

Commercial Ebullated Bed Vacuum Residue Hydrocracking Performance Improvement during Processing Difficult Feeds

Borislav Enchev Georgiev ^{1,2}, Dicho Stoyanov Stratiev ^{1,2,*}, Georgy Stoilov Argirov ¹, Angel Nedelchev ¹, Rosen Dinkov ¹, Ivelina Kostova Shishkova ¹, Mihail Ivanov ¹, Krassimir Atanassov ², Simeon Ribagin ^{2,3}, Georgi NikolovPalichev ², Svetoslav Nenov ⁴, Sotir Sotirov ³, Evdokia Sotirova³, Dimitar Pilev ⁴ and Danail Dichev Stratiev ²

¹ LUKOIL Neftohim Burgas, 8104 Burgas, Bulgaria

² Institute of Biophysics and Biomedical Engineering, Bulgarian Academy of Sciences, Georgi Bonchev 105, 1113 Sofia, Bulgaria

³ Intelligent Systems Laboratory, University Prof. Dr. Assen Zlatarov, Professor Yakimov 1, 8010 Burgas, Bulgaria

⁴ Department of Mathematics, University of Chemical Technology and Metallurgy, Kliment Ohridski 8, 1756 Sofia, Bulgaria

* Correspondence: stratiev.dicho@neftochim.bg

Table S1. Properties of crude oils under study.

Crude origin		Urals	Basrah H	LSCO
Crude density at 15 °C	g /cm ³	0,877	0,905	0,854
Crude sulphur	wt. %	1,53	3,86	0,57
Crude kin. Viscosity at 40°C	mm ² /s	12,6	37,2	10,8
Crude Saturates	wt. %	58,4	46,5	62,3
Crude Aromatics	wt. %	35,2	38,7	31,4
Crude Resins	wt. %	2,6	5,1	3,1
Crude Aspaltenes(C ₇)	wt. %	3,8	9,7	3,2
Crude Aspaltenes(C ₅)	wt. %	6,3	14,8	6,3
IBP-180°C	TBP, wt. %	15,0	15,7	20,0
180-240°C	TBP, wt. %	8,7	7,8	9,1
240-360°C	TBP, wt. %	21,0	17,7	23,1
360-550°C	TBP, wt. %	30,3	25,9	29,6
>550°C	TBP, wt. %	23,9	31,9	17,3

Table S2. Different variables characterizing the ebullated bed vacuum residue hydrocracker performance to be evaluated by ICrA.

