Problematika pomocných organických flokulantů při zneškodňování odpadních vod z galvanizoven

Ing. Jindřich Kuběna

Úvod

Pro dosažení co nejlepší kvality zneškodňovaných odpadních vod, zejména z hlediska minimální koncentrace jednotlivých kovů, je zpravidla klíčová co nejúčinnější separace kalů z vyčištěné odpadní vody. Zkušenosti ukazují, že čím je dokonalejší separace vysrážených kalů, tím je možné dosáhnout lepší kvality vyčištěných odpadních vod z hlediska koncentrace nerozpuštěných látek a tím i nejnižší koncentrace jednotlivých vypouštěných kovů. Pro zlepšení separace vysrážených kalů se navrhuje a používá celá řada nejrůznějších metod. Je to zejména správně navržená technologie zneškodňování odpadních vod, účinná koncepce separace kalů včetně jejich dostatečné koagulace. Ke zlepšení oddělování kalů se často používají různé pomocné látky (např. zatěžovadla) ale nejčastěji jsou to pomocné organické flokulanty. V tomto svém příspěvku bych se chtěl s vámi podělit o své zkušenosti s použitím pomocných organických flokulantů (dále jen POF), včetně komplikací, které při jejich nekvalifikovaném používání hrozí.

Mechanismus působení POF při separaci kalů

Pomocné organické flokulanty, které vyrábějí a dodávají nejrůznější výrobci, jsou vysokomolekulární látky (obvykle na bázi polyakrylamidu). Jejich dlouhé molekuly na sebe vážou zejména drobnější částečky kalů a umožňují tak vznik větších agregátů, které jsou těžší než jednotlivé drobnější částečky a snadněji se pak oddělují od vody např. sedimentací. Odsazená odpadní voda je pak, ve srovnání se stavem bez jejich aplikace, relativně čistší. Pro jejich správnou funkci je třeba poměrně přesně stanovit místo jejich dávkování a určit správnou dávku pro každou konkrétní odpadní vodu a konkrétní zneškodňovací stanici. Roztoky POF by se měly správně dávkovat do místa, kde se již v zařízení vyskytuje dobře vysrážená suspenze kalů a v místě, kde dochází k dostatečné turbulenci, aby došlo k potřebnému promíchání s upravovanou vodou. Někdy se může v provozních podmínkách stát, že bude třeba, podle zkušeností z provozování zařízení, změnit původně zvolené místo dávkování POF, popř. i jeho dávku. Podle zkušeností z praxe se někdy POF aplikují i naprosto bizarním způsobem a přesto dobře plní svou funkci nebo to alespoň neškodí.

Stanovení optimální dávky POF

Stanovení přesné dávky POF se obvykle provádí laboratorně pomocí tzv. sklenicového pokusu. Při něm se odebere do několika kádinek vzorek směsi zneškodněné odpadní vody (ještě před oddělením kalů) a do každé z těchto kádinek se nadávkuje určená dávka roztoku POF. Jednotlivé dávky by měly být poměrně přesně a pravidelně odstupňované. Po dostatečném promíchání se nechá směs v jednotlivých kádinkách určitou zvolenou dobu sedimentovat a po této době se z každé z nich odebere vzorek odsazené vody a stanoví se v něm koncentrace nerozpuštěných látek i koncentrace jednotlivých kovů. Z výsledků tohoto pokusu obvykle vyplyne jakou dávku POF je třeba použít pro dosažení co nejlepší jakosti upravené vody z hlediska nejnižší koncentrace nerozpuštěných látek i z hlediska nejnižší koncentrace jednotlivých limitovaných kovů a tato dávka se pak použije ve vlastním provozu.

Někdy se může stát, že výsledky tohoto pokusu ukážou, že vyjde v podstatě stejná kvalita odsazené vody pro dvě nebo více různých dávek POF. V tomto případě leží pravděpodobně optimální dávka někde v intervalu mezi těmito dvěma nebo více zvolenými dávkami POF. V takových případech bývá vhodné celý sklenicový pokus zopakovat a pro jednotlivé dávky POF, nyní zvolit jemnější dělení - v rozmezí dávek, při kterých byla dosažena nejlepší kvalita upravené vody v předchozím pokusu. Z toho by pak měla vyjít nejlepší dávka POF, kterou je vhodné aplikovat ve vlastním technologickém zařízení. Je jasné, že výsledky sklenicového pokusu vychází z poněkud jiných hydrodynamických podmínek než které jsou ve vlastním technologickém zařízení a proto se může stát, že tímto způsobem zvolenou dávku nemusí být ve všech případech vhodné v provozních podmínkách bez jakékoliv korekce použít. Bude tedy třeba takto zjištěnou dávku ještě určitým způsobem v provozních podmínkách upřesnit (zvýšit nebo snížit). Toto je však možné bez rizika uskutečnit teprve po dosažení ustáleného stavu zneškodňovací stanice, nejlépe pod odborným dohledem a po pečlivé analýze vzorků vyčištěné vody, kdy se tímto způsobem přesně vyladí potřebná optimální dávka POF.

