

**11-12**  
**1974**

**VTEI**

**VODOHOSPODÁŘSKÉ TECHNICKO - EKONOMICKÉ INFORMACE**

**VÝZKUMNÝ ÚSTAV VODOHOSPODÁŘSKÝ • PRAHA - PODBABA**

ing. V. Plecháč, MLVH ČSR

V současné době je předkládán k připomínkám návrh závěrů druhého vydání Státního /podle zákona č. 138/1973 Sb. "směrného"/ vodohospodářského plánu České socialistické republiky. Vrcholí tím významná etapa koncepční činnosti, které byla v historii československého vodního hospodářství nejrozsáhlejším komplexem rozvojových a prognostických prací, jimiž jsme se po určité stagnaci v šedesátých letech znovu dostali na úseku dlouhodobého vodohospodářského plánování na světovou úroveň.

Obdobně jako tomu bylo u prvního vydání SVP v r. 1954, nemá ani druhé vydání SVP ve své době co do šíře i komplexnosti řešení i co do hloubky zpracování jednotlivých problémů a je spolu s navazujícími pracemi důstojným darem československých vodohospodářů k 30. výročí osvobození republiky sovětskou armádou. Výsledky prací na druhém vydání SVP budou využity pro stanovení hlavních směrů dalšího rozvoje vodního hospodářství na XV. sjezdu Komunistické strany Československa, jsou i naším podílem při plnění oddílu XIV. Komplexního programu dalšího prohlubování a zdokonalování spolupráce a rozvoje socialistické ekonomické integrace členských států Rady vzájemné hospodářské pomoci.

Představu o objemu, složitosti i celkové náplni komplexu prací, spojených s přípravou druhého vydání SVP, si lze učinit z několika charakteristických údajů:

- a/ Bylo přešetřeno 581 přehradních profilů, ve kterých by byla možná výstavba nádrží o celkovém objemu 14,66 mld. m<sup>3</sup>. Pro vybraných 286 profilů bylo zpracováno podrobnější technicko-ekonomické vyhodnocení, vždy pro tři varianty velikosti nádrže.

- b/ K posouzení zdrojů, vhodných pro zásobení pitnou vodou, bylo provedeno 45 přímých odběrů z toků a na 200 výhledových vodárenských nádrží. Rovněž byly přehodnoceny všechny významnější zdroje podzemní vody, soustředěné především v 31 rozhodujících hydrogeologických rajonech o celkové ploše 8760 km<sup>2</sup>.
- c/ Individuálně byl vyhodnocen očekávaný vývoj potřeby pitné vody pro 618 měst a větších obcí, a navržena koncepce jejich zásobení do roku 2015.
- d/ Podrobně byla zhodnocena bilanční napjatost mezi potřebou vody a vodními zdroji v 172 profilech státní bilanční sítě, a to jak v současnosti, tak i pro výhled k r. 1985. U vybraných profilů bylo provedeno hodnocení i k r. 2000.
- e/ Bylo posouzeno více než 600 větších zdrojů znečištění, zpracována prognóza produkce znečištění i návrh opatření k ochraně vod, který vyústil mj. ve stanovení limitů přípustného vypouštěného znečištění pro všechny rozhodující zdroje znečištění k r. 1985 i 2000.
- f/ Byla prozkoumána potřeba úprav u více než 3600 toků s povodím nad 5 km<sup>2</sup> o celkové délce 36 680 km. Jmenovitě bylo vyhodnoceno 212 úseků toků s nejrozsáhlejšími inundacemi a ochrana 175 tisíc ha půdy před povodněmi.
- g/ Byly prověřeny technické možnosti a ekonomické parametry výstavby, resp. rekonstrukce a modernizace asi 1200 km existujících nebo teoreticky možných vodních cest.
- h/ Možnosti využití vodní energie byly prozkoumány u 70 lokalit vhodných pro využití primárního hydroenergetického potenciálu a u 209 lokalit pro výstavbu přečerpacích vodních elektráren.
- i/ Byl zpracován přehled více než 2500 vodohospodářských děl a zařízení, přes 1400 odběrů povrchové a 2500 odběrů podzemní vody.
- j/ Návrhy vodohospodářských opatření byly vyhodnoceny nejen technicky, ale byl zpracován i výhled jejich investiční a provozní náročnosti, vývoj celkových nákladů odvětví a jeho jednotlivých oborů a činností i vývoj nákladů v jednotkových

ukazatelích. Byly provedeny rozborů potřeby pracovních sil i kvalifikační a profesní struktury vodohospodářských kádrů.

Výsledkem prací byl komplexní návrh hlavních směrů rozvoje vodního hospodářství ČSR do r. 1985 a r. 2000, stanovení celkové strategie a cílů státní politiky ve vodním hospodářství, komplexu opatření na úseku investic, provozů, ekonomiky, organizace, legislativy, rozvoje vědecko-výzkumné základny, uplatnění komplexní socialistické racionalizace, mechanizace a automatizace provozů atd.

V tomto komplexním a systémovém přístupu spočívá jeden z rozhodujících přínosů druhého vydání SVP i jeden z hlavních rozdílů proti prvnímu vydání z r. 1954, které v podstatě řešilo jen otázky technického charakteru.

Z konkrétních výsledků prací a navrhovaných opatření jsou nejdůležitější:

- 1/ návrh na výstavbu asi 70 nádrží, z toho 45 vodárenských, které se při řešení vodohospodářských soustav jeví jako optimální ke krytí předpokládaných potřeb vody,
- 2/ návrh výstavby rozhodujících čistíren odpadních vod a u 211 největších znečišťovatelů stanovení limitů přípustného vypouštěného znečištění,
- 3/ návrh celkem 16 chráněných oblastí přirozené akumulace vod a 58 vodárenských toků, vytvoření systému ochrany vodohospodářsky významných území,
- 4/ návrh koncepce zásobování všech větších sídlišť pitnou vodou, včetně vymezení 10 nadřazených vodárenských soustav a 5 velkých oblastních vodovodů,
- 5/ návrh úpravy 14,3 tis. km vodních toků, z toho 2,2 tis. km toků ve správě vodního hospodářství. Úpravami by byla zabezpečena mj. ochrana před povodněmi asi 108 tis. ha půdy,
- 6/ návrh na rekonstrukci a dokončení výstavby vodních cest a zvýšení jejich délky na 380 km,
- 7/ návrh 23 nejvhodnějších lokalit přečerpacích vodních elektráren, ve kterých by bylo možno instalovat výkon až 14,2 tis. MW a docílit roční výrobu až 18,9 mld. KWH,
- 8/ vtypování nejvhodnějších toků pro vodní rekreaci,

9/ návrh hlavních směrů a tendencí ve vývoji ekonomiky, legislativy, organizace a správy vodního hospodářství, na zaměření výzkumu, výchovy a specializace kádrů, rozvoje provozů atd.

V souladu s § 3 zákona č. 138/1973 Sb. o vodách je SVP směrným plánem a základním podkladem pro vodohospodářské opatření všech odvětví národního hospodářství, pro vodohospodářské opatření při územním plánování i podkladem pro vodohospodářské rozhodování. Proto bude třeba nejen výsledky prací na SVP publikovat, ale především zabezpečit využívání těchto výsledků v praxi, přitom však na nich neustrnout, ale systematicky je doplňovat a zpřesňovat.

Trvalý systém koncepčních prací ve vodním hospodářství, navržený v závěrech SVP, má pro to vytvořit nezbytné předpoklady. SVP se stává otevřenou dynamickou soustavou, která v průběhu svého využívání bude trvale aktualizována, aby byla vždy na úrovni posledních získaných znalostí. Jedině tak může dávat kvalitní podklady pro rozhodování o dalším vývoji vodního hospodářství ve prospěch celé socialistické společnosti.

## vodní toky a nádrže

- ◆ Upozorňujeme naše čtenáře na konkurs na obsazení míst externích aspirantů ve VÚV Praha ve školním roce 1975/76. Konkurs je vyhlášen v těchto oborech: Hydrotechnika, Zdravotně technické stavby, Hydrologie a vodní hospodářství.
- ◆ Bližší údaje o konkursu viz str. 338

AERACE VODY V UMĚLÝCH NÁDRŽÍCH

RNDr. L. Fiala CSc., VÚV Praha

Poznatky z limnologického výzkumu údolních nádrží objasnilo mnoho dílčích jevů, které na sebe vzájemně navazují a poskytují komplexní pohled na soubor jednotlivých faktorů, ovlivňujících průběh změn jakosti vody v údolních nádržích.

Poznatky o vzniku anaerobie, meromiktických a akinetických vrstev v údolních nádržích a poznatky o sekundární eutrofizaci hypolimnia rozkladem odumřelé biomasy daly pak podnět k likvidaci těchto nežádoucích poměrů technickými zásahy.

Z různých možných technických způsobů, jak zlepšit zmiňované zónační poměry, je z technického i ekonomického hlediska nejvýhodnější provzdušování vody. Počet docesavních zásahů aerátory různých typů vytvářejí dlouhou řadu pokusů, které zahájil Mercier v roce 1944 na Lac de Bret ve Švýcarsku a které prozatím končí na Wahnbašské nádrži /v NSR/ a u nás na nádrži Klíčava. Ze shrnutí těchto prací lze již odvodit některé závěry pro naši praxi.

#### a/ Popis provzdušovacích prací

Při prvních provzdušovacích pokusech na nádržích Pastviny a Fláje v roce 1964 byl používán jemnobublinový rošt, který se do vody spouštěl z pevně ukotveného plovoucího pontonu. Jemnobublinový rošt se skládal ze tří trubek 4 m dlouhých. Vzdálenost mezi jednotlivými trubkami byla 0,35 m. Do trubek bylo vytvářeno 400 otvorů o průměru 2 mm. Stlačený vzduch se přiváděl do roštu gumovou hadicí z kompresoru o výkonu 56 m<sup>3</sup>/h., který byl umístěn na břehu nádrže. Stlačený vzduch se vedl přes odlučovače oleje.

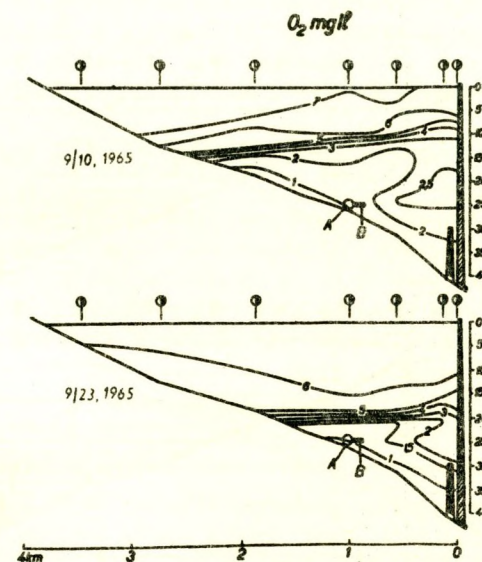
V dalších pokusech byl pro zvýšení rychlosti proudění vody nad provzdušovací rošt připevněn svislý válcový nástavec a takto upravený aerátor byl odzkoušen na nádrži Klíčava. Byly zkoušeny válcové nástavce kruhových profilů o průměrech 0,90 a 1,50 m. S těmito válcovými nástavci byly provedeny série měření průtoku a oxygenace vody.

Dalším zařízením, které bylo zkoušeno na nádrži Klíčava v roce 1967, byl Bernhardtův aerátor. U tohoto aerátoru vyčnívá horní konec válcového nástavce nad hladinu. V úrovni pod vrstvou metalimnia jsou z nástavce vyvedeny čtyři krátké trouby směřující šikmo dolů. Voda vytéká těmito troubami a vzduchové bubliny unikají svislým nástavcem k hladině.

#### b/ Charakteristika účinků provzdušovacích zásahů

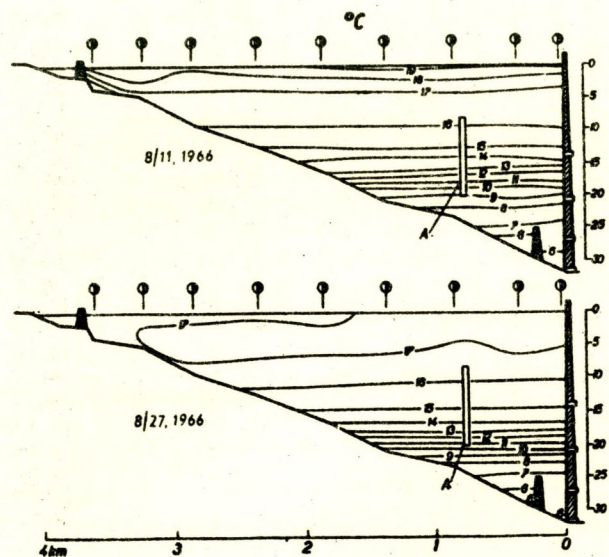
Poznatky z provzdušování vody v letech 1964 až 1970 na nádržích Pastviny, Fláje a Klíčava lze podle provzdušovacích zařízení charakterizovat takto:

1. Jemnobublinový rošt bez válcového nástavce. Svislý vzestupný proud způsobuje nad aerátorem vertikální proudění vody, při kterém dochází postupně ke snižování skočné vrstvy, k destratifikaci a promíchání vody v nádrži /obr.1/. Anaerobní vrstva u dna se likviduje poměrně pomalu. Nevýhodou metody je postupné zvyšování teploty vody v hypolimniu.



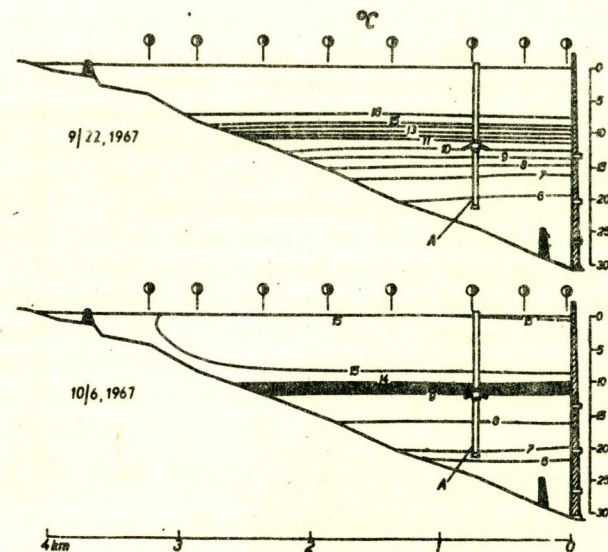
Obr.1 - Nádrž Fláje - Zonace kyslíku v podélném profilu před provzdušovacím pokusem 10.9.1965 a po jeho skončení 23.9.1965; A značí odběr vody pro vodárnu, B značí provzdušovací rošt; zónační svislice označeny terčíky

2. Provdzušovací zařízení opatřené dlouhým válcovým nástavcem. Proudem vzduchových bublin se voda ve válcovém nástavci oxygenuje a přemisťuje se ze spodní části hypolimnia do vyšších vrstev. Během zásahu dochází rovněž k postupnému snižování skočné vrstvy /obr.2/ a k destratifikaci. Dochází k likvidaci anaerobní vrstvy u dna nádrže a k obohacování trofogenní vrstvy živinami.



