

Čistenie droždiarenských odpadných vôd špeciálne výpalkov ionexami

MILOSLAV TRIEB

Kvásný priemysel, n. p., Trenčín

628.3:663.12/.14

Mohutný rozvoj priemyslu so zaostávajúcimi nedokonalými čistiacimi zariadeniami vody spôsobujú na mnohých našich riekach kritický stav. Vypúšťanie nedostatočne vyčistených odpadných vôd do verejných tokov spôsobuje neúnosné zdravotné závary a to v takej miere, že niektoré toky sa stávajú neschopné pre obecné užívanie. Odpadné vody však často obsahujú hodnotné látky, ktoré sa z hospodárskeho hľadiska vyplatí zachycovať pre ďalšiu výrobu.

Každý závod, vypúšťajúci odpadné vody je povinný zariadiť účinnú čistiareň, v ktorej sa vyčistia odpadné vody natoľko, aby neboli škodlivé pre tok. V aplikácii týchto podmienok na droždiareň v Trenčíne je doterajšia čistiaca stanica nedostačujúca a je preto treba vybudovať novú čistiareň. Z uplatnených metód čistenia droždiarenských odpadných vôd, zvlášť výpalkov, je vyskúšané čistenie podľa *Dr Ing. V. Jonáša* a dánsky spôsob (*De danske Spritfabriker*). Avšak vybudovanie čistiarne, pracujúcej podľa týchto spôsobov, vyžiadalo by si veľké investičné náklady a veľký stavebný priestor, ktorý v našom podniku nemáme. Tieto príčiny nás nútia hľadať iný účinný spôsob čistenia našich odpadných vôd. Napr. použitie ionexov na čistenie droždiarenských melasových výpalkov, obdobne ako v cukrovarníctve. Podľa literatúry možno použiť ionexy na odstraňovanie iontove viazaného dusíka (betainicky, aminokyselín) a síry (SO_4).

Postup prác

Pre riešenie tohto úkolu bolo potrebné zistiť množstvo jednotlivých druhov odtekajúcich vôd, nerovnomernosť odtoku, znečistenie a reakciu odpadných vôd po miešaní riečnou vodou. Teoreticky vypočítané jednotlivé množstvo odpadných vôd zrovnávalo sa so skutočnosťou. Zároveň sme skúšali možnosti čiastočného zneškodnenia výpalkov čerením a neutralizovaním.

Po týchto pokusoch nasledovalo zostavenie pokusnej aparatury a informatívne skúšky s rozličným materiálom, cez ktorý výpalky pretekali (mramor, koks, aktívne uhlie a neskoršie ionexy). Konečné štádium pokusov sa prevádzalo na 3člennej sklenenej ionexovej stanici sklárni „Kavalier“.

Pokusná časť

Odpadné vody, odtekajúce zo základného závodu Kvasný priemysel, n. p., Trenčín, kde je sústredená výroba droždia spojená s priemyselným liehvarom, výroba umelých jedlých tukov a výroba liehovín, skladajú sa z výpalkov, z chladiarenskej vody, umývacej vody (odpadajúcej pri čistení jednotlivých prevádzok a výrobného zariadenia) a splaškov (z kancelárskych a obytných budov).

Odpadné vody z nášho najväčšieho oddelenia droždiarne sme počítali vzhľadom na polokontinuitný

spôsob kvasenia podľa spotrieb vôd chladiacich, zriedovacích, ako aj podľa užitých množstiev násad horúcich melasových sladín. Pre výpočet množstva jednotlivých odpadných vôd sa brali do úvahy tiež prevádzkové pomery podľa jednotlivých ročných období. Takto dosiahnuté teoretické výpočty sa vyrovnali prakticky so skutočnosťou, ktorá potvrdila správnosť výpočtov. Konštatovalo sa, že odtok odpadných vôd je cez celý rok zhruba rovnomerný. Aby sa získal prehľad o zložení odpadných vôd, predovšetkým sa venovala pozornosť tej zložke odpadných vôd, ktorá spôsobuje najväčšie znečistenie, t. j. priemernému zloženiu záparty, ktorá po odseparovaní kvasníc a zbavení liehu dáva výpalky tohto zloženia:

| | |
|-------------------------------|-----------------------|
| acidita (na neutrál. lakmus) | 0,1—0,2 N NaOH/100 ml |
| pH | = 5,1—5,7 |
| N | = 0,45—1,61 g/l |
| P ₂ O ₅ | = 0,0085—0,032 g/l |
| odparok | = 9,9—12,0 g/l |
| popol | = 4 g/l |
| organ. látky | = 5,9—8,0 g/l |
| síra (ako SO ₄ " | = 1,29 g/l |

Výpalky nezriedené i zriedené (podľa skutočnosti) ostatnou odpadnou vodou, podliehajú rozkladu, pri ktorom pH sa mení smerom k neutrálnemu bodu. Pri teplote okolo 30—35 °C už asi za 3—4 dni je badať silný sírovodíkový zápach. Na povrchu sa tvorí závojový povlak, v ktorom boli dlhé plesňové mycely, kvasinky, nespôrujúce dlhé tenké tyčinky a sporujúce krátke tyčinkovité baktérie. (Blížšie identifikované neboli).

Zloženie výpalkov je v našom závode priaznivejšie ako sa všeobecne uvádza. Naš výrobný spôsob je zameraný na dokonalé využitie všetkých živín, nachádzajúcich sa v melase a v anorganických živinách (síran amonný, diamoniumfosfát). Polokontinuálny spôsob výroby nám umožnil radikálne zníženie počtu násadných generácií, pri ktorých sa pracuje s nadbytkom živín a preto množstvo výpalkov, pripadajúcich na násadné generácie, robí iba 7—8 % z celkovej ročnej produkcie. Prítoková schéma melasovej sladinky vyhovuje požiadavke čo najvyššieho využitia organického dusíka. Určovaním optimálnej reakcie pri kvasení znížili sme spotrebu kyseliny sírovej a tým i obsah síry vo výpalkoch. Skúškami sme sa presvedčili, že sa nedajú čistiť chemickým spôsobom (zrážaním) výpalky samotné a ani odpadné vody, pretože vznikali

veľmi jemný alebo príliš voluminózny kal, ktorý sa zle usadzoval a jeho objem obnášal 10—20 % objemu celej odpadnej vody.

Neutralizačné pokusy ukázali, že sa neutralizácia výpalkov, či odpadnej vody, dá previesť tak, aby sa znížila agresivita vôd. Spotreba páleného vápna vo forme 4—5 % Bé vápenného mlieka je minimálna a činila by predovšetkým 40—60 kg páleného vápna za 24 hod. Takto upravené odpadné vody, zmiešané s riečnou vodou, nikdy nevykázali pri rozklade smenu pH pod 7.

Čistenie výpalkov filtračnými hmotami

Ako filtračných hmôt sme použili mramor (na zvýšenie pH) koks a aktívne uhlie, aby sa odstránil jemný zákal, zanášajúci póry. Výsledky pokusov priniesli iba nepatrný kladný výsledok, pretože na jednotlivých hmotách i na batérii so všetkými uvedenými hmotami sa zachytilo max. 20 % sušiny výpalkov, pričom hmoty sa rýchle zanášali a úplná čírosť výpalkov sa však nedosiahla.

Filtrovaním kremelinou dosiahlo sa čírosti výpalkov a rýchlosti prietoku pri stieraní vrchnej vrstvy kremeliny bola dostatočná. Pomocou rotačného hubnového filtra dali by sa odstrániť všetky organické hmoty z odpadných droždiarenských vôd (hlavne kvasinky v umývacích vodách).

Čistenie výpalkov ionexami

K pokusu sme mali k dispozícii tieto ionexy: Wofatit P, Wofatit MD, Staionit F-extra, Anex MED, Anex OAL, Hydrafin. Po predbežných pokusoch boli vyradené oba Wofatity pre nízku čistiacu schopnosť a rozpuštnosť.

Výpalky sa začali čistiť ionexami statickým spôsobom tak, že príslušné množstvo ionexu po nabobtnaní a niekoľkonásobnom prevedení striedavo do H⁺ a OH⁻ cyklu, sa dalo na určitú dobu do výpalkov, aby pomery odpovedali v tomto miniatúrnom meradle prevádzkovým pomerom a tiež požiadavke prietoku 0,1 ml výpalkov / 1 ml ionexu / 1 min, ktorý je najvýhodnejší. Regenerácia sa prevádza 3,7 % HCl a 3 % NaOH a premývanie destilovanou vodou do neutrálnej reakcie a negatívnej reakcie na Cl⁻. Po uplynutí určenej doby sa výpalky odseparovali a stanovilo sa v nich pH, sušina, celkový dusík (Kjeldahl) a síra (ako SO₄" podľa Prístavku).

Tabuľka 1

| Jonex | pH | | Sušina | | | Dusík celkový | | | Síra | | |
|---------------|--------|--------|-----------------|-----------------|------------|-----------------|-----------------|------------|-----------------|-----------------|------------|
| | pôvod. | koneč. | pôvod. g/100 ml | koneč. g/100 ml | čistenie % | pôvod. g/100 ml | koneč. g/100 ml | čistenie % | pôvod. g/100 ml | koneč. g/100 ml | čistenie % |
| Staionit. . . | 5,5 | 3,0 | 0,9032 | 0,6633 | 26,56 | 0,0428 | 0,0255 | 40,55 | 0,0446 | 0,0412 | 7,77 |
| Hydrafin. . . | 5,5 | 3,4 | 0,9247 | 0,6125 | 33,76 | 0,0424 | 0,241 | 43,19 | 0,0886 | 0,0409 | 40,4 |
| ANEX | | | | | | | | | | | |
| MFO. . . | 5,4 | 5,9 | 0,9614 | 0,8407 | 12,25 | 0,0414 | 0,03836 | 7,34 | 0,0348 | 0,0117 | 66,35 |

