

ZNEŠKODNĚNÍ ODPADNÍCH VOD PRŮMYSLOVÝCH\*

VÁCLAV KUBELKA

Ústav koželužstva a chemickéj technológie vody Slovenskej vysokej školy technickej v Bratislave

Všechny obory průmyslové výroby produkují odpadní vody, které jsou pro řeky závadné. Podle druhů a látkové podstaty odpadních vod dělívají se průmysly na tyto tři skupiny:

1. Doly a lomy, kovoprůmysl těžký i lehký, výroba energií (elektrárny, plynárny) atd. produkují odpadní vody znečištěné hlavně látkami neústrojnými. Z organických látek uplatňují se v těchto vodách hlavně zbytky olejů a někdy též dehtů a fenolů. Občas působí v řece závadně jejich zvýšená teplota.

2. Chemické průmysly znečišťují vody někdy pouze látkami anorganickými, jindy směsí látek anorganických i organických. Podobné nečistoty obsahují též odpadní vody z průmyslu celulosy, papíru, textilu, průmyslů kožedělných a j.

3. Pevážně organické znečištění vyskytuje se v odpadních vodách průmyslů zemědělských a potravinářských, jako jsou cukrovarství, škrobárenství, mlékárenství, jatky, továrny na konzervy, průmysl kvasný všeho druhu atd.

Odpadní vody průmyslové jsou od případu k případu velice rozmanité a nelze o nich a o jejich vlivu na jakost říční vody říci údaje tak všeobecné, jako to lze říci o městských splašcích, které jsou ve všech zemích i městech navzájem podobné. Rovněž množství a koncentrace odpadních vod bývá u různých závodů průmyslových téhož oboru mnohem různější nežli u odpadních vod z různých měst.

Speciálním problémem našich zemí je každoroční krátkodobé znečištění řek na podzim při cukrovarské kampani. Mívá následky tím zhoubnější, protože v posledních letech v našich krajích obyčejně málo prší a teplota bývá až do prosince poměrně vysoká.

Uvažme nyní, jaký je poměrný podíl průmyslových odpadních vod na celkovém zamoření řek v našem státě.

Podle odhadu dr. J. Bulíčka pro rok 1954 vypouští se u nás do řek odpadních vod z průmyslových závodů asi pětkrát více, nežli je objem splašků vypouštěných z městských kanálů. Průmyslové odpadní vody jsou vesměs koncentrovanější nežli městské splašky; mívají — mírně počítáno — v průměru asi pětkrát až desetkrát více sušiny. Z toho lze odhadnout, že znečištění řek působené průmyslem je asi dvacetpětkrát až padesátkrát větší nežli znečištění působené městskými splašky. K tomu nutno si uvědomit, že průmyslové znečištění rok od roku vzrůstá mnohem rychleji nežli znečištění působené městskými splašky. To znamená, že kdybychom dokonalými čistícími stanicemi zneškodnili veškeré městské splašky, odstranili bychom tím pouze asi 1/25 až 1/50 znečištění řek.<sup>1</sup>

Mají tedy průmyslové odpadní vody daleko největší podíl na zamoření našich řek a lze říci, že dokud nebude vyřešeno zneškodňování odpadních vod průmyslových, dotud nebude stav našich řek lepší, naopak, bude se stále a rychle zhoršovat. Proto je zneškodnění

\* Zkrácený výtah ze zahajovací přednášky na sjezdu chemiků v Banské Štiavnici 5. července 1954.

<sup>1</sup> To platí ovšem v celostátním průměru. Pro některé jednotlivé řeky by to mohlo způsobit zlepšení mnohem větší.

průmyslových odpadních vod nejdůležitějším úkolem nejen vodohospodářských činitelů, ale především průmyslu samotného. Tento úkol není nikterak snadný. K jeho konečnému vyřešení se nedostaneme nikdy, pokud budeme myslet obvyklým způsobem na čištění odpadních vod mimo průmyslový závod v nějakých oddělených „čisticích stanicích“.

Problémem čistících stanic pro odpadní vody jednotlivých průmyslů se zabývají vodohospodáři v celém světě již po řadu desetiletí s výsledky celkem málo uspokojivými. Nejlepším dokladem, jak málo opravdového pokroku bylo v této otázce dosaženo, jsou různé úřední výnosy a nařízení bývalých c. k. rakouských úřadů z let 1880—1890, které předpisovaly tehdejší továrnám a dílnám, jaká opatření mají učinit na zneškodnění svých odpadních vod před jejich vypouštěním do veřejných toků: tyto předpisy jsou ve většině případů velmi podobné pokynům, které dávají dozorcí úřady továrnám dnes a prozrazují, že již tehdy věděla úřední místa o čištění mnohých odpadních vod skoro totéž, co o nich my víme dnes. Na problému průmyslových odpadních vod se nezměnilo za celou dlouhou dobu v mnohých případech prakticky nic. Pouze ve směru kvantitativním nastaly změny místy až katastrofální: tovární průmysl ohromně vzrůstá, jeho kapacita a tím i produkce odpadních vod se zmnohásobuje. Současně však nevzrůstá ani velikost ani vodnost řek.<sup>2</sup>

Dosavadní neúspěch v řešení problému čištění odpadních vod průmyslových vede k závěru, že čištění těchto vod je prakticky v mnohých případech nemožné, a že se asi nepodaří nalézt metodu na čištění všech odpadních vod mnohých průmyslových oborů.