Obr.2 - Nádrž Klíčava - Zonace teploty v podélném profilu před provzdzušovacím pokusem 11.8.1966 a po jeho skončení 27.8.1966; A = provzdzušovací zařízení s válcovým nástavcem; zónační svíslice označeny terčíky

3. Provdzušovací zařízení opatřené válcovým nástavcem a ponořeným rozdělovačem. Zařízení promíchává a provzdzušuje vodu pouze v určité části hypolimnia /obr.3/. Účinek toho zařízení se projevuje ve vrstvě, která leží mezi vtokem do válcového nástavce a ponořenými usměrňovacími troubami. V této vrstvě nastává zprvu homogenizace a poté oxygenace, která likviduje průvodní jevy anaerobního prostředí. Jak je patrné z obr.3, nastává homogenizace ve zmíněné vrstvě v celém podélném profilu nádrže.



Obr.3 - Nádrž Klíčava - Zonace teploty v podélném profilu před provzdzušovacím pokusem 22.9.1967 a po jeho skončení 6.10.1967; A = provzdzušovací zařízení s ponořeným rozdělovačem vody; zónační svíslice označeny terčíky

Z charakteristiky účinků aerátorů vyplývá, že je možné jemnobublinovým roštem urychlit přirozený cirkulační proces. Dále je možné vhodnou kombinací jemnobublinového roštu bez válcového nástavce a jemnobublinového roštu s válcovým nástavcem likvidovat meromiktické vrstvení a extrémní anaerobní prostředí, vznikající při prvním napuštění nádrží apod. Pro vzdušovací zařízení s ponořeným rozdělovačem je možné zabránit vzniku anaerobie v hypolimniu eutrofních nádrží během letní stagnace.

Z ekonomického hlediska lze uvést: při sazbě 0,60 Kčs za kWh činily náklady na elektrickou energii pro 6 týdní provzdušování na Klíčavě 2.200 Kčs. Pro zlepšení kyslíkových poměrů v nádrži během letní stagnace jsou nutné tři zásahy v celkové délce 6 - 8 týdnů.

c/ Prognóza aeračního účinku

Výsledky měření hydraulických a oxygenačních parametrů aerátoru s válcovým nástavcem a ponořeným rozdělovačem na nádrži Klíčava umožňují předložit exaktnější hledisko na prognózu aeračního účinku v nádrži.

Funkční část tohoto aerátoru působí na vrstvu vody, která leží mezi vtokem do aerátoru a ponořenými usměrňujícími troubami /dále je označena tato vrstva názvem "vrstva L"/. Měření prokázala, že se do válce zasouvá vrstva L postupně ode dna v jednotlivých horizontálních vrstvičkách. Toto zjištění společně s dalšími parametry umožňuje stanovit konečnou koncentraci kyslíku /mg/l/ ve vrstvě L podle rovnice

$$l_t = a + b - ct$$

Dále stanoví konečnou koncentraci kyslíku /mg/l/ za  $n$  dní aerace

$$l_n = a + bn \frac{q}{Q} - cn$$

Konečně lze stanovit počet aeračních aparatur potřebných k dosažení určité koncentrace kyslíku ve vrstvě L

$$p = \frac{1}{l} \cdot \frac{a+cn}{\frac{q}{bnq}}$$

$t$  ... doba přemístění celého obsahu vrstvy L, dny

$a$  ... počáteční koncentrace rozpuštěného kyslíku, mg/l

$b$  ... přírůstek koncentrace rozpuštěného kyslíku, mg/l

$c$  ... intenzita deoxygenačního procesu,  $O_2$  mg/l, den

$Q$  ... obsah vrstvy L

$q$  ... množství vody přemístěné aerátorem za den

$n$  ... doba aerace, dny

Případný vznik homothermie ve vrstvě L během dlouhodobého provzdušovacího zásahu si vyžádá určitou korekci uvedených rovnic.

Podle dosažených poznatků lze ve válcovém nástavci příznivě upravit podmínky ovlivňující průtok a oxygenaci vody. Je možno upravit tyto podmínky tak, aby průtok vody nástavcem /průměr 95 cm/ byl 500 l/s a přírůstek koncentrace kyslíku 5 mg/l /z 0 mg/l na 5 mg/l/. Při tomto průtoku by vrstva L /obsah 1,7 mil.  $m^3$ / protekla aerátorem za 39 dní. Za tuto dobu by se při zmíněném stupni oxygenace a intenzitě deoxygenace /0,03 - 0,04 mg/l  $O_2$  za den/ zvýšila ve vrstvě L koncentrace kyslíku o 3,8 až 3,4 mg/l; při průtoku 350 l/s a přírůstku koncentrace kyslíku o 8 mg/l /z 0 mg/l na 8 mg/l/, by vrstva L protekla aerátorem za 56 dní a koncentrace kyslíku by se zvýšila o 6,3 až 5,8 mg/l.

Při zachování zmíněných hydraulických a oxygenačních podmínek aerátoru dovoluje provozní kapacita kompresoru ČKD / 22 kW, vzduch 45 l/s / použít pro zásah dvě aerační aparatury.

Při prvních podmínkách by náklady za 18 denní aeraci činily 6.000 Kčs, v druhém případě by náklady za 28 dní aerace činily 8.500 Kčs.

Z předložených výsledků výzkumu umělé cirkulace a oxygenace vody v nádržích je patrné, že byl získán dostatek zkušeností pro zvládnutí vývoje zónačních poměrů a anaerobních procesů zejména ve vodárenských údolních nádržích.

# odpadní vody

## WODNÍ HOSPODÁŘSTVÍ V DÍLNÁCH PRO POVRCHOVÉ ÚPRAVY KOVŮ

Pod tímto názvem se uskutečnila ve dnech 8. - 9. října 1974 celostátní konference, pořádaná Domem techniky v Bratislavě. Přednesené referáty pojednávaly nejen o pokovování, ale i o problematice provozů, produkujících zaolejevané vody /alkalické odmašťování, fezné emulze/.

Referáty z oblasti pokovování se týkaly zejména nových problémů spojenými s použitím komplexotvorných látek, likvidace fluoridových vod, mořirenských koncentrátů, zkušeností se zaváděním automatizovaných neutralizačních stanic jako obzvláště rozporného a zajímavého tématu. Soustavnější pozornost byla věnována aplikaci ionexové technologie a jejímu širšímu významu. V tomto směru byl zajímavý příspěvek ing. Ptáčka z Projektů Praha, zabývající se podrobnějším technicko-ekonomickým srovnáním uvedené technologie s klasickou odstavnou neutralizací. Zajímavé a poučné byly též příspěvky o zkušenostech a výsledcích ze závodů /AZNP Ml. Boleslav a Autopal Nový Jičín/, kde jsou iontoměníčové linky již několik let v provozu.

Problematika zneškodnění olejových emulzí byla podchycena souborem přednášek pracovníků VÚV Brno, postihujících nejnovější výsledky výzkumu a vývoje univerzálního deemulgačního reaktoru a optimálních technologií čištění. Zajímavá byla též přednáška ing. Dvořáka z VÚV Praha o zneškodnění odpadních vod z alkalického odmašťování, spojená s promítnutím odborného filmu zachycujícího úspěšnou realizaci v plnoprovozních podmínkách.

Živý průběh konference a bohaté diskuse účastníků ukázaly, že šlo o podnětnou akci s přínosem pro širší okruh pracovníků v průmyslu, vzdor drobným organizačním nedostatkům, které se v jejím průběhu vyskytly.

Ing. J. Růžička, ÚSVI Praha

## ČISTIČÍ STANICE S MĚNIČI IONTŮ PRO ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD Z POVRCHOVÝCH ÚPRAV KOVŮ A JEJICH EKONOMIE

ing. M. Ptáček, Projekta Praha

Čistírny s měniči iontů staly se po roce 1960 v průmyslově vyspělejších evropských státech převládajícím systémem pro čištění odpadních vod z povrchových úprav kovů. Např. v roce 1970 bylo ve Švýcarsku již 90 těchto čistíren vybaveno ionexovými linkami. Uvedená technologie čištění odpadních vod převládá také v NSR a výrobci čistíren ze západních států ji doporučují i našim závodům.

V důsledku této propagace se dnes u nás domnívá mnoho investorů, že čistírny s měniči iontů jsou synonymem pro pojem "moderní čistírna". Proto důrazně vyžadují, aby tyto čistírny byly v jejich závodech navrhovány, aniž by se zkusila vhodnost tohoto způsobu čištění pro daný případ jak po stránce technické, tak po stránce ekonomické. Příliš optimistický názor na čistírny s měniči iontů byl vyvolán některými přednostmi, které nesporně mají. Především je upravená voda zcela čistá a prakticky deionizovaná a lze ji použít nejen znovu jako oplachovou vodu v galvanické dílně, ale i pro přípravu nových lázní. Vyčištěná voda cirkuluje a z vodovodu se doplňují pouze ztráty, které v průměru dosahují 5-10 % z celkového potřebného množství vody. Tím se umožní galvanická výroba, respektive její další rozvoj i v oblastech s deficitem kapacity vodních zdrojů.

Další velkou výhodou těchto čistíren je možnost úpravy smíšených odpadních oplachových vod. Všechny ostatní způsoby čištění pracují účelně a hospodárně, jsou-li jednotlivé druhy odpadních vod z galvanovny přiváděny k čistírně odděleně.



K uvedeným výhodám lze namítnout, že hlavní výhoda měničů iontů, totiž možnost cirkulace použité vody po vyčištění, není omezena pouze na čistírny používající měniče iontů. V USA, kde se čistírny s měniči iontů používají pouze výjimečně, je navrhována cirkulace oplachové vody jako součást Lancy-systému. Také se tam nepovažuje za účelné používat vodu s tak vysokou čistotou, jaké se dosahuje při úpravě měniči iontů, i pro oplachy, které vysokou čistotu vody nevyžadují /moření, odmašťování/.

Omezené výměnné kapacity ionexů vyžaduje nízkou vstupní solnost oplachových vod na přítoku s hodnotou 2 max. 5 mval/l a ovlivňuje velikost zařízení i výšku investičních nákladů na stavbu čistíren, které převyšují náklady na stavby čistíren jiných systémů. U nás je situace o to horší, že jsme odkázáni dosud výhradně na dovoz ionexů ze zahraničí; většina čistíren s měniči iontů, které jsou u nás v provozu, byla cele dodána zahraničními dodavateli.

Ani kvalita odpadních vod, odtékajících z čistírny s měniči iontů, není zcela bez závad. Odpadní vody obsahují množství solí, které několikanásobně překračuje obsah solí v odpadních vodách, odtékajících z běžné průtočné nebo odstavné čistírny. Vysoká solnost odpadních vod vzniká v důsledku regenerace měničů, které se téměř výlučně provádí slabším roztokem kyseliny solné /0,7 - 10 %/ a louhu sodného /2 - 5 %.

R. Weiner uvádí, že lze počítat v upravených eluátech s obsahem solí ve výši cca 0,5 val/l. Neutralizační úprava se provádí pouze s koncentrovanými odpady včetně regenerátů z ionexové linky. Není třeba zdůvodňovat, že uvedené podmínky značně zvyšují zbytkový obsah rozpuštěných kovů. Zařazení kolon se selektivním ionexem na jejich záchyt nespĺňuje dosud požadované předpoklady.

Další nepříznivou okolností většiny dodávaných zařízení je provádění úpravy všech odpadních vod postupně v jedné nádrži. S ohledem na automatickou kontrolu úpravy neutralizují se odpadní vody louhem a kyselinou solnou, což dává další předpoklady pro větší množství rozpuštěných látek v odpadních vodách. Zastánci čistíren s měniči iontů uvádějí, že u těchto čistíren

se ušetří činidla, neboť není třeba upravovat hodnotu pH před čištěním jako u průtočných nebo odstavných čistíren. Prokázalo se však, že tato úspora je ve srovnání se zvýšenou potřebou činidel pro regeneraci ionexů zanedbatelná. I když se při použití měničů iontů množství odpadních vod podstatně sníží, může být vypouštění těchto odpadních vod s vysokou solností a vyšším obsahem toxických kovů závadné. V některých případech je potřebné dosáhnout tak nízkých koncentrací závadných látek ve vyčištěných odpadních vodách, že je není možné docílit dosud používanými způsoby čištění. Takové požadavky budou výhledově nesporné i u nás. Proto ideální technika čištění v budoucnosti sleduje snížení množství vypouštěných odpadních vod na takovou hranici, že by bylo možno zneškodnit např. odpařením a tím zabránit jakémukoliv znečištění povrchových vod tuhými nebo tekutými odpady tzv. koncepce "zero discharge".

Všeobecně se uznává, že čistírny s měniči iontů jsou investičně i provozně náročnější než jiné způsoby čištění. Uvádí se, že vyšší provozní náklady uhradí úspora poplatků za vodné a stočné. Podle informací z NSR při potřebě vody v galvanovně vyšší než 20 m<sup>3</sup>/hod je čistírna s měniči iontů již ekonomicky výhodná. V NSR není jednotné vodné a stočné a ekonomická úvaha se musí provádět pro každý případ zvlášť. Protože u nás se rovněž často uvádí, že vyšší investiční náklady se umožní úsporami za vodné a stočné, provedli jsme výpočet za předpokladu, že strojní zařízení i s měniči je kompletně dovezeno z NSR. Výpočet vychází z jednotného vodného a stočného /celkem 6,05 Kčs/m<sup>3</sup> v případě odběru vody z veřejného vodovodu a vypouštění do veřejné kanalizace/.

