



Laboratorní práce č. 5: Zhodnocení predikce životnosti ionexů

Cíl práce:

Posouzení změny stavu vzorku ionexu provozovaného v reálné chemické úpravně vody před a po provedeném zátěžovém testu za účelem predikce jeho životnosti.

Fotoaparátem Canon EOS 500D (15,1 MPix) s makroobjektivem Canon MP-E 65mm pořídíte digitální makrofotografie vzorků silně bazického anexu v chloridové formě nebo silně kyselého katexu v sodné formě se zvětšením 1x s rozlišovací schopností 4,66 $\mu\text{m}/\text{pixel}$, které následně vyhodnotíte v programu NIS-Elements Advanced Research 3.0. Proveďte posouzení stavu vzorků ionexu před i po provedeném zátěžovém testu porovnáním zjištěných celkových kapacit ionexu, distribucí velikostí částic, cirkularit, mechanických pevností ionexů Chatillon testem a vizuálním posouzením makrofotografií při zvětšení 5x.

Teoretický úvod

Sledováním rychlosti úbytku celkové kapacity ionexu a změnou distribuce velikostí částic ionexu po provedeném zátěžovém testu, který simuluje roční reálný provoz, lze předpovídat reálný provoz ionexu v následujícím období, které bylo simulováno.

Pokud se po simulaci provozu sníží celková kapacita ionexu pod akceptovatelnou mez je nutno hledat příčinu jejího poklesu případně naplánovat výměnu ionexové náplně. Nežádoucí je i rozpad perliček (velikost perliček pod 300 μm), který může způsobit nárůst tlakové ztráty na vrstvě ionexu či snížení objemu ionexu způsobené únikem úlomků perliček ionexu s prací vodou ve fázi praní.

Principem stanovení mechanické pevnosti ionexu Chatillon testem je měření síly, která je potřebná k prasknutí perličky. Motorizovaná verze testu vynáší posun zatěžující desky proti zátěži (síle), kterou deska na perličku působí, přičemž při prasknutí perličky dojde ke skokovému snížení této síly. Ze získaných hodnot zatížení při prasknutí jednotlivých perliček ionexu se stanoví hodnota mechanické pevnosti ionexu, která je vyjádřena průměrnou hodnotou a mediánem v gramech na perličku, přičemž průměrná hodnota mechanických pevností perliček ionexu musí být vyšší než 400 g/perličku. Mechanická pevnost perličky nižší než 200 g/perličku by měla být u méně než 5 % perliček ze všech sledovaných perliček daného vzorku ionexu.





NÁVODY PRO LABORATOŘE ENVIRONMENTÁLNÍCH RIZIK V ENERGETICE

Pracovní postup

1. Převedte vzorky ionexu do výchozí formy (ionex před a po provedeném zátěžovém testu)
 - a) vzorky anexu do výchozí chloridové formy roztokem kyseliny chlorovodíkové o koncentraci 1 mol/l při specifickém zatížení $3 \text{ V}/(V_0 \cdot h)$
 - b) vzorky katexu do výchozí sodné formy roztokem chloridu sodného o koncentraci 1 mol/l při specifickém zatížení $3 \text{ V}/(V_0 \cdot h)$.
2. U vzorků ionexu stanovte jejich celkové kapacity.
3. Fotoaparátem Canon EOS 500D (15,1 MPix) s makroobjektivem Canon MP-E 65mm poříďte digitální makrofotografie vzorků ionexu se zvětšením 1x s rozlišovací schopností 4,66 $\mu\text{m}/\text{pixel}$.
4. Proveďte analýzu obrazu vzorků ionexu jejich vyhodnocením v programu NIS-Elements Advanced Research 3.0.
5. Fotoaparátem Canon EOS 500D (15,1 MPix) s makroobjektivem Canon MP-E 65mm poříďte digitální makrofotografie vzorků ionexu se zvětšením 5x s rozlišovací schopností 0,93 $\mu\text{m}/\text{pixel}$ k vizuálnímu posouzení stavu ionexu.
6. Stanovte mechanickou pevnost vzorků ionexu Chatillon testem použitím přístroje Chatillon TCD 225 se senzorem TLC-0050. Vyhodnocení Chatillon testu jednoho vzorku ionexu proveďte na základě testování minimálně 13 perliček.