Proto nastává v posledních letech zásadní obrat v řešení otázky průmyslových odpadních vod. Dříve začínal výzkum čištění průmyslových odpadních vod — obrazně řečeno — po vyústění ústředního kanálového sběrače z továrny, tedy po tom, kdy odpady opustily továrnu. Výzkum odpadních vod se děl mimo tovární provoz a výzkumníci byli často nezkušení v technologii oboru, jehož odpadní vody studovali. Moderní směr v řešení otázky odpadních vod postupuje směrem opačným — obrazně řečeno — od kanálů proti proudu odpadů až do výroben a snaží se ovlivnit složení odpadů ihned při jejich vzniku přímo u příslušných kádí, varen, strojů a j. zařízení. Za tím účelem je nutno zasáhnout přímo do výrobního procesu: je nutno kontrolovat, zdali se v továrnách neplývá vodou, která pak zvětšuje množství odpadních vod; zda se při výrobě neplývá surovinami a pomocnými látkami, jejichž přebytky zhoršují jakost odpadní vody. Dále je nutno pokud možno vyloučit z výroby chemikálie a látky, které jsou v odpadních vodách vysloveně škodlivé a nahradit je jinými, méně škodlivými nebo vůbec neškodnými. V četných případech bude třeba změnit v případě potřeby i celý výrobní postup nebo jeho část tak, aby vznikalo odpadní vody méně, anebo aby byla méně znečištěná. Důležité je, aby hned u příslušného pracovního zařízení byly zachyceny odpady od práce, zbytky surovin atd. tak, aby se vůbec do odpadní vody nedostaly. Tím se získají tyto zbytky v čerstvém stavu dříve, nežli se v odpadní vodě počnou rozkládat, a lze je lépe využít, eventuálně regenerovat. Nakažené nebo nemocné suroviny musíme při zpracování desinfikovat, než přejdou choroboplodné zárodky do velkého objemu odpadních vod, jejichž desinfekce je nemožná; tím se zajistí dělníci před eventuální nákazou nebo poškozením zdraví při zpracování zamořené suroviny.

Zkrátka výzkum nebo průzkum otázky průmyslové odpadní vody znamená dnes výzkum odborně technologický; znamená revisi celého výrobního postupu, jak co do způsobu práce, tak i co do používaných surovin a pomocných látek, revisi zaměřenou však výslovně na zlepšení odpadních vod a na lepší využití zbytků látek, které byly až dosud s odpadními vodami vypouštěny do řek.

<sup>2</sup> Spíše naopak, viz [5].

Při snahách o opětne využití použitých výrobních hmot a o jejich uvedení z odpadů zpět do výroby dlužno mít na mysli, že nejdůležitější výrobní hmota, o jejíž regeneraci musí výzkum průmyslových odpadů v budoucnosti především usilovat, je voda sama. Voda již dávno přestala být statkem obecným, přístupným v neomezené míře každému spotřebiteli. Vodu dnes musí průmysl považovat za cennou surovinu, na jejíž získání musí obětovat určité finanční náklady, právě tak jako na získání a úpravu jiných surovin.

Regenerace vody a cirkulace — vrácení vody do výroby — musí se provést z dílčích odpadů každé jednotlivé tovární dílny dříve, nežli se smícháním s odpady z jiných dílen její znečištění zvětší a zkomplikuje tak, že se čištění stane nemožným. Průmyslový závod nesmí považovat svůj výrobní postup za dokonalý, dokud nemá při výrobě samé postaráno o zneškodnění odpadních vod anebo o zachycení a zhodnocení všech odpadových látek, které se dnes do odpadních vod splachují. Konečný cíl je, aby odpadní vody z továrny vůbec neodtékaly.

Za tohoto stavu našich vědomostí o čištění průmyslových odpadních vod zdálo by se tudíž samozřejmým, že továrny a jejich chemikové všech oborů věnují otázce odpadních vod a jejich zneškodnění největší možnou pozornost a že se intenzivně zabývají výzkumem čištění těchto vod. Bohužel tomu tak není. Mnohé továrny dosud ani nekontrolují spotřebu provozní vody, ba mnohé dokonce ani nemají zjištěno, kolik vody opravdu spotřebují a kolik provozní vody vypouštějí v podobě vody odpadní.