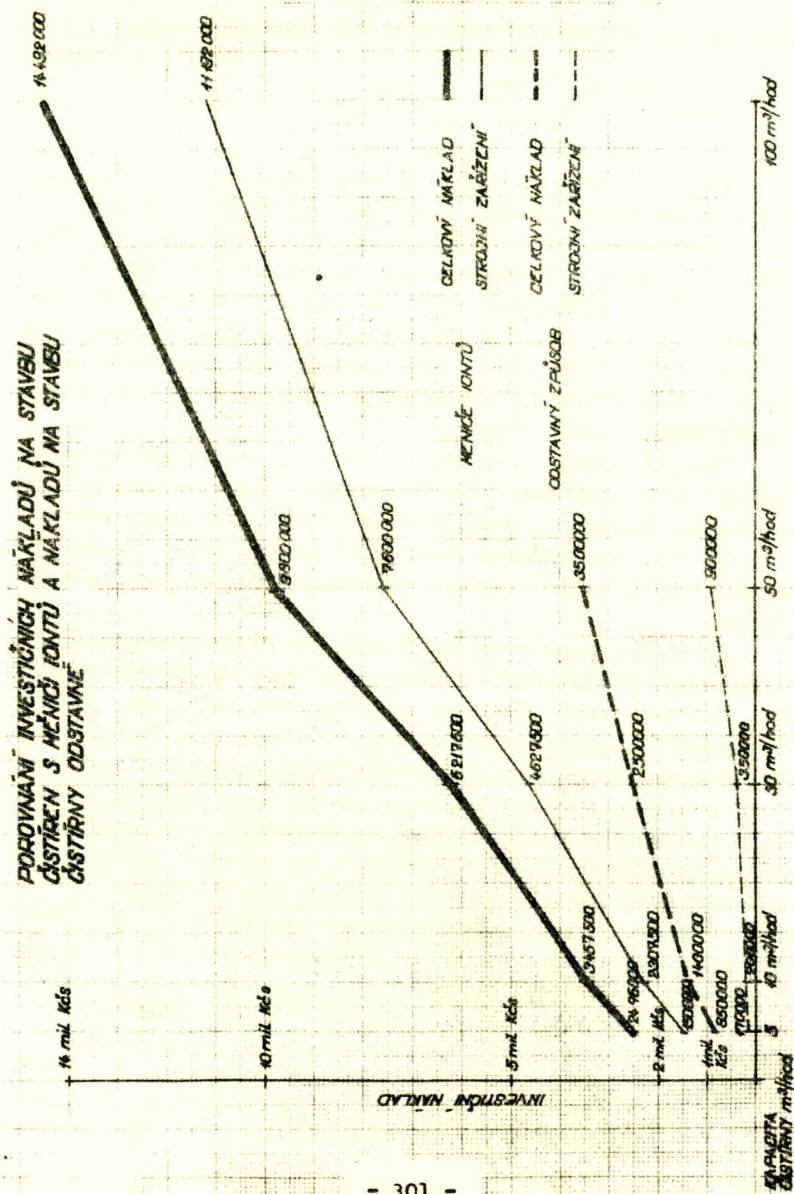
Dle tohoto porovnání jsou investiční i provozní náklady u čistíren s měniči iontů podstatně vyšší než u čistíren odstavných. I v těch případech, kdy se platí vodné i stočné v plném rozsahu, nedá se počítat s tím, že by až do kapacity 50 m<sup>3</sup>/hod byla čistírna s měniči iontů u nás ekonomicky výhodnější. Podrobnosti jsou patrné z diagramu v závěru článku.

Protože ve všech zemích jsou čistírny s měniči iontů draž-

Sti než jiné způsoby čištění odpadních vod, hledají se možnosti, jak tyto náklady snížit. Zavádí se automatizace, umožňující kratší pracovní cykly a tím menší objemy filtrů s ionexy, nepřetržitá regenerace ionexů apod.

Čistírny s měniči iontů budou také u nás podstatnou složkou čistírenské techniky pro odpadní vody z galvanoven, i když je nebudeme považovat za zařízení univerzální a použitelná ve všech případech. Nesmíme rovněž počítat s tím, že budou provozně hospodárnější. Vývoj spěje k jejich používání v kombinaci s jinými způsoby čištění odpadních vod jako regenerace lázní, získaování některých látek z odpadních vod apod.

U nás jsou dosud jediným vyzkoušeným systémem, umožňujícím vysoký stupeň cirkulace oplachové vody a z toho důvodu je nutno očekávat jejich další rozvoj.



Ing. J. Jadrný, VÚV Brno

Koncepci zařízení, které je určeno ke zneškodňování znehodnocených řezných emulzí, je třeba vždy přizpůsobit principu použitého technologického procesu. Který ze způsobů zneškodňování je pro daný druh znehodnocené emulze nejvhodnější, a to jak z hlediska předepsané účinnosti, tak i z hlediska ekonomie provozu, o tom rozhoduje především druh emulgačního koncentráta a funkční přísady, které byly použity k přípravě čerstvé emulze a stupeň druhotné stabilizace, který emulze získala až použitím ve výrobním procesu.

Častými změnami ve složení dodávaných emulgačních koncentrátů, jakož i změnami výrobního procesu a receptur pro přípravu řezných emulzí u jednotlivých producentů mění se i koncentrace a fyzikálně-chemické vlastnosti produkovaných emulzí a s nimi i princip použitelného technologického procesu zneškodňování.

U většiny strojírenských závodů jsou vedle řezných emulzí současně produkovány i využitě alkalické odmašťovací kapaliny. Ve všech těchto případech je třeba rozhodnout, zda použít speciálnějšího zařízení pro zneškodňování řezných emulzí a alkalické odmašťovací kapaliny zneškodňovat jednodušším způsobem odděleně, nebo zda bude účelnější použít jedné čistírny s koncepcí přizpůsobenou pro společné zneškodňování obou druhů kapalin. Není třeba zvlášť zdůvodňovat, že společné čistírenské zařízení je z hlediska ekonomie provozu vždy výhodnější.

Z řady zařízení použitelných pro zneškodňování znehodnocených olejových emulzí může být úspěšné a použitelné v předpokládaném rozsahu jen takové, které svou univerzální koncepcí umožňuje provoz při použití kteréhokoliv způsobu zneškodňování řezných nebo odmašťovacích emulzí a které je přizpůsobeno i pro společné zneškodňování obou druhů těchto kapalin.

V rámci státního úkolu "Výzkum zneškodňování odpadních vod obsahujících olejové emulze" byl proveden i vývoj strojně-technologických zařízení, používaných v procesu zneškodňování olejových emulzí. Podle výsledků poloprovozních zkoušek, kterými byla ověřena použitelnost všech způsobů zneškodňování na téže zařízení, byla stanovena základní koncepce deemulgační čistírny. Největší pozornost byla věnována vývoji deemulgačního reaktoru, který představuje rozhodující čisticí jednotku. V první fázi vývoje byly navrženy 3 typy deemulgačních reaktorů, které svou konstrukcí byly speciálně určeny pro zneškodňování anion-aktivních emulzí, neionogenních emulzí a pro zneškodňování alkalických odmašťovacích kapalin. Ve druhé fázi vývoje byly využity již ověřené konstrukční prvky základních typů speciálních deemulgačních reaktorů k návrhu Univerzálního deemulgačního reaktoru /UDR/.

Komplexní Univerzální deemulgační čistírna ve svém provedení zahrnuje:

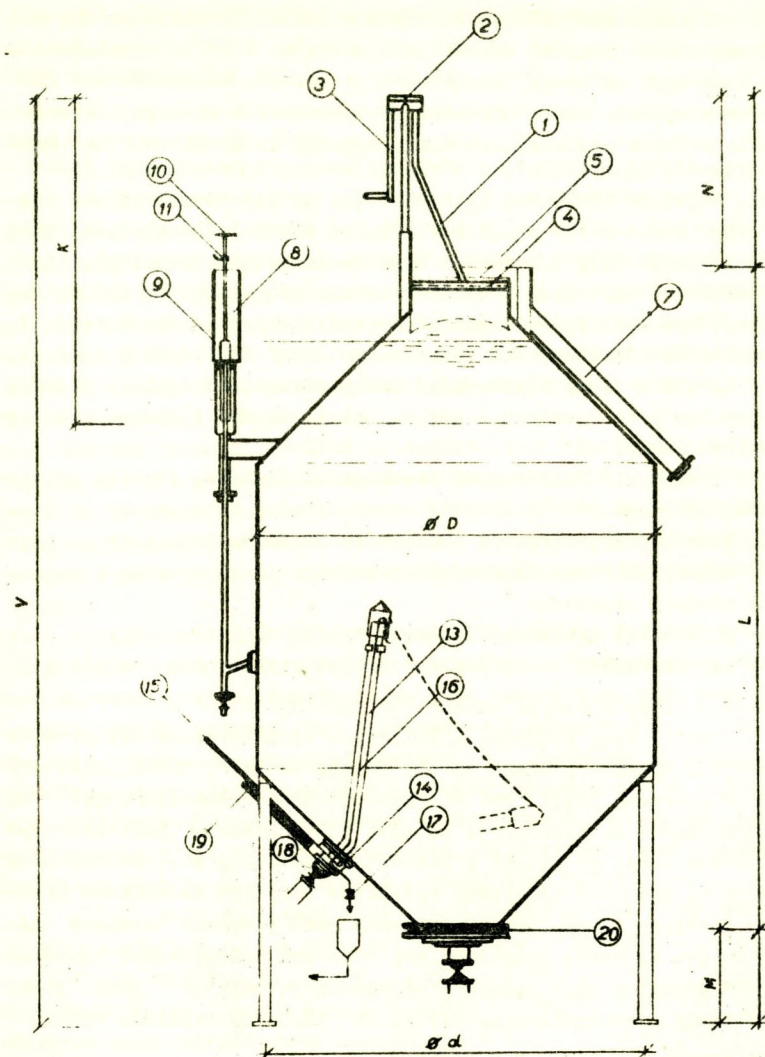
- 1/ sběrné jímky surových obráběcích kapalin,
- 2/ univerzální deemulgační reaktor,
- 3/ olejový separátor,
- 4/ gravitační zahušťovač kalu,
- 5/ systém nádrží pro přípravu roztoků příslušných chemikálií.

Sběrné jímky surových obráběcích kapalin

Pokud není produkce alkalických odmašťovacích kapalin ve stálé a výrazné převaze oproti řezným emulzím, navrhuje se dvojice sběrných jímek. Při produkci emulzních kapalin vyšší jak 10 m<sup>3</sup>/směnu se doporučuje zařadit třetí sběrnou jímku pro vyčištěné vody. Ta slouží k závěrečné kontrole, k vyrovnání odtoku a ke zpětnému využívání vyčištěné vody pro zásobování provozu čistírny. Jímky jsou navrhovány jako podzemní betonové nádrže bez kalového prostoru. Pro dosažení homogenizace akumulované kapaliny před každým přečerpáním do reaktoru jsou jímky vybaveny provzdušňovacími zařízeními /děrovaný trubkový rošt/.

Univerzální deemulgační reaktor

Je základní a rozhodující funkční jednotkou komplexní čistírny /obr. č. 1/. Je proveden jako válcová ocelová nádrž s ko-



OBR. Č. 1

nickým dnem ukončeným přírubou a s konickým stropem. Zevnitř jsou stěny reaktoru chráněny kyselinovzdorným nátěrem. Reaktor je vybaven novými konstrukčními prvky, jejichž společným účinkem je dosaženo jednak univerzálnosti použití, jednak možnosti provedení I. i II. fáze procesu zneškodňování v téže reakčním prostoru.

Pro výškovou regulaci hladiny je reaktor vybaven posuvným trubkovým přepadem /8/, který tvoří s reaktorem spojitou nádobu. Výšková regulace hladiny je provedena vertikálním posuvem přepadové trubky /9/ pomocí táhla. Táhlo je opatřeno aretačním zařízením /11/ pro možnost fixace hladiny na předem stanovených výškách. Zvyšování hladiny v reaktoru je zajištěno přívodem provozní vody /12/. Před zahájením přečerpávání surové emulze je trubkový přepad aretován ve spodní poloze, kdy přebytečné množství emulze přepadá zpět do sběrné jímky. Před nadévkováním chemikálií, stanovených pro I. fázi procesu, je posuvný trubkový přepad aretován v horní poloze. Po vyloučení uvolněných olejů je hladina zvýšena přívodem provozní vody do úrovně upravených přelivných hran reaktoru /5/.

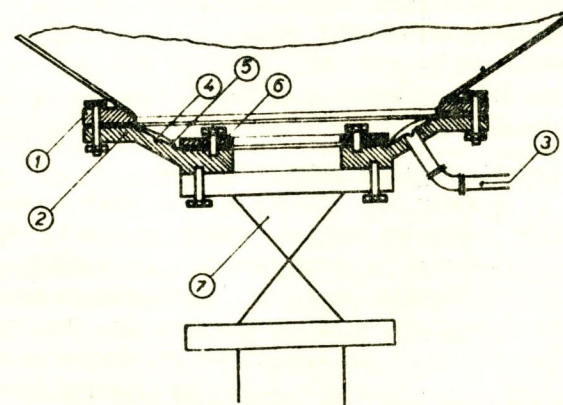
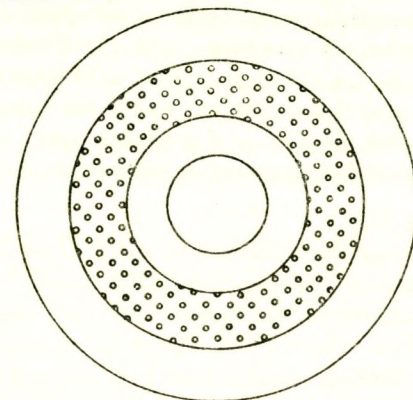
Pro kvantitativní separaci vrstvy uvolněných olejů je reaktor vybaven kyvným horizontálním šrafovákem /1/, jehož kývavý pohyb je prováděn buď pákou /3/ nebo pomocí servomotoru. Při kývavém pohybu natlačuje stěrka šrafováku /4/ vrstvu oleje přes upravené přelivné hrany /5/ do sběrného prostoru /6/, ze kterého je olej odváděn samospádem prostřednictvím olejového svodu /7/. V průběhu stahování oleje je přívodem provozní vody povolna zvyšována hladina v reaktoru. Po stažení oleje je hladina snížena do spodní výškové úrovně a zahájena II. fáze procesu.

Pro kvantitativní separaci vyčištěné vody a primárního kalu je reaktor vybaven rotační trubní výpustí /13/. Její podélnou osou je vedena trubka /16/ s kontrolním kohoutkem /17/. Výtok z kontrolního kohoutku je zachycován nálevkou a vrácen do sběrné jímky surových kapalin. Před zahájením separace vyčištěné vody od kalu je výpusť fixována ve ver-

tikální poloze. Otevřením kontrolního kohoutku sleduje obsluhovatel stav hladiny kalu. Jakmile se výtok z kohoutku vyjasní, zahájí obsluhovatel vypouštění vyčištěné vody otevřením kulového vypustného ventilu /18/, tj. ještě před ukončením sedimentačního procesu. Jakmile výtok vyčištěné vody ustane, uzavře obsluhovatel vypustný ventil a pomocí páky /15/ naklápí rotační výpusť při otevřeném kontrolním kohoutku. Zakalení výtoku z kohoutku signalizuje dosažení hladiny kalu. Obsluhovatel aretuje rotační výpusť v nastavené poloze pomocí aretační páky /18/ a zbývající část vyčištěné vody vypustí otevřením kulového ventilu. Tímto způsobem je dosaženo pozvolného vypouštění vyčištěné vody při zkrácení doby potřebné pro sedimentaci téměř na 1/2. Svou konstrukcí je aretační výpusť přizpůsobena pro rozsah kalové produkce 5 - 40 % výchozího objemu.

K provzdušňování reakčního prostoru je reaktor vybaven pro v z d u š ň o v a c í p ř í r u b o u, u které je dosaženo účinného a jemného rozptýlu vzduchových bublin prostřednictvím perforované gumové folie. Toto provedení vylučuje možnost ucpávání provzdušňovacího zařízení. Tento nový typ provzdušňovacího zařízení je uveden na obr. č. 2. Provzdušňovací příruba /2/ je přišroubována na přírubu reaktoru. V jejím těle je vyvrtán otvor /3/ pro přívod a vysoustružen kruhový žlábek pro rozvod tlakového vzduchu. Na šikmou plochu provzdušňovací příruby je přiložena perforovaná gumová fólie, která je na vnějším okraji přitažena mezi přírubou reaktoru a provzdušňovací přírubou a na vnitřním okraji mezi provzdušňovací přírubou a ocelovým přítlačným kruhem /6/. Po otevření přívodu tlakového vzduchu se poněkud roztáhne gumová plocha a uvolněnými otvory pronikají do reakčního prostoru jemné vzduchové bubliny, které souhrnně vytvářejí kužel intenzivně provzdušněné kapaliny. Prostřednictvím tohoto nového typu provzdušňovacího zařízení je zvyšována účinnost flotace uvolněných olejů až o 30 % a doba flotace zkracována více než dvojnásobně.

Univerzální deemulgační reaktor je opatřen přírubami pro možnost napojení samonasávacího čerpadla, a to pro ten případ,



OB R. Č. 2

kdy do procesu zneškodňování je zařazena tlaková flotace. Při zařazení tlakové flotace odebírá samonasávací čerpadlo vodu ze špičky konického dna reaktoru, vytí ji vzduchem pod tlakem 4 atp a vrací asi do 1/4 výšky reaktoru. V reaktoru dochází k náhlému uvolnění komprimovaného vzduchu v mikroskopické bubliny. Při použití tlakové flotace je dosahováno vyšší účinnosti procesu a vyššího zahuštění primárního kalu přímo v reakčním prostoru.

#### Olejový separátor

Je proveden jako válcová ocelová nádrž s konickým dnem i stropem o objemu, který se přibližně rovná 10 % užitečného obsahu deemulgačního/ch/ reaktoru/ú/. Pro ohřev stažených olejů je separátor vybaven buď topným hadem nebo opatřen přívodem ostré páry. Míchání obsahu nádrže je zajištěno tlakovým vzduchem, jehož přívod je vyústěn do špičky konického dna nádrže. V olejovém separátoru je olej ohřevem na předepsanou teplotu jednak zbavován kalových a ostatních mechanických součástí. V případě, kdy rozražením neionogenní emulze se olej uvolnil ve formě koncentrované emulzní vrstvy, je tato v separátoru rozražena louhem při teplotě 60 - 80°C. Po ukončení separace oleje na vodu a "čistý olej" je odloučená voda vypuštěna do sběrné jímký surové kapaliny a "čistý olej" do připravených barelů.

#### Gravitační zahušťovač primárního kalu

Je proveden jako válcová ocelová nádrž s konickým dnem. Mechanické natřásání kalu za účelem uvolnění vody, uzavřené v prostorách mezi kalovými vločkami, je zajištěno hrubobublinným provzdušňováním. Gravitační zahušťovač je vybaven rotační trubní výpustí stejné konstrukce jako UDR. Gravitační zahušťovač je určen nejen pro zahušťování primárního kalu, ale i pro jeho chemickou předúpravu. Elektrolyt získaný chemickou předúpravou kalu je přečerpáván buď přímo do reaktoru k dalšímu čistícímu cyklu nebo je samospádem odváděn do nádrže určené pro přípravu čerstvého elektrolytu. Užitečný obsah gravitačního zahušťovače je přibližně 35 % reakčního prostoru deemulgačního/ch/ reaktoru/ú/.

#### System nádrží pro přípravu roztoků chemikálií

Navrhují se 3 nádrže pro přípravu roztoku elektrolytu, kyseliny a vápenného mléka. Jedná se opět o válcové nádrže o obsahu 300 - 600 l, které jsou vybaveny provzdušňovací přírubou stejného typu jako UDR. Každá nádrž je vybavena vertikálním dávkovacím čerpadlem, které roztok chemikálií dopravuje do rozvodu. U malých deemulgačních čistíren s produkcí do 10 m<sup>3</sup>/týden je výhodnější nahradit systém rozvodu chemikálií jejich ručním dávkováním.

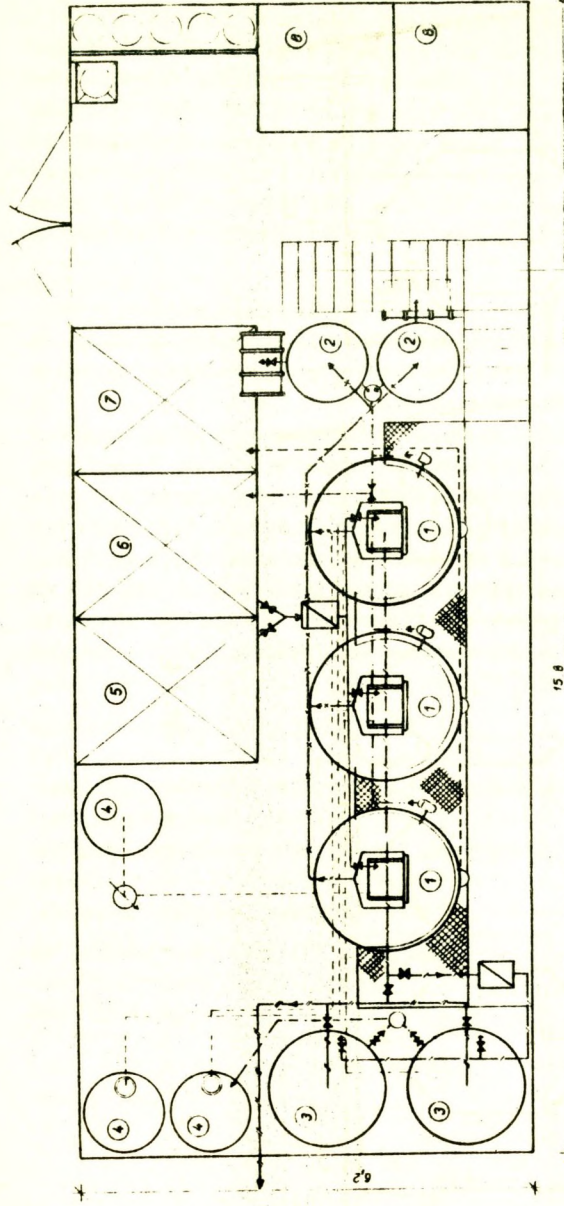
Na obr. č. 3 a č. 4 je uveden příklad zapojení UDR v komplexu deemulgační čistírny s kapacitou 15 m<sup>3</sup>/směnu. Zařízení je určeno pro společné i oddělené zneškodňování řezných emulzí a alkalických odmašťovacích kapalin.

Při menší produkci obráběcích kapalin se navrhuje zařízení při zachování základní koncepce s menším počtem reaktorů, popř. se volí typy reaktorů s menším reakčním prostorem. Vlastní rozmístění UDR včetně ostatních příslušenství lze libovolně měnit podle prostorových dispozic u jednotlivých producentů.

Univerzální deemulgační reaktory jsou vyráběny sériově ve třech velikostních typech v Královopolské strojírně, Moravské Budějovice. V následující tabulce jsou základní údaje včetně dodavatelské ceny.

typ	1,6	4,0	6,3
obsah v m <sup>3</sup>			
průměr D v mm	1.200	1.600	2.000
celková výška v mm	3.255	4.055	4.355
výška manipulační plošiny v mm	2.080	2.880	3.180
váha v kg	630	1.020	1.150
cena v Kčs	24.000	34.800	38.600

Vyvinuté univerzální deemulgační zařízení lze použít ke zneškodňování kteréhokoliv druhu obráběcí nebo odmašťovací kapaliny a při použití kteréhokoliv známého technologického pro-

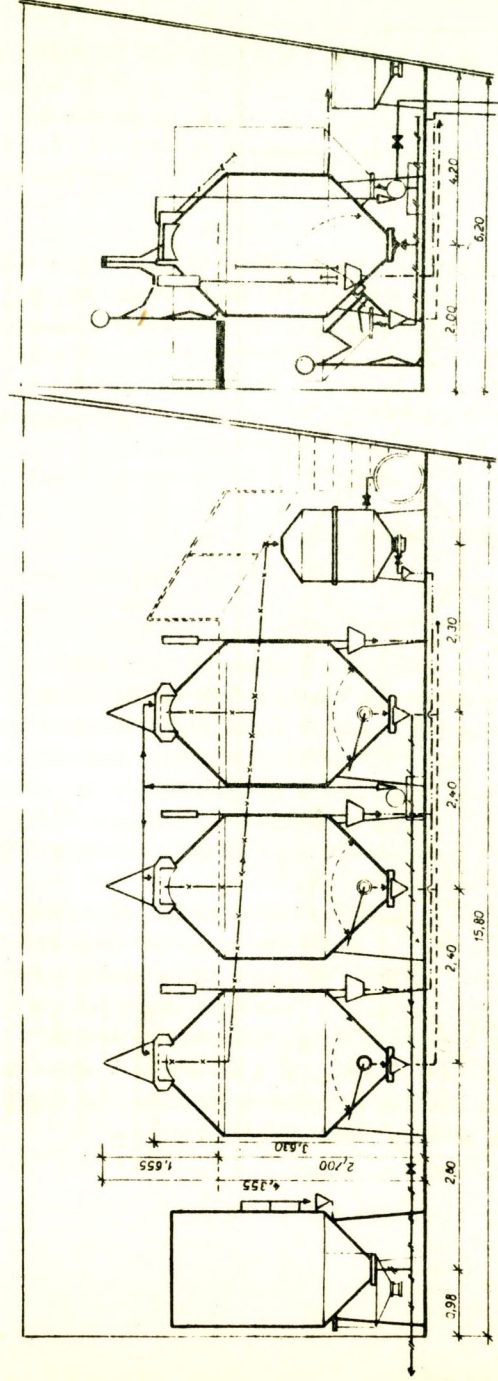


KAPACITA 15 m<sup>3</sup>/sm

1: 50

- ① DEEMULGAČNÍ REAKTOR
- ② OLEJOVÝ SEPARÁTOR (VZDUCH-OSTRÁ PÁRA)
- ③ GRAVITAČNÍ ZAHUŠŤOVAČ KALU
- ④ DÁVKOVÁNÍ CHEMIKÁLII
- ⑤ JÍMKA SUROVÉ EMULZE
- ⑥ JÍMKA ALKAL. ODMAŠŤ. KAPALIN
- ⑦ JÍMKA ČISTÉ VODY
- ⑧ SKLAD CHEMIKÁLII

OBR. č. 3



OBR. č. 4

cesu zneškodňování. Bez zásahu do konstrukce lze zařízení využít i pro zneškodňování ostatních druhů průmyslových odpadních vod, u kterých je používán dvoufázový proces zneškodňování, tj. flotace částí nečistot a jejich stažení s hladiny v I. fázi procesu a dočišťování adsorpcí /čiřením/ ve II. fázi procesu.

Poznámka lektora:

Deemulgační reaktor byl již provozně odzkoušen pro čištění odpadních vod z alkalického odmašťování s velmi dobrým výsledkem. Účinnost čistícího zařízení na odstranění minerálních olejů byla 99,3 %.

ing. M. Dvořák  
VÚV Praha

#### ZNEŠKODŇOVÁNÍ ŘEZNÝCH EMULZÍ

ing. J. Jadrný, VÚV Brno

Znečišťování povrchových a podzemních vod, jakož i půdy ropnými produkty dosáhlo tak vysokých hodnot, že ochrana proti tomuto zdroji znečištění stala se samostatnou součástí koordinovaného boje za ochranu životního prostředí. Hodnota znečištění neustále vzrůstá s množstvím zpracovávané ropy. Toto se v ČSSR zvýšilo v r. 1970 ve srovnání s r. 1937 20x. V r. 1980 má dosáhnout množství zpracovávané ropy 30 mil. t/rok, což je šedesátinásobek množství z r. 1937.

Nepříznivý vliv minerálních olejů na jakost a samočisticí procesy povrchových vod je dostatečně znám. Je však vyšší, jestliže tyto pronikají do toků ve formě uměle stabilizovaných olejových emulzí, tj. současně s povrchově-aktivními emulgátory. V této podobě vytvářejí formou orientované adsorpce neprotupné obaly kolem buněk aerobních i anaerobních organismů, zneumožňují jim příjem kyslíku a látkovou výměnu a tím omezují průběh samočisticích procesů povrchového toku.

Podle výsledků průzkumu bylo r. 1970 nedostatečně zneškodněnými olejovými emulzemi transportováno ročně do veřejných toků přes 2000 t BSK<sub>2</sub>, asi 12000 t CHSK a přes 5000 t látek olejovité konzistence. Jelikož znehodnocené emulze zpravidla nejsou v průmyslových závodech odděleně zneškodňovány, dochází k emulgaci i volných olejů u dalších druhů zaolejovaných vod. Je tak zvyšováno celkové množství zaolejovaných vod, které v současné době dosahuje 60 mil m<sup>3</sup>/rok, což představuje přes 12 % celkové produkce odpadních vod na území ČSSR.

Na celkové produkci odpadních emulzí se podílí především znehodnocené řezné emulze a využitě alkalické odmašťovací kapaliny. Z ostatních druhů vod se na celkovém znečištění emulgovanými oleji zvláště podílí sklářské lubrikační emulze, odpadní vody z autoservisů, z opraven ČSD, ČSAO a zemědělských strojů, některé druhy vod z mazutových výtopen a odpadní vody produkované procesy čištění zaolejovaných cisteren a sudů.

Vzhledem k tomu, že uměle stabilizované emulze jsou nejen potenciálním zdrojem olejového znečištění, ale že svými emulgačními účinky zvyšují celkovou hodnotu zaolejování vod i půdy, je jejich oddělené zneškodňování prvotním vodohospodářským úkolem u všech producentů.

Zneškodněním emulze se rozumí její separace na původní fáze, tj. na olej a vodu. Toho lze dosáhnout takovým zásahem, kterým je eliminován stabilizační účinek použitých emulgátorů.

Ke stabilizaci řezných emulzí se používají buď anionaktivní nebo neionogenní emulgátory. Emulgační účinek uplatňují odlišným fyzikálně-chemickým působením ve fázovém rozhraní.

Anionaktivní emulgátory ve vodném roztoku disociují a u dělují dispergované olejové částice záporný elektrický náboj. V procesu emulgace se uplatňují v plném rozsahu odpudivé elektrostatické síly. Anionaktivní emulgátory ztrácejí emulgační schopnost neutralizací elektrického náboje, čehož je dosaženo přidávkou vhodné rozrážecí soli nebo kyseliny, popř. kombinací obou těchto chemikálií. Rychlost vylučování uvolněných olejů se zvyšuje teplotou. Bez přidávky vhodného elektrolytu se teplotou stabilita anionaktivní emulze nemění.



Účinnost rozrážecí soli je závislá na mocnatví kationtu a intenzitě její hydrolyzy, kterou je snižována hodnota pH prostředí směrem k izoelektrickému bodu systému. Vždy účinnější jsou kyselé působící soli. V tabulce č. 1 jsou uvedeny hodnoty pH pětiprocentního vodního roztoku použitelných anorganických solí.

Tabulka č. 1

Sůl	Vodivost uS/cm	pH	Sůl	Vodivost uS/cm	pH
$\text{Na}_2\text{SO}_4$	39	6,7	$\text{NaH}_2\text{PO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$	14	4,2
$\text{CaCl}_2$	64	6,1	$\text{FeSO}_4$	15	3,4
$\text{Na}_2\text{SO}_4 + 10 \text{H}_2\text{O}$	23	6,0	$\text{FeSO}_4 + 7 \text{H}_2\text{O}$	13	3,4
$\text{MgSO}_4$	26	6,0	$\text{Al}_2/\text{SO}_4/3 + 18 \text{H}_2\text{O}$	10	3,1
$\text{NaCl}$	65	5,9	$\text{AlCl}_3 + 6 \text{H}_2\text{O}$	36	2,9
$\text{MgSO}_4 + 7 \text{H}_2\text{O}$	15	5,7	$\text{Al}_2/\text{SO}_4/3$	10	2,6
$\text{MgCl}_2$	68	5,6	$\text{AlCl}_3$	63	1,8
$\text{MgCl}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$	35	5,5	$\text{FeCl}_3 + 6 \text{H}_2\text{O}$	35	1,5
$/\text{NH}_4/2\text{SO}_4$	54	5,5	$\text{FeCl}_3$	33	1,0
$\text{NaH}_2\text{PO}_4$	21	4,8	$\text{KHSO}_4$	74	1,0

Jako rozrážecí soli nalezly v praxi uplatnění především síran hlinitý a železnatý a chlorid železitý, vápenatý a hořečnatý. Se zřetelem na solnost vyčištěné vody a její oxidovatelnost je třeba dávat přednost solím se síranovými ionty. Z hlediska účinnosti procesu je síran hlinitý nejvhodnější. Nevýhoda síranu železnatého ve srovnání s hlinitým spočívá především v tom, že ho nelze použít pro zneškodňování emulzních kapalin s vyšším obsahem dusitanů. Dvojmocné železo reaguje s dusitany za vzniku komplexů, způsobujících červené zabarvení vyčištěné vody.

Z kyselin je vesměs používána kyselina sírová nebo solná. Kyselina solná je reaktivnější a pro rozrážení účinnější. Její nevýhodou je však značná solnost a vyšší hodnoty oxidovatelnosti vyčištěné vody a dále nižší účinnost II. fáze procesu /dočišťování/. Je také silně tékává a agresivní vůči kovovým konstrukcím zařízení.

Neionogenní emulgátory, které nedisociují a dispergované olejové částici neudělují elektrický náboj, jsou proti působení chemikálií odolné. I při použití větších dávek chemikálií není dosahováno separace emulze na olej a vodu. Olejový podíl se vylučuje ve formě vysoce koncentrované a labilní emulzní vrstvy /rozvratování/. Neionogenní emulgátory ztrácejí svou emulgační schopnost teprve ohřevem na kritickou teplotu, tj. teplotu, která odpovídá jejich bodu zákalu. Výše této teploty je závislá na počtu ethylenoxidových skupin v molekule. U emulgátorů používaných ke stabilizaci řezných emulzí kolísá v rozmezí 30 - 70° C. Jestliže jsou anorganické chemikálie použity až po dosažení kritické teploty, probíhá separace neionogenní emulze stejně jako u emulzí anionaktivních.

Rozdílné fyzikálně-chemické vlastnosti anionaktivních a neionogenních emulgátorů jsou jedním z hlavních kritérií, které ovlivňují volbu nejvhodnějšího způsobu zneškodňování. Použitelné způsoby se podle principu dělí do tří základních skupin. Jsou to:

1. jednofázové způsoby, při jejichž použití je veškerý emulgovaný olej odstraňován adsorpcí na vhodně voleném adsorbentu;
2. dvoufázové způsoby, u kterých je rozrážení emulze v I. fázi procesu dosaženo uvolnění emulgovaných olejů, které jsou separovány a u kterých ve II. fázi procesu jsou odstraňovány jen zbytky neuvolněných olejů adsorpcí;
3. speciální způsoby, kdy separace znehodnocené emulze je dosaženo:
  - a/ kombinací jednofázových nebo dvoufázových způsobů s ohřevem,
  - b/ elektrolýzou,
  - c/ použitím povrchově-aktivního deemulgátoru,
  - d/ použitím speciálních, zpravidla kombinovaných, rozrážecích prostředků,
  - e/ odpařením emulze,
  - f/ totální likvidací znehodnocené emulze ve spalovacím procesu.

Účinnost kteréhokoliv způsobu zneškodňování je nepříznivě ovlivňována druhotnou stabilizací, kterou emulze získává při opakovaném použití ve výrobním procesu. Na výchozím stupni druhotné stabilizace se zejména podílí druh výrobní operace, doba zdržení v cirkulačním okruhu, druh a množství funkční přísady a také způsob hospodaření s emulzí. Často je výchozí stupeň druhotné stabilizace tak vysoký, že i v případě zneškodňování snáze rozrazitelné anionaktivní emulze je třeba použít některý ze speciálních způsobů zneškodňování.

Různorodost emulgátorů a funkčních přísad, častá změna emulzního koncentrátu, rozdíly v receptuře přípravy emulzí u jednotlivých producentů, jakož i nutnost zneškodňování zpravidla směsi několika druhů emulzí podstatně omezují možnost přesnější specifikace nejvhodnějšího způsobu zneškodňování podle typu emulze. O nejvhodnějším způsobu zneškodňování proto rozhoduje případ od případu výsledek informativních zkoušek.

Z jednofázových způsobů je pro jednoduchoost při provozním použití nejrozšířenější koagulační způsob. Jeho použitelnost není ovlivňována druhem emulgátoru. Rozsah použitelnosti je však omezen koncentrací emulze. Nedostatkem je produkce vysoce zalejovaného kalu a zpravidla pomalý průběh sedimentace kalových vloček. Pokud nemá dojít při použití koagulačního způsobu k nepříznivému ovlivnění sedimentačního procesu, nesmí být překročen při použití železnatých nebo hlinitých solí jako adsorbentu váhový poměr extrahovatelných látek k dávkované soli 1:1. Za ještě ekonomicky únosnou lze pokládat kalovou produkci 15% výchozího objemu po 3 hod. sedimentaci. Taková produkce kalu vzniká při dávce soli 7 - 10 g/l. Primární kal /po 3 hod. sedimentaci/ má poměrně nízkou sušinu 4 - 7 %. Použitím gravitačního zahušňovače se zvyšuje obsah sušiny do rozmezí 9 - 13 %, přičemž výsledná produkce kalu se snižuje do rozmezí 7 - 12 % výchozího objemu. Produkovaný kal vždy znamená, v důsledku vyššího obsahu adsorbovaných olejů, nebezpečí pro jakost spodní vody v případě ukládání na deponiích ve volné přírodě. Koagulační způsob, který zaručuje ve vyčištěné vodě nižší obsah olejů než 20 mg/l, je použitelný pro všechny typy anionaktivních emulzí s nižší koncentrací jak 1 % a pro některé druhy neionogenních emulzí.

Pro zneškodňování anionaktivních emulzí jsou nejrozšířenější dvoufázové kyselé způsoby. Se zřetelem na specifické podmínky čs. průmyslu je nejvhodnější dvoufázový kyselý způsob, dvoufázový kyselý způsob se zpětným vracením elektrolytu nebo adsorpčně-flotační způsob.

U dvoufázového kyselého způsobu je dosaženo rozražení emulze v I. fázi procesu okyselením na optimální hodnotu pH a desolvací emulgátoru z fázového rozhraní doplňující dávkou rozrážecí soli. Optimální hodnotou pH je takové rozmezí pH, ve kterém emulgátor ztrácí svůj stabilizační účinek a které zaručuje, že nedojde ke koagulaci použité soli v průběhu I. fáze procesu. Účinnost rozrážení, jakož i rychlost vylučování uvolněných olejů se zvyšuje dvacetiminutovým intenzivním provzdušňováním při jemném rozptýlu vzduchových bublin až o 30 %. Vyloučená olejová vrstva, která obsahuje i větší část emulgátorů, je v kyselém prostředí dostatečně stabilní a nejeví snahu zpětné emulgace při jejím stahování. Ve II. fázi procesu je zpětnou neutralizací rozražené kapaliny vápnem do rozmezí pH odpovídajícímu koagulačnímu optimu použité rozrážecí soli dosaženo její kvantitativní vyvločkování při současně adsorpci zbytku neuvolněných olejů. Zbytkový obsah olejů je při použití dvoufázového kyselého způsobu nižší než 20 mg/l. Spotřeba rozrážecí soli kolísá v závislosti na výchozím stupni druhotné stabilizace v rozmezí 2 - 8 kg/m<sup>3</sup> a kyseliny v rozmezí 2 - 3 l/m<sup>3</sup>. Produkce primárního kalu činí 6 - 15 %, po druhotném zahuštění 3 - 7 %.

U dvoufázového kyselého způsobu se zpětným vracením elektrolytu je princip procesu stejný jako u způsobu předcházejícího. Rozdíl spočívá pouze v tom, že kal produkovaný ve II. fázi procesu je v gravitačním zahušňovači podroben chemické předúpravě. Ta spočívá v okyselení primárního kalu do rozmezí pH 2 - 2,5 kyselinou sírovou, dávkovanou za pozvolného míchání obsahu zahušňovače. Je tím dosaženo kvantitativního rozpuštění vloček rozrážecí soli a uvolnění větší části olejů adsorbovaných na vločkách. Chemickou předúpravou primárního kalu je dosaženo:

- a/ snížení výsledné produkce kalu u 70 - 80 %;
- b/ vyšší filtrability u sekundárního kalu a podstatné zlepšení jakosti jeho výluhu při uskladňování na deponích ve volné přírodě;
- c/ získání plnohodnotného elektrolytu, který je využíván v dalším čisticím cyklu. Spotřeba rozrážecí soli se snižuje více než trojnásobně.

Zbytkový obsah olejů při použití dvoufázového způsobu se zpětným vrácením elektrolytu je nižší než 20 mg/l. Spotřeba rozrážecí soli kolísá v rozmezí 0,5 - 3 kg/m<sup>3</sup> a kyseliny v rozmezí 3 - 5 l/m<sup>3</sup>. Produkce primárního kalu činí 6 - 15 %, po chemické předúpravě klesá na 2 - 4 %. Způsob je použitelný pro anionaktivní emulze všech typů s koncentrací 1 - 5 %.

U adsorpčně-flotačního způsobu spočívá princip procesu v náhradě vody vázané vločkami primárního kalu uvolněným olejem a ve dvoufázové separaci vyflotované olejové hmoty na olej, bez olejový kal a roztok elektrolytu. Rozražení emulze je opět dosaženo okyselením na optimální hodnotu pH a desolvací emulgátoru rozrážecí soli. Dávkování kyseliny a soli je prováděno za stálého intenzivního provzdušňování obsahu. Uvolněný olej se rovnoměrně adsorbuje na vločkách postupně vylučovaných pozvolnou alkalizací louhem do rozmezí pH 7 - 8. Vzniklá kalová hmota, která adsorbovala veškerý olejový podíl, flotuje v důsledku nižší specifické váhy k hladině. Vyflotované kalové hmoty zaujímá 5 - 12 % výchozího objemu. Je postupně akumulována v olejovém separátoru, kde je podrobena dvoufázové separaci. I. fáze separace je prováděna po každém čisticím cyklu okyselením obsahu do rozmezí pH 2 - 2,5. Uvolněný roztok elektrolytu je vrácen do dalšího čisticího cyklu. I. fází separace se objem kalové hmoty redukuje na 3 - 6 % výchozího objemu. Po určitém počtu cyklů, který závisí na kapacitě olejového separátoru, je provedena II. fáze separace. Její princip spočívá v alkalizaci kalové hmoty louhem do vyšší hodnoty pH jak 10 za intenzivního promíchání vzduchem. Za normální teploty je průběh separace ukončen do 8 hodin. Ohřevem na teplotu 70 - 80°C se intenzita separace zvyšuje a její průběh zkracuje do rozmezí 1 -

2 hodin. II. fází separace se olejová hmota redukuje z původních 5 - 12 % na 0,5 - 1,5 % výchozího objemu. Olej uvolněný II. fází separace je čistý a má neutrální reakci. Při použití adsorpčně-flotačního způsobu je zbytkový obsah olejů ve vyčištěné vodě nižší jak 50 mg/l. Spotřeba rozrážecí soli kolísá v rozmezí 0,5 - 2 kg/m<sup>3</sup> a spotřeba kyseliny v rozmezí 3 - 5 l/m<sup>3</sup>. Výsledná produkce kalu je 0,5 - 1,5 % výchozího objemu. Způsob je použitelný pro veškeré typy anionaktivních emulzí s vyšší koncentrací jak 3 %.