Stanovení celkové kapacity silně kyselého katexu

1. Převedte asi 10 ml katexu do ionexové kolony.
2. Převedte katex do výchozí Na^+ formy $\rightarrow$ 100 ml chloridu sodného o koncentraci 1 mol/l při průtoku 1-2 ml/min.
3. Vymyjte katex 50 ml demineralizované vody při rychlém průtoku.
4. Odměřte 2 ml katexu v Na^+ formě.
5. Převedte katex do Mg^{2+} formy $\rightarrow$ 100 ml síranu hořečnatého o koncentraci 0,5 mol/l při průtoku 1 – 2 ml/min.
6. Vymyjte katex 50 ml demineralizované vody při rychlém průtoku.
7. Vytěsňte zachycené hořečnaté ionty do 250ml odměrné baňky převedením katexu do Na^+ formy $\rightarrow$ 70 ml chloridu sodného o koncentraci 1 mol/l při průtoku 1-2 ml/min.
8. Vymyjte katex 50 ml demineralizované vody do téže 250ml odměrné baňky při rychlém průtoku.
9. Celkovou kapacitu vyjádřete v ekvivalentech hořečnatých iontů zachycených v jednom litru katexu [eq/l katexu].



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MŠMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



NÁVODY PRO LABORATOŘE ENVIRONMENTÁLNÍCH RIZIK V ENERGETICE

Stanovení celkové kapacity silně bazického anexu

1. Převedte asi 10 ml anexu do ionexové kolony.
2. Převedte anex do výchozí Cl^- formy $\rightarrow$ 100 ml kyseliny chlorovodíkové o koncentraci 1 mol/l při průtoku 1-2 ml/min.
3. Vymyjte anex 50 ml demineralizované vody při rychlém průtoku.
4. Odměřte 2 ml anexu v Cl^- formě.
5. Vytěsňte zachycené chloridové ionty do 250ml odměrné baňky převedením anexu do OH^- formy $\rightarrow$ 70 ml hydroxidu sodného o koncentraci 1 mol/l při průtoku 1-2 ml/min.
6. Vymyjte anex 50 ml demineralizované vody do téže 250ml odměrné baňky při rychlém průtoku.
7. Celkovou kapacitu vyjádřete v ekvivalentech chloridových iontů zachycených v jednom litru anexu [eq/l anexu].

Stanovení mechanické pevnosti ionexu

K měření mechanických pevností ionexů Chatillon testem použijte přístroj Chatillon TCD 225 se senzorem TLC-0050. Maximální zatížení během testů je 100 N.

K pokusům použijte vzorky silně bazického anexu v chloridové formě nebo silně kyselého katexu v sodné formě, které byly po regeneraci uchovávány v demineralizované vodě, aby se nacházely ve zbotnalém stavu.

Vyhodnocení Chatillon testu jednoho vzorku ionexu proveďte na základě testování minimálně 13 perliček.

Ze získaných hodnot zatížení při prasknutí jednotlivých perliček ionexu pro každý ionex stanovte hodnotu mechanické pevnosti ionexu, která je vyjádřena mediánem a průměrnou hodnotou v gramech na perličku.

Vyhodnocení výsledků

Výsledky měření, podle použitého typu ionexu, zpracujte do následujících tabulek:



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání





NÁVODY PRO LABORATOŘE ENVIRONMENTÁLNÍCH RIZIK V ENERGETICE

Vyhodnocení → silně kyselý katex

	Vzorek ionexu před zátěžovým testem	Vzorek ionexu po zátěžovém testu
Koncentrace chelatonu 3		
Objem roztoku k titraci	50 ml	50 ml
Spotřeba chelatonu při titraci (1. pokus) [ml]		
Spotřeba chelatonu při titraci (2. pokus) [ml]		
Průměrná spotřeba chelatonu při titraci [ml]		
Vypočtená koncentrace Mg^{2+} iontů [mmol/l]		
Skutečná koncentrace Mg^{2+} iontů v 250 ml odměrné baňce [mmol]		
Koncentrace Mg^{2+} iontů v 1 ml ionexu [mmol/ml ionexu]		
Celková kapacita [eq/l ionexu]		
Počet objektů		
Počet celistvých perliček		
Procentuální zastoupení celistvých perliček [%]		
Minimální velikost částic [μm]		
Maximální velikost částic [μm]		
Střední velikost částic [μm]		
Cirkularita		
Počet částic < 300 μm		
Počet částic > 1180 μm		
Suma hodnot mechanické pevnosti [g/x perliček]		
Průměrná hodnota mechanické pevnosti [g/perličku]		
Medián mechanické pevnosti [g/perličku]		
Průměrná hodnota mechanické pevnosti > 400 g/perličku [%]		
Zastoupení perliček s mechanickou pevností > 200 g/perličku [%]		

Změny stavu ionexu po provedeném zátěžovém testu	[%]
Pokles celistvosti perliček	
Procentuální nárůst velikosti částic < 300 μm	
Pokles celkové kapacity	



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



NÁVODY PRO LABORATOŘE ENVIRONMENTÁLNÍCH RIZIK V ENERGETICE

Vyhodnocení → silně bazický anex

	Vzorek ionexu před zátěžovým testem	Vzorek ionexu po zátěžovém testu
Koncentrace dusičnanu stříbrného		
Objem roztoku k titraci	50 ml	50 ml
Spotřeba AgNO ₃ při titraci (1. pokus) [ml]		
Spotřeba AgNO ₃ při titraci (2. pokus) [ml]		
Průměrná spotřeba AgNO ₃ při titraci [ml]		
Vypočtená koncentrace Cl ⁻ iontů [mmol/l]		
Skutečná koncentrace Cl ⁻ iontů v 250 ml odměrné baňce [mmol]		
Koncentrace Cl ⁻ iontů v 1 ml ionexu [mmol/ml ionexu]		
Celková kapacita [eq/l ionexu]		
Počet objektů		
Počet celistvých perliček		
Procentuální zastoupení celistvých perliček [%]		
Minimální velikost částic [μm]		
Maximální velikost částic [μm]		
Střední velikost částic [μm]		
Cirkularita		
Počet částic < 300 μm		
Počet částic > 1180 μm		
Suma hodnot mechanické pevnosti [g/x perliček]		
Průměrná hodnota mechanické pevnosti [g/perličku]		
Medián mechanické pevnosti [g/perličku]		
Průměrná hodnota mechanické pevnosti > 400 g/perličku [%]		
Zastoupení perliček s mechanickou pevností > 200 g/perličku [%]		

Změny stavu ionexu po provedeném zátěžovém testu	[%]
Pokles celistvosti perliček	
Procentuální nárůst velikosti částic < 300 μm	
Pokles celkové kapacity	



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



NÁVODY PRO LABORATOŘE ENVIRONMENTÁLNÍCH RIZIK V ENERGETICE

Na základě zjištěných výsledků proveďte predikci životnosti sledovaného vzorku ionexu:

1. Porovnejte zjištěnou celkovou kapacitu ionexu po provedeném zátěžovém testu s výchozím stavem celkové kapacity ionexu, přičemž roční úbytek celkové kapacity anexu nižší než 10 % umožňuje další jeho použití. Úbytek celkové kapacity ionexu větší než 25 % je důvodem k jeho výměně.
2. Porovnejte analýzu obrazu konečného stavu ionexu s analýzou obrazu výchozího stavu ionexu. Zaměřte se na procentuální zastoupení velikostí částic menších než 300 μm , které v reálném provozu způsobují riziko úniku ionexu z filtru. Zastoupení velikostí částic menších než 300 μm by nemělo být větší než 5 %.
3. Vypočtete a porovnejte mechanickou pevnost ionexu na základě průměrné hodnoty mechanických pevností perliček, která má být minimálně 400 g/perličku.
4. Proveďte vizuální posouzení stavu ionexu pomocí makrofotografií.

Návody zpracovala: Helena Parschová

Rok 2022



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání

MŠMT
MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY