

Jiné fermentační procesy

Úprava syntetického ethylalkoholu pro fermentační účely

661.722 663.14.031

Ing. JOSEF ROSÁK, Ing. BOHUMIL NOVOTNÝ, Chemoprojekt, Praha;

Ing. JIŘÍ UHER, CSc., Ing. JANA PELECHOVÁ, CSc., Vysoká škola chemicko-technologická, Praha;

Prof. Ing. VLADIMÍR KRUMPHANZL, DrSc., Mikrobiologický ústav ČSAV, Praha

1. Úvod

Za určitých technologických podmínek může koncentrace doprovodných nečistot surového syntetického ethylalkoholu dosáhnout v médiu takových hodnot, že se fermentační proces začne zpomalovat. Dále je možná kontaminace biomasy a další snižování její kvality potlačováním tvorby důležitých subcelulárních látek jako jsou např. bílkoviny.

Z uvedených důvodů byla pozornost základního výzkumu také zaměřena na některé otázky související s rafinací ethanolu, přičemž byla respektována dvě základní hlediska: vhodnost konečného produktu z hlediska technologického a ekonomičnost procesu.

2. Úprava surového syntetického ethylalkoholu extraktivní destilací

Pro ekonomické provedení destilace je třeba, aby složky dělené směsi se dostatečně lišily relativní těkavostí. Je-li relativní těkavost dělených složek blízká jedné, je nutno používat kolon s velkým počtem pater, které jsou investičně i provozně nákladné. Jednou z metod, jak tento nedostatek odstranit, je přidavek další složky k dělené směsi. Přidaná složka vytvoří se složkami směsi soustavu s rozdílnými odchylkami od ideality, čímž změní relativní těkavosti složek v požadovaném smyslu. Pokud je přídavná složka méně těkavá než dělené komponenty, nazývá se taková destilace extraktivní.

Rovnováhu mezi kapalnou a plynnou fází je možno za předpokladu ideálního chování plynné fáze, která je většinou splněna při nižších tlacích, vyjádřit rovnicí

$$y_i \cdot P = \gamma_i \cdot P_i^0 \cdot x_i \quad i = 1, 2, \dots, c \quad (T, P) \quad (1)$$

Poměr, definovaný vztahem

$$\alpha_{ij} = \frac{y_i}{x_j} / \frac{y_j}{x_j} \quad i = 1, 2, \dots, c \quad (2)$$

může být považován za míru separovatelnosti složek a tedy nazván relativní těkavostí. Kombinací rovnice (1) a (2) lze odvodit tvar (2)

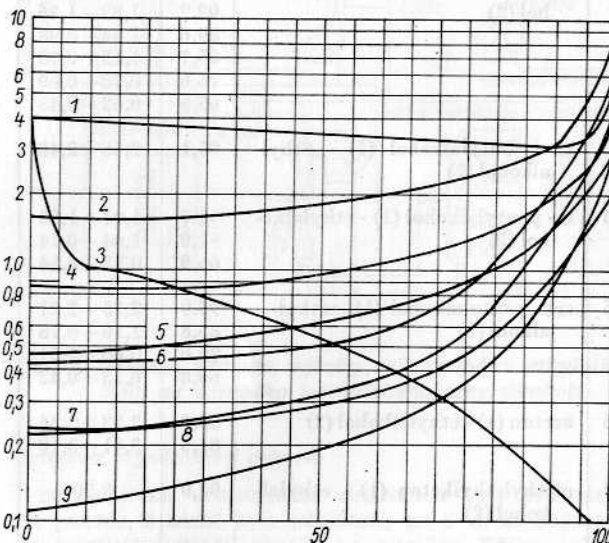
$$\alpha_{ij} = \frac{\gamma_i}{\gamma_j} \cdot \frac{P_i^0}{P_j^0} \quad i = 1, 2, \dots, c \quad (3)$$

Z rovnice (3) vyplývá, že hodnotu relativní těkavosti lze ovlivnit dvěma způsoby:

- Změnou poměru tlaků čistých složek, tj. obvykle tlakem systému.
- Změnou směru aktivních koeficientů složek, tj. např. přidavkem další složky, jak je obvyklé u extraktivní destilace.