Pro zneškodňování neionogenních emulzí lze použít všech dříve uvedených dvoufázových způsobů zneškodňování, pokud jsou tyto kombinovány a ohřevem na teplotu odpovídající bodu zkalu použitého neionogenního emulgátoru. Pokud není použito ohřevu, nelze dosáhnout separace emulzního systému na olej a vodu, ale pouze jeho rozvrstvení na rozraženou kapalinu a vysoce koncentrovanou emulzi. Tato v závislosti na dávce použitých chemikálií zaujímá 7 - 40 % výchozího objemu.

Jediným způsobem, kterým lze dosáhnout separace neionogenní emulze na olej a vodu bez kombinace chemického procesu ohřevem, je zneškodňování přesmykem na anionaktivní typ emulze. Jedná se opět o dvoufázový způsob zneškodňování, jehož princip spočívá v použití anionaktivního deemulgátoru, který je silněji adsorbovatelný ve fázovém rozhraní, než neionogenní emulgátor použitý k přípravě emulze. Anionaktivní deemulgátor vytvoří kolem dispergovaných olejových kapének anionaktivní ochranný film, který již není rezistentní proti vlivu chemikálií. V této fázi procesu lze dosáhnout rozražení systému použitím kteréhokoliv ze způsobů doporučených pro zneškodňování anionaktivních emulzí. Při použití tohoto způsobu zpravidla stačí k rozražení systému /po dosažení přesmyku na anionaktivní typ emulze/ pouze okyselení, tj. bez přidavku rozrážecí soli. Jelikož v rozražené kapalině zůstávají zbytky anionaktivního emulgátoru, přidává se k rozražené kapalině těsně před zahájením II. fáze procesu menší množství síranu železnatého /0,5 - 1 g/l/ nebo bentonitu v množství 3 - 7 g/l.

Při zneškodňování anionaktivních nebo neionogenních emulzí s extrémně vysokým stupněm výchozí stability, kdy účinnost I. fáze procesu klesá až na 50 % podle zbytku neuvolněných olejí, je třeba chemický proces vždy kombinovat s ohřevem. V tomto případě je třeba optimální teplotu předem stanovit informativní zkouškou.

Při zneškodňování řezných emulzí lze plného úspěchu dosáhnout jen při použití takového zařízení, které svou univerzální koncepcí umožňuje provoz při použití kteréhokoliv z uvedených způsobů zneškodňování a které je uzpůsobeno i pro zneškodňování alkalických odmašťovacích kapalin, zpravidla současně produkovaných se znehodnocenými řeznými emulzemi.

## ČIŠTĚNÍ A RECIRKULACE ODPADNÍCH VOD Z PROVOZŮ POVRCHOVÝCH ÚPRAV POUŽITÍM IONEXOVÉ ČISTIČÍ STANICE

ing. J. Vít a kolektiv - PIKAZ Praha

Práce na vývoji, projekci a konstrukci ionexových čističích stanic a zavedení této nové technologie do provozu inženýrským podnikem PIKAZ Praha přispívají k racionalizaci vodního hospodářství v průmyslových podnicích ČSSR. Zejména v podnicích Čs. automobilových závodů, kde jsou povrchové úpravy kovů nedílnou součástí výrobní základny, jsou široké možnosti využití této nové technologie.

Moderní technologií galvanických procesů, tj. používání vysoce výkonných lesklých lázní v mnohých případech není možno realizovat bez úpravy cirkulačních oplachových vod ionexy /např. při použití kvalitní oplachové vody ztlačně zmetkovitost vyloučených povlaků/.

Ionexové pryskyřice:

Ionexy jsou makromolekulární polyelektrolyty ve formě plastické hmoty, které mohou ve vodě rozpuštěné ionty v obrácené rovnovážné reakci vyměnit za vlastní ionty. Ionexy se vyrábějí v zrnění od 0,3 až 2 mm. Jsou nerozpustné ve vodě.

Pro recirkulaci oplachových vod z povrchové úpravy kovů používáme následující typy ionexů:

silně kyselé katexy  
středně bazické anexy  
silně bazické anexy

Oplachová voda protékající katexem obsahuje ionty kovů, které reagují s výměnnými skupinami katexu a uvolňují ionty vody, jež reagují s anionty na příslušnou kyselinu.

V středně bazických anexech se z oplachové vody váží zbytky silných kyselin a komplexy kyanidů.

V silně bazických anexech se odstraňují zbylé slabé kyseliny, kyselina uhličitá, bórítá a kyanovodíková.

Anexy předávají za zachycené anionty skupiny OH, takže po průchodu ionexovou linkou vznikla z oplachové vody prakticky demineralizovaná voda vysoké kvality.

Životnost ionexové pryskyřice je závislá na počtu regeneračních cyklů za rok a složení upravované vody, nové makroporézní ionexy jí mají prakticky neomezenou. Regeneracemi a sorbcí nastává však mechanické opotřebení pryskyřic v důsledku otláčení - úbytek hmoty se pohybuje do 5 % objemu náplně za rok. Na základě porovnávacích zkoušek pryskyřic různých výrobců a na podkladě zkušeností s náplněmi ze zařízení, které jsou v ČSSR v provozu, projektujeme zařízení s náplní ionexových kolon z dovozu od fy Bayer, zastoupené fy Rephachem, Praha. Tyto náplně jsou upraveny pro podmínky provozu směsných vod z galvanoven a vyznačují se chemickou odolností, vysokou praktickou kapacitou a nízkou spotřebou regeneračních prostředků. Podíl nákladů na ionexové náplně činí cca 10 % ceny technologického zařízení.

Popis funkce vlastní ionexové čistící stanice:

Oplachové vody z galvanovny rozdělené na kyselé-chromové a alkalické-kyanidové se svedou do sběrné nádrže /většinou stavební jímky/. Tato sběrná nádrž se doplňuje čerstvou vodou pouze k uhrazení ztrát z cirkulačního okruhu. Ztráty vznikají odpařením, rozstříkáním a spotřebou na regeneraci ionexové linky a činí 5 až 10 % cirkulujícího objemu vody. Hladina ve sběrné nádrži je udržována kapacitními stavoznakami.

Odstředivým čerpadlem se oplachová voda /kontrolovaná vodivostní elektrodou/ čerpá na mechanický filtr s křemičitým pískem a s aktivním uhlím, který má zachytit mechanické nečistoty a některé organické látky, případně oleje.

Z mechanického filtru se voda přivede do ionexové kolony, naplněné silně kyselou katexovou pryskyřicí. Zde se odstraní z vody ionty kovů a nahradí se vodíkovými ionty. Další ionexová kolona je naplněna slabě bazickou anexovou pryskyřicí. Zde se vymění anionty kyseliny solné, sírové, dusičné, chromové atd. za ionty hydroxidů. Odtud se oplachová voda přivede do ionexové kolony naplněné silně bazickou anexovou pryskyřicí. Zde se

odstraní zbývající anionty kyseliny křemičité, kyseliny uhličitě, kyseliny kyanovodíkové, bórité. Z tohoto anexu je vyčištěná voda vedena zpět do galvanovny s možností zvýšení jejího tlaku přidavným čerpadlem. Kvalita vyčištěné vody s vodivostí od 2 do 15 mS/cm je kontinuálně kontrolována měřením vodivostní elektrodou na výstupu z anexových kolon. Po určitém čase se průnik znečišťujících iontů ionexovými kolonami projeví stoupající hodnotou specifické vodivosti a při dosažení hodnoty 15 až 20 mS/cm je sorbční cyklus vyloučen. Ionexová linka musí být v jednotlivých stupních zdvojnásobena tak, aby bylo možno provádět regeneraci.

Regenerace resp. vyčištění mechanického filtru se provede zpětným proplachováním vodou a vzduchem v obráceném směru, než probíhá filtrace. Regenerace katexové kolony se provede tak, že po zpětném proplachu čistou vodou se přivede do kolony určité množství zředěné kyseliny. Poté se promývá opět čistou vodou, aby se odstranila kyselina.

Kyselý regenerát s promývací vodou obsahuje kationty z oplachovací vody v koncentrované formě a odvádí se podle potřeby buď do neutralizační jímky, nebo do jímky kyselých polokoncentrátů. Po provedené regeneraci je opět katexová kolona schopna dalšího provozu v cirkulačním okruhu čistění oplachových vod. Celková doba regenerace tj. zpětný proplach, vlastní regenerace a promývání trvá 5 až 7 hodin. Regenerace anexové kolony se provádí stejným způsobem, avšak louhem sodným. Alkalický regenerát s promývací vodou obsahuje kyanidy a chromáty a odvádí se do jímky pro alkalicko-kyanidové koncentráty nebo přímo do neutralizační jímky.

Neutralizace regenerátů

Regeneráty se z příslušných jímek čerpají do neutralizační jímky ke zneškodnění a neutralizaci. Jedná se o poměrně malá množství, které je možno zpracovat běžným odstavným způsobem. Regeneráty obsahující kyanidy a chromáty se zpracují tak, že se nejprve zneškodní kyanidy v alkalickém rozsahu chlornanem sodným. Poté se v kyselém rozsahu zredukuje šestimocný chrom pyrosiřičitanem sodným a nakonec se vysráží toxické kovy

hydroxidem sodným a provede se neutralizace tj. konečné úprava pH hodnoty.

Obsah neutralizační jímky se přečerpá přes filtrační kalolis, který odvodní kal na zbytkovou vlhkost 60 - 80 %.

V některých případech jsou kladeny vysoké požadavky ze strany vodohospodářských orgánů na koncentraci těžkých kovů v odpadní vodě, vypouštěné do kanalizace nebo do vodoteče.

Zde je možno připojit přídatné zařízení se speciální pryskyřicí, která selektivně zachytí těžké kovy, Cu, Ni, Zu, Cd. Lze tak dosáhnout snížení koncentrace těžkých kovů v odpadní vodě až na 1 mg/l.

Pro použití recirkulačního čištění ionexovým způsobem je nutno provést úpravy v linkách galvanovny zařazením neprůtočných oplachů, vypouštěných v intervalech dle zatížení linky. Tím se upraví technologie galvanovny a sníží solnost oplachové vody přiváděné na ionexovou čistící linku, která může pak pracovat hospodárně.

Před rozhodnutím, zda je ionexové zařízení vhodné, použitelné a hospodárné pro nově budovanou galvanovnu nebo pro stávající provoz je nutno vzít v úvahu:

1. zdroj vody - vydatnost a kvalitu surové vody
2. pokovovanou plochu výrobků a jejich členitost, systém technologických linek v galvanovně, max. výkon linek a směnnost provozu
3. požadavky na kvalitu oplachové vody tj. vodivost a čistotu
4. požadavky na odpadní vodu vypouštěnou do kanalizace nebo vodoteče tj. její maximální koncentraci.

Ionexové čistící recirkulační linky lze úspěšně použít pro následující pracovní postupy a linky:

1. zinkování kyselé
2. zinkování kyanidové /bez přísady želatiny/
3. kadmiování kyanidové
4. systémy: alkalická měď, kyselá měď, nikl matný, několikavrstvý nikl a nikl seal, chrom dekorativní
5. systém nikl, kyselá měď, nikl /dle technologie/ chrom dekorativní

6. systémy: mědění, mosazení, chromování /lesklé dekorativní i tvrdé/, pokovení plast. hmot

7. systémy: eloxování s utěsněním v páře mimo lázně s anilínovými barvivy.

Pro iontoměničové recirkulační linky nejsou vhodné následující operace: hrubé odmašťování, opalování barevných kovů, černění, lázně s organickými barvivy, fenoly.

Pracovní postupy, pro něž je třeba speciálních technologií regenerace kovů nebo kyselin:

zlacení, platinování, rhodiování, stříbření, paladiování  
regenerace mořících lázní  
regenerace chromovacích elektrobytlů  
zachycení rtuti v odpadních vodách

Na základě dohody, podepsané mezi inž. podnikem PIKAZ a n.p. Kovofiniš, Leděč n/S., bude inž. podnik PIKAZ zajišťovat vývoj, projekci všech stupňů a konstrukci, n.p. Kovofiniš bude podle této dokumentace zajišťovat výrobu a finální dodávky ionexových čistících stanic. Kovofiniš může tak investorovi kompletně dodat objekt povrchových úprav včetně řešení odpadních vod.

V současné době je uvedena do provozu čistící linka v n.p. Tesla Rožnov s náplněmi fy Bayer a připravuje se dodávka dalších ionexových stanic /Tesla Bratislava, Autopal Rychvald, Škoda Plzeň ETD, Elton Nové Město n/Met., Autobrzdý Prešov/.

Ze stručného přehledu vyplývá, že recirkulace oplachových vod s ionexovými linkami je stále více používána při rozšiřování a budování nových galvanoven v ČSSR.

## ZKUŠENOSTI Z PROVOZU IONTOMĚNIČOVÉ STANICE

V N.P. AUTOPAL NOVÝ JIČÍN

L. Boháč, n.p. Autopal Nový Jičín

Iontoměničová kolona, která je umístěna v zévodě Autopal Nový Jičín, byla dodána firmou Blasberg z NSR a byla uvedena do provozu v roce 1973. Má celkovou kapacitu 75 m<sup>3</sup>/hod. Iontoměničová stanice umožňuje recirkulaci oplachových vod z provozu galvanovny. Na tuto stanici jsou napojeny oplachové vody z kyanidového mědění, kyanidového zinkování, chromování, niklování, fosfátování, eloxování, karmiování a pokovování plastických hmot. Kapacita všech linek povrchových úprav činí 200 m<sup>2</sup> pokovené plochy za hodinu.

Všechny znečištěné oplachové vody z galvanického provozu odtékají jedním potrubím do akumulární směsné jímky o obsahu 45 m<sup>3</sup>, která je situována v objektu iontoměničové stanice. Do směsné jímky je přiváděna též přídavná voda pro doplňování spotřeby a ztrát demineralizované vody. Průměrné znečištění oplachových vod je následující:

pH 4; nerozpustné látky 2 - 5 mg/litr; rozpustné látky 50 mg/l; vodivost 120 nS; CN 2 - 5 mg/l; Cr<sup>6+</sup> 0,0 mg/l; Cr<sup>3+</sup> 2 mg/l; Fe 0,3 mg/l; Zn<sup>2+</sup> 2 mg/l; Ni<sup>2+</sup> 6 mg/l; Cu<sup>1+</sup> 2 mg/l.

