

# Nové poznatky o umelých vláknach.

VILIAM RÍSA

V roku 1883 tyčinkou namočenou do kolodia, vytiahol gróf Chardonnet prvé umelé vlákno. Tento znamenitý muž zasvätil od tejto chvíle celý svoj život umelému hodvábu. V roku 1889 na parížskej svetovej výstave už vystavoval kusy tkaniva z nového vlákna. Bola to najväčšia senzácia tejto výstavy. Grófa Chardonnetu pokladáme za vlastného vynálezcu umelého hodvábu. Chardonnetov vynález je jedným z najväčších a najblahodarnejších vynálezov našej doby. Postupujúcou kultúrou sa spotreba umelých vlákien stále zvyšuje.

Rozmach vo výrobe umelých vlákien nastal hlavne po prvej svetovej vojne. Za posledných 30 rokov sa výroba umelých vlákien natoľko rozšírila, že na taký rozmach ešte nebol príklad v dejinách techniky. Najvyššia produkcia sa dosiahla v roku 1941, t. j. 1,269,200,000 kg, potom poklesla následkom vojnových udalostí, Nemecká výroba je zväčša vyradená a japonská výroba poklesla na 8½% oproti roku 1938. Je zaujímavé, že Japonci za vojny mnohé továrne zošrotovali pre nedostatok železa. Aj väčšinu tovární na umelé vlákna postihol tento osud. Slovom výroba umelých vlákien sa po vojne snížila, ale vieme, že je to len prechodný zjav a že už v roku 1948 dosiahneme nový rekord vo výrobe a v roku 1950 bude výroba umelých vlákien vyššia, ako celá svetová produkcia prírodnej vlny. Tak sa umelé vlákna dostanú po bavlně na druhé miesto v textilných surovinách. Pre zaujímavosť uvádzam ešte niekoľko významných bodov z histórie umelých vlákien:

R. 1883: Hilaire de Chardonnet ohlásil patent. prihlášku na spriadanie nitrocelulózoového roztoku cez jemné dierky.

R. 1890—1900: Regenerovanie celulózy z nitrocelulózoového vlákna. Utvorila sa spoločnosť „Société d'Exploitation“ a „Soie Artificielle Chardonnet“. Výroba umelého hodvábu v Besançon, Francúzsko.

R. 1892: Cross a Bevan si dávajú patentovať viskózoový spôsob umelého hodvábu.

R. 1895: Tí istí vytvárajú „Viskose Spinning Syndicate“ a pustia sa do výroby viskózoového hodvábu, spolu so Stearnom a Tophanom. Topham vynášiel spriadaciu centrifúgu.

R. 1900—1902: Postaví „Société Francaise de la Viscose“ fabriku v Arques la Bataille.

R. 1902—1907: S Courtald & Co. zakladá britsko-americká spoločnosť. v tomto čase vzniká aj výroba mednatého hodvábu, ktorú vynášli Pauly, Frémery, Urban a Bronnert. Tento hodváb pomenovali „Glanzstoff“. V rokoch 1910—12 sa vyrábalo um. hodvábu celkom asi 8—9000 t ročne. V roku 1924 sa podľa štatistiky firmy Courtalds vyrábalo už 62,797 t. Toto množstvo vyrábalo 79 firiem v 95 továrňach. Výroba bola rozdelená takto:

4900 t Chardonnetovho hodvábu . . . . .	== 7,8%
900 t mednatého hodvábu . . . . .	== 1,4%
54197 t viskózoového hodvábu . . . . .	== 86,4%
2800 t acetátového hodvábu . . . . .	== 4,4%,

\*) Táto prednáška odznela na sjazde Spolku chemikov Slovákov, ktorý bol v Banskej Štiavnici 5. a 6. júla 1947.

Výroba v roku 1924 v jednotlivých štátoch:

USA . . . . .	16245 t	Rakúsko . . . . .	1200 t
Anglicko . . . . .	10885 t	Poľsko . . . . .	700 t
Nemecko . . . . .	10760 t	ČSR . . . . .	588 t
Taliano . . . . .	8400 t	Japonsko . . . . .	545 t
Francúzsko . . . . .	5606 t	Maďarsko . . . . .	280 t
Belgicko . . . . .	4034 t	Španielsko . . . . .	84 t
Švajčiarsko . . . . .	1820 t	Švédsko . . . . .	80 t
Holandsko . . . . .	1530 t	Rusko . . . . .	40 t

Za prvej svetovej vojny položili sa základy pre štvrtý spôsob výroby umelých vlákien, t. j. *pre acetátový spôsob*. Z acetylcelulózy sa vyrábaly krycie laky na lietadlá. Po vojne sa acetylcelulóza používala hlavne pri výrobe umelého hodvábu, ale aj v priemysle lakov, pri výrobe filmov atď. Dnes je výroba acetátového hodvábu veľmi vyvinutá, a to menovite v Amerike a v Anglicku. Amerika vyrába už asi 30% vlákien acetátovým spôsobom. Vlákno umelého hodvábu sa skladá z elementárnych fibril, ktoré môžu byť jemnejšie alebo hrubšie. Hrúbka fibril sa vyjadruje tak, ako u prírodného hodvábu, t. j. v Denieroch. Denier je váha 9000 m vlákna v gramoch.

Na začiatku sa vyrábalo vlákno o hrubších fibrilách, až 6—7 Denier. Dnes nám nerobí ťažkosti vyrobiť 1,5—2,0 Denier. vlákno, čím sa v jemnosti vlákna takmer vyrovnáme prírodnému hodvábu.

V prvých začiatkoch sa vyrábalo vlákno s okrúhlym prierezom. Neskôršie sme sa naučili vyrábať vlákno so zúbkovaným prierezom. Takéto vlákno má väčší povrch a tým aj príjemnejší lesk a väčšiu kryciu mohútnosť v textilnom tovare.

Dôležité kritériá pre umelý hodváb sú pevnosť a elasticita. Pevnosti vlákna boly na začiatku malé a boly normálne len 1—1,4 g/Denier za sucha. Za mokra klesla pevnosť až na 30%. Dnešné pevnosti sú oveľa vyššie a i pevnosti za mokra sú dnes vyššie, činia 60—65% oproti suchým pevnostiam. Dnes docieľujeme pevnosti pre špeciálne účely 3,5 g/Denier za sucha a 2,2 g/Denier za mokra. Docieľuje sa to vhodnou úpravou spriadacích kúpeľov so súčasným vyťahnutím (strekovaním) vlákna počas spriadania.

Pôvodná ambícia výrobcov umelého hodvábu bola, aby nahradil najšľachetnejší textilný materiál: prírodný hodváb. Dnešné naše ambície sú ďalekosiahlejšie. Chceme vyrobiť nové textilné vlákna vysokej kvality a pritom lacné.

Dobrá polovica všetkých chemických patentov sa zaoberá s výrobou umelých vlákien. Hoci sa tomuto odboru venuje veľa vedeckých prác, je ešte mnoho nedoriešených problémov a sú ešte mnohé výhľady na ďalšie technické možnosti.