Nutnou vlastností přídavné složky musí být, že nepůsobí na hodnotu aktivních koeficientů dělených složek systému stejně. Aktivní koeficient je termodynamická veličina, která je obecně závislá na teplotě, tlaku a složení systému. Ke kvantitativnímu popisu závislosti aktivních koeficientů složek v kapalně fázi na sta-

vových podmínkách byla navržena řada korelačních rovnic, které většinou zanedbávají vliv tlaku i teploty. Tyto rovnice popisují zejména vliv složení roztoku na jeho hodnotu a s různou přizpůsobivostí charakterizují průběh této závislosti. Z nejznámějších je možno uvést např. rovnici van Laarovu, Margulesovu, z novějších pak Wilsonovu a NRTL. K vyčíslení korelačních vztahů je však nutné znát hodnotu konstant v uvedených rovnicích, které jsou podmíněny proměřováním rovnováh kapalina—pára. Jiní autoři se snažili získat konstanty těchto rovnic výpočtem z jiných, experimentálně méně náročných nebo literárně dostupných údajů. Jeden z možných postupů je založen na odhadu mezních hodnot aktivních koeficientů.



Obr. 1. Průběh relativních těkavostí složek v závislosti na koncentraci vody

1 — aceton, 2 — methylketon, 3 — ethylalkohol, 4 — terc. butylalkohol, 5 — sek. butylalkohol, 6 — terc. pentylalkohol, 7 — sek. pentylalkohol, 8 — n-butylalkohol, 9 — n-pentylalkohol

Pro účely čištění syntetického ethylalkoholu extraktivní destilací je důležité znát průběh relativních těkavostí přítomných komponent při různé koncentraci vody. Na základě znalosti této závislosti je možno navrhnout vhodné podmínky pro účinnou rafinaci extraktivní destilací. Surový lihovodný kondenzát (jakožto výchozí látka) je směsí mnoha složek a exaktní vystižení rovnováhy kapalina—pára na základě experimentálního měření by si vyžádalo neúměrné množství času. Proto byla snaha vystihnout tuto závislost na základě publikovaných údajů a odhadu mezních hodnot aktivních koeficientů metodou Pierottio a Deala (1959). Separací kys-

líkatých organických sloučenin extraktivní destilací vodou se zabývali autoři Carlson, Smith a Morrell (1954). Výsledkem jejich práce je kvalitativní rozdělení kyslíkatých látek podle hodnoty relativní těkavosti při koncentraci vody 90 % mol. Dále je možné z této práce převzít některé kvantitativní údaje týkající se rovnováhy kapalina—pára. Tyto údaje jsou uvedeny v tab. 1.

Publikované údaje zahrnují poměrně úzkou koncentrační oblast vody. Pro semikvantitativní zjištění závislosti celého průběhu relativní těkavosti na koncentraci vody bylo proto použito odhadu mezních hodnot aktivních koeficientů v ethylalkoholu a vodě a na jejich základě byly vypočteny i hodnoty mezních relativních těkavostí. Tímto způsobem byly získány koncové body funkční závislosti. K odhadu mezních hodnot byla použita metoda podle Pierottiho a Deala. Výsledky výpočtu jsou uvedeny v tab. 2.

