

ČIŠTĚNÍ A PŘEDÚPRAVA PROCESNÍCH A ODPADNÍCH VOD Z VÝROBY PAPÍRU ELEKTROCHEMICKÝM - FENTONOVÝM PROCESEM

Barbora Vystrčilová

Libor Dušek

Jaromíra Chýlková

Univerzita Pardubice

Ústav environmentálního a chemického inženýrství

Fakulta chemicko- technologická

Studentská 95

Pardubice 53210

e-mail: barbora.vystrcilova@student.upce.cz

Úvod

- práce se zabývá elektro- chemickou předúpravou nebo dočišťováním procesních a odpadních vod z výroby papíru pomocí elektro- Fentonova procesu
- účinnost byla vyhodnocována pomocí změn CHSK, TOC a stupněm odbarvení

Obsah

1. Teoretická část
2. Experimentální část
3. Závěr

1. Teoretická část

Výroba buničiny a papíru

- je známa vysokými nároky na množství a kvalitu vstupní vody
- stejně známy jsou i značné ekologické problémy, které způsobují procesní a odpadní vody z tohoto odvětví průmyslu
- ve výsledku se to projevuje sníženou biodegradací odpadních vod, vysokými hodnotami CHSK, TOC, AOX a nepřijatelným zbarvením

Pokročilé oxidační procesy (AOP)

- podstatou je oxidace látek na sloučeniny jednodušší nebo až na vodu a oxid uhličitý
- většina AOP je založena na generování hydroxylových radikálů $\cdot\text{OH}$, které jsou vlastním oxidačním činidlem
- největší nevýhodou těchto postupů je jejich značná energetická náročnost
- výjimkou je tzv. Fentonova reakce

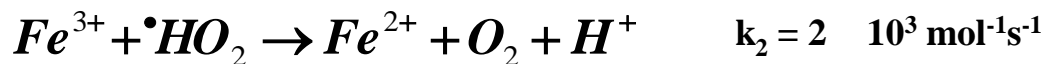
Elektro-Fentonův proces

- slibná technologie, která kombinuje elektrochemické reakce a Fentonův proces

Hlavní výhody

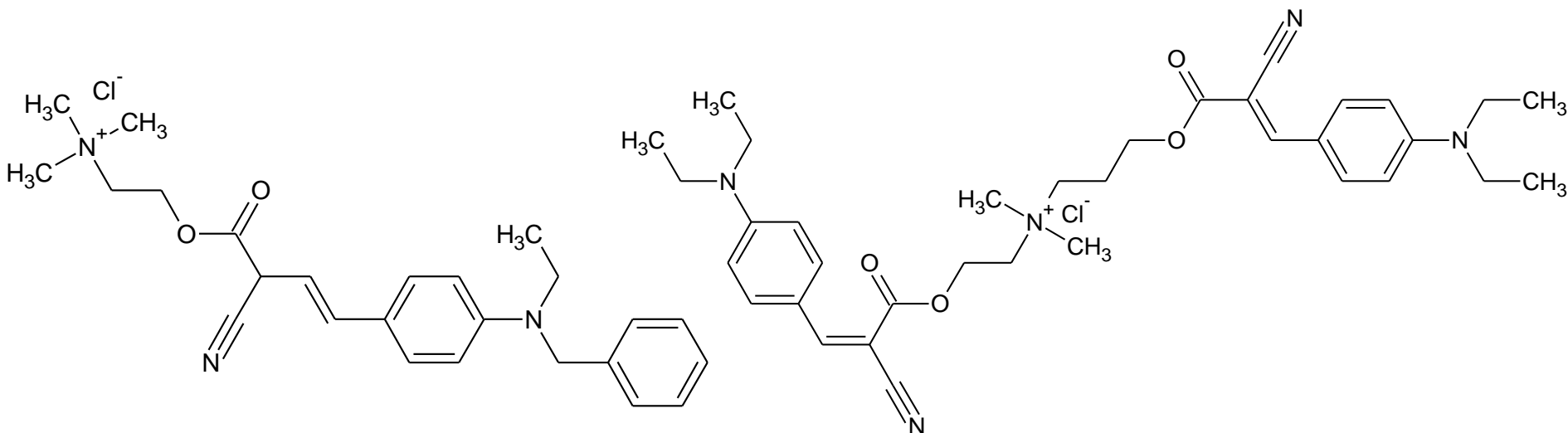
- možnost *in-site* produkce H_2O_2
- schopnost kontroly degradační kinetiky
- vyšší degradační rychlost organických polutantů
- možnost celkové mineralizace
- relativně nízké náklady v případě, že jsou optimalizovány operační parametry

Souhrnná Fentonova reakce: $Fe^{2+} + H_2O_2 + H^+ \rightarrow Fe^{3+} + H_2O + \bullet OH$



2. Experimentální část

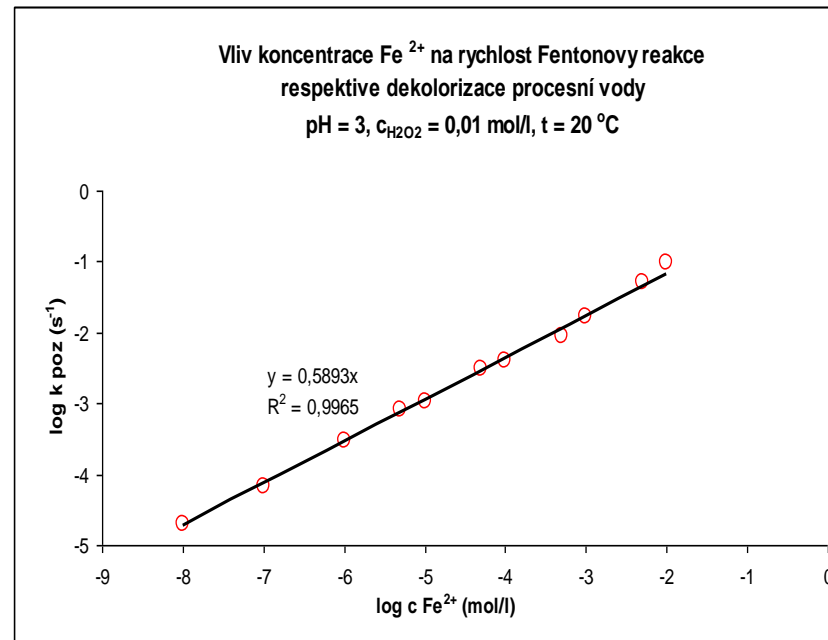
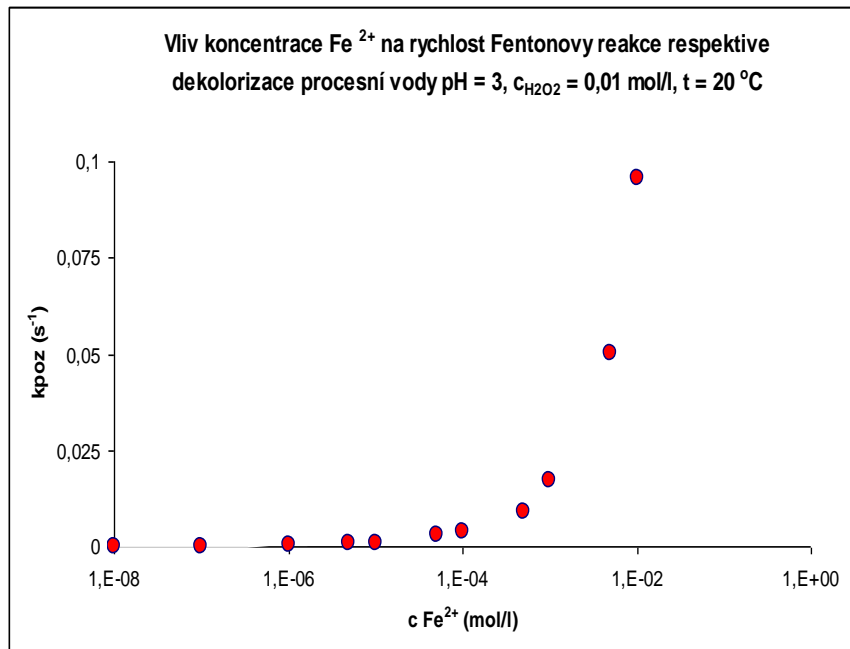
- procesní voda obsahuje zbytky barviv Kemira Astra Yellow značenou jako C.I. Basic Yellow 90 a Basazol Yellow 46L, což je barvivo označované Coulor Indexem jako C.I. Basic Yellow 96
- množství těchto barviv obvykle kolísá v rozmezí 3-6 mg/l, výjimečně až 10 mg/l
- vedle toho odpadní voda obsahuje dále kyselinu octovou, BUSAN 1287 a další pomocné prostředky
- procesní voda vykazuje pH = 6,2 – 7,2, RAS = 1500–2500 mg/l, NL = 1 do 25 mg/l, CHSK = 2500 – 4000 mg O₂/l, BSK₅ = 1250 – 2000 mg/l a vodivost kolísá od 2000 – 3000 μS/cm



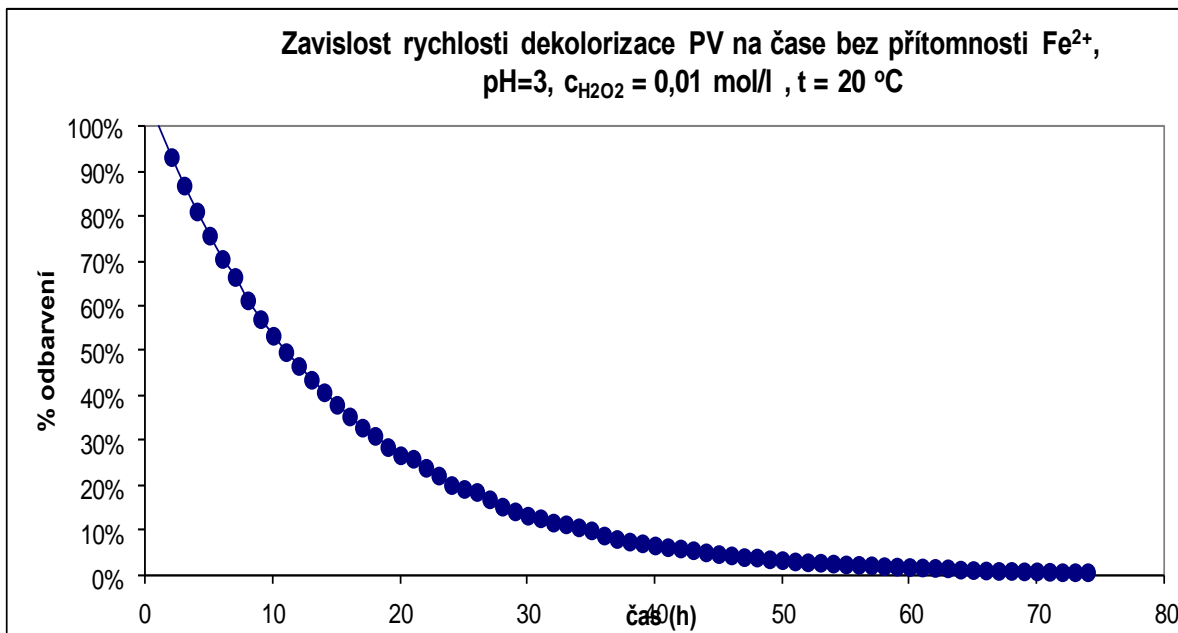
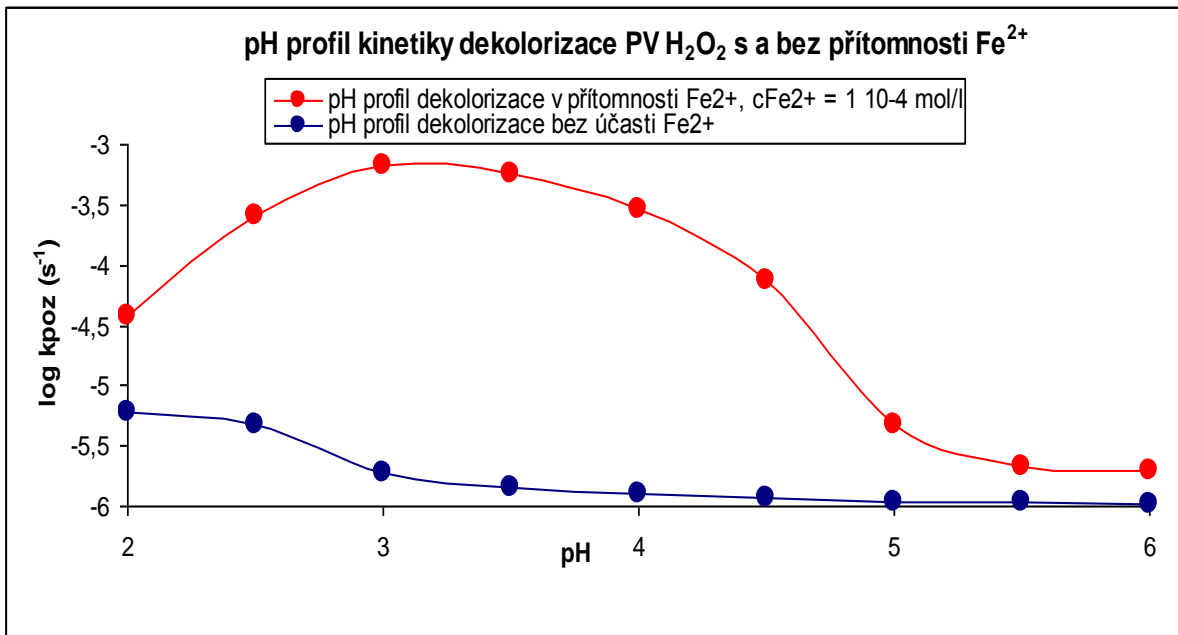
C.I. Basic Yellow 90 CAS [71550-24-8]

C.I. Basic Yellow 96 CAS [78181-99-4]

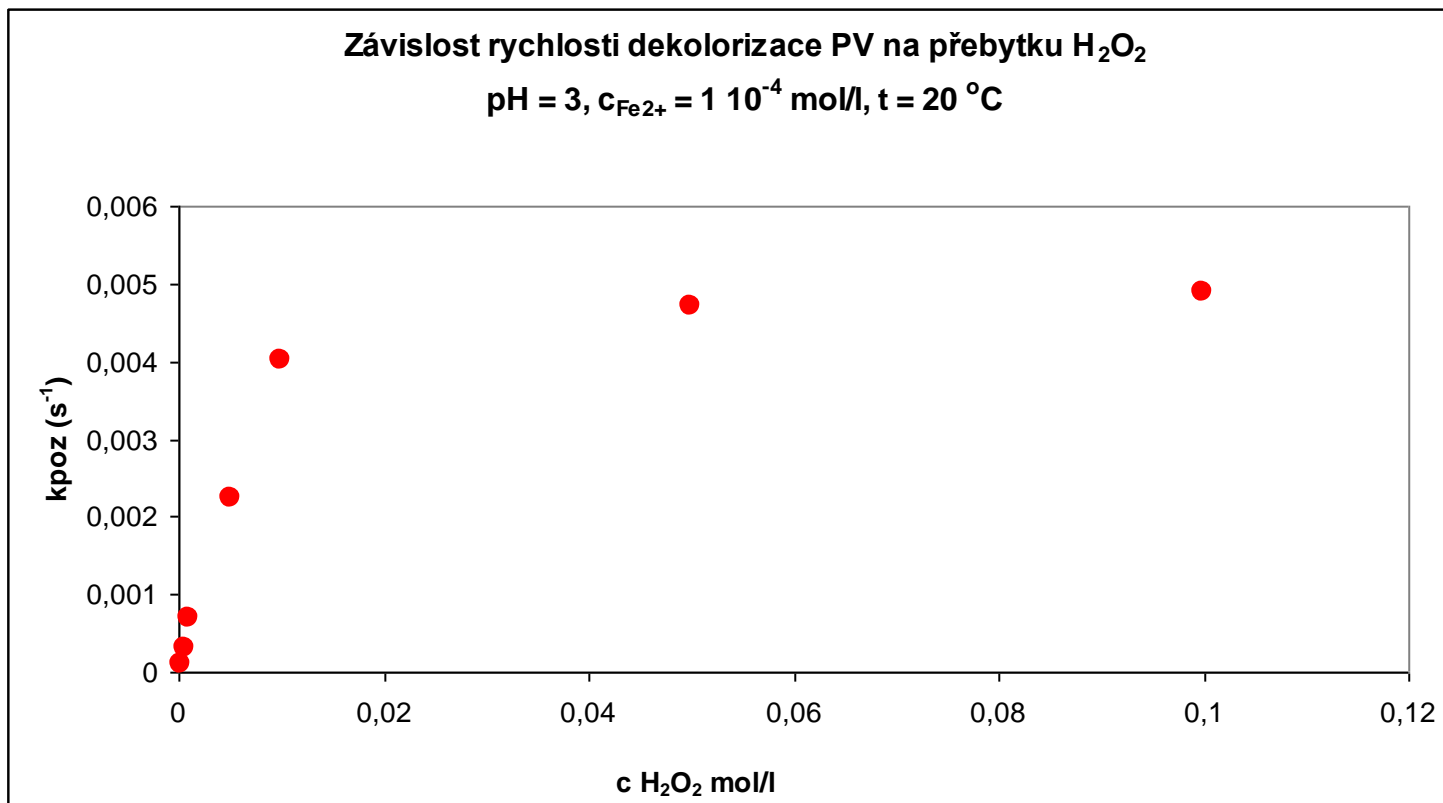
Elektro-Fentonova oxidace - vliv Fe^{2+}



Elektro-Fentonova oxidace - vliv pH



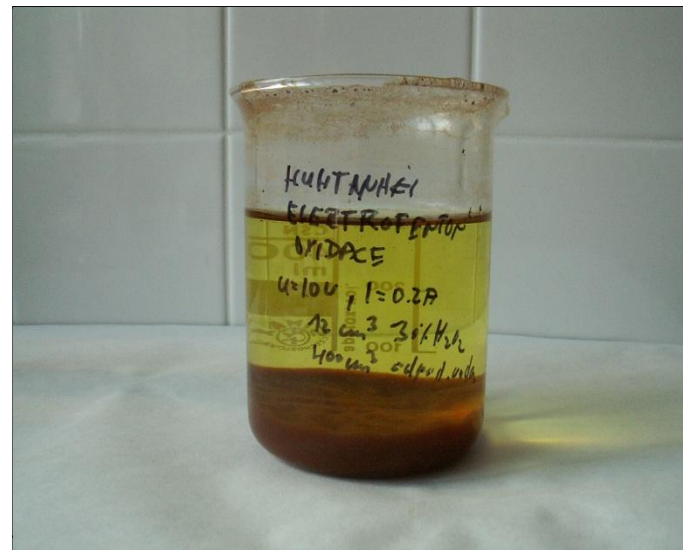
Elektro-Fentonova oxidace - vliv koncentrace H_2O_2



Elektro-Fentonova oxidace – pohled do laboratoře



Dekolorizace odpadní vody pomocí elektro Fentonovy reakce ($V=400$ ml, $t=1h$, $T=25$ °C, $U=10$ V, proudová hustota = $16\text{mA}/\text{cm}^2$, 12ml 30% H_2O_2).



Odpadní voda po elektro Fentonově reakci a následné sedimentaci kalů hydroxidů železa.

Změna pH, vodivosti, CHSK, obsahu celkového, anorganického a organického uhlíku a celkového obsahu dusíku v závislosti na použitém procesu

Proces	Mokrá oxidace vzduchem	Mokrá oxidace vzduchem + H ₂ O ₂	Elektro koagulace Al elektrody	Elektro koagulace Fe elektrody	Adsorpce Silcarbon S835	Elektro Fentonova oxidace	Ozonolýza	PV1 PV2
pH	8,23	6,74	6,89	7,30	7,22	7,04	6,56	7,19 7,10
vodivost [μS/cm]	3730	1388	2380	1350	2250	2310	3340	3100 3790
CHSK (mg/l)	2357 (-38,0%)	1700 (-55,3%)	2570 (-32,4%)	2326 (-38,8%)	2184 (-42,5%)	1794 (-52,8%)	2254 (-40,7%)	3800 3588
Ccel. (mg/l)	1704,4 (+2,4 %)	606,6 (-63,6%)	883,9 (-46,9%)	973,0 (-41,5%)	813,1 (-51,1%)	867,7 (-47,9%)	1680,4 (+0,9 %)	1664,3
Canorg. (mg/l)	76,3	10,9	63,6	111,2	28,8	54,3	24,4	38,5
Corg. (mg/l)	1628,1 (+1,4%)	595,7 (-63,4%)	820,3 (-49,5%)	861,8 (-47,0 %)	784,3 (-51,8 %)	813,4 (-50,9 %)	1656,0 (-1,7 %)	1625,8
Ncel. (mg/l)	3,4	1,2	1,4	1,3	1	1,4	1,9	3,8

Stupeň dekolorizace odpadní vody v závislosti na použitém procesu

Proces	Mokrý oxidace vzduchem	Mokrý oxidace vzduchem + H ₂ O ₂	Elektro koagulace Al elektrody	Elektro Koagulace Fe elektrody	Adsorpce Silcarbo S835	Elektro Fentonova oxidace	Ozonolýza	PV1 PV2
A ₂₅₄ ^λ	4,070 (+103,5%)	0,716 (-64,2%)	0,775 (-61,3 %)	0,679 (-66,1 %)	0,103 (-94,9 %)	1,447 (-27,7 %)	1,401 (-30,0 %)	2,000
A ₃₀₀ ^λ	2,358 (+119,6%)	0,370 (-65,5%)	0,297 (-72,3 %)	0,251 (-76,6 %)	0,044 (-95,9 %)	0,416 (-61,3 %)	0,679 (-36,8 %)	1,074
A ₃₇₁ ^λ	0,430 (-0,0%)	0,163 (-62,1%)	0,067 (-84,4 %)	0,062 (-85,6 %)	0,034 (-92,1 %)	1,424 (+231,2%)	0,223 (-48,1%)	0,430
A ₄₀₀ ^λ	0,223 (-39,7%)	0,126 (-65,9%)	0,057 (-84,6%)	0,054 (-85,4 %)	0,034 (-90,8%)	0,596 (-61,1 %)	0,177 (-52,2 %)	0,37

3. Závěr

- bylo dosaženo snížení CHSK o cca 53% a TOC o 51%
- je jasně patrný pokles absorbance v oblasti 280 – 320 nm
- ve žluté oblasti spektra roste absorbance vody nad původní hodnotu v důsledku přítomnosti oxidů železa (mohou být odstraněny po úpravě pH ve formě $\text{Fe}(\text{OH})_2$ a $\text{Fe}(\text{OH})_3$)
- bez úpravy pH by muselo po elektro Fentonově oxidaci následovat zachycení těchto částic např. pomocí ultrafiltrace nebo adsorpce na vhodném adsorbentu
- pro optimalizaci procesu byl sestaven pH profil elektro-Fentonovy oxidace, optimalizováno napětí a proudová hustota procesu společně s dávkováním peroxidu vodíku (viz grafy výše uvedené)

Děkuji za pozornost

Poděkování

Výzkumné práce jsou financovány projektem (SGFChT 05/2012).