

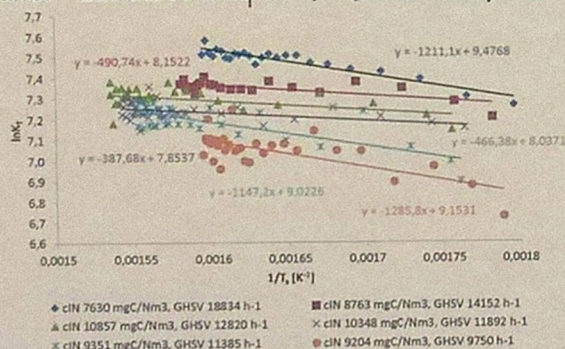
Měření kinetiky oxidace VOC na poškozeném sypaném katalyzátoru Pt-Pd/Al₂O₃

Brummer V., Jecha D., Osička T., Leštinský P.

Shrnutí

- experimentální jednotka pro zkoušení oxidace VOC na sypaných i monolitických katalyzátorech
- kapacita v poměru 1 : 1000 k provozním aplikacím
- průtok ca 15 m_N³/h znečištěného plynu
- byla proměřena kinetika oxidace v průmyslu běžně používaných rozpouštědel (etanol, aceton, toluen)
- VOC na vstupu a výstupu byla měřena na kontinuálních analyzátoch s FID detekcí

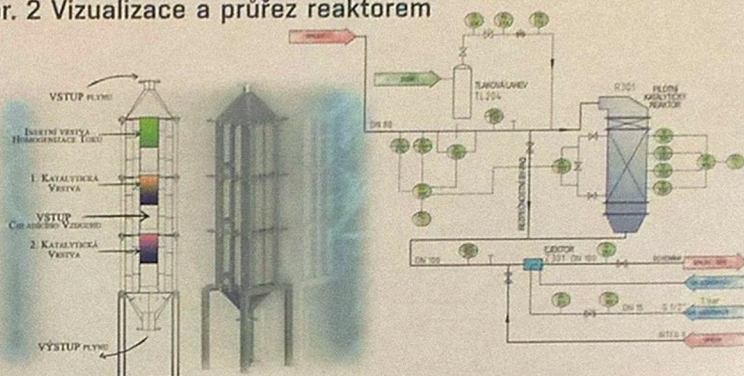
Obr. 3 Etanol - Závislost ln k_r na 1/T (izotermický režim)



Tab. 1 Parametry katalyzátoru EnviCat® VOC-5565

Oxidation starting temperature	290-340 °C
Minimal outlet temperature from catalytic bed	550 °C
Maximum possible working temperature of catalyst	680 °C
Space velocity for design of the catalytic bed	10,000 h ⁻¹
Linear velocity for design of the catalytic bed	0.56 mN.s ⁻¹
Specific gravity of catalyst	600 kg.m ⁻³

Obr. 1 Technologické schéma - Uspořádání technologie a MaR
Obr. 2 Vizualizace a průřez reaktorem



Tab. 2 Etanol - Výsledky měření různých režimů

látko	nástřik VOC	nástřik VOC - dle FID	nástřik VOC - dle FID	průtok spalin (norm.)	dávkování VOC na spaliny	prostorová rychlost	předexp. faktor	aktivační energie
[-]	V _{VOC} [ml/h]	V _{VOC,FB} [ml/h]	V _{VOC,FB} [mg C/m ³]	V _{sp} [m ³ /h]	V _{VOC,sp} [ml/m ³]	GHSV [h ⁻¹]	A [mol/kg.s]	E _a [kJ/mol]
etanol	450	390	7630	21.2	18.4	18834	5.37	10069
etanol	380	339	8763	15.9	21.3	14152	0.48	1403
etanol	400	377	10857	14.4	26.2	12820	1.27	3877
etanol	350	331	10348	13.4	24.7	11892	1.06	3223
etanol	320	294	9351	12.8	23.0	11385	3.41	9638
etanol	250	243	9204	10.9	22.2	9750	3.89	10690
průměr	358	329	9359	15	23	13139	2.6	6467
směr. odch.	63	50	1048	3	2	2877	1.8	3722
IS	50	40	838	3	2	2302	1.4	2978