Pre náš štát a najmä pre Slovensko má priemysel umelých vlákien eminentný význam. Asi 38% Slovenska pokrývajú lesy. Je to obrovské naše surovinové bohatstvo, najväčšie, aké na Slovensku máme. Je našou povinnosťou uvažovať, ako máme toto surovinové bohatstvo čo najlepšie využiť a zhodnotiť. Exportom surovín sa dá málo zarobiť. Exportovali sme v minulosti suroviny a následok bol chudobný štandard nášho ľudu. Treba nám našu najväčšiu surovinu spracovať na hotové kvalitné výrobky, čím docielime nepomerne väčší výnos a väčší blahobyt nášho národa. Rozdiel medzi surovinou, polotovarom a hotovým výrobkom je veľký. Kým 1 kg surového dreva v lese stojí pár halierov, stojí 1 kg viskózovej celulózy z dreva vyrobenej Kčs 6.30. Umelý hodváb, ktorý z tejto celulózy vyrobíme, stojí Kčs 100.— za kg. Keď z umelého vlákna vyrobíme látku alebo pančuchu, zas ho niekoľkonásobne zhodnotíme. Slovom, keď ľudskou prácou za pomoci chemických a technických prostriedkov pretvoríme surové drevo na šľachetný textilný tovar, získame tým hodnotu *niekoľkonásobne* väčšiu, než bola pôvodná hodnota surového dreva.

Tradicia umelých vláken v ČSR je značná. Pred 27. rokmi boli založené takmer v ten istý čas továrne: v Senici nad Myjavou na západnom Slovensku ako aj v Lovosiciach, v Theresienthale a v Moravskej Chrastave. Táto posledná v roku 1933 zanikla. Naša senická továrň bola založená nebohým Tomášom Nečasom z prostriedkov žilinskej celulózky. V Senici sa vyučil káder špecialistov-robotníkov ako aj vedúcich chemikov a technikov slovenských, na rozdiel od druhých troch tovární v Čechách, kde zamestnávali skoro výhradne len Nemcov.

Okrem už spomenutých 4 tovární, ktoré komaly u nás pioniersku prácu vo výrobe umelých vláken, vybuodovala sa na Slovensku z Bafovských prostriedkov v roku 1936 továreň Svit a v roku 1942 bratislavská Vistra. Najnovšie, t. j. od začiatku t. r., započali s výrobou v Neratoviciach. Všetky tu spomenuté továrne vyrábajú vlákna viskóзовým spôsobom. Tento spôsob je u nás jediný. Za vojny začali síce u Bafov v Otrokoviciach vyrábať mednatý hodváb, ale táto výroba bola zastavená.

Výrobná situácia našich tovární je takáto:

V umelom hodvábe je výrobný plán pre rok 1947 tento:

Lovosice . . . . .	1725 t = 37%
Senica . . . . .	1485 t = 32%
Theresienthal . . . . .	1200 t = 25%
Svit . . . . .	268 t = 6%

spolu . . . . . 4678 t umelého hodvábu sa vy-

robí v roku 1947. Naproti tomu spotreba hodvábu u nás je 12,000 t, čiže 1 kg na 1 obyvateľa. Slovom vyrobí sa u nás len asi 39% domácej spotreby umelého hodvábu. Ostatné musíme dovážať. V rámci dvojročného plánu určili priemyslu umelého hodvábu úlohu zvýšiť výrobu o 60% oproti roku 1938 a do r. 1951 sa máme dostať vo výrobe na 12,000.000 kg ročnej kapacity, t. j. máme kryť celú domácu potrebu. Celé toto zväčšenie výroby pripadne výhradne na Slovensko, lebo priemysel umelého hodvábu sa pokladá za špecifický priemysel Slovenska. V záujme zdolania tejto úlohy rozšíria výrobu v Senici a vo Svite a okrem toho postavia novú továreň v Bratislave.

Okrem spomenutých dát o umelom hodvábe uvediem ešte dáta o striži, t. j. o vláknach typu bavlneného a vlneného. Výrobný plán pre striž je pre rok 1947 tento:

Vistra . . . . .	7000 t, = 45,6%
Neratovice . . . . .	6300 t, = 41,0%
Svit . . . . .	2065 t, 13,4%

Celkom 15,365 t striže.

S touto produkciou striže kryjeme celú domácu potrebu a môžeme ešte aj exportovať. Treba vedieť, že vo výrobe striže máme ešte aj značné rezervy, nakoľko Neratovice, ktoré len pred nedávnom začaly vyrábať, po čase zvýšia výrobu na kapacitu vyše 10 000 t ročne.

Okrem spomenutých výrobní máme ešte na Slovensku výrobu celofánu vo Svite s kapacitou 1,25 t denne, ktorá sa má zvýšiť na 2,5 t denne. Na výrobu celofánu sú zariadené v Čechách firma Kalle v Usti a firma Emmer v Náchode. V prípade potreby sa výroba celofánu u nás ešte zvýši o ďalšie výrobné jednotky.

Uviedol som tu v krátkosti vznik umelých vláken a ich neobyčajný vývin, menovite za posledných 25 rokov.

Mojou úlohou je však rozobrať dnešný stav umelých vláken so zreteľom na najnovšie technologické poznatky v tomto priemysle.

## Pokroky v Nemecku.

Nemecko sa pripravovalo na vojnu dôkladne. Odrezané od bavlny a vlny muselo myslieť na náhradu pre prípad vojny. Takisto

Taliansko a Japonsko. Vznikly teda v týchto štátoch bezprostredne pred vojnou veľké továrne, hlavne na výrobu striže. Pri týchto nových projektoch sa uskutočňovali aj smelé plány, nové konštruktívne technické myšlienky. Nemcom išlo hlavne o to, aby terajšie diskontinuitné spôsoby vo výrobe vlákna nahradili kontinuítými, kde by sa obrovské kvantá materiálu nepretržite valily a pritom ľudská obsluha by bola celkom nepatrná. Pre nepretržitú výrobu boli v Nemecku dve zásadné koncepcie, ktoré sa vo veľkovýrobe úspešne vykonaly.

Jednu navrhol Dr. Schieber, ktorý postavil továreň vo Schwarzi a v Lenzingu, každú na kapacitu vyše 120.000 kg denne. Druhá koncepcia pochádzala od Dörra z koncernu I. G. Farben, podľa ktorej sa postavily viaceré továrne, medzi nimi aj naša Vistra v Bratislave a podnik v Neratoviciach.

Podľa Schieberovho spôsobu prichádza celulóza do výroby vo forme pásu namotaná na kotúč. Celulóza sa použije v mokrom stave. To znamená, že sa usporilo sušenie celulózy v samotnej celulózke a pritom sa dostal i kvalitnejší materiál, nakoľko sušením celulóza trpí.

Celulóza sa roztrhá na kúsky a smieša sa s veľkým množstvom ľúhu. K ľúhu sa pridá i peroxid vodíka, takže je za 3 hodiny hotové nielen namáčanie, ale aj predzrievanie. Na Wolffových filtroch sa odstráni väčšia časť ľúhu a potom sa vylisuje zvyšok ľúhu pomocou mohutných valcov. Vylisovaná alkalická celulóza padá do rozvlákňovača a odtiaľ do xantát-knetru, kde sa za 4 hodiny zhotoví viskóza. Celá táto operácia trvá necelých 8 hodín, čo predtým trvalo 3—4 dni. Používa sa viskóza vysokej viskozity a s vysokým obsahom  $\alpha$ -celulózy. Spriada sa stará viskóza, t. j. s nízkym stupňom zrelosti. Spriadacie hubice majú až 15.000 dierok a používajú dierky až s 1 mm priemerom. Viskóza sa vytlačuje do slabej kyseliny sírovej a pritom sa koaguluje vlákno silne vzťahuje (strekuje). Potom sa vypiera, reže, suší a po kondicionaní balí. Získané vlákno je vlneného typu, na povrchu zdrsnené, takže má pre spriadanie na vlnené priadze dobré vlastnosti.

Tento spôsob je kontinuítý, pri výrobe 12 vagónov denne zamestnáva 1200 ľudí, t. j. na jedného človeka pripadá 100 kg vyrobeného vlákna. Slovom mzdová položka vo výrobných nákladoch je minimálna.

