

# Technické nástroje tvorby a ochrany životného prostredia v priemysle

EDITA KACHAŇÁKOVÁ

**Základnými technickými nástrojmi tvorby a ochrany životného prostredia v priemysle sú samy technologické procesy, ktorých základom je technologická linka, vznikajúca zoskupením viacerých technologických operácií. V areáli závodu sa spravidla zoskupujú viaceré technologické procesy, ktoré vytvárajú priemyselnú výrobu v príslušnej organizácii. Priemyselnú výrobu však netvorí len technologické a im pridružené procesy, ale sú zoskupené do úhrnného množinového komplexu, v ktorom sú významné v subsystéme aj parametre riadenia výroby, jej organizácie, ekonomické aspekty a nástroje, nadväznosť na nadriadené orgány a začlenenie do celého národohospodárskeho komplexu.**

Pretože najväčšie množstvá odpadov vznikajú v hlavných technologických uzloch výroby, treba sa predovšetkým zamerať na minimalizáciu tvorby odpadov v týchto výrobných centrách, a tým realizovať máloodpadové technologické procesy. V gradácii technologická operácia — technologický proces — priemyselná výroba možno účelne realizovať minimalizáciu tvorby odpadov predovšetkým v prvom stupni a ich racionálny recykus v druhom stupni, s následnou možnosťou prehĺbiť tento recykus v úhrnnej priemyselnej výrobe, či už vo vlastnom areáli závodu alebo dislokáciou v závode nespracovateľných odpadov do iných závodov vo forme druhotných priemyselných surovín.

Technologické operácie sa musia v základe predovšetkým diferencovať na mechanické, fyzikálne, chemické, biologické a nukleárne, s veľkou variabilitou ich skladby v technologickom procese. V uvedenej postupnosti týchto operácií sa spravidla aj graduje ich zložitost a technologická náročnosť v priemyselnej výrobe. Ťažiskovým zameraním technických nástrojov tvorby a ochrany životného prostredia v priemysle je minimalizácia tvorby odpadov a racionálne spracovanie nevyhnutne vzniknutých odpadov. Treba preto osobitne z týchto aspektov sledovať racionalizáciu využitia

a spracovania surovín, minimalizáciu spotreby energie, ako aj optimalizáciu všetkých technologických operácií.

Z pohľadu máloodpadových technológií treba osobitne zvýrazniť základné technologické operácie úpravníctva surovín. V hutníctve, ťažkej chemickej technológii, v elektrochémií a elektrotermii ide zväčša o mechanické, ale aj o chemické rozdrúžovanie rudnín a zemín s veľkou tvorbou hlušínového odpadu. Od účinnosti tohto rozdrúžovania a racionálneho využitia jeho odpadov nezávisí len celková efektívnosť celej predmetnej priemyselnej výroby, ale aj intenzita ich devastáčného vplyvu na životné prostredie. Okrem mechanického rozdrúžovania a magnetickej, príp. elektrostatickej separácie sú stále významnejšie flotačné procesy a priame chemické koncentrovanie požadovaných zložiek zo základných prírodných surovín.

Ťažiskovými aparátmi chemickotechnologických procesov sú chemické reaktory. V nich nastáva základná premena surovín na medziprodukty až na finálne produkty, a v nich sa predovšetkým rozhoduje o druhoch a množstvách odpadov vzťahovaných na mernú jednotku produktu. Optimalizáciou týchto ťažiskových chemických premien možno z hľadiska máloodpadových techno-

lógii najvýraznejšie minimalizovať tvorbu nežiadúcich zložiek sústavy, ktoré v konečnom dôsledku prechádzajú spravidla aj do nereprodukovateľných odpadov.

Heterogénne katalytické procesy participujú na úhrnnej kapacitnej bilancii chemickotechnologických procesov až do 80 %. Sú významné nielen z pohľadu optimalizácie a intenzifikácie chemickotechnologických procesov, ale aj pre racionálne znižovanie tvorby odpadov a minimalizáciu spotreby energie. S použitím špecifických katalyzátorov možno znížiť aktivačnú energiu príslušných chemických reakcií až o niekoľko rádov a úmerne tomu rádovo znížiť spotrebu tepelnej energie, ako aj tlaky zložiek, ktoré sú nevyhnutné na aktiváciu vzájomnej reakcie molekúl v sústave. Súčasne sa výrazne uplatňuje selektivita reakčného systému usmerenou aktiváciou reagujúcich molekúl a pasiváciou nežiadúcich spodín na aktívnom povrchu katalyzátora. Tým sa rádovo znižuje tvorba nežiadúcich produktov, teda odpadov pri úmernom náraste konverzie.

V ČSFR je veľmi aktuálne aj z pohľadu máloodpadových technológií racionalizovať elektrochemické procesy. Súčasné elektrolyzéry na výrobu chlóru, líhu a vodíka sú výlučne konštruované na báze ortuťovej katódy, na ktorej je vysoké prepätie pri súčasnom náraste mernej spotreby elektrickej energie. Súčasne preniká toxická ortuť do ovzdušia a do odpadových vôd. Výstavbou elektrolyzérův s diafragmami alebo podľa najnovších modelov s membránami sa zníži spotreba elektrickej energie a tvorba odpadov. Súčasne sa zníži príkon energie z ústrednej teplárne závodu do tejto výroby, a tým sa zníži aj tvorba emisií z týchto zdrojov.

Veľmi výrazným spotrebiteľom priemyselnej energie je elektrotermia u nás najmä vo výrobe hliníka a karbidov. Znížením bodu tavenia napr. elektrolytu vo výrobe hliníka sa môže podstatne znížiť nielen spotreba elektrickej energie, ale súčasne obmedziť tvorba toxických zlúčenín fluóru a dechtu, a tým sa priblížiť k máloodpadovým technológiám.

Racionalizáciou hutníckych výrob, predovšetkým zvýšením využitia druhotných tepelných zdrojov ich recyklom v základnej výrobe alebo v nadväzných výrobách možno súčasne obmedziť tvorbu odpadov a znížiť spotrebu energie na mernú jednotku produktu. Nielen v oceliarskych a vo vysokých peciach, ale aj pri odliavaní ocele, v koksoviach a v iných uzloch čiernej metalurgie sú veľké rezervy na racionalizáciu v zmysle máloodpadových technológií. Na tonu vyrobenej ocele vzniká u nás až 850 kg tuhých odpadov, ktorých veľká časť sa halduje bez racionálneho využitia s veľkými národohospodárskymi stratami a s devastáciou nielen pôdneho fondu, ale aj povrchových a podzemných vôd. Pre máloodpadové technológie je v súčasnom období významné využitie konvertorového prachu na výrobu kvalitných antikoročných pigmentov, úplná prestavba nášho oceliarstva na kyslíkové konvertory, kontinuálne odlievanie ocele, využitie citeľného tepla koksu, racionálne spracovanie karbonizačného plynu z koksovní, špecifická separácia a následné spracovanie tuhých odpadov, racionálne využívanie galvanických lúhov, niklového luženca, červeného kalu a ďalšie.

Aj silikátový priemysel môže výrazne vplývať na racionalizáciu celého priemyslu z aspektu minimalizácie nereprodukovateľných odpadov. Najmä tuhé odpady z hutníctva, chemického prie-

myslu, energetiky a z iných oblastí môžu byť vo veľkom rozsahu druhotnými surovinami pre silikátový priemysel, čím sa nielen racionalizuje jeho vlastná výroba, ale obmedzí sa aj ťažba prírodných surovín, a teda aj devastácia prírodného prostredia, ktorú spôsobila táto ťažba.

Aj v chemickom priemysle sa dosiahli viaceré pozitívne výsledky v realizácii máloodpadových technológií a aj mnohé ďalšie postupy, ktoré sa vyjadria v nasledujúcej stati, sú pre túto priemyselnú oblasť v ČSFR perspektívne.

Vo výrobe kyseliny sírovej sa prechodom z pyritu ako základnej suroviny na elementárnu síru podstatne obmedzila, až prakticky vylúčila tvorba odpadov. Uskutočnením dvojstupňovej konverzie sa dosahuje až 99,5-percentná konverzia, takže proces možno pokladať prakticky za bezodpadový. Podstatne sa znížila tvorba odpadových vôd a nevyhnutne vzniknuté sa využívajú ako druhotný zdroj surovín hlavne vo výrobe priemyselných hnojív. Úplne sa vylúčila aj prašnosť. Vysoký entalpický efekt oxidácie síry sa môže využiť na výrobu tlakovej pary aj elektrickej energie v parnej turbíne.

Vo výrobe priemyselných hnojív sa dosiahlo podstatné obmedzenie tvorby odpadov predovšetkým v produkcii ich základných surovín, amoniaku a kyseliny dusičnej. Prakticky úplným prechodom na zemný plyn ako základnej suroviny na produkcii syntézneho plynu sa obmedzila tvorba odpadových vôd a viacnásobne znížila energetická náročnosť výroby amoniaku. Ďalšou intenzifikáciou procesu, najmä v jeho ťažiskových uzloch, teda v parnom reformingu, v konverzii a vo vlastnej syntéze sa ďalej znížili pracovné teploty a tlaky a úmerne s tým množstvom odpadov, ako aj náklady na ich čistenie.