Závěr

- byla navržena a postavena experimentální jednotka pro zkoušení oxidace VOC na sypaných i monolitických katalyzátorech
- byla proměřena kinetika oxidace v průmyslu běžně používaných rozpouštědel (etanol, aceton, toluen) na částečně poškozeném sypaném katalyzátoru Pt-Pd/Al₂O₃ - EnviCat® VOC-5565 s konverzí VOC zhruba 70 %
- pro izotermický režim byly vypočteny následné průměrné hodnoty aktivačních energií a předexponenciálních faktorů: toluen E_a = 5817 ± 1571 J/mol a A = 2,0 ± 0,6 mol.kg⁻¹.s⁻¹, aceton E_a = 4725 ± 2730 J/mol a A = 1,7 ± 1,2 mol.kg⁻¹.s⁻¹ a etanol E_a = 6467 ± 2978 J/mol a A = 2,6 ± 1,4 mol.kg⁻¹.s⁻¹
- v porovnání s jinými studiemi na mikroreaktorech jsou naměřené hodnoty značně nízké a intervaly spolehlivosti značně široké, proto není možno doporučit jednotku dané velikosti pro měření kinetiky reakcí.

Tab. 3 Toluén - Výsledky měření různých režimů

látko	nástřik VOC - čerpadlo	nástřik VOC - dle FID	nástřik VOC - dle FID	průtok spalin (norm.)	dávkování VOC na spaliny	prostorová rychlost	předexp. faktor	aktivační energie
[-]	V _{VOC} [ml/h]	V _{VOC,FB} [ml/h]	V _{VOC,FB} [mg C/m ³]	V _{sp} [m ³ /h]	V _{VOC,sp} [ml/m ³]	GHSV [h ⁻¹]	A [mol/kg.s]	E _a [kJ/mol]
toluén	220	161	7282	17.6	9.2	15837	2.66	7646
toluén	250	230	8822	20.7	11.1	18408	2.93	7293
toluén	280	264	9401	22.2	11.9	19781	1.32	3019
toluén	200	149	6977	16.9	8.8	14979	1.41	4300
toluén	190	165	12338	10.5	15.6	9368	2.23	8189
toluén	170	142	10429	10.9	13.1	9660	1.07	4454
průměr	218	185	9208	16	12	14636	2.0	5817
směr. odch.	37	45	1833	4	2	3961	0.7	1964
IS	28	34	1358	3	2	2934	0.6	1571

Tab. 4 Aceton - Výsledky měření různých režimů

látko	nástřik VOC	nástřik VOC - dle FID	nástřik VOC - dle FID	průtok spalin (norm.)	dávkování VOC na spaliny	prostorová rychlost	předexp. faktor	aktivační energie
[-]	V _{VOC} [ml/h]	V _{VOC,FB} [ml/h]	V _{VOC,FB} [mg C/m ³]	V _{sp} [m ³ /h]	V _{VOC,sp} [ml/m ³]	GHSV [h ⁻¹]	A [mol/kg.s]	E _a [kJ/mol]
aceton	450	405	14384	13.8	29.3	12298	1.04	4137
aceton	350	309	11962	12.8	24.1	11409	0.53	808
aceton	220	181	7128	12.2	14.9	10841	5.41	12915
aceton	300	257	8178	15.5	18.6	13794	0.98	3510
aceton	350	313	9223	16.7	18.8	14817	0.78	2036
aceton	360	315	7636	20.2	15.6	17934	1.12	3504
aceton	430	383	8091	23.3	16.5	20685	2.00	8189
průměr	351	309	9514	16	19	14534	1.7	4728
směr. odch.	72	70	2473	4	5	3340	1.6	3685
IS	53	51	1832	3	4	2481	1.2	2730

Poděkování

Tento článek byl vytvořen v rámci projektu LO1202 za finanční podpory MŠMT v rámci Národního programu udržitelnosti I, ve spolupráci na projektu Centrum kompetence pro energetické využití odpadů TE0200023.