Tabuľka 2

| Jonex | pH | | Sušina | | | Dusík celkový | | | Síra | | |
|---------------|--------|--------|-----------------|-----------------|------------|-----------------|-----------------|------------|-----------------|-----------------|------------|
| | pôvod. | koneč. | pôvod. g/100 ml | koneč. g/100 ml | čistenie % | pôvod. g/100 ml | koneč. g/100 ml | čistenie % | pôvod. g/100 ml | koneč. g/100 ml | čistenie % |
| Hydrafin. . . | 5,4 | 3,1 | 0,9614 | 0,6954 | 27,67 | 0,0414 | 0,028 | 32,37 | 0,0348 | 0,0347 | 0,32 |
| Staionit. . . | 5,4 | 2,8 | 0,9614 | 0,4508 | 53,11 | 0,0414 | 0,0168 | 59,42 | 0,0348 | 0,0346 | 0,60 |
| ANEX | | | | | | | | | | | |
| MDF | 5,4 | 5,1 | 0,9614 | 0,3138 | 67,36 | 0,0414 | 0,0134 | 67,63 | 0,0348 | 0,0015 | 95,69 |

Priemerné výsledky spôsobu čistenia výpalkov sú uvedené v tab. 1.

Nakoniec sa previedlo čistenie tak, že výpalky sa postupne dávali z jedného ionexu do druhého, pri čiastočnom odobraní vzorky na rozbor. Výsledky sú uvedené v tab. 2, pričom údaj v poslednom riadku udáva konečné čistenie. Treba poznamenať, že výpalky po Hydrafine boli značne odfarbené.

Na základe predbežných pokusov statickým spôsobom sa prišlo k spôsobu prietokovému.

Pre tento účel bola zostavená trojčlenná kolonka s náplňou po 280 ml nabobtnalých ionexov v poradí Hydrafin (sulfonované uhlie, Hrušov) Staionit F-extra (fenol formaldehydový, Záluží u Mostu) Anex MFD (fenol metylen-diamonový, laboratórna vzorka Záluží u Mostu). Ionexy pred použitím boli pripravené niekoľkonásobným prevedením do H^+ a OH^- cyklu. Pred použitím sa premývali destilovanou vodou u katexov do negatívnej reakcie na Cl^- a u Anexov do neutrálnej reakcie. Regeneračné roztoky boli tie isté, ako v predchádzajúcich pokusoch.

Množstvo náplne ionexov bolo volené tak, aby pri prietoku 0,1 ml výpalkov / 1 ml ionexu / 1 min, zodpovedalo v zmenšenom meradle prevádzkovým pome-

Tabuľka 3

| Doba prietoku | Pôvodné výpalky | Minúty | | | | | | | |
|-----------------------|-----------------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | 60 | 120 | 180 | 240 | 300 | 360 | 420 | 480 |
| mg Ca CO ₃ | | | | | | | | | |
| 1 l | 493 | 168 | 225 | 311 | 267 | 283 | 322 | 367 | 400 |

Záver laboratórnych pokusov

Pri znižovaní prietokovej rýchlosti ani pri predfiltrácii výpalkov nebať podstatný rozdiel. Pri danej trojčlennej zostave ionexov je účinné pre čistenie do maximálne 17 mg výpalkov na 1 ml ionexu. V prevádzke by to znamenalo pri predpokladaných náplniach ionexov regenerovanie za 4–8 hod alebo zväčšenie

náplne, alebo užitie ionexov špeciálnych s vysokou výmennou schopnosťou (ako Wofatit C, Amberlity, Duolit a niektoré sovietske ionexy), ktoré k dispozícii neboli.

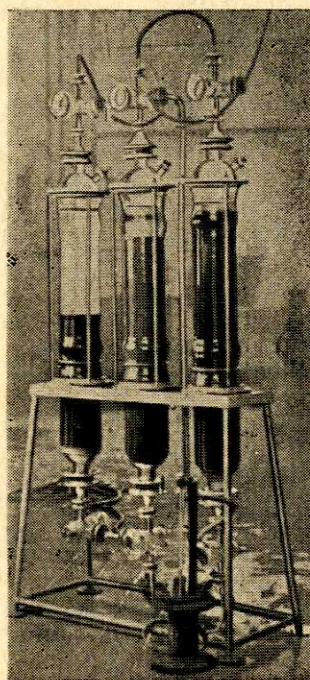
Nasledujúce pokusy, ktoré mali nahradiť štvrtprevádzku, boli prevedené na trojčlennej ionexovej batérii sklárni „Kavalier“ (viď obr. 1).

Náplň jednotlivých členov:

I. Člen Hydrafin (sulfonované uhlie) kapac. 1,02 mehv/g.

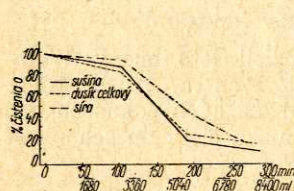
II. Člen Staionit F-extra (fenol-formaldehydový) kapacita 1,6 mehv/g.

III. Člen Anex OAL, kapacita mehv/g.

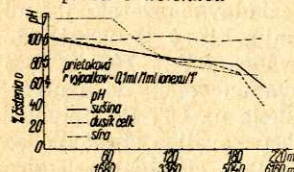


Obr. 1

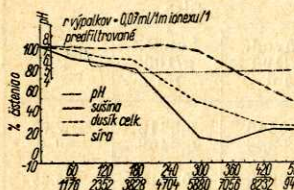
Množstvo jednotlivých náplní bolo volené tak, aby pomer priemeru základní ku výške vrstvy bol cca 1:7, t. j. 10 l ionexov v každej kolone. Ionexy ležali na vložke zo skla s pozdĺžnymi otvormi 1 mm širokými, na ktorej bola vrstva sklenených guľčiek. Zamedzilo sa tak zmenám prietokového tlaku, ktorý nastáva zanášaním fritovej vložky. Ventily boli sklenené, kónické ovládané ručne v takom množstve, aby sa každá kolona dala ovládať samostatne vo všetkých pracovných cykloch. Zásobná nádrž bola umiestnená vo výške 5 m, takže potrebný tlak sa získal samospádom. Batéria bola zakončená univerzálnym prietokomerom „LP“. Prietoková rýchlosť bola pri všetkých pokusoch 0,083 ml výpalkov na 1 ml ionexu za 1 min. Prietok v cykle čistením bol v smere zo spodu nahor, v cykle regeneračnom opačný. Ionexy pred použitím boli po nabobtnaní prevádzané do H^+ a OH^- cyklu 3 % roztoku HCl a NaOH v množstvách cca 250 % na celkovú kapacitu ionexov, tým sa zbavili zvyškov nečistôt po výrobe. Nakoniec sa prepláchli zmäčkovou vodou z prevádzkovej zmäčkovacej ionexovej stanice. Takto pripravená batéria bola použitá na čistenie výpalkov. Skôr ako bolo prikočené k analytickej kontrole, bolo prevedené 7 cyklov čistenia na tejto batérii, aby výsledky neboli skreslené počiatočným stavom ionexov.



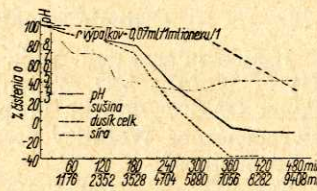
Graf 1 — Prietok: 0,1 ml výpalkov/1 ml ionexu/1 min. Predbežný pokus, ktorý mal vyskúšať pokusnú kolonku a prácu s kolonkou



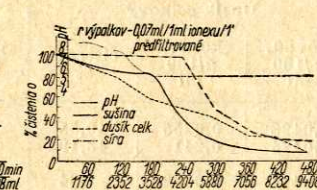
Graf 2 — Prietok: 0,1 ml výpalkov/1 ml ionexu/1 min.



Graf 3 — Sledovaný vplyv zníženia prietokovej rýchlosti výpalkov. Rýchlosť znížená na 0,07 ml výpalkov/1 ml ionexu/1 min. V prevádzke by to znamenalo zväčšenie náplní ionexov



Graf 4 — Sledovaný vplyv predfiltrácie výpalkov. Výpalky filtrované cez vrstvu kremeliny za neustáleho stierania vrchnej vrstvy, filtrát bol čirý. Výpalky po predfiltrácii prepúšťané cez ionexy v prietokovej rýchlosti 0,07 ml výpalkov/1 ml ionexu/1 min. Súčasne bola sledovaná i rozkladnosť jednotlivých frakcií prietoku. Výsledky sú uvedené v tab. 4.



Graf 5 — Výpalky predfiltrované ako v predchádzajúcom pokuse. Prietoková rýchlosť rovnaká. Sledovanie rozpustnosti mramorov v jednotlivých frakciách.

rom, množstvu odtekajúcich výpalkov. Vzorky boli odobierané počas celého prietoku a v jednotlivých frakciách sa stanovil pH, dusík, síra, sušina. Výsledky sú uvedené na grafoch 1, 2, 3, 4, 5 a tab. 3.

