.

1.3 Ověřování validity modelu

TO DO

2 Fakta

2.1 Model destilační kolony

Model destilační kolony se skládá z následujících důležitých částí (části jsou seřazeny ve stejném pořadí v jakém jimi kvas/lutr/destilát prochází):

• Bečky

• Čerpadlo na kvas

• Zásobník kvasu před prvním kotlem

• Surovinový kotel

• Surovinový chladič

• Lihoměr

• Teploměr

• 2 zásobníky na lutr

• Destilační kotel

• Destilační chladič

• Lihoměr

• Teploměr

• Lihové měřidlo

• Zásobník na výsledný destilát

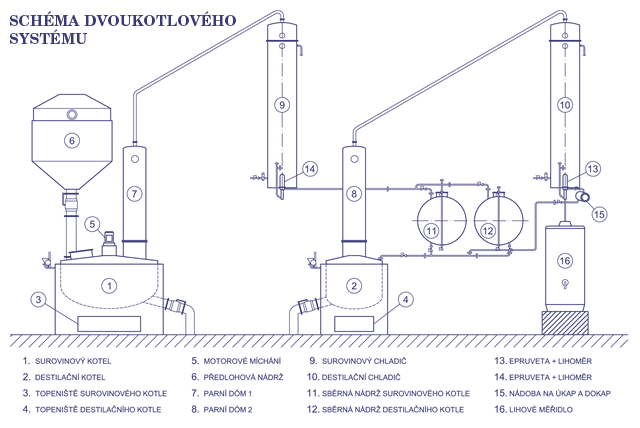


Schéma destilační kolny obr.1, zdroj [22]

2.2 Kvas

Data o destilační koloně naměřená osobním/zprostředkovaným pozorováním:

Vstupní surovinou destilační kolony je kvas, zpravidla ovocný. Kvas je produkt procesu kvašení, při kterém kvasinky přeměňují cukry na alkohol. Kvašením lze vyrobit nápoj s maximální koncentrací alkoholu zhruba 15% [x]. Destilováním se dosáhne vyššího podílu alkoholu v nápoji.

Přibližné rozdělení typů ovoce ve kvasech:

Jablka – 40 %

Švestky – 25 %

Hrušky, třešně, višně, rybíz a jiné – 35 %

Čerpadlo na kvas je schopné přečerpat 250 l kvasu za 50 s – 5 min. Záleží na hustotě kvasu. Jablka jsou nejhustší, hroznové víno (takřka mošt) je nejméně husté. Jedná se o čerpadlo na 380 V, jeho příkon je 3 kW.

2.3 1. destilace

Kvas je přečerpán do zásobníku nad surovinovým kotlem. Zásobník na kvas má objem 250 l. Surovinový kotel má objem 250 l. Přečerpání kvasu ze zásobníku do kotle trvá 1 minutu (provádí se samospádem).  
Nahřátí kvasu v kotli na destilační teplotu trvá 70 – 90 min podle toho jak moc je kotel zaplněn. Po dně kotle rotují lopatky, které zabraňují připálení kvasu. Kotle jsou vybaveny plynovým hořákem. Surovinový kotel se musí naplnit minimálně 120 l kvasu, aby nedošlo k propálení dna.

Kotel zahřívá kvas nad teplotu varu alkoholu, která je 78,3 °C [x]. Kotel se zahřívá na destilační teplotu 80 °C. Výsledné páry putují do chladiče. Surovinový chladič má objem 200 l. Teplota chladící vody v chladiči je 12 – 15 °C. Voda se čerpá z podzemního vrtu. Na chlazení par ze surovinového kotle se spotřebuje asi 1500 l vody za jeden cyklus při plném zaplnění surovinového kotle. Kondenzací par v surovinovém chladiči vzniká destilát – lutr. Surovinový kotel a lutr z něj vytékající se zastavuje, jakmile klesne obsah alkoholu v lutru na přibližně 5 %. To je za 45 – 60 min od začátku destilace (destilace začíná až po nahřátí kvasu na destilační teplotu). Délka destilace závisí na množství kvasu a ovoci, ze kterého se skládá. Lutru vyteče ze surovinového chladiče 50 – 80 l o teplotě 15 – 18 °C. Vedlejší produkt destilace jsou tzv. výpalky, tedy zbytky kvasu po destilaci v kotli, kterých je zhruba 170 – 200 l. Vypuštění výpalků trvá 0,5 – 1 min.

Lutr je zachytáván do dvou zásobníků, kde každý má objem 160 l.

2.4 2. destilace

2. destilace probíhá v destilačním kotli. Opětovná destilace je nutná k odstranění nežádoucích látek, jako je metanol [x]. Dostatek lutru pro naplnění destilačního kotle se nastřádá po dvou bězích surovinového kotle. Pak se lutr samospádem přepustí ze zásobníků do menšího destilačního kotle o objemu 120 l. Přepuštění 60 l lutru trvá 1,5 min, naplnění destilačního kotle tedy trvá 3 min. Minimální množství destilovaného lutru je 15 l.

Nahřívání druhého - destilačního kotle trvá 25 – 40 min. Na začátku destilace se asi 1 l destilátu vypustí do jímky, jedná se o nakyslou tekutinu (tzv. úkap), která by zkazila chuť výsledného destilátu. Destilace v destilačním kotli se nechá běžet tak dlouho, dokud úroveň alkoholu v destilátu vytékajícího z destilačního chladiče neklesne na 35 %, to je přibližně za 40 – 50 min. Zbytek z destilačního kotle se vypustí do jímky (tzv. dokap).

Destilační chladič spotřebuje při jednom cyklu 250 – 400 l vody, podle množství destilátu z destilačního kotle. Jeho objem je 200 l.

2.5 Výsledné produkty

Destilát ještě musí protéct přes lihové měřidlo. Nakonec vyteče 18 - 22 l destilátu s obsahem alkoholu 60 – 64 %. Destilát je ještě naředěn podle přání zákazníka na požadované procento alkoholu demineralizovanou vodou. Ředění trvá 10 – 15 min. Demineralizovaná voda je z pitné vody vyráběna pomocí reverzní osmózy.

Výpalky z kotlů, jsou vypouštěny do jímky. Když je již jímka plná, vyváží se cisternou na pole, které pěstitelské pálenici patří. Výpalky tedy slouží jako dobré hnojivo. „Palírna“ zvažuje vyřízení licence, aby mohla alkoholické výrobky dodávat do spotřební sítě. K tomuto účelu vlastní 10 ha zemědělské půdy pro výsadbu švestkových sadů. Výpalky je možné použít i na zkrmení hospodářským zvířatům.

2.6 Spotřeba zemního plynu

Spotřeba zemního plynu většího – surovinového kotle je 9,6 m3/h při zahřívání kvasu na destilační teplotu, při destilování pak jen 8 m3/h. U menšího – destilačního kotle jsou nároky na plyn při zahřívání lutru 8 m3/h, při destilaci 5,4 m3/h. U surovinového kotle je při spotřebě 9,6 m3/h plynu uváděn výkon 96 kW.

Kotle, chladiče i veškeré potrubí je vyrobeno z mědi.

2.7 Poruchy

Jednou za 4 – 5 let dojde k prodření dna surovinového kotle. Po jeho dně rotují lopatky, a když kvas obsahuje drobné kamínky nebo tvrdé pecky, dno se odírá. Stěny chladiče jsou z poměrně tenké mědi a také dochází k jejich poškození. Chladič začne protékat a musí se vyměnit také přibližně jednou za 4 – 5 let.