Kvalita odpadní oplachové vody ve směsné jímnici je sledována vodivostní elektrodou nastavenou na hodnotu 1000 nS. Pro případ překročení vodivosti nad udanou hranici je provoz iontoměničové kolony automaticky blokován. Obsah směsné jímky je pak přečerpán k zneškodnění do neutralizační stanice. Provoz linky může být obnoven po naplnění směsné jímky čistou vodou. Oplachová voda ze směsné jímky je dopravována čerpadly o výkonu 75 m<sup>3</sup>/hod. a tlaku 6 kp/cm<sup>2</sup> na mechanický filtr s náplní hydroantracitu s podložní vrstvou křemičitého písku a s vrstvou aktivního uhlí. Filtr odstraňuje hrubé nečistoty a oleje z odmašťovacích lázní. Náplň aktivního uhlí se mění každých 6 měsíců z důvodu stálé ochrany ionexové náplně před olejovým zne-

čištěním. Praní filtru je prováděno stejným způsobem jako u běžných vodárenských pískových tlakových rychlofiltrů. Prací voda je odváděna do neutralizační stanice k zneškodnění. Obsahuje kromě organických nečistot kyanidy, chrom a kovy v množstvích, které jsou uvedena v oplachových vodách. Celkové množství prací vody je 25 m<sup>3</sup> a operace je prováděna dvakrát týdně.

Dalším stupněm iontoměničové kolony je silně kyselý katex, do něhož je přiváděna mechanicky vyčištěná voda z filtru. Výkon silně kyselého katexu je 75 m<sup>3</sup>/hod. Obsah pryskyřice je 3.600 litrů typu KD 43 - P o výšce náplně 1250 mm. Max. zatížení iontoměniče 0,93 val/l katexu. Silně kyselý katex mění vodíkové ionty za kovové kationty. Anionty prochází nezměněny. Ze solí kovů a z větší části kovových komplexů vznikají volné minerální kyseliny. Tím reaguje voda za katexovým iontoměničem kyselé. Ve skutečnosti není odstranění kationtů úplné a dochází k pronikání iontů do dalšího stupně demineralizační linky. Provozem a analýzami bylo zjištěno, že proniká v průměru 0,3 mg Zn/l; 0,3 mg Cu/l; 0,2 mg Ni/l; Fe ve stopách.

Vyčerpání jímací schopnosti silně kyselého katexu je dáno prudkým zvýšením vodivosti za slabě bazickým anexem. Jakmile je schopnost iontoměniče jímat kationty vyčerpána, provádí se regenerace šestiprocentním roztokem kyseliny solné. Regenerace je prováděna protiproudým způsobem po dobu 20 min., průtokem 6,5 m<sup>3</sup>/hod. Po regeneraci se provádí pomalé a rychlé praní. Celková doba regenerace je prům. 130 min. Množství eluátů po regeneraci činí 12 m<sup>3</sup>. Eluáty jsou vypouštěny do neutralizační stanice k zneškodnění. Regenerace je prováděna v cyklech po 72 hod. provozu.

Eluáty vypouštěné k zneškodnění na neutralizační stanici mají následující složení:

CN <sup>-</sup>	0,2 - 38 mg/l
Zn <sup>2+</sup>	26,0 - 550 mg/l
Cu <sup>2+</sup>	12,0 mg/l
Ni <sup>2+</sup>	1100 - 3700 mg/l
Rozpuštěné látky	12000 mg/l
Nerozpustné látky	50 mg/l

Oplachová voda ze silně kyselého katexu přitéká do slabě bazického anexu, který tvoří druhý stupeň demineralizační kolony. Výkon slabě bazického anexu je stejný jako u silně kyselého katexu, tj. 75 m<sup>3</sup>/hod. V slabě bazickém anexu je pryskyřice typu AD - 54 - P v množství 3600 l o výšce náplně 1250 mm. Max. zatížení iontoměníče je 0,93 val/l anexu.

Slabě bazickým anexovým iontoměníčem jsou zachycovány volné kyseliny /sírová, solná a dusičná/, které jsou obsaženy ve vodě po kyselém katexu. Kyseliny jako uhličitá, kyanovodíková, křemičitá apod. prochází v nezměněném stavu do dalšího stupně iontoměníčové linky. Slabě bazický anex vyměňuje anionty silných kyselin za ionty hydroxilové. Vyčerpání anexu je dáno stoupaním vodivosti na výstupu z iontoměníče na hodnotu 50 uS. Regenerace se provádí pětiprocentním louhem sodným proti směru průtoku upravované oplachové vody. Rychlost průtoku regeneračního roztoku iontoměníčem je nastavena na 11,3 m<sup>3</sup>/hod. Doba průtoku je 20 min. Po skončení regeneraci je prováděno pomalé a rychlé praní. Celková doba regenerace je 120 min. Regenerace je ukončena snížením zbytkové vodivosti pod 50 uS.

Eluáty mají následující složení:

CN <sup>-</sup>	1,4 mg/l
Cr <sup>6+</sup>	0,6 mg/l
Cr <sup>3+</sup>	10,0 mg/l
Cl <sup>-</sup>	7 000 mg/l
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	500 mg/l
Ner rozpustné látky	300 mg/l
Rozpustné látky	10 000 mg/l

Ostatní kovy ve stopách, případně v miligramových koncentracích.

Posledním stupněm iontoměníčové kolony je silně bazický anex. Výkon anexu je stejný jako u předcházejících iontoměníčů. Výška náplně ionexového filtru je 1250 mm. Celkový obsah pryskyřice 2.800 litrů. Iontoměníč je francouzského typu Duolite AD 58 - P. Zatížení ionexové pryskyřice 0,57 val/l.

Silně bazický anex mění anionty silně disociovaných kyselin i slabě disociovaných kyselin za ionty hydroxylové. Hlavně však má zachytit aniont kyseliny uhličitá, křemičitá a kyanovo-

díkové. Stav vyčerpání silně bazického anexového iontoměníče lze zjistit stoupaním vodivosti na výtoku z filtru. Provozem bylo zjištěno, že jako první projde aniont kyseliny kyanovodíkové, aniž vodivostní elektroda zaznamená zvýšení hodnoty. Jestliže není prokázán ve výtoku ze silně bazického anexu aniont CN<sup>-</sup> a vodivostní čidlo zaznamená zvýšení vodivosti nad 20 uS, projeví se tím vyčerpání silně kyselého katexu. Regenerace silně bazického anexu je prováděna pětiprocentním roztokem louhu sodného ve směru průtoku upravované vody. Jednotlivé časy regenerace a praní jsou obdobné jako je tomu u slabě bazického anexového iontoměníče. Množství eluátů z procesu regenerace činí 20 m<sup>3</sup>. Složení eluátů představuje:

CN <sup>-</sup>	120 - 190 mg/l
Ner rozpustné látky	15 mg/l
Rozpustné látky	8000 mg/l
Cl <sup>-</sup>	7000 mg/l
Kovy	stopy

Iontoměníčová linka je sestavena z tlakových nádrží, uvnitř pogumovaných. Rovněž propojovací potrubí mezi jednotlivými filtry je pogumováno. Rozvod demineralizované vody je proveden z tlakového polypropylénu. V lince jsou zařazeny dva silně kyselé katexy a dva slabě bazické anexy. Po vyčerpání jedné z dvojic katex - anex se uvede do provozu druhá připravená dvojice iontoměníčů. Mechanický filtr a silně bazický anexový iontoměníč jsou zainstalovány v jednom provedení. Praní a regenerace se provádí za běžného provozu linky tak, že po dobu regenerace jsou mimo provoz.

Eluáty vznikající z procesu regenerace jsou v podstatě polokonzentráty nebo koncentráty, jejichž znečištění bylo uvedeno za každým stupněm iontoměníčové kolony. Zneškodnění těchto eluátů je prováděno na čistící stanici klasického typu.

Provozem iontoměníčové stanice se ukázaly některé nedostatky. Především je demineralizační linka osazena pouze jediným mechanickým filtrem a jedním silně bazickým anexem. Při regeneraci náplně těchto filtrů jsou vyřazeny mimo provoz. Tato nepříznivá situace způsobuje pronikání organických a mechanic-



kých nečistot na silně kyselé katexy. Výhledově tento stav může být příčinou vážných poruch na těchto iontoměničích. Vyřazení silně bazického anexu z provozu rovněž přináší potíže v provozu kolony. Při vyřazení z provozu kyselina kyanovodíková po dobu regenerace proniká ze slabě bazického anexu do provozu galvanovny na oplachy. Tím dochází ke zkoncentrování kyanidů v cirkulované oplachové vodě v takové úrovni, že regenerovaný anex po uvedení do provozu je opět vyčerpán. Iontoměnič nutno znovu regenerovat a obsah směsné jímky vyčerpat na čistící stanici k zneškodnění. Uvedené zkušenosti vedou k závěru, že nutno zdvojit jak dvousložkový filtr, tak i silně bazický anex.

Dalším nedostatkem je zatěžování iontoměničů látkami, které se používají v provozu galvanotechniky a musí být vyloučeny mimo cirkulační okruh. Jde o následující látky: kyselina silikonová, kvarterní, amonné soli, fluorované a chlorované uhlovodíky, redukční prostředky, alkoholy, polyalkoholy, želatina, kovová mýdla, anilinová barviva, silné oxidační prostředky. Před každým cirkulovaným oplachem musí být zařazen ekonomický oplach, který je nutno v určitém časovém sledu dle obsahu vynášených solí vypouštět k likvidaci na čistící stanici, pokud se nevyužije pro doplňování matečních lázní.

Přes uvedené nedostatky má provoz iontoměničové stanice své výhody. Obsluhu iontoměničové stanice tvoří jeden pracovník. Úspora vody, která je hlavním činitelem, se pohybuje v rozmezí 75 - 85 %. Demineralizovaná voda se používá nejen k oplachování, nýbrž i k zakládání a doplňování lázní, s čímž prakticky souvisí zlepšená kvalita nánosu na výrobcích galvanického provozu povrchových úprav. Náklady na 1 m<sup>3</sup> demineralizované vody činí 0,75 Kčs. Náklady na 1 m<sup>3</sup> zneškodněné odpadní vody na čistící stanici činí 8,60 Kčs. Zavedením ionexové linky byla prokázána úspora vody za r. 1973 ve výši 250.000 m<sup>3</sup>.

Všeobecně lze konstatovat, že iontoměničové stanice mají své uplatnění i v oblastech povrchových úprav kovů.

## ZKUŠENOSTI Z PROVOZU IONTOMĚNIČOVÉ STANICE

V GALVANOVNĚ AZNP MLADÁ BOLESLAV

ing. J. Vacek, AZNP Mladá Boleslav

Použití iontoměničových zařízení s recirkulací vyčištěných odpadních vod z povrchové úpravy kovů se v posledních deseti letech ve značné míře rozšířilo. Princip funkce zařízení je takový, že oplachové vody se shromažďují ve společné nádrži a odtud se přečerpávají přes recirkulační iontoměničové zařízení zpět do galvanovny. V našem závodě se provádějí tyto druhy pokovování: mědění, niklování a chromování. Oplachové vody jsou v důsledku těchto operací znečištěny solemi mědi, niklu, chromu, kyanidy a solemi z odmašťovacích lázní a malým množstvím nečistot z brusných past.

Iontoměničové stanice, jejíž zařízení dostala fy Blasberg z NSR, zahrnuje mechanický filtr, kolony s katexem, slabě bazickým anexem a se silně bazickým anexem. Filtr sloužící k zachycování mechanických nečistot a olejů je dvoupatrový. V horní části je náplň křemene určité zrnitosti a v dolní části náplň granulovaného aktivního uhlí. Filtr je opatřen na vstupu a výstupu tlakoměrem. Za normálního stavu je rozdíl tlaků před a za filtrem 0,2 atp. Při zvýšení rozdílů tlaků na 0,3 - 0,5 atp je filtr zanesen a je nutno provést vyčištění jeho náplně. V našich podmínkách dochází ke snížení průchodnosti filtru zhruba za 50 - 80 provozních hodin. Při čištění se nejprve náplň zčistí tlakovým vzduchem a pak protiproudě proplachuje vodou tak dlouho, až je odtékající voda opticky čirá. Na proplachování se používá oplachová voda a znečištěná voda z výplachu filtru odtéká do neutralizační jímky k likvidaci. Na katexové koloně dochází k zachycování kationtů, v našem případě mědi, niklu, sodíku, draslíku a případně dalších kationtů. Nezachycuje se zde chrom, protože ten se vyskytuje v oplachových vodách jako kyselina chromová. Náplň katexu je pryskyřice typu K KB 3 -P od

firmy Bayer. Sorbční cyklus trvá 20 - 35 provozních hodin. Regenerace se provádí protiproudým výplachem náplně oplachovou vodou s následným proplachem technickou kyselinou solnou. Použitá množství kyseliny je 280 l. Ředí se oplachovou vodou pomocí příměšovacího injektoru v poměru 1 : 3. Kyselina prochází tělesem 20 minut. Tento čas je třeba dodržet, aby došlo k řádnému uvolnění nečistot z pryskyřice a k její opětovné regeneraci, tj. aby byla nasycena vodíkovými ionty. Pak následuje proplach tělesa oplachovou vodou až do podstatného snížení kyselosti. Oplachová voda se pak odvádí do neutralizační jímky k likvidaci. Tím je regenerační cyklus ukončen. Zjistili jsme, že je výhodné tuto regeneraci provést asi jedenkrát za dva měsíce dvojnásobným množstvím kyseliny solné, aby se kapacita katexu pozvolna nesnižovala.

Na slabě bazickém anexu dochází k zachycování aniontů silných kyselin /SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Cl<sup>-</sup>, CrO<sub>4</sub><sup>2-</sup>/. Náplň je pryskyřice AB 13 - P. Slabě bazický anex má sorbční cyklus 25 - 40 hodin. Při vyčerpání náplně se objevují ve výtoku síranové ionty a zároveň stoupá vodivost. Regenerace se nejdříve provádí protiproudým proplachem vodou, aby se odstranily usazeniny na pryskyřici. Pak následuje vlastní regenerace louhem sodným. Dodavatelem určené množství 60 l se nám neosvědčilo - je nedostatečné. Používáme množství 100 l 40 - 50 % louhu sodného. Toto množství se zředí 800 l vody pomocí přičerpujícího injektoru. Zředěný luh prochází tělesem po dobu 20 minut. Uvedený interval je nutno řádně dodržet. Pak se provede proplach provozní vodou, až poklesne podstatně alkalita. Tato voda jde do neutralizační jímky a je určena k likvidaci. Podle našich zkušeností dochází po delší době provozu slabých anexů k zanesení pryskyřice hydroxidy. Je proto výhodné provést jedenkrát do roka speciální regeneraci kyselinou solnou, aby došlo k jejich uvolnění. Pak se provede normální regenerace hydroxidem sodným.