Tabuľka 4

| Po prietoku za hod. | Pôvodné výpalky | Po prietoku 2532 ml | Po prietoku 4704 ml | Po prietoku 7056 ml | Po prietoku 9408 ml |
|------------------------|---|---|--|--|--|
| 24 | | vzorky bez zmeny | | | |
| 48 | zakalovanie výpalkovo-zemité zápach | zakalovanie slabý zemité zápach | zakalovanie slabý zemité zápach | zakalovanie zemito-kyslý zápach | zakalovanie zemito-kyslý zápach |
| 72 | zákal, jemná usade- nina, silný výpalko- vo-zemité zápach | zákal, jemná usadenina slabý zemité zápach | zákal s jemnou usade- ninou, zemito nakyslý zápach | zákal s jemnou usade- ninou, zemito-nakyslý zápach | zákal s jemnou usadeni- nou, zemito-nakyslý vý- palkový zápach |
| 96 | zákal, vložkovate- nie, jemná usadeni- na, silný zápach roz- kladný povlak | detto | zákal, jemná usadenina slabý zápach | zákal, povlak, rozklad- ný zápach | zápach, povlak, silný rozkladný zápach |
| 120 | zákal, povlak, vlož- kovatenie, rozklad- ný zápach, sirovodík | vložkovatenie, slabý rozkladný zápach | zápach, povlak rozkladný zápach | vložkovatenie, povlak, silný rozkladný zápach | vložkovatenie, povlak, rozkladný zápach, siro- vodík |
| 144 | vložkovatenie a èe- renie, sirovodík | detto | vložkovatenie, rozklad- ný zápach | vložkovatenie, slabý zápach po sirovodíku | vložkovatenie usadzo- vanie, sirovodík |
| 168 | usadzovanie sirovodík | vložky usadené nepatrný zápach | usadzovanie, slabý zá- pach po sirovodíku | usadzovanie, zápach po sirovodíku | usadzovanie vložiek, sirovodík |
| 192 | usadzovanie, slabší sirovodíkový zápach | tekutina skoro číra, sirovodík sa neobjavil vôbec | vložky usadené, slabý zápach po sirovodíku | hrubá usadenina, vyčero- vanie, slabší sirovodi- kový zápach | usadenina, roztok skoro čirý, slabší sirovodi- kový zápach |
| 216 | usadenina, roztok skoro čirý, veľmi slabý sirovodíkový zápach | | roztok skoro čirý nepatrný zápach po sirovodíku. | roztok skoro čirý nepatrný zápach siro- vodíkový | roztok skoro čirý nepatrný zápach siro- vodíkový |

Pracovný postup pozostával:

1. Èistenie výpalkov.
2. Regenerácia ionexov.
3. Premývanie ionexov.

Hydrafin a Staionit sa regeneroval 3 % roztokom HCl 250 % na celkovú kapacitu ionexov a Anexu OAL 4 % NH_4OH taktiež 250 % na celkovú kapacitu Anexu.

Premývanie katexov sa dialo do neutrálnej reakcie odtoku a u Anexu do negatívnej reakcie na amoniak.

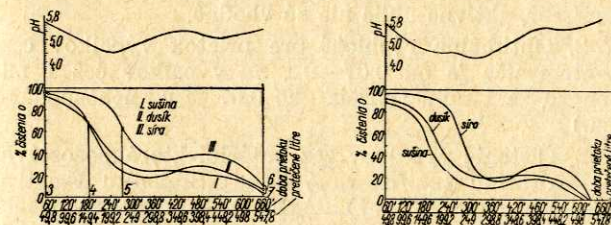
Po zabehnutí batérie bola prevedená analytická kontrola. V časových intervaloch prietoku sa odoberali vzorky, u ktorých sa sledovalo: pH (pH-metrom), sušina (pri 105 °C), celkový dusík (metódou Kjeldalovou), síra (podľa Pristavku) [15] a zafarbenie. Prehľadné znázornenie èistenia výpalkov ionexovou

èistenia oproti prvej kontrole, a to u sušiny o 7,4 %, u dusíka celkového o 25,8 % a u síry o 17,4 %. Zhoršenie èistenia je zapríèinené mikroskopickými neèisto-
tami výpalkov, ktoré zanášajú výmenné hmoty, takže sa ani dôkladným prepraním nevyèistia.

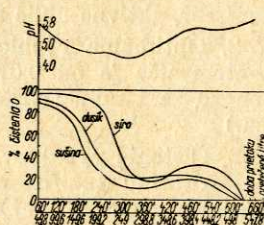
Pre výpoèet pomocných empirických dát boli zobra-
né dáta z prvej analytickej kontroly, kedy výmenné
hmoty neboli ešte zanesené kalom a za základ bol
vzatý prvý vyššie uvedený spôsob práce.