Tabulka 1. Hodnoty relativních těkavostí vybraných kyslíkatých sloučenin podle Carlsona, Smitha a Morrella (1954)

Číslo	Systém	H ₂ O % mol	Relativní těkavost 1—2
1	sek. butylalkohol (1) - ethylalkohol (2)	95,7	2,06—2,03
		85,6	1,32—0,96
		76,0	0,91—0,73
		65,8	0,82—0,65
2	isobutylalkohol (1) - ethylalkohol (2)	95,6	2,17—1,89
		92,7	1,83—1,36
		89,6	1,44—0,98
		85,7	1,15—0,78
		75,6	0,78—0,60
3	terc. butylalkohol (1) - ethylalkohol (2)	95,1	2,56—2,48
4	n - pentylalkohol (1) - ethylalkohol (2)	95,7	1,91—1,58
		91,0	1,04—0,74
		66,9	0,32—0,24
5	sek. pentylalkohol (1) - ethylalkohol (2)	95,9	2,75—2,21
		85,8	1,10—0,75
		76,0	0,60—0,51
		65,8	0,53—0,42
6	aceton (1) - ethylalkohol (2)	95,0	3,23—2,36
		81,5	3,41—3,18
7	methylethylketon (1) - ethylalkohol (2)	92,0	3,50
8	n - butyraldehyd (1) - ethylalkohol (2)	96,0	5,10

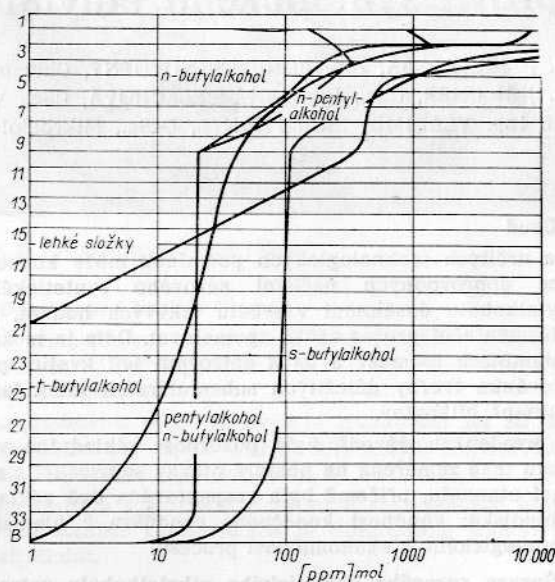
Na základě publikovaných údajů a odhadu mezních hodnot γ byla sestavena semiempirická závislost relativní těkavosti kyslíkatých sloučenin oproti ethylalkoholu v celé koncentrační oblasti páry. Tato závislost je uvedena na obr. 1.

Z uvedeného obr. 1 je možno odvodit dílčí závěr, že pro oddělení všech v úvahu přicházejících nečistot z lihového kondenzátu je nutno při extraktivní destilaci udržovat koncentraci vody vyšší než 90 % mol (tj. 78 % hm.). Tento závěr je v souladu s publikovanou patentovou literaturou, ve které se rovněž uvádí koncentrace vody kolem 90 % mol.

Na základě grafu relativních těkavostí složek obsažených v syntetickém ethylalkoholu v závislosti na kon-

centraci vody byl proveden orientační výpočet extraktivní destilace. Tento výpočet pomohl osvětlit koncentrační profil složek po délce destilační kolony a vliv refluxního poměru. Jeden příklad výpočtu je uveden na obr. 2.

Z obrázku je patrné, že terc. butylalkohol představuje v dělení extraktivní destilací nejobtížnější oddělitelnou složku.



Obr. 2. Koncentrační profil nečistot podél kolony extraktivní destilace

Tabulka 2. Mezní hodnoty aktivních koeficientů a relativních těkavostí některých kyslíkatých sloučenin a ethylalkoholu a vodě (pro teplotu 100 °C)

Číslo	Látka	O _t torr	γ_v^∞	γ_e^∞	γ_v^∞	γ_e^∞
1	acetyldehyd	8 200	10	0,61	9,37	2,96
2	krotonaldehyd	650	59	0,74	4,38	0,28
3	aceton	2 800	21,4	2,46	6,84	4,07
4	methylethylketon	1 371	55,8	2,22	8,74	1,80
5	terc. butylalkohol	1 416	25,6	1	4,14	0,84
6	sek. butylalkohol	770	33,2	1	2,92	0,46
7	n - butylalkohol	388	46	1	2,04	0,23
8	sek. pentylalkohol	366	102	1	4,26	0,22
9	n - pentylalkohol	185	145,5	1	3,07	0,11
10	ethylalkohol	1 690	5,18	1	1	1
11	voda	760	1	—	0,087	3,38