Příprava roztoku POF

Rovněž přípravě roztoku POF je třeba věnovat patřičnou pozornost. POF většina výrobců dodává v práškové formě a proto jejich převedení do roztoku může působit řadu problémů. Existuje totiž nebezpečí, že při nesprávném, zejména příliš rychlém promíchání pevného POF s provozní vodou dojde k tvorbě různě velkých shluků, které svým vzhledem připomínají „knedlíky“ a které mohou v části technologického zařízení působit nejrůznější potíže. Někdy může roztok POF do sebe vázat i drobné mechanické nečistoty, např. piliny, které mohou způsobovat podobné potíže. Tyto potíže se mohou projevit i např. částečným nebo úplným ucpáním některých čerpadel, armatur nebo potrubí. Zabránit se jim dá instalací sítka na potrubí s roztokem POF, popř. použitím provozní vody pro přípravu roztoku POF bez nerozpuštěných látek a bez mechanických nečistot. Pomoci může i použití teplejší vody pro přípravu roztoku POF. V některých případech může docházet i ke vzlínání roztoku POF po hřídeli míchadla např. až do motorů míchadel, což rovněž může dělat vážné problémy (např. někdy může dojít i ke spálení motoru elektromíchadla). Pokud k tomuto problému dochází, je možné mu předejít tím, že se na hřídel příslušného elektromíchadla namontuje speciálně tvarovaný disk, který tento problém odstraní. Některým problémům se dá předejít zejména tím, že se bude pevný POF velmi pomalu přidávat do nádrže za stálého intenzivního míchání. Někteří výrobci POF k nim dodávají i nejrůznější injektory pro lepší rozpouštění POF ve vodě, což může být rovněž prospěšné. Je třeba počítat s tím, že roztok POF musí být dostatečně naředěný – tj. jeho koncentrace by měla být v konečné fázi cca 0,1 %. Zkušenosti však mohou být pro nejrůznější typy POF a různé koncepce dávkování odlišné a proto je vhodné je v provozních podmínkách vždy důkladně ověřit.

Zkušenosti s použitím POF v provozních podmínkách

Nyní bych se chtěl s vámi podělit o mé provozní zkušenosti s aplikací POF na jednom zařízení pro zneškodňování odpadních vod z galvanizovny. V 80. letech minulého století jsem se podílel na projektování zařízení pro dočišťování odpadních vod pro jeden podnik z hutního resortu. Zneškodňovaly se zde odpadní vody z galvanizovny pro pokovování plechových pásů. V odpadních vodách byly obsaženy kovy - železo, měď, nikl a zinek. Koncepce zneškodňování těchto odpadních vod spočívala v neutralizaci, která se prováděla pomocí roztoku NaOH v automatické neutralizační stanici, řízené, v té době běžně používaným řídícím systémem Medard. Takto upravená voda se dále čerpala, společně s kaly přímo do kalolisu a odtud přes sedimentační nádrže, ze kterých se takto upravená voda dále čerpala přes tlakové filtry s náplní křemičitého písku a dále do podnikové kanalizace, která ústila do recipientu. Při uvádění tohoto zařízení do provozu investor této stavby odmítl účast projektanta s tím, že to zabezpečí zkušený technik od dodavatelské firmy.

V projektu bylo jasně uvedeno, že navržená dávka POF je pouze orientační a že přesnou dávku pro provoz zařízení je nutno stanovit na základě sklenicového pokusu. Mimo to byla tato dávka v projektu orientačně navržena vyšší, než se předpokládalo v provozních podmínkách – byla určena spíše s určitou rezervou, s ohledem na množství POF, které bylo třeba objednat pro zkušební provoz. „Zkušený technik“ při uvádění zařízení do provozu rozhodl, že se žádné sklenicové pokusy nebudou provádět, že této problematice stejně vůbec nerozumí a rozhodl, že se použije pro zkušební provoz dvojnásobná dávka POF, ve srovnání s dávkou doporučenou v projektové dokumentaci. Tímto způsobem tedy „zkušený technik“ celé zařízení takto „kvalifikovaně“ uvedl do zkušebního provozu a poté odcestoval. Teprve po jeho odjezdu se začaly odebírat vzorky a provádět analýzy vody, zejména před a za tlakovými filtry s náplní křemičitého písku, což byla tehdy poměrně málo používaná technologie. Analýzy těchto vzorků prováděli nejprve v laboratoři investora, později v laboratoři Povodí Ohře pomocí AAS. Z počátečních výsledků těchto analýz vyplynulo, že u všech vzorků bylo zjištěno zvýšení koncentrace jednotlivých kovů za tlakovými pískovými filtry, ve srovnání s hodnotami naměřenými před těmito filtry – po filtraci na kalolisu.

U jednotlivých kovů to bylo :

Kov	**% zhoršení**
Cu	**21 - 46**
Fe	**16 - 24**
Ni	**15 - 33**
Zn	**10 - 29**

Účinnost odstranění jednotlivých kovů na tlakových filtrech tedy byla jednoznačně záporná a výsledná kvalita vypouštěné vody v této době ani neodpovídala požadavkům vodoprávního úřadu ani předpokládaným projektovaným hodnotám. Tuto překvapivou a nepříjemnou situaci teprve nyní se mnou – jako s projektantem, začal telefonicky konzultovat investor. Moje první myšlenka byla, zda nedošlo náhodou k záměně vzorků, odebraných před

a za tlakovými pískovými filtry, při jejich dopravě do laboratoří. Investor však tuto možnost zcela jednoznačně vyloučil. Když mi pak investor, na můj dotaz sdělil, jakým způsobem byla stanovena dávka POF pro zkušební provoz, usoudil jsem, že problémem zřejmě nejspíše bude zcela nekvalifikovaně stanovená dávka POF. V první fázi jsem proto doporučil aby se na určitou dobu zcela zastavilo dávkování POF a po dosažení ustáleného stavu se znovu odeberou jednotlivé vzorky a pak se podle jejich výsledků případně stanoví potřebná přesná dávka POF.

Asi po třech týdnech se pak odebraly vzorky vody před a za tlakovými pískovými filtry – bez jakéhokoliv dávkování POF k analýzám v laboratoři Povodí Ohře na AAS. Výsledky těchto rozborů přesvědčivě ukázaly, že příčinou záporných výsledků předchozích analýz byla zcela jednoznačně, nekvalifikovaně stanovená dávka POF „zkušeným technikem“. Účinnost odstranění jednotlivých kovů na tlakových pískových filtrech nyní byla :

Kov	**% zlepšení**
Cu	**80**
Fe	**65**
Ni	**75**
Zn	**88**

Protože tím bylo dosaženo podstatně lepších výsledků jakosti vyčištěné vody než předpokládal projekt i ve srovnání s požadavky vodoprávního úřadu, bylo dohodnuto s investorem, že **u takto navrženého zařízení není vůbec nutno dávkovat žádný POF** a dávkování POF se pak ani v dalším provozu neobnovilo.

Záporná účinnost odstraňování jednotlivých kovů v počáteční fázi uvádění zařízení do provozu, byla, s největší pravděpodobností, způsobena nesmírně vysokou dávkou POF, která způsobovala, že tato látka (obsažená ve vodě) zachycovala a vynášela částečky kovů, již zachycených na náplni křemičitého písku a tím podstatným způsobem zhoršovala jakost vypouštěné vody. Ihned, jak bylo zastaveno dávkování POF postupně přestalo vynášení jednotlivých již zachycených kovů a tlakové pískové filtry začaly lépe plnit svou funkci.

Z rozborů později odebraných vzorků bylo potvrzeno, že se jednalo o trvalý stav a navíc se pak dokonce ještě zvýšila účinnost odstraňování jednotlivých kovů a více se zlepšila i jakost vypouštěné vody. Bylo to pravděpodobně způsobeno lepším zapracováním tlakových pískových filtrů.

Výsledky dalších rozborů :

Kov	**% zlepšení**
Cu	**93.3**
Fe	**67.9**
Ni	**84,2**
Zn	**97,3**

Celková účinnost odstranění nerozpuštěných látek pískovými filtry byla v tomto období **96, 4 %.**
Pro informaci dále uvádím koncentrační hodnoty jednotlivých ukazatelů, požadované vodoprávním úřadem a hodnoty dosažené během zkušebního provozu - bez dávkování POF ve vypouštěné odpadní vodě :

Ukazatel	požad. vod. úř.	Dosažené hodnoty (vše v mg/l)
NL	5	1
Fe	2 - 3	0,05 - 0,3
Cu	0,5 – 1	0,01 - 0,02
Zn	0,5 - 1	0,07 - 0,16
Ni	0,5 - 1	0,12 - 0,26

Závěr

Ze zkušeností s aplikací POF při zneškodňování odpadních vod z galvanizoven je možno formulovat tyto závěry :

1. **Dávkování POF není možno v žádném případě považovat za samospasitelnou ani univerzální technologii pro zlepšení jakosti vyčištěné vody.**

2. **Správně stanovená velikost dávky POF má obvykle kladný účinek na obsah nerozpuštěných látek ve vyčištěné odpadní vodě a tím i na nižší zbytkové koncentrace jednotlivých limitovaných kovů.**

3. **Nesprávně stanovená dávka POF může mít i záporný účinek.**

4. **Je třeba věnovat pozornost i správnému určení místa dávkování POF.**

5. **V některých případech je možné, že dávkování POF nemusí být vůbec potřeba. Je to však možné zodpovědně rozhodnout pouze na základě pečlivého laboratorního sledování zneškodňovacího procesu.**

6. **Veškerá rozhodování o způsobu dávkování, velikosti dávky POF je třeba provádět pod odborným dohledem a v závislosti na laboratorních výsledcích pečlivého sledování zneškodňování odpadních vod.**

7. **Je třeba věnovat patřičnou pozornost i správné přípravě roztoku POF.**

8. **Dávkování POF v žádném případě nemůže nahradit chyby v technologii separace kalů z odpadních vod ale může pouze zlepšit účinnost správně navrženého separačního procesu.**