

# Splnění vývojové úkoly z oboru destilace lihu

BOHUSLAV MELICHAR, ZVÚ — Hradec Králové

Ve vývojovém středisku těžkých potravinářských strojů (VTPS) jsme se zabývali v roce 1959 několika vývojovými úkoly z lihovarského oboru.

Jedním z nich bylo *nepřímé vytápění kolon se šikmými trubkami*. Nepřímého vytápění se používá v lihovarském průmyslu u mnoha kolon. V průmyslovém lihovaru, zpracovávajícím melasu, jsou to destilační kolony, které se vytápějí nepřímo. Výpalky, odtékající z destilační kolony, nesmějí se zředovat kondensátem topné páry, protože se dále zahušťují na odparce. Vařáky výpalků, vytápějící destilační kolony, mají obvykle svislé trubky 3 až 4 m dlouhé o průměru asi 45/40 mm. Vzájemné výškové uspořádání vařáku a destilační kolony se dříve provádělo tak, že topné trubky vařáku byly uvnitř úplně zatopeny výpalky. Topná pára se přiváděla do mezitrubkového prostoru, kde kondensovala na vnějším povrchu trubek. Z provozu je známo, že se při tomto uspořádání rychle zanášela topná plocha, což vyžadovalo časté čištění vnitřních stěn trubek.

Kirschbaum [1, 2] svými pokusy dokázal, že při odpařování různých kapalin je mnohem účelnější, aby zdánlivá hladina kapaliny u svislých trubek činila  $\frac{1}{4}$  až  $\frac{1}{2}$  jejich celkové výšky. Za tohoto stavu hladiny se dosáhne maximální hodnoty součinitele průchodu tepla. Tohoto poznatku bylo využito u pozdějších konstrukcí v našich lihovarech. Zároveň se přihlíželo k účinnější cirkulaci výpalků a jejich odtoku z vařáku, aby se pokud možno zamezilo usazování hrubších nečistot, a tím i častější čištění trubek.

Lutrové kolony destilačních a rektifikačních přístrojů bývají často vytápěny nepřímo vařákem lutru. Tyto vařáky jsou konstruovány obdobně jako vařáky výpalků, jen délka trubek bývá kratší a trubky mají menší průměr.

Délka trubek má totiž podstatný vliv na výškové uspořádání celého přístroje a proto je jen 2 až 3 m při průměru 34/31 mm. U vařáků lutru není nebezpečí zanášení trubek, protože lutrová voda je čistá. Trubky u všech druhů vařáků jsou obvykle měděné, zaválcované do měděných trubkových den. Vařáky se vytápějí buď redukovanou parou o tlaku 1,5 až 3,0 at nebo brýdovou parou z předvařáku, nebo z některého členu odparky. Po tepelné stránce je vytápění brýdovou parou velmi ekonomické a mělo by se použít všude tam, kde je odparka.

Z odborné literatury je známo, že se v cizině používá vařáků se šikmými trubkami v mnoha lihovarech. Vyrobí je například firma Vogelbusch ve Vídni, která má na ně řadu patentů. Autor článku viděl takové vařáky

za války v lihovaru Aalborg v Dánsku, kde s nimi mají velmi dobré zkušenosti. Vařáky tam vytápějí nepřímo dvě destilační kolony, zpracovávající bramborové a kuřičné zápary. Každá destilační kolona má dva vařáky, které jsou střídavě v provozu. Trubky vařáků se čistí jen proplachováním.

Abychom získali tepelné parametry a zkušenosti s vařáky tohoto typu, bylo provedeno měření v jednom chemickém závodě, kde jsou v provozu již několik let vařáky se šikmými trubkami, vyrobené v našem závodě podle dokumentace, dodané společností Usines de Melle z Francie. Do tohoto závodu bylo dodáno destilační zařízení, skládající se z několika měděných kolon vytápěných nepřímo vařáky se šikmými trubkami. Vařáky jsou stejné konstrukce, mají však různou výhřevnou plochu. Trubky mají průměr 34/30 mm a svírají s vodorovnou rovinou úhel  $30^\circ$ . Délka trubek je 1200 až 1500 mm podle velikosti výhřevné plochy. Konstruktivní provedení vařáku je na obr. 1. Základní rozměry proměřovacího vařáku jsou:

průměr lubu vařáku v mm	690
počet trubek	55
průměr trubek v mm	34/30
vzdálenost mezi trubkovými dny v mm	1240
hrdlo na vstup topné páry	Js 80
hrdlo na odvod kondensátu	Js 26
hrdlo na přívod kapaliny z kolony do vařáku	Js 125
hrdlo na odvod par z vařáku do kolony	Js 400
průměr kolony v mm	600
hrdlo na připojení manometru	Js 20
hrdlo na připojení pojišťovacího ventilu	Js 33

Vařák byl konstruován na provozní tlak 7 at. Jde o tlakovou nádobu, na kterou se vztahují úřední předpisy.

Za provozu byly naměřeny tyto hodnoty:

teplota ve spodním díle kolony ve $^\circ\text{C}$	134
tlak topné páry v mezitrubkovém prostoru vařáku v at	3,25
množství sražené topné páry v kg/h	425

Teplota ve spodním díle kolony se měřila přesným hůlkovým skleněným teploměrem, vloženým do teplotní jímky naplněné strojním olejem. Tlak topné páry v mezitrubkovém prostoru se měřil ciferníkovým manometrem většího průměru. Množství topné páry se zjišťovalo dvěma způsoby: jednak se měřil kondensát topné páry odměrnou nádobou a jednak se měřilo množství topné páry clonou se zamontovaným diferenciálním manometrem.

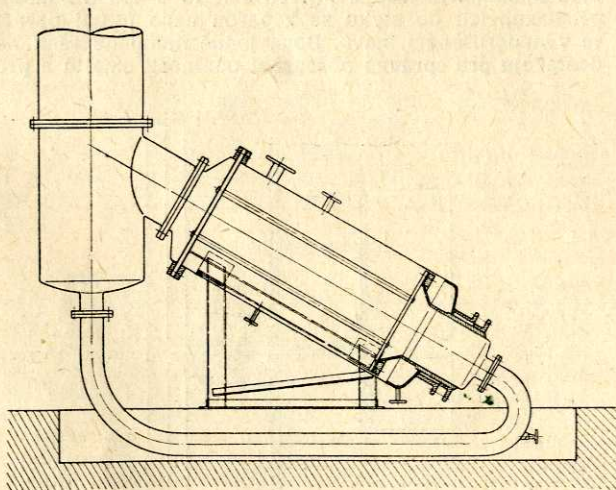
## a) Měření kondensátu topné páry odměrnou nádobou

Kondensovaná voda odtékající z nejnižšího místa topného prostoru protékala kondensním automatem a dvěma hadovými chladiči do odměrné nádoby. Stopkami se zjistila doba naplnění přesného obsahu odměrné nádoby a výpočtem se stanovilo množství kondensátu topné páry v kg/h.

Hadové chladiče byly zapojeny do kondensního potrubí vedle sebe a ochladily odtékající kondensát na nižší teplotu, aby nevznikly ztráty odpařováním.

## b) Měření množství topné páry clonou se zamontovaným diferenciálním manometrem

Do potrubí na přívod topné páry do vařáku byla zamontována škrticí clona a připojen přesný diferenciální manometr. Rozdíly tlaku před clonou a za ní bylo možno odečítat s velkou přesností.



Obr. 1. Vařák se šikmými trubkami



Vnější povrch vařáku a kolony byl dobře izolován, a proto lze zanedbat ztráty tepla vyzařováním do okolí.

#### Zhodnocení výsledků měření

Odpařovací plocha vařáku se šikmými trubkami  
 $F = \pi \cdot n \cdot d \cdot L = 3,14 \cdot 55 \cdot 0,032 \cdot 1,24 = 6,85 \text{ m}^2$   
 kde je

$n$  — počet trubek

$d$  — střední průměr trubky

$L$  — délka trubek mezi dny

$F$  — odpařovací plocha.

Zatížení odpařovací plochy nebo množství kondenzátu připadající na 1 m<sup>2</sup> odpařovací plochy za hodinu

$$q_1 = \frac{P}{F} = \frac{425}{6,85} = 62,04 \text{ kg/m}^2\text{h}$$

kde je  $P$  — množství kondenzátu topné páry v kg/h.

Množství tepla přeneseného celou odpařovací plochou vařáku

$$Q = F \cdot r = 425 \cdot 508,7 = 216\,197,5 \text{ kcal/h}$$

kde je  $Q$  — množství tepla přeneseného odpařovací plochou

$r$  — výparné teplo topné páry.

Množství tepla přeneseného 1 m<sup>2</sup> odpařovací plochy

$$\frac{Q}{F} = \frac{216\,197,5}{6,85} = 31\,561,68 \text{ kcal/h}$$

Součinitel průchodu tepla odpařovací plochy

$$K = \frac{Q}{F(t_1 - t_2)} = \frac{216\,197,5}{6,85(145,06 - 134)} =$$

$$= 2853,7 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

kde je  $K$  — součinitel průchodu tepla

$t_1$  — teplota kondensující páry na vnějším povrchu trubek

$t_2$  — teplota vroucí kapaliny uvnitř trubek

Odpařovaná kapalina ve spodku kolony má složení:

15 váh. % krotionaldehydu

85 váh. % vody

Zatížení odpařovací plochy na 1 m<sup>2</sup>/h a rozdíl 1 °C

$$q_2 = \frac{P}{F(t_1 - t_2)} = \frac{425}{6,85 \cdot 11,06} = 5,6 \text{ kg/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

#### Výhody a nevýhody vařáku se šikmými trubkami

1. Součinitel průchodu tepla a zatížení odpařovací plochy je vyšší než u vařáku se svislými trubkami.

2. Tlakové ztráty mezi pařákem a kolonou jsou minimální. Směs par a stržené kapaliny vystupuje z vařáku hrdlem velkého průměru a vstupuje přímo do spodku kolony bez jakéhokoli připojovacího potrubí.

3. Čištění odpařovací plochy. Odpařovací plochu, skládající se z trubek zaválcovaných do dvou trubkových dnů, lze snadno demontovat a vyčistit jak uvnitř, tak i vně trubek. To je zvláště důležité při provozu v chemických závodech.

4. Tepelná dilatace. Je dobře konstruktivně vyřešena a je nutná všude tam, kde jsou vyšší provozní teploty a vyšší tlaky topné páry.

5. Půdorysná plocha. Vařák se šikmými trubkami zaujímá mnohem více půdorysného místa než vařák se svislými trubkami.

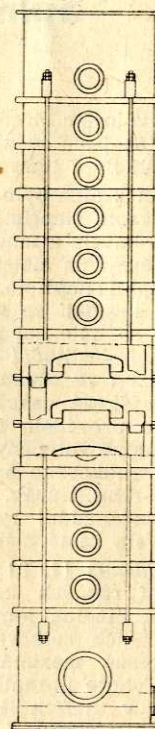
6. Výrobní náklady. Výroba vařáků se šikmými trubkami je pracnější a proto i jejich výrobní náklady jsou vyšší než u vařáků se svislými trubkami.

Druhý vývojový úkol, splněný v minulém roce, byl ukončen provedením schvalovacího řízení prototypu smaltované destilační kolony s průměrem 800 mm s 13 vyvařovacími patry, vyrobené ve Strojárnách potravinářského průmyslu, n. p., Hradec Králové, závod Pacov. Smaltování kolony provedl závod TOS — Pankrác.

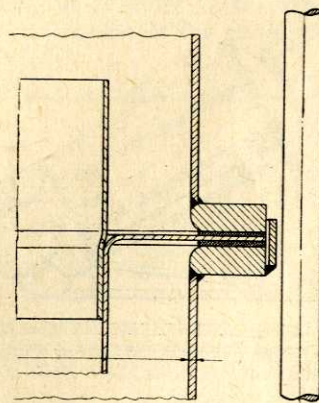
Po konstruktivní stránce se smaltovaná kolona téměř neliší od měděné, jen se muselo dbát, aby nebylo ostrých přechodů a aby vnitřní část kolony byla přístupná pro smaltování.

Vyvařovací patra musí proto být samostatná, vyjímatelná a vložená do přírubových spojů. Tím se samozřejmě zvýší počet přírubových spojů u lubů kolony i těsnicí plocha, kde by eventuálně mohly vzniknout různé netěsnosti. Bylo navrženo a provedeno společné utahování přírubových spojů pomocí 5 ocelových tyčí o průměru 20 mm, opatřených na koncích závity. Celkový pohled na spodní část smaltované destilační kolony je na obr. 2 a detail přírubového spoje na obr. 3. Na spodním přírubovém kroužku je přivařen pás z plocháče, a to tak, aby vytvořil hydraulický uzávěr, napomáhající k zvýšení těsnosti přírubového spoje. Přírubové spoje kolonových dílů byly utěsněny mangánovým tmelem a konopnou šňůrou. Vlastní váha těchto dílů napomáhá k dokonalejšímu utěsnění. Na každém patře je namontován centrální klobouk mírně klenutý o průměru 450 mm a pomocí 3 patek je k němu přišroubován mosaznými šroubky. Spodní okraj klobouku je rovný bez zoubků a je vzdálen od patra 35 mm. Střídavě po obou stranách klobouku jsou namontována přepadní hrdla o průměru 100 mm. Přepadní hrdla jsou vyjímatelná z každého patra, aby bylo možno po ukončení provozu celou kolonu vyprázdnit. Každý kolonový díl má na přední straně zorné okénko a vzadu čistící otvor. Vzdálenost mezi patry je 280 mm jako u kolony měděné.