Poznámka:

γ_v^∞ —aktivní koeficient látky při nekonečném zředění ve vodě

γ_e^∞ —aktivní koeficient látky při nekonečném zředění ethylalkoholu

α_v^∞ —relativní těkavost látky oproti ethylalkoholu při nekonečném zředění ve vodě

α_e^∞ —relativní těkavost látky oproti ethylalkoholu při nekonečném zředění v ethylalkoholu

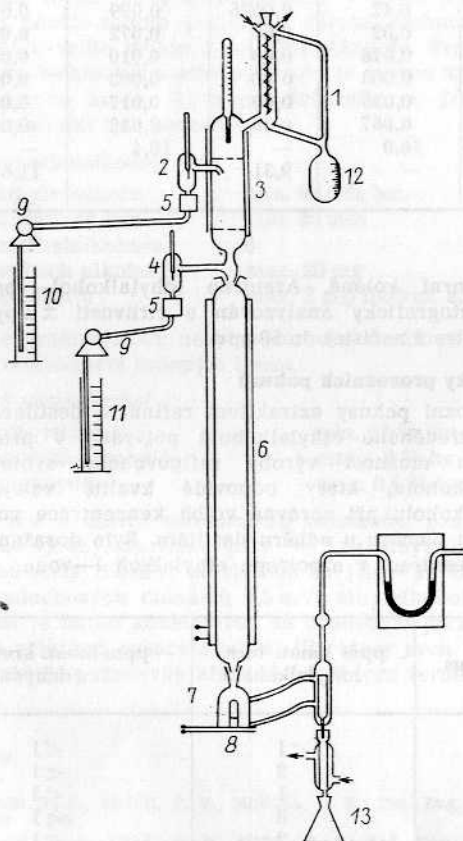
3. Úprava surového syntetického ethylalkoholu v laboratorním měřítku jako podklad pro provozní měření

Na základě vypracovaných teoretických podkladů byly na katedře ověřovány některé parametry extraktivní destilace surového syntetického ethylalkoholu. Pozornost byla zaměřena na:

— získání údajů o kvalitě hlavového a vařákového produktu v závislosti na množství nástřikové vody do koncentrační části kolony a zjištění nutnosti zpětného toku do kolony,

— prověření, zda je vhodné uvažovat prodloužení kolony extraktivní destilace o obohacovací část, kde by se snížila koncentrace ethylalkoholu v hlavovém produktu a tím se zvýšil výtěžek ethylalkoholu v odtahu z kolony extraktivní destilace.

Schéma laboratorní aparatury je na obr. 3.



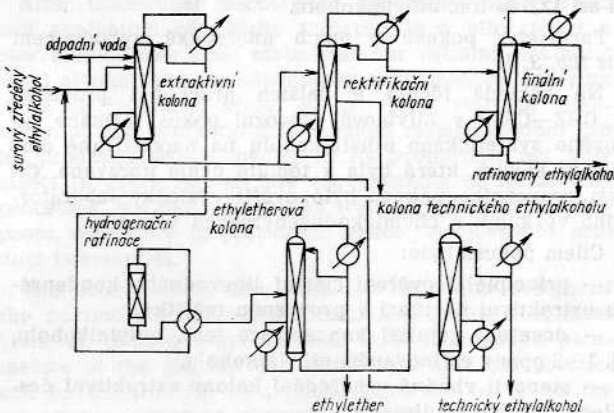
Obr. 3. Schéma destilační kolony pro extraktivní destilaci surového syntetického ethylalkoholu

Popis aparatury

- 1 — hlava kolony,
Kapky destilátu stékající z prstového chladiče bylo možno počítat a kohoutem nastavovat odběr, kontrolovat též počtem kapek. Teploměr kontroloval teplotu par stoupajících do kondenzace.