Druhý spomínaný kontinuítý spôsob podľa systému Dörra (I. G. Farbenindustrie, Wolfen) zakladá sa na tom, že celulóza prichádza v páse a smieša sa s ľúhom na kašu. Táto sa vylisuje v slimákových lisoch, rozvlákni sa a príde do veľkých otáčivých bubnov, kde sa necháva predzrievať. Potom sa v xantát-knetroch sulfiduje. Viskóza sa spriada cez napínacie zariadenie a potom sa pás vlákien perie na dlhom pracom stroji. Celý proces je kontinuítý. Vyrába sa podľa tohto systému striž bavlnatého typu s veľkou pevnosťou a vôbec veľmi kvalitné vlákno.

Na týchto nemeckých procesoch je novým to, že vyriešili kontinuálnu výrobu viskózy, ktorá sa doteraz vyrábala diskontinuítne. Obidva procesy sa pri výrobe striže dobre osvedčili, pravda, výroba umelého hodvábu je omnoho citlivejšia a zdá sa, že by mohli niektoré nedostatky v kontinuítnej výrobe viskózy zapríčiniť malé nerovnomernosti, ktoré pri striži nevadia, ale pri hodvábe sa nesmú vyskytnúť. Slovom tieto nové smery, ktoré nesporne ukazujú cestu budúcnosti vo výrobe viskózy, ostanú zatiaľ obmedzené na výrobu striže, naproti tomu výroba viskózy pre umelý hodváb sa ešte všade deje diskontinuítnym spôsobom.

### **Pokrok v Amerike.**

Diskontinuítne stroje pre výrobu viskózy sú v princípe staré. Za vojny, menovite v Amerike, prešli veľkými zmenami. Dnešné americké stroje majú 2—4-násobné výkony oproti strojom nemeckým alebo talianskym, ktoré sa pred vojnou pokladali za najlepšie. Hydraulické namáčacie lisy sú na 250 kg šarže a za 1 hodinu skončí jedna operácia. Rozvlákňovače a všetky ostatné stroje sú tiež na 250 kg šarže. V rozvlákňovačoch sa dnes aj predzrieva a toto predzrievanie i s rozvláknením je hotové za 4 hodiny oproti 2—4 dňom u nás. Sulfidačné bubny majú zvláštny zaokrúhlený tvar a sú hladko opracované, aby nikde neostal visieť xantogenát. Rozpúšťače xantátu sú turbínovité stroje s veľkou rozpúšťacou schopnosťou. Celé rozpúšťanie je hotové za 1 hodinu; v nemeckých strojoch za 6 hodín. Slovom americké stroje na výrobu viskózy sú diskontinuítne, ale zato neobyčajne výkonné a precízne. Precíznosť umožňujú výborné regulačné zariadenia strojov.

Američania majú neobyčajne čisté viskózy. Z týchto krásnych viskóz docieľujú výťažky vyše 90% Ia, čo v Európe ani jedna továreň nedocieľa. Tajomstvom tohto veľkého úspechu je hlavne výborná celulóza, ktorú v Amerike používajú. Rozdiel medzi európskymi a americkými celulózami ani nie je zrejмый z analýz. Normálne analytické dáta sú si dosť podobné. Rozdiel vidieť, keď sa stanoví polymerizačný stupeň celulózy. Celulóza nie je látka jednotná, ale je smesou polyhomologických radov glykózy. Podľa toho, aký je pomer týchto rôznych frakcií v smesi, celulózy môžu mať celkom iné vlastnosti, napriek tomu, že chemickým rozborom sme zistili, že ide o tú istú látku, ktorá má aj priemerný polymerizačný stupeň rovnaký. Aby sme mohli zistiť tieto rozdiely, musíme jednotlivé frakcie rozdeliť a stanoviť ich polymerizačný stupeň a percentuálny obsah. Stanovenie priemerného polymerizačného stupňa nezistí nám tieto jemnejšie rozdiely. Ideálne by bolo, keby celulóza bola složená len z jednej frakcie, alebo aspoň aby mala čím menej frakcií. Lebo napr. pri predzrievaní, kde nastáva štepenie molekuly, môžu sa nižšie frakcie natoľko odbúrať, že už nie sú schopné tvoriť vlákno. Je to materiálová strata na celulóze a znečistenie roztokov. Vysoké frakcie aj po predzrievaní ťažko sulfidujú a ťažko rozpúšťajú. len

hobtnajú. Tak potom sťažujú filtráciu viskózy, ba zapchávajú dýzne a sťažujú prácu.

K zaujímavým výsledkom prišiel vo výskumnom ústave Dynamit-Nobel Ing. Onody pri stanovení polymerizačného stupňa amerických celulóz pri porovnaní s našimi celulózami vyrobenými z osiky a zo smreku. Zistil, že kvalita americkej celulózy je oveľa lepšia ako našich celulóz. Hlavná frakcia americkej celulózy „Rayoneer“ obsahuje 80%, naša osiková celulóza „Žilina“ 35%, t. j. veľmi málo, naša smreková celulóza „Žilina“ 30%, t. j. veľmi málo, nižšie frakcie sú u americkej celulózy 8%, t. j. nepatrné. Nižšie frakcie sú u osikovej celulózy 35%, veľmi mnoho, nižšie frakcie sú u smrekovej celulózy 30%, veľmi mnoho.

Polymerizačný stupeň hlavnej frakcie u amer. celulózy = 1200, u žilinskej celulózy = 600.

Dnes, keď sme sa podujali vybudovať priemysel umelých vlákien v takom rozsahu, aby kryl našu domácu potrebu uíelen so stránky kvantitatívnej, ale aj so stránky kvalitatívnej, nastáva nám veľká úloha: zlepšiť akosť celulózy, ako hlavnej suroviny pri výrobe umelých vlákien. Nie je mysliteľné, aby naše továrne na umelý hodváb sa uspokojily s 50% Ia výtazkom, zatiaľ čo americké továrne dosahujú 90% Ia. Odpadu majú v Amerike pod 5%, zatiaľ čo u nás odpad je vyše 10%.

Popri normálnych analýzach viskózy používajú v Amerike ešte niektoré praktické metódy. Napríklad viskóza sa v prevádzke stále pozoruje cez polarizované svetlo. Týmto spôsobom sa zistí aj najmenšie zahalenie viskózy, ktoré by sa ináč nespozorovalo. Druhá taká skúška je stanovenie gélov. Do vody sa púšťa z kapiláry viskóza a pozoruje sa pod bočne dopadajúcim svetlom na gély, t. j. na nahobtnalé čiastočky, ktoré majú o niečo iný lom svetla ako viskóza. Čím viac je týchto gélov vo viskóze, tým viac je neprijemnosti pri filtrácii a pri spriadaní.

### **Kontinuitné spriadacie stroje.**

Okrem strojov na prípravu viskózy potrebné sú stroje na spriadanie a na dohotovenie viskózového vlákna. V Amerike sa vyvinul za vojny stroj na kontinuitné spriadanie, pranie, odsírenie, aviváž, sušenie a skanie umelého hodvábu. Všetko to ide na jednom stroji za sebou. Konštrukcia tohto stroja je od firmy Industrial Rayon Corporation v Clevelande. Navštívil a študoval som obidve továrne tejto firmy, a to jednu v Clevelande, druhú v Painsville. Táto posledná vyrába samotná 20 miliónov kg hodvábu za rok, to je vyše 4krát viac, ako je celá dnešná produkcia ČSR. Najdôležitejšou súčasťou kontinuitného spriadacieho stroja je cievka. Cievka je složená z dvoch točiacich sa navijacích sústav, ktoré majú osi nie paralelne, ale trochu oproti sebe posunuté. Tým sa docieľuje, že sa vlákno pri každej obrátke cievky posunie o 2—3 mm.

Pri spriadacej rýchlosti 80 m za minútu pohybuje sa vlákno

2 minúty na jednej takejto cievke a za tento čas sa na vlákne prevedie jedna operácia, napr. vypranie od kyseliny alebo odsírenie atď. Za tieto 2 minúty sa vlákno posunie z jedného konca cievky na druhý a tam potom spadáva na druhú cievku, ktorá je pod ňou. Na tretej druhej cievke sa prevádza druhá operácia a vlákno padá na tretiu cievku atď. Na jednom stroji je 10 cievok pod sebou, čo zodpovie desiatini operáciám, a to:

1. navinutie koagulovaného vlákna,
2. strekovanie vlákna a pranie s vodou,
3. odsírenie vlákna sirníkom sódnym,
4. pranie zmäkčenou vodou,
5. bielenie hypochloritom,
6. pranie vodou,
7. pranie vodou,
8. aviváž,
9. bez kúpeľa na odstredenie prebytočnej vlhkosti,
10. sušenie.

Po sušení padá vlákno na skacie zariadenie, ktoré je na tom istom stroji. Ská sa na veľké láhvvé cievky, ktoré vážia 4 funty, t. j. skoro 2 kg. Slovom na tomto kontinuítom stroji bez prerušenia dostaneme z viskózy hotovú skanú priadzu, pričom prevedieme 10 operácií za zázračne krátky čas, za 20 minút. Týchto 10 operácií trvá pri diskontinuitnom spôsobe 5 dní. Teda 20 minút oproti 5 dňom. Dojem z tejto fabriky je obrovský. Stroj je vysoký 19 stôp a je obsluhovaný v troch etážach. Každý stroj má 200 spriadacích miest, t. j. 100 na každej strane. Na každé spriadacie miesto pripadá 10 cievok, takže na každom stroji je 2000 cievok. V spriadacej sieni v Painsville pracuje 72 takýchto strojov vedľa seba. Obrovské kolosy dokonale osvetlené umelým denným svetlom; ľudí, — akoby tam len náhodou bol kde-tu jeden človek; čistota, akoby v operačnej sieni; hluk skoro nijaký, len slabé bzučanie 144.000 pracujúcich cievok. A aká krása v technickom prevedení takéhoto stroja! Všetko tvrdá guma alebo umelá hmota. Krásne nové stroje! Len sem-tam nejaké odstavené miesto. Keď sa však človek dôkladne pozrie na takéto odstavené miesto, zhadá, že pre celkom malú príčinu muselo byť odstavené. Ložisko sa trochu vydrelo, alebo niekde vzniká malá netesnosť a už to nesmie ísť, už by to vyrábalo zlý hodváb. Slovom takéto zariadenie si vyžaduje neobyčajnú precíznosť, o čom som sa presvedčil v opravných dielňach, kde 300 remeselníkov opravovalo porušené súčiastky. Požiadavky, ktoré kladíme na spriadací stroj sú veľké. Na jednej strane silne alkalická viskóza, na druhej strane silne kyslý spriadací kúpeľ. K tomu vlhkosť, smes plynov: sirovodík, sirouhlík, výpary kyseliny, slovom spriadací stroj v takomto prostredí veľa trpí. Povaha výroby umelého hodvábu je taká, že sa stroj nemôže zastaviť, lebo by to znamenalo veľkú stratu. Musia teda stroje pracovať nepretržite deň

i noc po celý rok. Spriadací stroj musí byť teda postavený robustne, aby bolo čím menej možnosti pre poruchy a aby nemal chúlостivých súčastí. Týmto požiadavkám kontinuálny stroj od firmy Industrial Rayon Corporation zatiaľ úplne nevyhovuje. Je chúlостivý, má mnoho jemných súčastok a vyžaduje mnoho opráv. V Amerike o tomto stroji hovoria ako o stroji budúcnosti, ale teraz ho používa len jediná firma, ktorej patria i patenty na stavbu tohto stroja. Je to už spomenutá Industrial Rayon Corp. v Clevelande, ktorá veľké investície za vojny šťastne odpísala a udržuje s veľkou námahou továreň v dobrom stave.

Druhý spôsob kontinuálneho spriadania je od firmy Nelson z Manchesteru v Anglicku: vlákno z koagulačného kúpeľa sa vedie cez dva valce 120 cm dlhé. Tieto valce sú jeden nad druhým a osami sú oproti sebe máličko skrížené. Tým sa vlákno pri každej otáčke valcov posunie o niekoľko milimetrov dopredu. V prvej tretine valca sa vlákno nechá dokoagulovať, v druhej tretine sa vypiera studenou vodou a v tretej tretine sa suší. Po sušení sa ská na láhvévé cievky ako hotová priadza. Tento Nelsonov spôsob je pomerne veľmi jednoduchý a stroj je robustne postavený. Tento stroj je pomerne lacný. Nedostatkom tohto zariadenia je okolnosť, že sa vlákno od kyseliny len vyperie, ale odsírenie sa vynechá, t. j. odsíri sa v hotovom tkanive. K tomuto je, pravda, potrebná spolupráca továrne na umelý hodváb s tkáčovňou, aby tkáčovňa vykonala odsírenie, čo sa normálne žiada od hodvábkky.

Slovom obidva tieto kontinuítne spôsoby majú svoje slabiny, nie sú celkom perfektne prekonštruované. Výroba umelého hodvábu je však nadmieru ťažká vec. Úspech alebo neúspech podnikania v tomto priemysle je závislý do koncepcie celého projektu. Dobré a solídne postavené dielo prinesie veľké zisky, — nesolídne postavené dielo končí s krachom.

Pokroková Amerika sa drží osvedčených diskontinuítnych spriadacích strojov. Pravda, tieto stroje majú len starý princíp, kdežto v prevedení sú veľmi zdokonalené. V Amerike sa používajú vo veľkej väčšine centrifugové spriadacie stroje. Tieto centrifugy vyrábajú dve svetoznáme firmy: Westinghouse a General Electric. Je ťažko povedať, ktoré prevedenie z týchto dvoch je lepšie. Oproti známym európskym centrifugám majú veľké prednosti. Pracujú s rýchlosťou až 10.000 obr./min. oproti 6—7000 obrátok u anglických alebo francúzskych centrifúg. Spotreba sily je pritom polovičná. Výkyvné vreteno a stabilné uloženie motorku zabraňuje tvorenie t. zv. „frizée“ a tým sa sníži odpad na minimum. Motor je dokonale chránený proti vlhkosti a tým je vysvetlené, že sa v Amerike udáva normálne 1% opráv na motorkoch mesačne, t. j. 12% ročne. Toto číslo je pri európskych motorkoch 40—50% ročne, to znamená 4krát viac udržovacích nákladov. K týmto spriadacím motorkom patria aj neobyčajne stabilné spriadacie hrnce. Tieto hrnce



sú z dobrého textgumoidu a steny majú vystužené oceľovou špirálou. Takýto hrniec vydrží 10.000 obrátok za minútu a neroztrhne sa. Podľa veľkosti hrnce dá sa naspridať do jedného koláča 500—900 g hodvábu. Koláče sú dobre navinuté, dajú sa dobre prať a hotové vlákno sa z nich dobre odmotáva. Veľkou prednosťou amerického spriadacieho stroja je aj spriadacia rýchlosť 100 m/minútu, oproti 70 m/minútu u európskych strojov. To znamená o 30% väčší výkon.

Hovorili sme o veľkých prednostiach amerických strojov na prípravu viskózy, ako aj o veľkých výhodách amerických spriadacích strojov. Veľké prednosti majú aj pracie stroje, sušiarne, ako aj svetochýrne americké súkacie stroje Leesona. Kvôli kompletnosti uvádzam ešte, že v moderných amerických továrňach sa postarali o dobré kondicionovanie vzduchu, t. j. o správne a rovnomerné temperovanie a vlhčenie vzduchu. Preto sú mnohé továrne stavané bez okien, t. j. s dokonalým umelým osvetlením, aby sa tak zabránilo tepelným rozdielom, ktoré okná zapríčiňujú. Pravda, umelé svetlo má všetky složky, menovite ultrafialové lúče, aby bolo pre zdravie pracujúcich nezávadné.

Ako resumé uvádzam prednosti amerických strojov. Sú to:  
zlepšené pracovné výkony,  
menšia obsluha,  
lepšie prevedenie, lepší materiál a tým menšie udržiavacie náklady,  
menšia spotreba energie,  
kvalitnejšie výrobky, t. j. viac I<sub>a</sub> a menej odpadu,  
menšie výrobné náklady výrobkov, t. j. životaschopnosť výroby v konkurenčnom boji.

Doteraz som sa venoval predvážne veciam strojníckym. V chemických továrňach je obyčajne viac starostí so strojmi a s rôznou aparatúrou, ako s chémiou. Preto by som rád upozornil kolegov, menovite mladších, aby si práve tak starostlivo všímali strojnej stránky prevádzky, ako si všímajú stránky chemickej. Ani najlepší chemik by neobstál, keby mu boli strojnícke veci cudzie.

Musím ďalej konštatovať, že mladí kolegovia sa všeobecne s averziou dívajú na veci komerčné. Prenechávajú tieto dôležité pozície komerciantom, bez ktorých sa ani v jednoduchých veciach nemôžu obísť. Radil by som im, aby sa usilovali osvojiť si aspoň kalkuláciu a prevádzkové účtovníctvo, aby si mohli uvedomiť, čo im prináša stratu a čo zisk.

V Amerike majú veľký výber školeného technického personálu. Mnohé firmy zamestnávajú stovky chemikov a technikov, čiastočne pre prevádzku, čiastočne pre výskum. Pracovný čas je 40 hodín za týždeň, ale pracovné tempo je veľké. Američan je zvyknutý mnoho zarábiť, ale je zvyknutý aj výdatne pracovať. Rozdiel medzi kvalitným robotníkom a normálnym technickým úradníkom je nepatrný. Zarába si i ten i onen mesačne asi 200—300 dolárov. Rozdiel je

u špeciálne nadaných ľudí ako aj u vedúcich ľudí v závodoch a v kanceláriách. Títo majú často rozprávkové platy a sú vo veľkej vážnosti. Sú to napr. takí chemici, ktorí dobre poznajú aj strojársky sektor a tiež komerčnú stránku podnikania. Preto sa aj stali vedúcimi. Potrebné by teda bolo, aby náš chemik a vôbec technik snažil sa stať samostatným podnikateľom

## Dnešný stav zhodnotenia sulfitových výluhov\*)

FRANTIŠEK KOZMAL

Za dnešného stavu platných zákonov má politický úrad kedykoľvek možnosť donútiť užívateľa vody, — a teda i každý priemyslový podnik, — aby odpadové vody pred vypúšťaním do verejného recipientu vyčistil natoľko, aby nebol poškodzovaný verejný zápieira.

Pritom, pravda, je povinný šetriť **hospodársky záujem podniku**. Takýto je stav de jure. Aký je však stav fakticky? Podívajme sa trochu bližšie na tento problém z hľadiska výroby celulózy a papiera.

Priemysel papiera a celulózy má iste nemalý podiel na znečistení verejných tokov. Treba však priznať, že s odstránením tejto závady, t. j. s vyčistením odpadových vôd v tomto priemyslovom sektore, bude sa treba postarať o čistenie odpadových vôd v iných odboroch výroby a bude treba zriadiť čistiace stanice mestských kanalizácií. Je to problém značného hospodárskeho významu. Predstavuje pre verejné prostriedky investície stomiliónové, ak nie miliardové. Akým spôsobom sme dospeli k takémuto žalostnému stavu?

Verejní činitelia, ktorí boli poverení dozorom nad dodržiavaním zákona o ochrane verejných vôd, postupovali často dosť benevolentne a niekedy ani neboli vybavení dostatočnou právomocou, aby plne uplatňovali právo, ktoré im zákon v tomto smere priznával. Majitelia konsensu o vodnom práve boli rutinovani priemyselníci, — čo platí práve tak o celulózkach ako aj o iných továrňach, — ktorí mali za sebou nielen váhu finančnú a vo svojich službách vypočítavých odborníkov, ale často i značný vplyv politický. Na obranu svojich sebeckých záujmov využívali najrozličnejších zámiennck a odôvodnení, ako napr. že je kríza, že podnik zamestnáva toľko

\*) Táto prednáška odznela na sjazde Spolku chemikov Slovákov, ktorý bol v Banskej Štiavnici 5. a 6. júla 1947.

a tolko robotníkov, alebo sa dovoľávali exportu a nikdy neboli ochotní investovať väčšie sumy, potrebné na vybudovanie čistiacich zariadení odpadových vôd, pokiaľ tieto investície neboli rentabilné samy o sebe. Predovšetkým cudzí majitelia našich celulózok a papierní nemali záujem, aby chránili zdravie našich ľudí. Hlavná vec, že chránili svoje vrecká. A tak sa stalo, že naše rieky sa podobajú odpadovým kanálom, kde pri doterajšom postupe sa za niekoľko málo desaťročí zničí všetko živé a zelené.

A predsa vyčistenie odpadových vôd z papierní je pomerne jednoduchým problémom. Je to otázka zachytenia splavenín mechanickým spôsobom. Na tomto vyčistení majú záujem nielen ochráncovia zákona v záujme verejného zdravia a naši rybári v záujme prosperity svojho rybného hospodárstva, ale i sami výrobcovia papiera, lebo odpadovými vodami im unikajú cenné suroviny, ktoré možno zachytiť pomerne ľahko na dnes už skoro dokonalých filtroch. Postupným vybudovaním týchto filtrov v našich papierniach odstráni sa závada, ktorú spôsobujú odpadové vody z papierní vo verejných tokoch.

Oveľa väčším problémom je však už odstránenie sulfitových výluhov u celulózok a ich zhodnocovanie.

Verejný a vlastný záujem káže, aby sa otázke odpadových vôd z papierní a celulózok, ako aj z ostatných priemyslových podnikov venovala najväčšia pozornosť. Výskum svetový i náš si veľmi bedlivo všima tohto závažného a nielen u nás značne ťažkého problému. Takého ťažkého, že dnes s tejto stránky najvyššie dva štáty — Švédsko a Nemecko — sa ním zaoberajú už celé desaťročia. A hoci štúdium všetkých možností a skúseností z cudziny prináša už skoro dokonalé riešenie pre čistenie vôd a odstraňovanie mechanických nečistôt, nedospela otázka chemického zneškodnenia odpadových lúhov, obzvlášť sulfitových ešte tak ďaleko, aby ich bolo možno označiť za vyriešený problém.

Veľa spôsobov, námetov a možností získať v lúhu obsažené substancie a čistiť tak vody so stránky chemickej, je a bolo už riešené, a to tak s hľadiska verejného záujmu, ako aj s hľadiska ich rentabilného zhodnotenia. Problém zúžitkovania výluhov, odpadajúcich pri výrobe sulfitovej celulózy, ostal však v našom celulózovom priemyle — ináč iste veľmi pokročilom — až do posledného času neriešený a definitívne nedoriešený.

A predsa, a azda práve preto, treba venovať tomuto problému zvýšenú pozornosť nielen nás — papiernických chemikov, ale i chemikov vôbec, a to, ako som už naznačil, hlavne z dvoch dôvodov:

1. Sulfitové výluhy — ak ich nemožno zúžitkovať — musia sa vypúšťať do verejných vôd. Vzhľadom na vysoký obsah ústrojných látok a kyselín spôsobuje sa tým značné trestuhodné a tiež trestateľné znečisťovanie vôd, čím trpia hygienické pomery v povodí takto znečisťovaných riek a vodná fauna i flóra.

2. Vypúšťaním sulfitových výluhov do riek prichádzajú nanivoč značné množstvá veľmi cenných látok, obsažených v odpadových lúhoch. Rozriešiť problém, ako tieto zúžitkovať, je na celom svete dôležitou úlohou a stáva sa v poslednom čase z veľmi závažných príčin naliehavým i z nášho vnútroštátneho hľadiska.

Problém previesť drevo, resp. drevnú hmotu vo formu vhodnú pre výrobu papiera a umelých vláken, bol síce riešený už v roku 1866 Američanom Tilghmannom tým, že varil drevo s kyslým síričitanom vápenatým pod tlakom, ale iný veľmi dôležitý a s výrobou huničiny úzko súvisiaci problém zúžitkovania sulfitového lúhu, ktorý odpadá pri rozkladnom procese dreva, doteraz nebol uspokojivo rozriešený.

Z hľadiska národohospodárskeho treba si však uvedomiť veľkú hmotnú stratu, vznikajúcu tým, že sa nevyužije cenný materiálový obsah síričitanových výluhov. Veď získavame pri síričitanovom varení dreva prakticky len 50% drevnej hmoty zavedenej do procesu, kým ostatné veľmi hodnotné ústrojné látky sa vo výluhoch strácajú. Zhruba možno tu povedať, že na každú tonu vyrobenej celulózy odchádza do výluhu rovnaké množstvo odpadu. Vo svetle týchto skutočností a v dôsledku veľkého nedostatku všetkých surovín, spôsobenej svetovou vojnou, treba, prirodzene, venovať zvýšenú pozornosť surovinovému zdroju, skrytému v sulfitových výluhoch, a to tým viac, že celulóзовý priemysel a s ním úzko súvisiaci priemysel umelých vláken stále zvyšuje svoju výrobnú kapacitu. Zatiaľ čo národohospodára musí tu zaujímať predovšetkým možnosť získavania nového surovinového prameňa, sústreďuje sa pozornosť celulóзовého chemika a technika viacej na zhospodárnenie výroby sulfitovej celulózy, čo by nesporne nastalo, keby sa podarilo získavať aspoň časť hodnotných látok, obsažených v týchto výluhoch, cieľavedomým spracúvaním sulfitových výluhov. Nechýbaly na tomto poli už od dávna rozličné návrhy a patenty, ktoré však nezaručovali prenikavejšie úspechy, pokiaľ ide o racionálne zúžitkovanie sulfitových výluhov. Dosiahnuté úspechy boli väčšinou len lokálneho rázu a ich význam spočíval najmä v tom, že pobádaly k vytrvalosti v ďalších pokusoch. Iba v poslednom čase rysovaly sa konkrétne cesty na úspešné a racionálne rozriešenie tohto problému.

Predpokladom pre riešenie horenačrtnutého problému je presná znalosť priemerného zloženia síričitanových výluhov, pokiaľ ide o druh a množstvo látok, ktoré obsahujú a ktoré možno z nich získať. V ďalšom sa chcem potom zaoberať s hospodárskou a priemyselno-technickou stránkou ich zúžitkovania.

## I. Složenie síričitanového výluhu.

Sulfitové výluhy, ako vychádzajú z varákov, predstavujú jasne žltú až barnavú tekutinu s hustotou 5—7.5°Bé pri 20°C. Ich špecifická váha je 1.045—1.06, obsah sušiny 9—14% a ostatok po spa-

Ťovaní 1.05—1.65%. Zo sušiny je 88.5% povahy organickej a 11.5% anorganickej. Vápna obsahujú výluhy na liter asi 6 gr a úhrnný obsah síry činí 5.5—6.5 gr/lit.

Čerstvý síričitánový výluh silne zapácha po kyseline síričitej, Tento zápach sa dá snížiť na znesiteľnú mieru zbavením výluhu kysličníka síričitého. Sušinový obsah pozostáva z väčšej časti z vápenatej soli kyseliny lignosulfónovej a ďalej zo xylánu. Cukry pozostávajú z glukózy, manózy, galaktózy, levulózy a rozličných pentóz. Okrem toho obsahuje síričitánový výluh isté množstvá voľnej kyseliny octovej, mravčej a niečo metylalkoholu. Z plynných produktov treba spomenúť obsah premenlivého množstva voľnej kyseliny síričitej.

1 m<sup>3</sup> síričitánového výluhu obsahuje priemerne tieto množstvá:

sušina . . . . .	82.835 kg
a) anorganické látky . . . . .	14.49 „
b) organické látky . . . . .	68.34 „
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . . . . .	3.43 „
SO <sub>2</sub> viaz. . . . .	5.84 „
SO <sub>2</sub> voľ. . . . .	2.65 „
CaO . . . . .	7.18 „
Cl . . . . .	—0.024 „
SiO <sub>2</sub> . . . . .	—0.0024 „
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	—0.01 „
MgO . . . . .	—0.004 „
alkálie . . . . .	—0.02 „

Ca(HSO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> z varného lúhu premenil sa za varenia v monošulfit, síran vápenatý a vápenatú soľ kyseliny lignosulfonovej, pričom istá jeho nespotrebovaná časť je prítomná v nezmenenej podobe.

Okrem neústrojných súčastí, ktoré pochádzajú z varnej tekutiny, obsahuje sulfitový výluh ústrojné slúčeniny, ktoré pri výrobe hodnotnej celulózy z dreva, v dôsledku jeho varenia a vplyvom kyseliny síričitej, prešli do roztoku. Organické súčasti pozostávajú hlavne z vápenatých solí kyseliny lignosulfonovej (65 až 70%) a z uhľohydrátov (20 až 25%). Z uhľohydrátov sú to hlavne hexózy a pentózy. Obsah týchto cukrov v lúhoch z ihličnatého dreva, zriedených už určitým podielom prepieracích vôd tak, ako ich naše celulóžky používajú pri výrobe liehu, činí asi 1,7 až 2,5%. Z toho je asi 2/3 cukrov skvasiteľných na lieh a asi 1/3 nesvasiteľných.

Sú to predovšetkým uhľohydráty, ktoré účinkom kyslej hydrolyzy spôsobenej varnou tekutinou, v danom prípade vodným roztokom kyslého síričitánu vápenatého, sa rozpustily, kým celulózový podiel drevnej hmoty predstavuje v podstate tzv. hemicelulózy, veľmi dôležitú súčasť dreva okrem ligninu a celulózy.