Obyčejně se odhaduje, že množství vody vypouštěné je přibližně stejné jako množství vody do závodu přiváděné. Tento předpoklad často nesouhlasí se skutečností. V továrnách je odpadní vody obyčejně méně nežli vody spotřebované, neboť mnoho použité vody se odpařuje během výroby anebo odchází z továrny jinými cestami — v hotovém výrobku. Pro většinu průmyslových techniků problém odpadních vod dodnes začíná a končí tím, že se kanály s odpadní vodou vyústí do nejbližšího veřejného toku bez jakékoliv úpravy. Krásné příklady a důsledky tohoto stavu můžeme vidět na řekách pod našimi velkými továrními středisky (na př. Dřevnice pod Gottwaldovem-Zlínem a j.). I když závod má čistírnu splaškových vod, omezuje se tato čistírna obyčejně na filtrační nebo usazovací zařízení. Sedimentací se však odstraní v nejlepším případě z odpadních vod pouze část látek kalových, t. j. nerozpustných. O odstranění znečišťujících látek rozpustných, ať již ústrojných nebo neústrojných, není ve většině případů při t. zv. čištění odpadních vod ani řeči.

Výstavbu čistících stanic pro odpadní vody při průmyslových závodech řeší dokonce úřední normy a „vzory“ obyčejně tak, že odpadní vody se vedou do ústředního sběrače a jím tekou do čistírny, ležící pokud možno mimo závod, eventuálně mimo provozní budovy.

Čištění se plánuje podle známého schématu pro městské splašky:

I. etapa: zachycení hrubých součástí vzplývaných i valených (česla, lapače písku, lapač tuku atd.);

II. etapa: usazování jemných kalů (usazovací kanály septické nebo aseptické, studny Kremerovy a pod.);

III. etapa: dočištění odsedimentované vody — obyčejně biologické závlahy, „rybníky“, biologická tělesa atd.

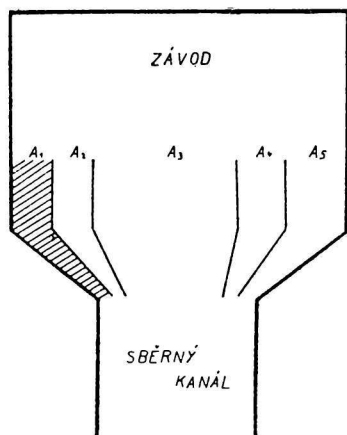
Bohužel tak jednoduše to s odpadními vodami mnohých průmyslů nejde, zejména ne v druhé a třetí etapě čištění, a to proto, že průmyslová odpadní voda mění během pracovního cyklu své složení mnohem dalekosáhleji nežli městské splašky. U městských splašků kolísá během dne koncentrace až o 50—100 % nejnižší hodnoty, při čemž kvalita rozpustných látek (i reakce vody, pH atd.) zůstává v podstatě stejná. U průmyslové odpadní

vody je kolísání koncentrace během dne mnohonásobně větší, až tisíce procent, a přitom v některých odvětvích se mění i kvalita rozpuštěných látek — často i jejich reakce. Tyto poměry jsou u různých továren velmi různé.

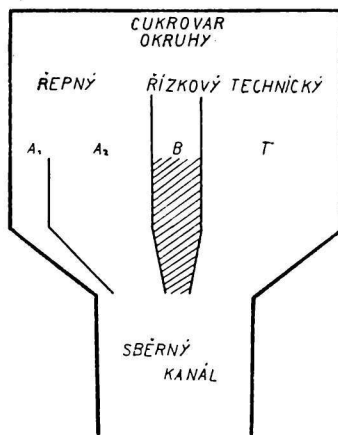
Každá odpadní voda z továrny vzniká spojením celé řady dílčích odpadů z jednotlivých dílen; po smíchání v hlavní stoce vzniká z nich „celková odpadní voda“, kterou posuzujeme jako celek a kterou se snažíme v nejrůznějších čistících stanicích zneškodnit.

S hlediska zneškodnění popř. čištění možno odpadní vody různých průmyslů rozdělit zhruba do čtyř skupin podle toho, jak se mění během dne (24 hod.) koncentrace i látkové složení celkového odpadu, který vytéká z objektu hlavním kanálovým sběračem.

I. Typ továren je zobrazen v schematu obr. 1. Všechny dílčí odpady mají látkové složení v podstatě stejné (= A). Koncentrace je rozdílná (1,2,3,4....). Všechny dílčí odpady odtékají po celý den do hlavní stoky a mísí se v ní. Ve stoce pak teče po celý den celková odpadní voda stejného látkového složení, jejíž koncentrace kolísá podle dokonalosti smíšení různých složek.



Obr. 1.