Tabuľka 5

| Èíslo vzorky | Doba prietoku | Prete- čené množst. v l | pH | Sušina g/100 ml % èistenia | Dusík g/100 ml % èistenia | Síra g BaSO_4 , 100 ml ^o , èistenia |
|-----------------|------------------|----------------------------------|-----|-------------------------------------|------------------------------------|--|
| 1 | 0' | pôvod. výpal. | 5,8 | 1,076 | 0,0518 | 0,1937 |
| 2 | 60' | 48,6 | 5,4 | 0,0538 95,0 | 0,0039 82,3 | 0,0056 97,1 |
| 3 | 120' | 99,6 | 4,9 | 0,1054 90,2 | 0,0083 83,9 | 0,0085 95,6 |
| 4 | 180' | 149,4 | 4,6 | 0,3120 71,0 | 0,0162 68,8 | 0,0120 93,8 |
| 5 | 240' | 199,2 | 4,9 | 0,6291 42,2 | 0,0346 33,2 | 0,0339 82,5 |
| 6 | 300' | 249 | 5,1 | 0,7923 27,3 | 0,0407 21,5 | 0,0941 51,4 |
| 7 | 360' | 298,6 | 5,4 | 0,8267 24,1 | 0,0414 20,1 | 0,1249 35,5 |
| 8 | 420' | 348,6 | 5,3 | 0,8294 23,8 | 0,0398 23,2 | 0,1248 35,8 |
| 9 | 480' | 398,4 | 5,1 | 0,8546 21,5 | 0,0376 27,4 | 0,1172 39,5 |
| 10 | 540' | 448,2 | 5,2 | 0,8802 18,1 | 0,0391 27,5 | 0,1218 37,1 |
| 11 | 600' | 498,0 | 5,4 | 0,9146 15,0 | 0,0426 17,7 | 0,1358 29,9 |
| 12 | 660' | 547,8 | 5,5 | 1,0458 2,9 | 0,0485 0,3 | 0,1793 9,5 |



Graf 6



Graf 7

batériou je uvedené na grafe 6. Sú na ňom krivky zá-
vislosti % èistenia na množstve pretečených výpalkov
pre pH, sušinu, dusík a síru. Analytické výsledky sú
na tab. 5.

Po ďalších siedmich pracovných cykloch bola pre-
vedená analytická kontrola. Výsledky v grafickom
znázornení pre èistenia sú uvedené na grafe 7 a ana-
lytické hodnoty tab. 6. Badať znateľné zhoršenie

Objemová činnosť baktérie je určená vzťahom
$$= \frac{q_{cn}}{q_{cm}}$$
, v ktorom q_{cn} v našom prípade je množstvo pretečených výpalkov dokonale vyčistených a q_{cm} je hraničná hodnota, kedy sa znečistenie blíži hodnote znečistenia pôvodných výpalkov.

Tabuľka 6

| Číslo vzorky | doba prietoku | preteč. množst. v l | pH | dusík g/100 ml % čistenia | sušina g/100 ml % čistenia | síra g BaSO ₄ 50 ml % čistenia |
|--------------|---------------|---------------------|------|---------------------------|----------------------------|---|
| 1 | 0' | pôvod. výpal. | 5,8 | 1,076 | 1,076 | 0,1937 |
| 2 | 60' | 49,8 | 5,3 | 0,0059 | 0,0592 | 0,0046 |
| | | | | 88,5 | 94,5 | 97,6 |
| 3 | 120' | 99,6 | 5,05 | 0,0097 | 0,1216 | 0,0073 |
| | | | | 81,3 | 88,7 | 96,2 |
| 4 | 180' | 149,4 | 4,6 | 0,0261 | 0,3561 | 0,0154 |
| | | | | 49,7 | 66,9 | 92,0 |
| 5 | 240' | 199,2 | 4,5 | 0,0403 | 0,7047 | 0,0382 |
| | | | | 22,1 | 34,5 | 80,3 |
| 6 | 300' | 249 | 4,35 | 0,0454 | 0,8577 | 0,1340 |
| | | | | 12,4 | 20,3 | 30,8 |
| 7 | 360' | 298,8 | 4,6 | 0,0465 | 0,8705 | 0,1637 |
| | | | | 10,2 | 19,1 | 15,5 |
| 8 | 420' | 348,6 | 5,1 | 0,0438 | 0,8536 | 0,1488 |
| | | | | 15,3 | 21,6 | 23,2 |
| 9 | 480' | 398,4 | 5,4 | 0,0425 | 0,8493 | 0,1328 |
| | | | | 17,9 | 22,0 | 31,4 |
| 10 | 540' | 448,2 | 5,35 | 0,0453 | 0,8887 | 0,1379 |
| | | | | 12,5 | 17,4 | 28,8 |
| 11 | 600' | 498,0 | 5,4 | 0,0508 | 1,0136 | 0,1635 |
| | | | | 1,9 | 5,8 | 13,6 |
| 12 | 680' | 547,8 | 5,6 | 0,0549 | 1,1083 | 0,1950 |

Dosadením hodnôt do vzorca dostaneme pre objemovú účinnosť u sušiny a dusíka $\frac{100 \text{ l}}{498 \text{ l}} = 0,2$ a pre síru $\frac{175 \text{ l}}{498 \text{ l}} = 0,35$.