Je známe, že ako obsah tak aj druh hemicelulózy, obsažených jednak v ihličnatom, jednak v bukovom dreve, je rozličný. Kým v ihličnatom dreve sú prevážne obsažené hexozány v množstve asi 12% počítaných na sušinu a len 5% pentozánov, pri obsahu kyseliny uronovej pod 1%, obsahuje bukové drevo 18% pentozánov a len 5—6% hexozánov, okrem 3—4% kyseliny uronovej. Z toho vyplýva, že aj obsah cukrov je v sulfitových výluhoch z ihličnatých drevín iný, ako vo výluhoch z listnatých drev. Zatiaľ čo sulfitový výluh z ihličnatého dreva obsahuje 2—3.5% celkového cukru, počítaného na váhu výluhu, alebo 20—30% cukru, počítajúc na sušinu, pričom z týchto cukrov je

asi 20—30% manóza, vzniklá hydrolýzou mannánu,

asi 30—35% glukóza, vzniklá hydrolýzou glukánu, škrobu, a celulózy,

asi 10% galaktóza, vzniklá hydrolýzou galaktánu,

asi 15% xylóza, vzniklá hydrolýzou xylánu a

asi 5% arabinóza, vzniklá hydrolýzou arabánu,

čiň obsah cukrov vo výluhoch z listnatého dreva asi 3—4%, počítajúc na váhu výluhu, a celkové jeho množstvo je složené z 50% xylózy, 15—20% arabinózy a asi 10% metylpentózy, ktoré složky neboli ešte jednotlivo identifikované.

## II. Hospodárska stránka zúžitkovanie síričitanových výluhov.

Po objasnení kvalitatívneho a kvantitatívneho zloženia síričitanových výluhov, získavaných varením ihličnatého alebo listnatého dreva, bolo možné prikrčiť k ich racionálnemu spracovaniu.

Regenerácia chemikálií z odpadových lúhov sulfitových, ako sa prevádza pri nátronovom spôsobe, je nepoužiteľná, nakoľko sulfitový lúh je riedky a ďalej vápnik by sa získal vo forme sírniku, sírnatanu a síranu vápenatého, z ktorých spätné získanie vápnika a síry neprichádza v úvahu pre úplnú nerentabilnosť.

Základné úvahy išli dvoma smermi, t. j. či je výhodnejšie zhodnotiť lignin a iné necelulózy vo výluhu obsažené, alebo cukry, ktorým z hľadiska národohospodárskeho treba priznať popredné postavenie.

Vedecké bádanie a prenášanie jeho výsledkov do praxe išlo obidvomi smermi. Pri využití odpadového lúhu sulfitového na nejaké účely musí sa rozhodnúť, či možno použiť lúh ako celok alebo či treba obe základné složky — lignin a cukor — oddeliť. Kvasný proces, zhodnocujúci cukry, používa lúh tak, ako prichádza z výroby s obsahom 9—14% sušiny, ale vo väčšine prípadov musí byť lúh zahustený; jeho koncentrácia sa musí diať veľmi obozretne za starostlivej kontroly pH, lebo viazaná kyselina síričitá i po neutralizácii sa odštiepuje, okysľuje lúh a je príčinou korózií. Zahustený lúh možno použiť alebo priamo, alebo po oddelení cukrov od ligno-

sulfonátu vápenatého vyzrážaním vápnom. Pritom sa tento vylúči ako nereczpustný zásaditý lignosulfonát vápenatý. Cukry sa čiastočne rozložia a sú oddelené filtráciou. Po vypraní a pridaní potrebného množstva kyseliny sírovej a po odfiltrovaní vytvoreného síranu vápenatého sa získa lignosulfonát vápenatý, ktorý možno previesť v rôzne soli lignosulfónovej kyseliny.

Výsledkom a úspechom tohto vedeckého bádania chemikov a prenášania výsledkov ich práce do praxe je, že dnes možno hovoriť o viacej či menej hospodárnom zúžitkovaní tak ligninu a jemu príbuzných látok, ako aj cukrov, obsažených v sulfitových výluhoch, a to v podstate na tieto účely:

1. spracovanie výluhov v stave zriedenom, zahustenom alebo suchom napr. na úpravu ciest, za pojidlo v slievarniach, ďalej ako súčasť kondenzačných zložiek pri výrobe umelých živíc, na výrobu aktívneho uhlia atď.

2. použitie výluhov na výrobu trieslovín.

3. výroba pracieho prostriedku z kyseliny lignosulfonovej, obsaženej vo výluhu,

4. zúžitkovanie ligninu, obsaženého vo výluhu, pre účely energetické, a to spaľovaním výluhu v zahustenom práškovitom stave,

5. zhodnoteniu ligninu, obsaženého v síričitanových výluhoch pri výrobe umelých hmôt,

6. používanie sulfitových výluhov pre výrobu bielkovín,

7. skvasenie výluhov na sulfitový lieh.

Je mnoho možností zúžitkovať odpadové výluhy. Bohužiaľ, väčšina návrhov predpokladá, že sa obsah sušiny v lúhoch zvýši odparením určitého množstva vody. Táto skutočnosť brzdí do značnej miery praktické využitie týchto návrhov. Odparky trpia obsahom kyselín. Maly by teda byť z drahých kyselinovzdorných materiálov. Lúhy vytvárajú mnohé inkrusty, takže zariadenie treba často čistiť. Okrem toho spotreba pary na zahustenie je aj pri použití vakuá pomerne dosť značná.

Preto treba hľadať cestu na využitie lúhov predovšetkým v procesoch, ktoré nepredpokladajú zahustenie. Prvé miesto v tomto smere prislúcha nesporne výrobe liehu. Najhospodárnejším spôsobom zúžitkovania síričitanových výluhov je totiž práve skvasenie na lieh a v štátoch so silne vyvinutým celulózovým priemyslom možno takým spôsobom uhradiť najväčšiu časť potreby konzumného liehu. Tak napr. činí výrobná kapacita sulfitových liehovarov vo Švédsku ročne 100 mil. litrov a bežná ich výroba 80 mil. litrov, kým výroba poľnohospodárskych liehovarov dosahuje iba 15 mil. litrov, teda nie celú  $\frac{1}{6}$  výroby sulfitových liehovarov. Sulfitový lieh vyrába sa vo Švédsku v 32 sulfitových liehovaroch, z ktorých 15 liehovarov prevádza dehydratáciu liehu. Z celkového množstva sulfito-

vého liehu, vyrobeného vo Švédsku, použilo sa 8 mil., teda  $\frac{1}{10}$ -ny pre konzum a ostatok pre účely priemyslové a za prísadu do pohonnej látky, a to v pomere 25 % sulfitového liehu k 75 % benzínu. Výťažok liehu činí priemerne asi 75—80 litrov na 1 tonu celulózy, pri výrobe kŕmnej celulózy dosahovali však sulfitové liehovary až 150 litrov liehu na 1 tonu celulózy. Používanie výluhov na výrobu siričitanového liehu je vo Švédsku takmer národnou produkciou a hlavným zdrojom liehu, na rozdiel od Československa, kde zatiaľ sulfitový lieh predstavuje iba zlomok celkovej výroby liehu. Teraz je na Slovensku v prevádzke len jeden sulfitový liehovar a v Čechách a na Morave celkom 3.

V zahraničí má výroba sulfitového liehu už dlhoročnú tradíciu. Prvý sulfitový liehovar bol postavený už roku 1903 v meste Skutskär, a od tej doby stalo sa zúžitkovanie sulfitových výluhov na výrobu liehu pravidlom vo všetkých štátoch s pokročilým priemyslom papiera a celulózy. Vyrábaný lieh je veľmi dobrej akosti, a možno ho použiť na všetky účely. Surový lieh obsahuje síce asi 0.7 % metylalkoholu, ktorý však možno celkom jednoduchým zariadením dokonale odlúčiť, takže lieh sa okrem iných spôsobov použitia aj dehydruje a mieša do benzínu. Po rafinácii, obvyklej i u surového liehu z iných surovín, používa sa sulfitový lieh aj na pitie. Určité námietky, ktoré proti tomuto použitiu boli vyslovované, boli celkom vyvrátené dlhoročnými pokusmi na zvieratoch i na ľuďoch, ktoré sa robily vo Švédsku. Aj pokusy u nás vykonané ukázaly, že po správnom prevedení rafinácie niet rozdielu v kvalite medzi liehom sulfitovým a liehom z iných surovín.

Veľmi zaujímavé poznatky sme získali s výrobou sulfitového liehu so stránky ekonomickej. V staršej literatúre sa často objavovali pochybnosti, či výroba sulfitového liehu vzhľadom na nízku koncentráciu cukru v lúhoch je rentabilná. Naše skúsenosti celkom potvrdily zistenia, učené v zahraničí, že výroba sulfitového liehu je najekonomickejším získavaním liehu kvasnou cestou vôbec. Výrobné náklady sulfitového liehu u nás činia len cca 50 % výrobných nákladov zemiakového liehu alebo cca 75 % liehu z melasy. Táto skutočnosť ukazuje, že tu ide o priemyselné odvetvie, ktoré stojí na veľmi dobrých hospodárskych základoch.

Iný spôsob využitia cukrov, obsažených v sulfitových výluhoch, je výroba bielkovín vo forme kŕmneho droždia. Tento druh výroby rozšíril sa hlavne za vojny vzhľadom na nedostatok zámorských kŕmív v Nemecku a vo Švédsku. Bohužiaľ, po skončení vojny toto výrobné odvetvie značne upadá, pravdepodobne aj preto, že fyziologické účinky používania droždia ako kŕmiva nie sú celkom uspokojivé. S rozšírením tejto výroby nemožno preto rátať v normálnych časoch.

Ideálne sa dá využiť odpadový sulfitový lúh na výrobu organických slúčenín. Dosiaľ jediným procesom tohto druhu je výroba



vanilfnu. Z tohto bolo by možno vyrábať aj iné slúčeniny a tým by sa jeho výroba a súčasne spotreba sulfitového lúhu mohla značne zvýšiť.

Ďalší spôsob, ako využiť lúh v stave nezahustenom, je jeho použitie ako prostriedku viažúceho prach na cestách. Toto použitie je rozšírené hlavne vo Švédsku. Polievaním ciest sulfitovými lúhmi dosahuje sa veľmi pekný bezprašný povrch. Určitou nevýhodou je, že lúh je rozpustný vo vode, takže dažďom sa ochranná vrstva rýchle rozruší. Tomu sa ačeli pridávaním rôznych vápenitých prípravkov. Z hľadiska národohospodárskeho nemožno, práve, toto riešenie plne akceptovať, lebo hoci sa používa lúh, ktorý bol už predtým zbavený cukru v liehovare, ide predsa len o plýtvanie cennými látkami.

V zahustenom alebo práškovom stave sa lúh používa v mnohých prípadoch a to vždy po zbavení lúhov obsahu cukrov. Zahustený lúh možno použiť ako pojidlo vo slievárňach, ako lepidlo, ako súčasť kondenzačných složíek pri výrobe umelých živíc, pre výrobu umelých trieslovín, pracích a dezinfekčných prostriedkov, ďalej pre výrobu brikiet a pod.

Sulfitový odpadový lúh možno katalytickou hydrogenáciou premeniť až na 50 % na smes cyklopentanolu a cyklohexanolu a ich vyšších homologov, vskrz použiteľných ako veľmi vítané a cenné rozpustidlá.

Zaujímavým spôsobom zúžitkovania je spaľovanie výluhov (Švédsko). Výluh sa zahusťuje asi na 50°Bé alebo až do stavu práškovitého. Nato sa osobitným zariadením vstrieka do horúcich komínových plynov, resp. mieša sa do uhlia. Teplo získané za zahustenia použije sa v destilačnej kolóne liehovaru. Aj táto metóda je zamierená predovšetkým na odstránenie výluhov bez ohľadu na ich ekonomické využitie.

Zatiaľ vyhládka na hospodárne využitie všetkého vyrobeného odpadového sulfitového lúhu nie sú skvelé, hlavne preto, že štruktúra ligninu nie je známa. Priama výroba ligninu zo sulfitových lúhov bola by veľmi výhodná. Priemysel umelých hmôt by týmto spôsobom získal významný zdroj surovín. Dosiť vypracované metódy neprinášajú však plne uspokojujúce výsledky a najmä otázka výrobných nákladov ostáva stále otvorenou.

U nás sa v otázke zúžitkovania sulfitových výluhov až do poslednej svetovej vojny veľa neurobilo. Množstvo cenných látok, unikajúcich touto cestou nášmu hospodárstvu, je veľmi značné. Len cukrov, skvasiteľných na lieh, obsahujú výluhy našich celulózk pri normálnej výrobe asi 450.000 q ročne. Toto chromé množstvo sa strácalo nezúžitkované v našich riekach. Naše štyri čl. sulfitové liehovary môžu zúžitkovať len asi  $\frac{1}{3}$  výluhov v Republike odpadajúcich, takže asi 300.000 q skvasiteľných cukrov stále ešte uniká

do riek. So stránky prevádzkovej získaly sa so sulfitovými liehmi veľmi dobré skúsenosti, hoci ide o výrobné odvetvie, ktoré u nás nemá ešte dostatočnú tradíciu. Je isté, že sa podarí túto výrobu ešte ďalej zracionalizovať, takže hospodársky úspech z nej plynúci sa ešte podstatne zvýši. Ústredné orgány našich, obzvlášť znárodnených celulózok venujú týmto možnostiam najväčšiu pozornosť. Výroba sulfitového liehu môže napomôcť aj zavedenie ďalších druhov priemyslov, u ktorých lieh je východiacou surovinou. Ich rozvinutie znemožňovala doterajšia vysoká cena liehu. Ani v tomto smere nemožno pokladať vývoj za skončený.

Náš primysel celulózy a papiera zaoberá sa, pravda, intenzívne i štúdiom ostatných tu naznačených možností a dúfame, že postupným zdoľaním problémov sulfitových výluhov dôjdeme k uspokojivému riešeniu, a to tak z hľadiska hospodárneho využitia dreva, ako aj z hľadiska potrebnej asanácie našich riek.

Pre výskum a riešenie problémov, týkajúcich sa odpadových lúhov, obzvlášť sulfitových, javí sa mnoho úkolov, hlavne pre nás chemikov, ktoré sa môžu zdoľat len usilovnou a cieľavedomou vedeckou a výskumnou prácou, podporou výskumu z verejných prostriedkov a dotáciami závodov, ktoré sú na veci v prvom rade interesované. Výchova dorastu, najmä vysokoškolského, so zamierením na papier a celulózu, je hlavnou požiadavkou, aby pri dokonalom vybavení výskumných inštitúcií bola otázka kvalitného personálneho obsadenia vyriešená tak, ako to účel a potreba nevyhnutne vyžaduje.

## REFERÁTY O KNIHÁCH

Ing. Dr. Václav Kubelka: *Koželužské analyzy a zkoušení usní*. 1946. Čs. společnost koželužských chemiků, Brno. Str. 730, cena Kčs 450.—.

Ing. Dr. Václav Kubelka: *Koželužství*. Díl II. *Vyčiňování kůže na useň*. 1947. Čs. společnost koželužských chemiků, Brno. Str. 328, cena Kčs 250.—.

Vyjdenním týchto kníh odborná chemická literatúra bola obohatená o dve vzácné diela, ktoré vyplnily veľkú medzeru v tomto odbore chemickej technológie. Diela dobre poslúžia poslucháčom odborných škôl a plne uspokoja aj nároky garbiarskych odborníkov praktikov.

Obidve knihy sa navzájom dobre dopĺňajú. *Koželužství* ob-