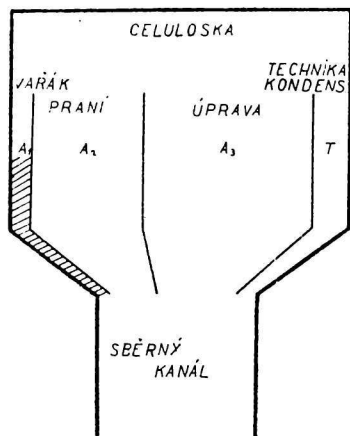
Obr. 2.

Takové vlastnosti má na př. celková odpadní voda v hlavním sběrači městských splašků; odpadních vod průmyslových tohoto typu je celkem málo.

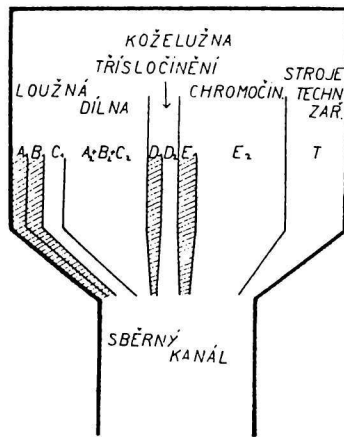
II. typ továren je schematicky naznačen na obr. 2. Jednotlivé dílčí odpady se podstatně liší svojí látkovou podstatou, ale tekou do hlavní stoky stejnoměrně po celý den v přibližně konstantních množstvích, takže po promíchání vede hlavní stoka celkovou odpadní vodu po celý den přibližně konstantního složení i koncentrace. Na př. do hlavní stoky cukrovaru přitéká po celý den voda z manipulace řepy (A), mísí se tam s vodou z vlastní výroby (vody řízkové B) a s poměrně čistou vodou z technických a tepelných zařízení (T). Celková odpadní voda je směsí těchto různorodých dílčích odpadů, jejichž složení je během celého pracovního dne stejnoměrné.

III. typ továren (obr. 3). Jednotlivé dílčí odpady mají látkové složení v podstatě stejné (= A), ale jejich koncentrace (= 1,2) je velice rozdílná. Voda A 1 má na př. 10—14 % sušiny, voda A 2 jen 0,1—1 %. Neodtékají pravidelně po celý den, nýbrž nárazově tak, že na př. koncentrované dílčí vody A 1 tekou jen v určité hodiny po omezenou dobu, na př. 1 hod., načež pak po delší dobu tekou stokou pouze silně zředěné vody A 2 (prací

vody atd.), aby byly pak vystřídány po kratší době opět vysoce koncentrovaným dílčím odpadem A 1. Čisté vody technické (T) odtékají obyčejně stejnoměrně po celý den do stoky a mísí se tam s vodami znečištěnými. Do této skupiny patří v podstatě odpadní vody z továren na sulfitovou celulosu.



Obr. 3.



Obr. 4.

IV. typ továren (obr. 4). Jednotlivé dílčí odpady se podstatně liší látkovým obsahem (A, B, C, D, E, T). Každý dílčí odpad odtéká od výroby jednak v podobě koncentrované (lázně), jednak silně zředěný (prací vody).

Jako příklad uvádím odpadní vody z koželužny; na obr. 4 znamenají:

- A 1 — první námoková voda z namáčení kůží,
- A 2 — druhá, třetí atd. námoková voda, je poměrně čistá,
- B 1 — vypouštěný vápenný luh s 5 i více procenty sušiny a  $\text{pH} = 12-13$ ,
- B 2 — prací vody z luhárny s průměrem 0,1 % sušiny a  $\text{pH} 10-8$ ,
- C 1 — odvápňovací nebo piklovací lázně o  $\text{pH} = 2$ ,
- C 2 — prací vody o  $\text{pH} = 4-7$ ,
- D 1 — tříslová činicí lázeň (barva) s 4 % sušiny a  $\text{pH} = 4$ ,
- D 2 — tříslové prací vody, průměrně s 0,1 % sušiny a  $\text{pH} = 5$ ,
- E 1 — silně kyselý chromitý roztok s 3 % sušiny,
- E 2 — prací vody z chromočinění atd.

Tyto jednotlivé dílčí odpady odtékají z dílen nárazově v různé denní hodiny, takže hlavní stokou vytéká z továrny na př. po 2 hodiny silně alkalické vápenné mléko, pak po 1—2 hodiny teče pouze slabě kyselá voda, pak opět po určité době teče jen značně koncentrovaný roztok rostlinných tříslů s kyselou reakcí a pod. Charakteristické pro tento případ je, že se dílčí odpady ve stoce nesmísí na stejnorodou celkovou odpadní vodu, nýbrž že v různých denních hodinách odtéká odpadní voda o velmi různém chemickém složení, často se za den vystřídá ve stoce i několikrát po sobě reakce silně alkalická se silně kyselou a pod.