Vo výrobe kyseliny dusičnej sa stále viac presadzuje tlaková absorpcia, pri ktorej vzniká podstatne menšie množstvo koncentrovanejších odpadových vôd s obsahom dusičnanových iónov, ktoré sa môžu účelne využiť ako druhotné suroviny vo výrobe priemyselných hnojív, hlavne liadkov. Napriek tomu najmä časť odpadových vôd z výroby amoniaku treba čistiť od amónnych iónov, na čo sa osvedčili syntetické zeolity a v poslednom čase sa uvažuje o použití prírodného klinoptilolitu. Tento sorbent je v porovnaní so syntetickými až 80-krát lacnejší a je vhodný na fyzikálnu úpravu bonity pôdy, ktorú na mnohých miestach v ČSFR ohrozuje erózia. Nebude preto potrebné amoniak z prírodného zeolitu desorbovať, ale priamo ho využiť ako hnojivo alebo ako stabilizátor suspenzných hnojív, ktoré sa pokladajú za veľmi progresívny typ dusíkatých a kombinovaných hnojív. Exhaláty zo syntézy amoniaku sa môžu správnym recyklom syntézne zmesi úplne vylúčiť, a oxid uhličitý, predovšetkým z konverzie, priamo využiť na výrobu močoviny. Tým sa v minulých rokoch dosiahol, až na exhaláty oxidov dusíka z výroby kyseliny dusičnej, prakticky bezodpadový proces. Pretože ani intenzívnou alkalickou vypierkou sa nemôže dosiahnuť požadovaný stupeň vyčistenia týchto exhalátov, uskutočňuje sa katalytická redukcia týchto oxidov amoniakom. Tým sa síce úplne zredukujú na inertný dusík, ale tratia sa tieto oxidy spolu s amoniakom použitým na ich redukciu. Preto sa uvažuje o možnostiach adsorbovať tieto oxidy na kyselinovzdorných molekulových sitách typu Y, pomocou ktorých sa tieto oxidy sorpčne koncentrujú v ich textúre a po desorpcii sa opäť vrátia do výrobného procesu.

Velká energetická náročnost výroby priemyselných hnojív, ktorá v ČSFR predstavuje až 45 % celkového energetického príkonu pre chemický priemysel, vynucuje si výraznú inováciu technológie ich výroby a zmeny ich fyzikálnych a chemických vlastností z pohľadu potrieb poľnohospodárstva. Podstatne sa zvyšuje podiel kvapalných hnojív a zvyšujú sa možnosti rozšírenia kapacít výroby suspenzných hnojív. Pri ich produkcii sa vylučuje zahusťovanie a tvorba prašných exhalátov, s čím sa úmerne znižuje spotreba energie a zvyšuje stupeň využitia surovín. Z chemického aspektu sa vývoj stále viac orientuje na výrobu kondenzovaných zložiek kombinovaných hnojív, predovšetkým na báze kondenzovaných fosforečnanov a močoviny, ktoré pôsobia vo vegetačnom cykle rovnomernejšie a dlhodobo, čím sa zvyšuje ich biogénna účinnosť a obmedzuje nežiadúci prechod, hlavne dusičnanov a fosforečnanov, do životného prostredia. Pri výrobe granulovaných hnojív NPK sa preferuje nitrofosforečnanový proces, ktorým sa môže najvhodnejšie dosiahnuť požadovaný pomer základných živín a súčasne obmedziť tvorba exhalátov veľmi toxických zlúčenín fluóru. Základným trendom je úsilie podstatne obmedziť výrobu práškovitého superfosfátu nielen pre jeho nízky stupeň využitia v agrotechnike, ale aj preto, že sa tým obmedzí spotreba kyseliny sírovej a súčasne prakticky vylúčia exhaláty zlúčenín fluóru.

Vo výrobe sódy sa zhodnocujú možnosti kombinovanej výroby sódy, chlóru, vodíka a oxidu horečnatého na báze domácich surovín magnezitu a kamennej soli. Účelným zoskupením modifikovanej výroby sódy podľa Solvaya a diafragmovej elektrolýzy chloridu sodného sa môže úplne vylúčiť tvorba odpadových kalov chloridu vápenatého, a tým sa dosiahne, až na čistenie základných surovín, prakticky bezodpadový proces.

Napriek uvedeným progresívnym postupom na zabezpečovanie máloodpadových technológií sa nemôže úplne vylúčiť tvorba v priemysle nespracovateľných odpadov. Preto je nevyhnutné uplatňovať tzv. likvidačné postupy ako nástroje ochrany životného prostredia pred priemyselnými odpadmi.

Významnou mierou v tomto smere prispievajú zariadenia na ochranu čistoty ovzdušia, predovšetkým elektrofiltre a tkaninové filtre na odstraňovanie tuhých častíc a aerosólov z exhalátov. Je dôležité rozšíriť u nás výrobu elektrofiltrov a zvýšiť ich účinnosť, ako aj prevádzkovú životnosť. Vo výrobe tkaninových filtrov, ktoré sú najprogresívnejšie, treba sa zamerať na vývoj tepelne odolných tkanín na báze špeciálnych plastov a uhlíkových materiálov, ktoré sa môžu použiť pri čistení exhalátov aj pri vysokých teplotách, napr. pri čistení spalín z tepelných elektrární. Pri aplikácii absorpčných procesov sa treba zamerať na použitie absorbérov s intenzívnym hydrodynamickým režimom (Venturiho trubice, penová absorpcia, špeciálne karosetové absorbéry atď.) a ich účinnosť zvyšovať použitím absorpčných médií, ktoré chemicky reagujú s čistenými zložkami. Pretože pri absorpcii vznikajú zväčša ťažkospracovateľné kaly, stále viac sa presadzujú v tejto oblasti absorpčné a katalytické procesy, ktoré sú energeticky menej náročné, majú prakticky až 100-percentnú účinnosť a vznikajúce odpady sú produktmi priamo využiteľnými v priemysle.

Pri čistení odpadových vôd je významné sa zamerať na prehĺbenie ich komplexného spracovania hlavne v ústredných mechanicko-chemicko-biologických čistiarňach. Zamerať sa aj na potrebnú segregáciu tých odpadových vôd, ktoré obsahujú inhibitory bio-

génneho procesu. Pri filtrácii kalov uplatňovať intenzívne centrifúgové alebo tlakové separačné procesy, a tým zvyšovať obsah sušiny v tuhej fáze, čo je dôležité z energetického aspektu pri ďalšom spracúvaní tohto materiálu.

Priemyselne nespracovateľné tuhé odpady a kaly je najracionálnejšie likvidovať spalovaním. Tým sa podstatne zníži ich objem, odstráni ich príp. toxicita a chemická agresivita. Vhodnosť spaľovania týchto odpadov je však obmedzená predovšetkým často veľkou energetickou náročnosťou procesu a ich toxicitou. Preto časť, hlavne toxických a nebezpečných tuhých odpadov a kalov, ako aj niektorých zvyškov po spálení, je potrebné skládkovať na riadených skládkach. Spôsob skládkovania závisí hlavne od stupňa toxicity, chemickej reaktivity, príp. rádioaktivity týchto odpadov. Pritom však treba dosiahnuť, aby sa vylúčila kontaminácia životného prostredia týmito odpadmi a neohrozili sa hlavne podzemné vody a pôdny fond. Skládka po následnej rekultivácii jej povrchu musí byť úplne bezpečná aj po mnohých desaťročiach.

\* \* \*

**V práci sa stručne vyjadrili základné prvky technických nástrojov tvorby a ochrany životného prostredia v priemysle. Sú základňou, na ktorej možno v úzkej kooperácii s ekonomickými a legislatívnymi nástrojmi zabezpečovať racionalizáciu priemyselnej činnosti tak, aby sa odstránili jej disproporcie vo vzťahu k ochrane životného prostredia v ČSFR.**

#### Literatúra:

- Kachaňáková, E., 1988: Ekologické a ekonomické aspekty skládkovania a využívania priemyselných odpadov. Život. Prostr., 22, 6, p. 293.  
Kachaňák, Š., 1988: Racionalizácia chemickotechnologických procesov z ekologických hľadísk. Život. Prostr., 22, 6, p. 286.  
Kachaňák, Š., Kachaňáková, E., 1984: Komplexné spracovanie priemyselných surovín východného Slovenska. Život. Prostr., 18, 2, p. 91.  
Kachaňák, Š., Kachaňáková, E., 1985: Vplyv materiálových a energetických prúdov na optimalizáciu máloodpadových technológií. Zb. celoštát. konf. o bezodpadových technológiách a zvýšení efektivity využitia surovín a energie. Dom techniky ČSVTS, Bratislava, p. 17.  
Kachaňáková, E. a kol., 1989: Rozvoj techniky tvorby a ochrany životného prostredia. Záv. Spr., ÚŽP-Stredisko pre životné prostredie, Bratislava.