Kolona byla namontována v Horáckých lihovarech a škrobárnách, n. p., provoz Černovice a vyzkoušena během jedné kampaně. Zkušební provoz trval celkem 50 pracovních dnů asi po 9 hodinách denně. Bylo zpracováno 1070 q žita a vyrobeno 378,35 hl absolutního alkoholu. Podrobným ohledáním kolony mimo provoz bylo zjištěno, že vnější povrch smaltu u všech součástí přicházejících do styku se záparou nebo jejími parami je v neporušeném stavu. Doba jedné kampaně však nedostačuje pro správné posouzení odolnosti smaltu a pro-



Obr. 2. Smaltovaná destilační kolona o průměru 800 mm



Obr. 3. Detail přírubového spoje



to komise doporučila, aby kolona byla ponechána alespoň ještě jednu nebo dvě kampaně v provozu a aby byl dále sledován povrch smaltu.

Jedním z hlavních důvodů, proč se zkoušelo a ověřovalo smaltování vnitřních částí destilační kolony, byl základní materiál, ze kterého byly tyto části vyrobeny a pak způsob jejich výroby. Obvykle jsou totiž smaltované kolony litinové, kdežto luby této kolony byly zhotoveny z ocelového plechu (jakost 11364.3) o tloušťce 4 mm a přírubové kroužky byly k nim přivařeny za použití elektrody E 44.72.

Z ekonomického hlediska má tento vývojový úkol velký význam, protože použitím smaltovaných dílů se uspořilo značné množství deficitního materiálu. Zároveň je to pobídkou pro konstruktéry, aby používali smaltovaných částí pro kolony nejen v zemědělských,

ale i v průmyslových lihovarech, kde lze dosáhnout ještě větších úspor na barevných kovech.

#### Závěr

V článku jsou uvedeny zkušenosti, které byly získány při provozních pokusech s vařákem se šikmými trubkami. Vedle popisu pokusů jsou podány výsledky měření a objektivně jsou zhodnoceny výhody a nevýhody vařáků se šikmými trubkami. — V dalším se popisuje konstrukce smaltované destilační kolony a první zkušenosti s použitím těchto kolon v provozu.

#### Literatura

- (1) Dr. Ing. E. Kirschbaum, Die Wärmeaustauschapparate unter besonderer Berücksichtigung der Verdampfapparate, Sammlung Göschel, Berlin 1933
- (2) A. G. Kasatkin, Základní pochody a přístroje chemické technologie, díl I, Praha 1952

Došlo do redakce 24. 3. 1960.

#### ВЫПОЛНЕННЫЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ ЗАДАЧИ В ОБЛАСТИ ДЕСТИЛЛЯЦИИ СПИРТА

В статье анализируются опытные данные по эксплуатации варочного аппарата оборудованного наклонными трубками. Приводятся результаты проверочных экспериментов и измерений. Дается объективная оценка преимуществ и недостатков варочных аппаратов этого типа. Далее в статье описывается конструкция эмалированной дестилляционной колонны и даются краткие сведения о первых эксплуатационных результатах.

#### GELÖSTE ENTWICKLUNGS-AUFGABEN FULFILLED RESEARCH PROBLEMS OF DISTILLATING EQUIPMENT

In dem Artikel werden Erfahrungen veröffentlicht, welche bei den Betriebsversuchen mit Kochern mit schrägen Röhren gesammelt wurden. Es werden nicht nur die Versuche beschrieben und die Ergebnisse der Messungen angegeben, sondern auch objektiv die Vorteile und Nachteile der Kocher mit schrägen Röhren erörtert. Im weiteren wird die Konstruktion einer emaillierten Destillationskolonne und die ersten Erfahrungen mit derer Benützung im Betrieb beschrieben.

The article deals with the experience obtained with an experimental design of boiling apparatus provided with inclined pipes. The author presents the data of measurements and evaluates the advantages and disadvantages of inclined pipes. Further paragraphs deal with an enamelled distillation column and its specific features. The first results of its operation are discussed in detail.