Z tohoto hrubého přehledu typů odpadních vod průmyslových je zřejmo, že nutno si povšimnout především soustav kanalisací v našich průmyslových závodech.

Většina továren budovala dosud kanalisace tak, aby odpady z každé dílny byly svedeny hned, jakmile vzniknou, co nejrychleji nejkratší cestou do společného sběrače. Při řešení kanalisací bude působit těžkosti neuvěřitelná skutečnost, že většina továren nemá vůbec plán své kanalisace; zejména starší závody nemají o své síti kanálů často žádný přehled, mnohdy se ani neví, do které části hlavní stoky vyústí jednotlivé dílčí odpady. Ve všech závodech bude nutno provést důkladnou revizi kanalisace a rekonstruovat ji tak, aby bylo možno zachytit a odvádět jednotlivé dílčí odpady podle požadavků lepšího hospodaření s vodou.

Po splnění tohoto úkolu bude nutno přistoupit k výzkumům o zneškodnění anebo o zužitkování oddělených zachycených dílčích odpadů, při čemž konečnou snahou bude, aby pokud možno nejvíce vody bylo vráceno zpět do výroby, ať již do původní dílny, kde vznikly, nebo do dílny jiné, kde jejich eventuálně horší jakost ještě vyhovuje. Tento konečný cíl bude v různých závodech a průmyslových oborech dosažen velmi různými cestami. Jako příklad, jak odlišnými cestami se bude brát řešení problému odpadních vod v různých průmyslových odvětvích, uvedu stručně dosavadní výsledky výzkumu i praktických provozních zkušeností ve třech průmyslových oborech, které jsou největšími škůdci našich řek: jsou to cukrovary, celulosity a koželuzny. Uvádím cukrovary na prvním místě, neboť tento průmysl věnoval v posledních letech mnoho výzkumné práce svému vodnímu hospodářství; možno říci, že základní výzkum zneškodnění odpadních vod cukrovarských je již u nás úspěšně proveden.

První podmínkou úspěšného řešení je, aby v cukrovaru všechny tři vodní okruhy, naznačené v obr. 2, byly od sebe důsledně a úplně odděleny, t. zn., aby se nikde nemísily vody okruhu řízkového s vodami okruhu řepného a technického. Vody řepného okruhu lze pak zbavit malého množství organických nerozpustných látek, které jsou v nich obsaženy (kořínků, úlomků atd.), na třasadlech a velkého množství jemně rozptýleného kalu v mechanických usazovácích, což oboje jsou zařízení známá a technicky snadno dosažitelná. Mechanicky očištěné vody řepného okruhu lze nepřetržitě vracet do provozu; dosazovat je třeba jen část vody, která se vyveze nebo vytlačí s kalem z usazováků. Tím se sníží produkce celkové odpadní vody z cukrovaru až o 1000 % z váhy řepy. Vody z technického okruhu netřeba — je-li tento okruh přísně oddělen od vod řízkových — vůbec čistit; recirkulují se po ochlazení; tím se ušetří z celkové vody až 700 % z váhy řepy. Vody z řízkového okruhu obsahují mnoho organických látek, hlavně rozpuštěných cukrů. Je jich 200—300 % z váhy řepy, a mají-li být recirkulovány, musí být důkladně vyčištěny. Metody tohoto čištění jsou dnes již výzkumně vyřešeny v několika alternativách. U nás se věnuje pozornost hlavně metodě Jonášově, při které se nejen voda vyčistí, ale současně se organické škodliviny z ní přemění na bílkovitá stravitelná krmiva, jichž máme u nás nedostatky.

Důsledným oddělením všech tří vodních okruhů, jejich odděleným vyčištěním a vracením do provozu lze snížit dnes množství vody pro výrobu cukru (1800 % z váhy řepy) až na 100 %, jak patrné z tab. 1. To znamená skoro úplné zneškodnění odpadních vod z cukrovarů — až budou výsledky těchto výzkumů důsledně provedeny ve všech cukrovarcích. V zájmu čistoty vody v našich řekách doufáme, že to bude brzy.

Tab. 1. Spotřeba vody v procentech na váhu řepy

1.	cukrovar bez cirkulace vody	1700—1800
2.	cukrovar s recirkulací řepných vod	1000
3.	cukrovar s recirkulací řepných a řízkových vod	700
4.	cukrovar s úplnou recirkulací vod všech tří okruhu	100

Jako druhý příklad uvádím odpadní vody z celulosek, které jsou v celostátním měřítku největším znečišťovatelem vody v našich hlavních řekách, uvádějíce do nich ročně asi 300 000 tun sušiny organických látek, čili přes 50 % veškeré hmoty zpracovaného dřeva, a to chemicky tak změněné, že je snadno rozpustná ve vodě a jen velmi těžko se z roztoků dá vyloučit. Podle schematického znázornění na obr. 3 tvoří se v celulosce hlavně čtyři druhy dílčích odpadních vod; při správném zachování principu odděleného jímání, jak byl popsán výše, dostanou se tak:

A 1 — koncentrovaný odpadní výluh z vařáků, tvoří asi 2% z celkového objemu odpadních vod, obsahuje až 12 % sušiny;

A 2 — odpadní vody od vypírání buničiny, tvoří asi 20 % z celkové odpadní vody, obsah sušiny je kolem 1 %;

A 3 — odpadní vody od úpravy buničiny, tvoří asi 70 % z celkové odpadní vody, jejich sušina se skládá hlavně z celulosových vláken, která se tím ztrácí z výroby (až 10 % výrobku);

T — odpadní vody z technických zařízení, kondensace atd., jakož i odpadní vody od pomocných procesů, obsahují celkem málo organického znečištění (hlavně anorganické soli a kyseliny, siřičitou a j.).

Celulosky dosud prakticky vypouštějí všechny tyto dílčí vody do kanálu, kde z nich vzniká celková odpadní voda, kterou dosud marně se snažíme nějak čistit. Zařízení, která celulosky na „čištění“ odpadních vod někde mají, jsou naprosto nedostatečná. Nápravy lze dosíci především zdokonalením technologických postupů při provozu; u nás se dosud odděluje a zachycuje po vaření asi 60 % výluhu z vařáků, ač vhodným zdokonalením vyprazdňování a praní buničiny bylo by lze oddělit podle příkladů z ciziny 80—90 % louhu v koncentrovaném stavu. Takto oddělený výluh je pak třeba zneškodnit, po případě zpracovat odděleně od velkého objemu ostatních odpadních vod; sníží se tím znečišťování řek působené celuloskami o 80—90 % proti dnešnímu stavu.

Celulosový výluh obsahuje v sušině hlavně dvě skupiny látek: ligniny (65 % C a 30 % O) a uhlohydráty (45 % C a 50 % O). Nejen celková sušina, ale i každá z těchto skupin látek lákaly již odedávna k zužitkování, neboť

a) jsou to látky reaktivní, které snadno vcházejí v nejrůznější reakce chemické i biologické (kvašení),

b) odpadních výluhů produkují celulosky tak veliké množství, že jsou takřka nevyčerpatelnou surovinovou základnou pro všechny výrobky, které se z nich dají připravit.

Tak bylo navrženo a laboratorně vyzkoušeno mnoho způsobů na zužitkování tohoto koncentrovaného podílu odpadních vod ze sulfitových celulosek. Pouhou úpravou fyzikálních vlastností, eventuálně vyčištěním dělají aneb se pokoušejí dělat z nich hnojiva, lepidla, nátěry na střechy, tmely a kyty, postřiky na vozovky silnic, pojiva na briketování uhlí, pro slévárenský písek, desinfekční a insekticidní přípravky a m. j. Některé z těchto návrhů se již i zavedly v praxi, mnohé zůstávají pouhými návrhy.

Hlubším chemickým zpracováním lze z výluhů získat různé ligninové přípravky, které se pak nejrůznějšími reakcemi (oxydací, hydrogenací, chlorováním, aminací, kondensací, polymerisací, nitrací, destruktivní destilací atd.) přeměňují na ušlechtilější výrobky. Tak se podařilo připravit, po případě se již i průmyslově vyrábějí měničové ionty, vanilin, kyselina šťavelová, nitrofenoly, katechin a kyselina pyrokatechová, uhlovodíky a rozpouštědla, fenoly, třísliiva na vydělávání kůže, plastické hmoty, emulgátory a dispergátory atd.

Biochemickými reakcemi, hlavně různým kvašením, lze z cukerné složky výluhů připravit různé alkoholy, glycerin, organické kyseliny. Ethylnatý alkohol se vyrábí z vý-



luhů v továrním rozsahu již i u nás a v budoucnosti bude pravděpodobně každá naše celuloska i lihovarem. Fermentativním zkvašováním lze vyrobit technické droždí, kterého se užívá za krmivo. Speciálními druhy kvašení lze z výluhů získat — prozatím pouze v pokusném měřítku — tuky, elementární síru (biochemickou redukcí síranů) a j. výrobky.