- 2 — nástavec pro vstup vody,
4 — nástavec pro vstup lihového kondenzátu o průměru 30 mm, byly naplněny vrstvou 120 mm kovových spirálek \varnothing 2 mm odpovídající 10 teoretickým patřům. Voda i lihovodný kondenzát ohřívány před nástřikem do kolony v předeříváči. Teploměr na přívodu vody umožňoval kontrolu ohřívání dosahovaného předeříváčem 3,
6 — spodní část kolony o průměru 30 mm byla naplněna vrstvou 360 kovových spirálek \varnothing 2 mm odpovídajících 30 teoretickým patřům,
7 — vařák kolony, dvě baňky, z nichž baňka přímo napojená na kolonu měla vložen elektrický ohříváč 8. Z této baňky protékala kapalina do baňky s plovákovým závěrem, který umožňoval udržovat hladinu ve varném prostoru,
9 — dávkovací čerpadla vody a lihovodného kondenzátu,
10, 11 — odměrné nádoby na vodu a lihovodný kondenzát,
12 — kalibrovaná nádoba na destilát,
13 — kalibrovaná nádoba na vařákový zbytek.

Při posledním pokusu se sejmul nástavec 2 a hladina kolony 1 se spojila s nástavcem 4.



Obr. 4. Schéma procesu výroby rafinovaného ethylalkoholu ze surového syntetického ethylalkoholu

Program a podmínky pokusů

Po úvodních orientačních zkouškách byly provedeny tři pokusy, z nichž byly odebrány po 8 až 12 hodinách nepřetržitého chodu vzorky na analýzu. Délka pokusu zajišťovala ustálený chod destilace, což bylo kontrolo-

Tabulka 3. Parametry pokusů extraktivní destilace lihovodného kondenzátu v laboratorním měřítku

			Doba destilace		
			0—24 h	24—48 h	48—72 h
Teoretická patra	ochuzovací části kolony	počet	30	30	30
	obohacovací části kolony (pod nástřikem vody)	počet	10	10	0
Nástřik	lihovodný kondenzát	ml/h	280	280	280
	při teplotě	°C	82,5—86	81—85	80—85
	koncentrace ethylalkoholu	% hm.	12,5	12,5	12,5
	voda	ml/h	150	100	—
Množství odběru destilátu	při teplotě	°C	83—87	80—82	—
		ml/h	2,6	2,6	2,6
Velikost refluxu		R	22—33	24—40	20—35
Teplota v hlavě kolony		°C	78,5	78,3—78,5	77,5—78

Tabulka 4. Analytické vyhodnocení pokusů extraktivní destilace lihovodného kondenzátu v laboratorním měřítku

Látka	Výchozí složení	0–24 h		24–48 h		48–72 h	
		HP	VP	HP	VP	HP	VP
diethylether	0,00	0,053	0,00	0,094	0,00	0,052	0,00
acetaldehyd + C ₃ etery	0,0051	0,0047	0,00008	0,33	0,0011	0,20	st
aceton	0,0017	0,050	0,00	0,053	0,00	0,060	0,00
methylethylketon	0,0028	0,76	0,0004	0,094	0,0003	0,088	st
terc. butylalkohol	0,012	0,420	0,0009	0,500	0,0009	0,46	0,00
x	0,0005	0,047	0,0003	0,053	st	0,044	0,00
terc. pentylalkohol	0,006	0,091	0,00	0,11	0,00	0,10	0,00
sek. butylalkohol	0,030	0,59	0,0099	0,42	0,0076	0,099	0,013
krotonaldehyd	0,0019	0,097	0,00	0,02	0,00	0,072	0,0002
isobutylalkohol	0,003	0,014	0,00	0,018	0,00	0,010	0,00
n-propylalkohol	0,0022	0,003	0,00	0,003	0,00	0,003	0,00
isopropylalkohol	0,0057	0,033	0,00	0,035	0,00	0,017	0,00
n-butylalkohol	0,0033	0,088	0,00	0,067	0,00	0,048	0,00
voda	—	10,4	—	16,0	—	10,4	—
ethylalkohol % hm.	12,4	—	8,37	—	9,31	—	11,62

Poznámka: VP = vařákový produkt — HP = hlavový produkt

váno kvalitativně na chromatogramu z okamžitých vzorků. Odebírané vzorky na konci destilace pak byly podrobně analyzovány v laboratorních CHZ v Záluží.

Jako surovina byl použit syntetický ethylalkohol zkoncentrovaný asi na 90 % hm., který byl odsáváním nejdříve zbaven ethyletheru a pak zředěn na koncentraci asi 12,5 % hm. ethylalkoholu.

Parametry pokusů a jejich analytické vyhodnocení viz tab. 3, 4.

Na základě těchto a dalších prací byl proveden v CHZ—ČSSP v Litvínově provozní pokus rafinace surového syntetického ethylalkoholu na nepoužívané destilační koloně, která byla k tomuto účelu upravena. Cílem provozního pokusu bylo ověřit výsledky laboratorního výzkumu a chemicko-inženýrských výpočtů.

Cílem pokusů bylo:

- principiální ověření čištění lihovodného kondenzátu extraktivní destilací v provozním měřítku,
- dosažení nejnižší koncentrace terc. butylalkoholu, tj. 1–2 ppm v rafinovaném ethylalkoholu,
- stanovit vhodné uspořádání kolony extraktivní destilace z těchto hledisek:

- a) výtěžku čistého ethylalkoholu,
- b) technologických parametrů kolony, tj. umístění nástřiku, počtu pater a refluxního poměru,
- c) poskytnout dostatečné informace pro zpracování produktů kolony v dalších stupních procesu.

Provozní pokus byl rozdělen na 6 dílčích pokusů s těmito parametry:

laboratorní koloně. Azeotrop ethylalkohol—voda byl chromatograficky analyzován s citlivostí ± 1 ppm při koncentraci nečistot do 50 ppm.

Výsledky provozních pokusů

Provozní pokusy extraktivní rafinační destilace surového zředěného ethylalkoholu potvrdily v provozním měřítku možnost výroby rafinovaného syntetického ethylalkoholu, který odpovídá kvalitě velejemného ethylalkoholu při správné volbě koncentrace vody, refluxního poměru a odběru destilátu. Bylo dosaženo těchto koncentrací v azeotropu ethylalkohol—voda:

Pokus	ppm hmot. terc. butylalkoholu	ppm hmot. krotonaldehydu
1	<1	<1
2	2	<1
3	1	<1
4	8	<1
5	2	<1
6	19	<1

Provozní pokusy dále poskytly informace o vhodném uspořádání kolony extraktivní destilace se zřetelem na výtěžek rafinovaného ethylalkoholu, technologické parametry rektifikace a zpracování produktů kolony v dalších stupních procesu.

Na základě dříve uvedených teoretických předpokladů, laboratorních a provozních měření bylo vypracováno principiální schéma rafinace syntetického ethylalkoholu (obr. 4).

Zředěný roztok surového syntetického ethylalkoholu přicházející z části přímé hydratace ethylenu je nastříkovan do kolony extraktivní destilace, ve které nastává úplné nebo částečné oddělování nečistot, přítomných v nástřiku, dále pak částečné oddělení ethylalkoholu a vody. Směs nečistot, ethylalkoholu a vody odchází z kolony jako hlavový produkt k dalšímu zpracování na technický ethylalkohol. Vařákovým zbytkem je roztok předčištěného ethylalkoholu ve vodě obsahující pouze malé množství nečistot, zejména vyšších alkoholů a acetaldehydu. V následujícím stupni v rektifikační koloně je z roztoku oddělována voda a poslední stopy vyšších alkoholů, které jsou odebírány jako boční odtah a jsou recyklovány zpět do kolony extraktivní destilace. Hlavo-

Pokus	Ø kolony	Nástřik zředěného syntetického ethylalkoholu m ³ /h	Rozměrový parametr
1	1 400	15	základní pokus
2	1 400	15	změna odběru destilátu
3	1 400	15	změna koncentrace vody
4	1 400	15	změna koncentrace vody a odběru destilátu
5	1 400	15	změna koncentrace vody a počtu pater
6	1 400	15	změna koncentrace vody, počtu pater a odběru destilátu

V průběhu pokusů byly odebírány vzorky zředěného čistého ethylalkoholu, které byly zkoncentrovány na

vým produktem rektifikační kolony je koncentrovaný ethylalkohol, obsahující poslední stopy těkavých látek, zejména acetaldehydu. Pro jejich odstranění je koncentrát nasťrikován do finální kolony. Hlavou této kolony odchází malé množství ethylalkoholu s těkavými látkami, který je recyklován zpět do kolony extraktivní destilace. Vařákovým zbytkem je rafinovaný ethylalkohol, který je z jednotky expedován.

Zpracování hlavového produktu extraktivní kolony spočívá v jednodušším případě v oddělení diethylether-aldehydové frakce v etherové koloně a v odstranění vody v koloně technického ethylalkoholu. V jiném případě je možno použít tohoto proudu k výrobě technického diethyletheru vedle technického ethylalkoholu. Pro zvýšení čistoty technického ethylalkoholu je možno zařadit před etherovou kolonu hydrogenační rafinaci. Získané produkty mají mít tyto parametry:

Rafinovaný ethylalkohol

obsah ethylalkoholu	min. 94,6 % hm.
manganistanový test	min. 20 min
obsah methyllalkoholu	0
obsah vyšších alkoholů	max. 20 mg
obsah aldehydů	max. 2 mg/1000 ml a. a.

Chuťová charakteristika: nebyl pozorován rozdíl ve srovnání s velejemným kvasným lihem.

Technický ethylalkohol

obsah ethylalkoholu	min. 87 % hm.
obsah vyšších alkoholů	max. 5 % hm.
obsah aldehydů	max. 0,5 % hm.

Pokud jde o hlavní ekonomické ukazatele, pro rafinační část výroby, spotřeba páry — 5 t/t ethylalkoholu a spotřeba vody 230 m³/t ethylalkoholu ($\Delta t = 10^\circ\text{C}$), při použití vzduchových chladičů 6,5 m³/t ethylalkoholu.

Závěrem je nutno konstatovat, že uvedeným postupem je možné připravit vysoce kvalitní lih, který svou kvalitou překračuje požadavky kladené na lih pro fermentační účely.

Literatura

- [1] CARLSON, C. S., SMITH, P. V., MORELL, C. E.: Ind. Eng. Chem. 46, 1954 s. 350
- [2] PIEROTTI, G. J., DEAL, C. H., DERR, E. L.: Ind. Eng. Chem., 51, 1959, s. 95
- [3] UHER, J.: Využití syntetického ethanolu jako zdroje uhlíku a energie pro růst některých mikroorganismů. Kandidátská disertační práce, Praha VŠCHT, 1973
- [4] KRUMPHANZL, VL.: Aplikace mikrobiálních pochodů v chemickém průmyslu. Doktorská práce, Praha VŠCHT, 1973
- [5] ROSÁK, J.: Technika v chemii, 57, 1974, s. 30.
- [6] Provozní pokusy extraktivní destilační rafinace. Výzkumná zpráva Výzkumného ústavu chemického závodu ČSSP Litvínov, 1972

Rosák J., Novotný B., Uher J., Pelechová J., Krumphanzl V.: Úprava syntetického ethylalkoholu pro fermentační účely. Kvas. prům., 26, 1980, č. 11, s. 249—253.

Na základě teoretických předpokladů, laboratorních a poloprovozních měření bylo vypracováno schéma rafinace syntetického ethylalkoholu, které bylo ověřeno v provozním měřítku. Pokusy extraktivní rafinační destilace surového syntetického ethylalkoholu byla dokumentována možností provozní výroby rafinovaného syntetického ethylalkoholu, který vyhovuje ve všech znacích jakosti nejen pro fermentační zpracování, ale i pro řadu jiných použití, zejména tam, kde je vyžadována vysoká čistota produktu.

Provozními pokusy bylo dále ověřeno optimální uspořádání kolony extraktivní destilace se zřetelem na maximální výtěžek rafinovaného ethylalkoholu, byly stanoveny technologické parametry celého procesu a vyřešeno zpracování a využití hlavového produktu.

Rosák, I. — Novotný, B. — Uher, J. — Pelechová, J. — Krumphanzl, V.: *Obработка синтетического этанола предназначенного для броидильных процессов.* Квас. прум. 26, 1980, № 11, стр. 249—253.

На основании теоретических расчетов, лабораторных экспериментов и результатов, полученных в опытной установке был разработан метод рафинирования синтетического этанола и проверен в эксплуатационном масштабе. Эксперименты по экстракционной, рафинирующей перегонке сырого синтетического этанола подтвердили возможность производства рафинированного синтетического этанола, отвечающего всеми своими показателями требованиям броидильной технологии. Благодаря своим качествам рафинированный этанол может применяться в разных других процессах, в особенности там, где решающее значение имеет чистота продукта.

В статье описано оптимальное решение колонны для экстракционной перегонки, обеспечивающее максимальный выход очищенного этанола, приведены технологические параметры процесса и показаны методы использования полученного продукта.

Rosák, J. - Novotný, B. - Uher, J. - Pelechová, J. - Krumphanzl, V.: Producing Synthetic Ethyl Alcohol for Fermentation Processes. Kvas. prům. 26, 1980, No. 11, pp. 249—253.

After theoretical calculations, laboratory experiments and evaluation of results achieved in a pilot plant a new method has been elaborated for refining synthetic ethyl alcohol and its advantages confirmed by applying it on an industrial scale. By extractive refining distillation of raw synthetic ethyl alcohol refined alcohol can be produced which, owing to its properties, not only meets in every respect the requirements of fermenting processes, but can be used as well for many other purposes, especially in processes, where the purity of product is essential.

The article deals also with the optimum design of the column for extractive distillation giving maximum yield of refined ethyl alcohol, with technologic parameters of the process and with ways how the product can be utilized. All recommendations are based on the experience acquired through experiments in a pilot plant.

Rosák, J. - Novotný, B. - Uher, J. - Pelechová, J. - Krumphanzl, V.: Aufbereitung des synthetischen Äthylalkohols für Fermentationszwecke. Kvas. prům., 26, 1980, No. 11, S. 249—253.

Aufgrund der theoretischen Voraussetzungen und Labor- und halbbetrieblicher Messungen wurde ein Schema der Raffination des synthetischen Äthylalkohols ausgearbeitet, das im Betriebsausmaß überprüft wurde. Durch die Versuche der extraktiven Raffinationsdestillation des synthetischen Rohäthylalkohols wurde die Möglichkeit der Betriebsproduktion des raffinierten synthetischen Äthylalkohols bestätigt, der in allen Qualitätsmerkmalen nicht nur für die Fermentationszwecke, sondern auch für mehrere weitere Anwendungsmöglichkeiten geeignet ist, insbesondere wo ein hoher Reinheitsgrad des Produkts gefordert wird.

Durch Betriebsversuche wurde die optimale Anordnung der Kolonne der extraktiven Destillation mit Hinsicht auf die maximale Ausbeute des raffinierten Äthylalkohols festgestellt, weiter wurden die technologischen Parameter des gesamten Prozesses und die optimale Ausnutzung des Kopfproduktes ermittelt und bestimmt.