Na silně bazickém anexu dochází k zachycování aniontů slabých kyselin /uhlíčitá, křemičitá a kyanovodíková/. Náplň je pryskyřice AB 12 - P a sorbční cyklus 30 - 45 hodin. Při regeneraci se začíná proplachem a vlastní regenerace se provádí

120 l NaOH technického zředěného na 1 000 l vodou. Ředění se provádí opět pomocí příměšovacího injektoru. Následuje proplachováni vodou až ke snížení alkality na určenou mez.

Součástí iontoměničové stanice je neutralizační stanice, kde dochází k neutralizaci uvolněných nečistot z ionexu a koncentrátů z galvanovny. Likvidace kyanidů se provádí chloranem sodným, pyrosiřičitanem sodným, úprava pH pomocí kyseliny solné nebo louhu. Zneutralizované vody procházejí kalolisem/vznikající kal obsahuje kolem 50 % vody/. Vzhledem k značnému obsahu niklu v kalu snažíme se v našem závodě o jeho znovuzískání a to ve formě čistých solí nebo kovu. Bohužel do dnešního dne se nám to nepodařilo, nepomohla ani spolupráce s lachemou či s Kovohutěmi Krompachy. Po čtyřech letech provozu iontoměničové stanice dodavatel fy Blasberg provedla odbornou prohlídku. Dle výsledku je stav zařízení dobrý s výjimkou mechanických filtrů, které byly zaneseny olejem. Je proto nutno provádět častější čištění. Dále je nutno vyměňovat náplně aktivního uhlí. Všechny tři katexy náplně jsou v důsledku trojmocného chromu více nebo méně modrozeleně zbarveny. Pro uvolnění trojmocného chromu máme doporučenu speciální regeneraci 20 - 25 % kyselinou solnou.

U náplně slabě bazického anexu scházelo cca 80 l pryskyřice, kterou je nutno doplnit. Dále bylo zjištěno menší množství jemného prachu z pryskyřice. Zvláštní úprava těles není zatím nutná. U silně bazického anexu nebyla zjištěna žádná ztráta pryskyřice. Oba iontoměniče nevykazovaly mimo zvýšeného podílu jemnozrnného materiálu zelenošedého zbarvení žádnou anomálii ve vnější struktuře.

Je tedy možno říci, že iontoměniče plní svou funkci. Ztráta pryskyřice za tělesa je však 50 % ročně. Úspora vody, dosažovaná v našem provozu, činí 90 %.

## zásobování vodou

UPLATNĚNÍ ZLEPŠOVACÍCH NÁVRHŮ V RACIONALIZACI  
VODÁRENSTVÍ V NDR

Ing. Dr. J. Kurka, Pražské vodárny

Jedním z prvních vývojových úkolů Vědeckotechnického centra /WTZ/ v Lipsku bylo vytvoření studňového zhlaví bez studňové šachty, které umožňuje jímání vody s minimálními náklady. Současně byly zlepšeny bezpečnostní pracovní podmínky, neboť práce mohou být provedeny během dne a nevyžadují žádný zvláštní dozor. Tímto způsobem bylo upraveno v lipské vodárně Naunhof I přes 80 studní, což proti tradičnímu způsobu představuje úspory přes 200.000 M.

Další zlepšení v pokládání potrubí z umělé hmoty bez předchozího výkopu a s využitím mechanizace spočívá v úpravě pásového úzkolžicového rypadla. V trase se nejdříve volně položí potrubí a jeden jeho konec se přehodí přes rypadlo, jenž je opatřeno parabolicky ohnutým nosičem a pohyblivými otáčivými kladkami. Při najíždění stroje v trase se samočinně přesunuje potrubí /jako přes střechu/ a současně se ukládá do rýhy, vytvořené bagrem za ním. Tím odpadá namáhavá ruční práce s pokládáním.

Pro odplynění a odkyselení vody /odstranění plynů,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  aj./ a současně pro odkysličení bylo vyvinuto vícestupňové kaskádové zařízení. Bylo zjištěno, že dokonalá funkce zařízení nespočívá ve výšce, ale v dokonalém odtahu plynů. Uvnitř je kaskáda z děrovaného potrubí. Zařízení dosahuje vysokého efektu v odstranění plynů při minimálních investičních a provozních nákladech za současného zlepšení pracovních podmínek. Nárok na plochu zařízení je při stejném efektu ve srovnání s běžným způsobem snížen na 1/30 - 1/40. Pro úplné odkyselení je nutná podobně jako v jiných případech ještě chemická úprava. Bližší údaje jsou v normě WAB 0038.

V mnoha oblastech zásobovaných pitnou vodou s relativně omezenou kapacitou na krytí špičkových potřeb se v NDR osvědčilo zvětšení obsahu vodojemů, postavených odlehčeným způsobem. Tím se dosáhne při nízkých stavebních nákladech krátké doby výstavby. Použitelný obsah vodojemů je 1000 - 20.000  $\text{m}^3$ .

Prostor vodojemu tvoří svahová jáma /sklon 1:1 až 1:1,5/, utěsněná a vyložená těsnicí folií. Překrytí tvoří lehká konstrukce z pozinkovaných ocelových pásů, chráněná hliníkovou vrstvou. V NDR byly již postaveny 3 vodojemy a investiční náklad ve srovnání s železobetonovou stavbou byl snížen na 70%. /Podrobnosti v normě WAB 0037./

V čistírnách odpadních vod je velmi nehygienická a tělesně namáhavá práce se shrabky na česlích. Pro malé a střední čistírny bylo vyvinuto zařízení, vyráběné v seriích pro šířku kanálu 600 mm, 900 mm a 1200 mm, které automaticky /při suchém počasí v intervalu 10 minut se otáčí o 2 otáčky/ shrabky shrabuje a nakládá na auto. Otáčení i manipulace je řízena ponornou elektrodou, jestliže vodní hladina stoupne a překročí nastavenou mez. /Bližší podrobnosti v normě WAB 0016./ Dosud bylo vyrobeno a v provozu se osvědčilo 55 kusů.

Další zařízení, jenž se osvědčuje v provozu čistíren, je krouživé provzdušování při biologické úpravě. Průměr otočného kola je 450, 600, 900, 1200, 1500, 1800 a 2400 mm /nejvhodnější se jeví průměr 1500 a 2400 mm/ s dvěma možnostmi otáček. Stavební a provozní náklady jsou o 30 % nižší než při tlakovém provzdušování.

# souborné informace

## VODOHOSPODÁŘSKÉ PONDĚLKY V PRAZE

ing. V. Malínský, CSc.

Po delším odstupu a důkladných rozvahách se městský výbor ČVTS společnosti vodohospodářské ve spolupráci s krajským výborem středočeské ČVTS společnosti vodohospodářské rozhodl obnovit pravidelné vodohospodářské večery. Dlužno říci, že impulsem iniciativy MV bylo i jednání ÚV ČVTS společnosti vodohospodářské o tomto problému a příklad bratislavských i východočeských vodohospodářů. Důležité je, že se organizace ujali ochotní pracovníci /ing. Jermář a ing. Mandovec/ a že se podařilo do aktivní účasti zapojit i pobočky a vedoucí pracovníky organizací a podniků. Pondělky jsou naplánovány od září 1974 do července 1975 a první tři z nich již proběhly.

9. září, kdy bylo zahájení obnovených večerů, podtrhl jejich význam svou účastí předseda ÚV ČVTS společnosti vodohospodářské, s. ing. Vančura, který promluvil na téma rozvoje vodního hospodářství a vodohospodářských soustav. Z přítomných 52 odborníků se většina zapojila do živé diskuse, po níž následovala ještě neformální debata mezi účastníky na téma koordinace mezi vodohospodářskými organizacemi. Požadavky, vytyčené pro pořádání večerů, byly v části zvyšování odborně technické úrovně splněny, nepodařilo se však získat k větší účasti mládež a také víceméně řízená diskuse byla příliš dlouhá.

Druhého večera o vodohospodářském školství se 14. října zúčastnilo 50 zájemců. Úvodem pozdravil přítomné zástupce Městské rady ČVTS Praha. Mezi účastníky byli pracovníci vysokých technických škol z Prahy a Brna, Karlovy university a průmyslových škol z Vysokého Mýta i z Prahy. Diskuse byla opět velmi živá a poskytla odborníkům, kteří se podílejí na reorganizaci

vodohospodářského školství, další podněty z praxe. Tento večer splnil svůj účel i v tom, že mezi přítomnými byla i řada studentů. I zde však byla řízená debata poměrně dlouhá.

Třetí večer, 11. listopadu, se zabýval vodohospodářskou problematikou Prahy. Účast 74 zkušených i mladých vodohospodářů byla velmi potěšující a ukázala, že pražští vodohospodáři se o problémy hlavního města vysoce zajímají. Večera se zúčastnili kromě pracovníků vodohospodářských organizací i pracovníci Útvaru hlavního architekta města Prahy. Bohatá diskuse ukázala, že toto téma MV vodohospodářský nedoceníl, neboť zajímavých problémů bylo tolik, že je nebylo možno za jediný večer přediskutovat. Ukázalo se, že vodní hospodářství může pomoci i v tak vzdálených oblastech, jako je např. doprava rubaniny z pražského metra, že by bylo třeba na tyto večery přizvat i hygieniky, že se projevuje vliv stavebnictví i na kvalitě vody v čistírně odpadních vod atd.

Tři vodohospodářské pondělky ukázaly, že MV ČVTS společností vodohospodářské se touto cestou dobře zapojil do vědeckotechnické propagandy ve smyslu zvěřů květnového pléna ÚV KSČ i opatření VI. plenární schůze ÚR ČSVTS a je třeba, aby i další pondělky dobře zajistil.

Pro zájemce připojujeme program pro první pololetí roku 1975. Večery se konají v klubovně /č. 345/ Filmového klubu, Praha 1, Národní třída 40, vždy v 19,30 hod.

- 13. ledna 1975 - Úpravy toků a jejich krajinnotvorná funkce
- 10. února 1975 - Vodohospodářské projekce a její kapacita
- 10. března 1975 - Čistírny odpadních vod, jejich výzkum, vývoj a typizace
- 14. dubna 1975 - Podzemní zdroje a vodohospodářské soustavy
- 12. května 1975 - Ekonomické problémy a názory
- 10. června 1975 - Vodohospodářský výzkum a věda, jejich sepětí s praxí a dosah uplatnění
- 14. července 1975 - Problematika vodních cest.

## K o n k u r s

na obsazení míst externích aspirantů ve Výzkumném ústavu vodohospodářském ve školním roce 1975/76

Ředitel Výzkumného ústavu vodohospodářského, Praha 6, Podbabská 30, vyhlašuje konkurs na obsazení míst externích aspirantů v oborech:

Hydrotechnika  
Zdravotně technické stavby  
Hydrologie a vodní hospodářství

Podmínky přijetí jsou uvedeny ve vyhlášce č. 199 ze dne 11. 11. 1964 o výchově nových vědeckých pracovníků (uveřejněno ve Sbírce zákonů ČSSR, částka 85 ze dne 12. listopadu 1964).

K žádosti se přikládají doklady podle § 9 a § 45 odst. 1 c uvedené vyhlášky. Uveďte rovněž druhý světový jazyk, který chcete kromě ruštiny v rámci aspirantury studovat.

Nástup do aspirantury je k 1. říjnu 1975.

Žádosti o přijetí do externí aspirantury zasílejte Útvaru kádrové a personální práce - odd. pro výchovu Výzkumného ústavu vodohospodářského Praha 6, Podbabská 30, PSČ 160 62, tel. 32 90 41 - 5 nejpozději do 30. dubna 1975 na formulářích, které jsou v ústavu k dispozici.

Ředitel ústavu - vedoucí školícího pracoviště

ing. Fr. K r ý c h a v.r.

## O B S A H

Druhé vydání státního vodohospodářského plánu (V.Plecháč).	285
VODNÍ TOKY A NÁDRŽE	
Aerace vody v umělých nádržích (L.Fiala) .....	289
ODPADNÍ VODY	
Vodní hospodářství v dílnách pro povrchové úpravy kovů (J.Růžička) .....	296
Čistící stanice s měniči iontů pro čištění odpadních vod z povrchových úprav kovů a jejich ekonomie (M.Ptáček) ...	297
Univerzální deemulgační čistírny a jejich použití (J.Jadrný).....	302
Zneškodňování řezných emulzí (J.Jadrný).....	312
Čištění a recirkulace odpadních vod z provozů povrchových úprav použitím ionexové čistící stanice (J.Vít).....	321
Zkušenosti z provozu iontoměníčové stanice v n.p. Autopal Nový Jičín (L.Boháč) .....	326
Zkušenosti z provozu iontoměníčové stanice v galvanovně AZNP Mladá Boleslav (J.Vacek) .....	331
ZÁSOBOVÁNÍ VODOU	
Uplatnění zlepšovacích návrhů v racionalizaci vodárenství v NDR (J.Kurka) .....	334
SOUBORNÉ INFORMACE	
Vodohospodářské pondělky v Praze (V.Malínský) .....	336

R O Č N Í K 16

Vydává Výzkumný ústav vodohospodářský v Praze z pověření  
Ministerstva lesního a vodního hospodářství ČSR.

Určeno pracovníkům rozvoje vodního hospodářství, národních  
výborů, vodohospodářských podniků, závodním vodohospodářům,  
zlepšovatelům a novátorům.

Dohlédací pošta Praha 07, snížený poštovní poplatek povolen  
Ředitelstvím pošt Praha, j. zn. P/1 - 6561/73 ze dne  
9. listopadu 1973.

Vychází měsíčně.

Redakční rada: ing. J. Beneš (předseda), dr. H. Daňková, inž.  
M. Chrtěk, dr. J. Krecht, CSc., K. Kudrna, inž. dr. J. Kurka, J.  
Kváča, inž. A. Ladecký, inž. A. Nejedlý, CSc., inž. P. Pitter, CSc.,  
inž. J. Růžička, inž. V. Sadílek, dr. A. Sledká, CSc., inž. V. So-  
torník, CSc., inž. Z. Vaník, inž. K. Vávra, Z. Vlček, inž. J. Zolman.

Redaktor: dr. D. Kubálek

Redakce: Výzkumný ústav vodohospodářský, Podbabská 30, Pra-  
ha 6, PSČ 160 62, tel. 32 90 41-6

Číslo 11 - 12

Cena 7,00 Kčs