Všechny tyto přerozmanité způsoby zpracování mají s hlediska vodohospodářského společný nedostatek: každý z nich odstraňuje z odpadních výluhů pouze malou část organické hmoty a většinou lze tak zpracovat prakticky pouze malou část z velkého množství odpadních výluhů, které celulosový průmysl produkuje. Úplnou pomoc přinese v budoucnosti spalování výluhů, eventuálně zbytků po jejich využití na výše jmenované výroby. U nás se spalování počíná věnovat pozornost teprve v posledních letech, kdy se dovídáme z ciziny, že sulfitové výluhy lze odpařit a spálit tak, že se přitom získá přebytek tepla pro vlastní výrobu celulosy. Úkolem výzkumu je vyřešit konstrukci odparek a topeniště, vhodnou pro obtížné palivo; že je to možné, ukazují příklady z ciziny, kde se dosahuje úspěchu na dvoji různé cestě:

a) vhodnou konstrukcí odparek a topeniště umožňují na př. švédské sulfitky spalování výluhů i od vaření vápenato-sulfitového (které je zavedeno u nás);

b) změnou zásady varné kyseliny, t. j. používáním amoniaku, hořčenatých a eventuálně sodných solí místo vápna, usnadní se spalování jak technicky, tak i hospodářsky.

Spalováním výluhu, po případě po změně technologických procesů při vaření celulosy vyřeší se problém znečišťování řek celulosovým průmyslem skoro úplně. Je to typický příklad, kdy zneškodnění průmyslových odpadních vod se nedosáhne zásahy vodohospodářskými (čisticími stanicemi atd.), nýbrž vnitřními změnami technologickými, kterými se upraví procesy uvnitř výroben, aby odpady byly zachyceny a zužitkovány v továrně tak, aby z nich žádná odpadní voda nevznikala.

Méně snadné bude zneškodňování odpadních vod z koželužen, které rovněž produkují velké množství odpadní vody; na váhu zpracované kůže se počítá při třísločinění 3600 % vody, při chromočinění až 7500 % vody. Naše koželužny s kombinovanou výrobou vypouštějí 5000—6000 % vody na váhu kůže. V různých odděleních výroby vznikají četné dílčí vody velmi různého složení; podle schematu na obr. 4 odtéká z koželužny asi 10 druhů různých odpadních vod, a to nárazově — v některé hodiny vody silně alkalické (vápno), v jiné hodiny vody kyselé (třísloviny, soli chromu). Tyto vody obsahují často i specifické jedy (sírniky, arsen) a choroboplodné zárodky (anthrax).<sup>3</sup>

Provedenými výzkumy bylo dosud zdokonaleno předčištění těchto vod sedimentací využitím t. zv. samočištění; při dokonalém promíchání všech dílčích vod srážejí se jejich zásadité podíly s kyselými na vločky, které strhují do kalu i koloidálně rozpuštěné organické látky a většinu mikroorganismů. Dosud koželužny plně nevyužívají tohoto zdokonalení sedimentace, neboť zařízení na usazování podle tohoto principu vyžaduje velkých nákladů; je nutno jímat všechny dílčí vody za pracovní den a dokonale promísat před usazováním. Při výzkumných pracích v laboratorním rozsahu bylo nalezeno, že stačí smísit pro samočištění pouze koncentrované dílčí odpadní vody, jichž je asi 1/10 z celkového objemu odpadních vod, na což by bylo zapotřebí pouze 1/10 kubatury mísících a usazovacích prostorů; to by umožnilo podstatné zvýšení efektu sedimentace. Tento návrh zůstal dosud nevyzkoušen pro nezáměr koželužského průmyslu o problém jeho odpadních vod. Je zapotřebí, aby koželužský průmysl ihned se vážně věnoval zkouškám čisticích metod v poloprovozním měřítku, neboť teprve po vyřešení metody sedimentace bude možno pokračovat ve výzkumu dočišťování koželužských odpadních vod, které bude ve všech koželužnách nezbytné, ale o jehož metodách nevíme dosud naprosto nic mimo vý-

<sup>3</sup> Podrobnosti o dílčích odpadních vodách, jejich vzniku a množství viz [4].



sledky laboratorních pokusů [4]; z nich plyne, že odvádění, jímání i předčišťování odpadních koželužských vod je nutno před biologickou čistírnou zařídit tak, aby na čistírnu přicházela smíšená a předčištěná voda bez kalu, která má stále stejné složení a koncentraci.

Choroboplodné zárodky v odpadní vodě nelze zničit chemickými desinfekcemi přípravky; bude nutno sterilisovat kůže před jejich zapracováním. Kaly z čistíren všeho druhu jsou méně nebezpečné, neboť hnilobné bakterie působí antagonisticky na bacily anthraku.

Regenerování cenných látek z dílčích odpadních vod je možné pouze ve velmi omezeném měřítku.

Z odpadních vod z loužné dílny lze zdokonalit zachycování chlupů, kousků kůže (klivky), které je v koželužnách dosud nedokonalé. Ostatní odbourané bílkoviny z těchto vod se u nás dosud neregenerují vůbec, ač ve válečných letech se z nich získávaly bílkoviny ve velkém měřítku — v Německu jimi nahrazovali kasein při úpravě usní. Přitom by se dalo uvažovat o recirkulaci dílčích vod tohoto okruhu a tím o zmenšení jejich objemu; bude třeba, aby koželužští technologové věnovali této otázce více pozornosti nežli dosud.