Stupeň využitia ionexov v batérii je číslo vyjadrujúce pomerne množstvo iónov vymenených v pracovnom cykle ku množstvu iónov, ktoré je schopný ionex vymeniť za daných regeneračných podmienok. Hodnoty boli vypočítané planimetromom z plôch určených bodmi (graf 6) a príslušnou krivkou pre sušinu a dusík.

$$\frac{0123}{0673} = 0,48 \quad \frac{0123}{0673} = 0,45$$

$$\text{a pre síru } \frac{0453}{0673} = 0,58$$

Teoretická kapacita je daná pomerom celkového množstva zachytenej látky, ktorú môže za daných regeneračných podmienok zachytiť ku množstvu nabobtnalej hmoty.

Pre sušinu vychádza:

$$c_{tn} = 53,58 \text{ g/l ionexov v batérii,}$$

pre dusík celkový:

$$c_{tn} = 2,58 \text{ g N/l ionexov v batérii,}$$

pre síru:

$$c_{tn} = 14,67 \text{ g SO}_4'/\text{l ionexov v batérii.}$$

Praktická kapacita je taká, ktorá sa uplatňuje v čistiacom procese. Je to pomer množstva zachytenej látky v pracovnom cykle ku množstvu výmennej hmoty. V našom prípade by to bolo:

pre sušinu:

$$C_n = 29,68 \text{ g/l ionexov,}$$

pre dusík celkový:

$$Cu = 1,46 \text{ g/l ionexov,}$$

pre síru:

$$Cu = 6,15 \text{ g SO}_4'/\text{l ionexov.}$$

Udané čísla kapacít udávajú teda množstvo zachytených látok (iónov) v 1 l ionexov. Z rozdielu medzi súčtom celkového dusíka a sírou oproti sušine vidieť, že na ionexoch sa odohrávajú výmenné pochody, v ktorých sa zachycujú ešte i iné ióny (napr. K⁺). Zisteie týchto pochodov by si však vyžiadalo veľa času a veľký kolektív pracovníkov. Muselo sa preto analyticky stanovovať iba to, čo hlavne zatažuje výpalky, ako odpadnú vodu (dusík a síra). Značnou subjektívnou závadou je zafarbenie výpalkov hoci prietokom cez ionexy sa značne znížilo (bolo zachytené na Hilgerovom fotokolorimetre s filtrom č. 608).

Čistá voda mala extinkcie 0,900, zatiaľ čo pôvodné výpalky 0,058. Pribeh počas čistenia vyzeral takto:

| Čas odobratia vzoriek v min | | | | | | | | | Povodné výpalky |
|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------------|
| voda | 60 | 120 | 180 | 240 | 300 | 360 | 420 | 480 | |
| extinkcia | | | | | | | | | |
| 0,950 | 0,680 | 0,650 | 0,650 | 0,550 | 0,530 | 0,350 | 0,130 | 0,128 | 0,058 |

K regenerácii bolo použité pre Staionit a Hydrafin 35 l 3 % roztoku HCl a pre Anex OAL 10 l 4 % roztoku NH₄OH. Po regenerácii boli premývané katexy i anex silným prúdom vody až pokiaľ odtekajúca voda nemala pH blízke hodnote 7. Za premývaciú vodu slúžila voda zmäkčená ionexovou stanicou ku parnému kotlu. Spotreba vody činila cca 100 l pre Katexy (Staionit a Hydrafin) a 80 l pre Anex OAL.

Záver

Bolo zistené hospodárenie vodou s množstvami jednotlivých odpadných vôd a konštatovaný pravidelný odtok odpadných vôd s malými výkyvmi v letnom a zimnom období (chladiaca voda) v droždiarni v Trenčíne.

V pokusoch, ktoré sú v práci popísané, bola zisťovaná vhodnosť rôznych filtračných hmôt a u nás vyrábaných ionexov pre čistenie droždiarenských melasových výpalkov, pričom boli získané nasledovné poznatky:

1. Výpalky nutno bezpodmienečne pred púšťaním predčistiť, aby sa odstránili jemné suspendované častice, ktoré zanášajú póry výmenných hmôt a tak rýchlo znižujú kapacitu. Výhodné by bolo užitie kontinuálneho bubnového vákuového filtra s filtračnou vrstvou kremeliny. Iné predfiltračné hmoty: koks, mramor, aktívne uhlie nie sú vhodné.

2. Optimálna rýchlosť pre prietok výpalkov cez iontomeniče je od 0,07—0,1 ml výpalkov cez 1 ml ionexu za 1 min. (Nižšia ako 0,07 je už nevhodná.)

3. Čistenie výpalkov cez batériu, ktorá pozostáva z Hydrafinu (sulfonované uhlie) Staionitu F-extra (fenol-formaldehýdový) a Anex OAL prebieha v dvoch fázach. V I. fáze klesne čistenie výpalkov behom 4 hod. z hodnôt cca 90 % až na 20—30 % (u sušiny, dusíka a síry). V II. fáze sa udržiava čistenie na hodnote cca 20—30 %, behom ďalších 5. hod a potom rýchlo k 0 a dokonca sa už raz zachytené látky začínajú vyluhovať.