Z odpadních vod od třísločinění je regenerování tříslovin z použitých tříselných barev a lázní nemožné, neboť třísloviny jsou v nich již rozloženy tak, že jich nelze znovu použít. Naproti tomu vody prací (odmokové) měly by být recirkulovány, neboť obsahují nerozložené třísloviny; dosud mnoho koželužen i tyto dílčí vody vypouští do kanálu.

Odpadní vody od chromočinění obsahují přes 30 % veškerých chromitých solí, kterých bylo ve výrobě použito. Regenerace chromu je zařízena u nás pouze ve dvou koželužnách, ač je poměrně snadná a může být dokonce i rentabilní. Tyto vody mohly by být ve značné míře recirkulovány; v tomto směru však koželužský průmysl nepodnikl zatím ani předběžné pokusy.

Z podaného stručného nástinu vodní otázky v koželužnách je patrné, že náš koželužský průmysl stojí před problémy, které musí ihned řešit. Uvedené tři příklady ukazují jak principiálně různými cestami je nutno v jednotlivých průmyslech postupovat, aby se odstranilo znečišťování řek odpadními vodami:

v cukrovarech takovou úpravou odpadní vody, že se recirkuluje a zůstává stále ve výrobě, čímž továrna ušetří množství potřebné čerstvé vody a přitom nečistoty z odpadní vody přemění na užitečnou hmotu (krmivo);

v celuloskách tím, že se sušiny odpadní vody využije jako paliva a eventuálně se přitom regenerují použité chemikálie;

v koželužnách nelze — podle dnešního stavu průzkumu — ani odpadní vodu recirkulovat ani její sušinu spalovat; nelze ani převážnou většinu látek regenerovat. Nutno výzkumem vyšetřit, jak se musí upravit běžné způsoby čištění, aby se jich dalo použít pro koželužské vody.

V jiných průmyslových oborech bude třeba hledat zase jiné cesty, třebaš úplně odchylné od těchto tří. Ve všech oborech průmyslu závisí však úspěch od zájmu a od práce, které odpadními vodám věnují průmysloví chemikové a provozní inženýři v továrnách, dílnách a v laboratořích; naši kolegové v průmyslové praxi musí se věnovat odpadním vodám z ohledu na veřejný zájem celého národa a státu v míře mnohem větší nežli dosud. Nesmějí čekat, až nějaký „deux ex machina“ z pražských úřadů jim dá směrnice, pokyny anebo rozkazy; musí sami zahájit iniciativní práci, uplatnit svou vynalézavost a pohnout tak konečně kupředu vývojem vodní otázky, o které se u nás již půl století mnoho mluví, diskutuje a píše. Měříme-li však výsledky všech těchto akcí stupněm čistoty vody v našich řekách, jsou nepatrné, jak jsem ukázal na příkladě řeky Moravy v dřívější práci [5].

## LITERATURA

1. Kubelka V., *Znečištění řeky Moravy v roce 1935*, stran 117, diagramů 14, vydáno jako rukopis. Ve stručném výtahu publikováno v čas. Plyn, voda a zdravotní technika, 1937.
2. Kubelka V., *Chemie ve vodním hospodářství potravinářských průmyslů*, Sborník ministerstva potravinářského průmyslu, Praha 1951.
3. Kubelka V., *Nové směry v zneškodňování odpadních vod se žřetelem ke koželužství*, Voda, 1951.
4. Kubelka V., *Odpadní vody koželužského průmyslu*, Praha 1953.
5. Kubelka V., *Vzrůst znečištění řeky Moravy od r. 1935 až do r. 1948*, Sborník vodohospodářských problémů, Praha 1953.
6. Kubelka V., *Vzrůst znečišťování vody v řekách. Skutečnost — příčiny — následky — odpomoc*, Chem. Zvesti 1—2, 63 (1953).
7. Bulíček J., *Odpadní vody našeho průmyslu*, Praha 1951.
8. Jonáš V., *Čištění odpadních vod umělými biologickými způsoby*, Sborník přednášek zo sjazdu chemikov v Banskej Štiavnici 1952.
9. Kubelka V., *Význam chemie pro naše vodní hospodářství*, Sborník přednášek zo sjazdu chemikov v Banskej Štiavnici 1952.
10. Boškov K., *Výzkum jakosti a množství odpadních vod z celulosky v Gemerské Horce a z papírny ve Slavošovcích*, Zprávy Výskumného ústavu vodohospodárskeho, Bratislava 1952.
11. Boríšek R., Šála J., Svatoň M., *Sulfitové výluhy a jejich zužitkování*, Praha 1953.
12. Kubelka V., Kořán V., *Odpadní vody z cukrovarů*, Chem. Zvesti 8, 410 (1954).