Podľa toho sa dá pracovať dvomi spôsobmi:

I. Regenerovaním za 4 hod dosiahne sa lepšie čistenie, ale je to neúnosne nákladné. Zachytí sa na uve-

denej sústave ionexov 29,68 sušiny, 1,46 g dusíka a 6,15 g SO_4 v 1 l výmennej hmoty.

II. Regenerovaním za cca 9 hod, horšie čistenie. Zachytí sa na uvedenej sústave ionexov 53,58 g sušiny, 2,58 g dusíka a 14,67 g SO_4 v 1 l výmennej hmoty.

4. Zistené značné zníženia agresivity prečistených výpalkov mramorovým pokusom (dôležité pre vodné diela).

5. Prietokom cez ionexovú batériu nastáva odfarbenie výpalkov, ktoré síce nehrá tak značnú úlohu v zrovnávaní s analytickými hodnotami, predsa však veľmi pôsobí na mienku obyvateľstva, ktoré sleduje zafarbenie vodného toku odpadnými vodami.

6. Rozkladnosť prečistených výpalkov klesla približne o 30—40 %.

7. Regenerácia u katexov prevádzaná 3 % roztokom HCl v množstve cca 200 % na teoretické množstvo. U Anexu regenerácia prevádzaná 4 % NH_4OH v množstve cca 250 % na teoretické množstvo. Výhoda v užití amoniaku ako regeneračného činidla spočíva v nasledujúcom zúžitkovaní tekutiny po regenerácii, ktorá obsahuje síran amonný a voľný amoniak a dá sa bez zbytku využiť ako živného roztoku do droždiarenskej záparty. Dusíkaté látky (betainu aminokyselín) sa získajú eluovaním katexu amoniakom [14]. Eluát sa odparí (odstráni sa amoniak) a zbytok okyslí HCl a tým sa prevede betain a aminokyseliny na príslušné soli, ktoré sa získajú odparovaním a kríštalizáciou.

8. Kapacita našich ionexov nie je taká, aby čistenie výpalkov ionexami nebolo veľmi nákladné.

Bolo by treba vyskúšať niektoré sovietske ionexy, ďalej Amberlity: I R — 4 B, I RC — 50, I R — 45, Duolit: C 10, S — 30. Sú to hmoty skoro všetky s vysokou výmennou schopnosťou alebo určené na vysokomolekulárne látky.

Literatúra

- [1] Věstník ministerstva techniky č. 24, roč. XXX: Směrnice pro průzkum jakosti vody v tocích a směrnice pro podrobný průzkum průmyslových odpadních vod ve výrobních podnicích. Rámcové směrnice pro odběr vzorků a jednotné vyšetřování vod povrchových a odpadních. Vědecko-technické nakladatelství, Praha, 1950.
- [2] Beger A., Beger E.: Biologie der Trink- und Brauchwasseranlagen, Jena, 1928.
- [3] Landa S., Karas F.: Jakost a úprava vod. Tehnicko-vědecké nakladatelství, Praha 1952.
- [4] Péče o čistotu vod. Soubor přednášek. Věd. nakladatelství, Praha, 1950.
- [5] Klož K.: Chemický rozbor povrchové vody se zřetelem k rybářství. Nakladatelství Brázda, 1950.
- [6] Zavadil J., Gabriel J., Hampl B., Procházka R., Bulíček J.: Jakost a úprava vod, Nakladatelství Orbis, 1946.
- [7] Pichler M. E.: Působení ionoxových pryskyřic na dusíkaté látky v melase. Listy cukrovarnické 68 (1952) č. 11, str. 253.
- [8] Kahler, Reenta: Smíšená deionisace L. 69, 1953.
- [9] Šmíd J., Rádl V.: Charakteristika a zkoušení našeho silně basickeho anexu OAL, Chemický průmysl III/28 (1953), č. 5, 179.
- [10] Stalolit — měnič iontů (Propagační odděl. stat. závodů).
- [11] Über selektive Reaktionen auf Ionenaustausch. Helv. Chem. Acta XXXIV (1951), 6.
- [12] Šmída J. a kolektiv: Měníče iontů, jejich vlastnosti a použití.
- [13] Číhal K.: Použití ionexu k zpracování šťav a melas v cukrovarnictví, Průmysl výživy 1 (1950), č. 3, 107.
- [14] Selix M., Burianek J., Číhal K.: Příprava aminokyselin a betainu z melasy, lihovarských výpalků a surovin podobného složení s použitím ionexů. Sborník vědeckých prací potravního průmyslu. Státní nakladatelství techn. literatury, Praha 1953, str. 131.
- [15] Přístavka D., Votický Z.: Nový způsob stanovení síry. Chem. zvesti V (1951), č. 12, 1.
- [16] Číhal K.: Použití ionexů. Listy cukrovarnické 65 (1949), č. 45—48, 205.
- [17] Severa Z., Pecák V., Hoffman J.: Průmyslová izolace látek na měničích iontů. Chem. průmysl IV (1954), č. 6, 223.