H-Oil Net conversion, wt. %	HDM, %	LHSV, h ⁻¹	T-R1, °C	T-R2, °C	ATB TSE	R-1 ΔT, °C	R-2 ΔT, °C	Urals, wt. frac.	Sib Light, wt. frac.	Basrah Heavy, wt. frac.
62,0	39,4	0,14	414	415	0,46	54	52	0,89	0,00	0,06
58,5	62,8	0,17	414	415	0,38	49	47	0,81	0,00	0,18
66,3	58,3	0,17	416	419	0,3	59	57	0,58	0,28	0,15
66,3	79,7	0,19	414	417	0,57	51	54	0,82	0,11	0,06
67,0	58,2	0,18	417	422	0,19	58	50	0,63	0,38	0,00
71,6	79,4	0,17	419	424	0,41	65	51	0,65	0,35	0,00
70,0	74,6	0,17	419	424	0,21	65	51	0,44	0,56	0,00
69,7	77,7	0,18	419	424	0,42	67	43	0,50	0,50	0,00
70,5	80,4	0,17	419	424	0,38	68	40	0,50	0,50	0,00
70,4	82,1	0,17	420	423	0,32	69	39	0,50	0,50	0,00
70,8	82,0	0,18	420	423	0,29	68	41	0,50	0,50	0,00
71,1	85,3	0,17	421,5	421,5	0,3	69,5	36,5	0,50	0,50	0,00
71,6	82,0	0,17	421,5	421,5	0,24	68,5	35,5	0,50	0,50	0,00
72,3	82,1	0,17	422,5	422,5	0,34	69,5	36,5	0,50	0,50	0,00
72,5	84,6	0,17	422,5	422,5	0,32	71,5	36,5	0,50	0,50	0,00
74,7	88,3	0,17	424,5	424,5	0,18	74,5	39,5	0,50	0,50	0,00
75,5	87,1	0,17	425	425	0,26	75	41	0,68	0,33	0,00
76,5	89,0	0,18	428	428	0,26	78	41	0,65	0,36	0,00
77,4	89,5	0,18	428	428	0,18	77	40	0,61	0,39	0,00
80,2	94,8	0,18	428	428	0,19	77	40	0,60	0,40	0,00
75,6	90,0	0,18	428	428	0,16	77	40	0,60	0,40	0,00
75,3	88,8	0,19	428	428	0,13	77	38	0,67	0,33	0,00
75,3	88,8	0,19	429	430	0,22	78	38	0,71	0,29	0,00
76,1	85,7	0,19	429	430	0,24	77	37	0,68	0,32	0,00
77,5	87,2	0,19	429	430	0,17	89	39	0,70	0,15	0,15
78,4	85,1	0,19	430	432	0,22	90	43	0,73	0,12	0,15
77,0	85,2	0,19	430	432	0,16	91	40	0,83	0,06	0,11
77,7	82,7	0,19	430	432	0,07	90	43	0,64	0,23	0,13

77,2	81,0	0,19	430	432	0,35	73	34	0,50	0,35	0,15
78,7	90,1	0,19	430	432	0,47	72	32	0,53	0,33	0,14
78,0	89,9	0,2	429	431	0,1	80	34	0,63	0,32	0,06
76,3	86,2	0,19	429	431	0,09	84	37	0,68	0,29	0,00
80,2	87,7	0,18	429	431	0,15	86	38	0,74	0,26	0,00
79,5	87,4	0,17	429	431	0,09	82	38	0,74	0,25	0,00
80,8	91,4	0,17	429	432	0,11	81	43	0,74	0,26	0,00
81,4	92,2	0,16	430	432	0,19	79	43	0,72	0,28	0,00
82,7	94,1	0,16	430	432	0,25	80	43	0,72	0,28	0,00
82,3	89,7	0,16	430	432	0,21	79	40	0,70	0,30	0,00
82,7	97,9	0,17	430	432	0,11	84	43	0,78	0,22	0,00

Table S3. Ebullated bed vacuum residue hydrocracker data for LHSV, reaction temperature (WABT), and net conversion.

Nr	Date	LHSV, hr-1	WABT, °C	H-Oil net conversion (540°C+), wt. %
1	11.4.2022	0,139	414,5	62,0
2	20.4.2022	0,170	414,5	58,5
3	4.5.2022	0,170	417,5	66,3
4	11.5.2022	0,190	415,5	66,3
5	18.5.2022	0,180	419,5	66,95
6	23.5.2022	0,170	421,5	71,6
7	26.5.2022	0,170	421,5	70
8	30.5.2022	0,180	421,5	69,7
9	1.6.2022	0,170	421,5	70,5
10	2.6.2022	0,170	421,5	70,4
11	6.6.2022	0,180	421,5	70,8
12	9.6.2022	0,170	421,5	71,1
13	13.6.2022	0,170	421,5	71,6
14	15.6.2022	0,170	422,5	72,3
15	16.6.2022	0,170	422,5	72,5
16	20.6.2022	0,170	424,5	74,7
17	27.6.2022	0,170	425	75,5
18	4.7.2022	0,180	428	76,5
19	11.7.2022	0,180	428	77,4
20	18.7.2022	0,180	428	80,2
21	25.7.2022	0,180	428	75,6
22	1.8.2022	0,190	428	75,3
23	8.8.2022	0,190	429,5	75,3
24	15.8.2022	0,190	429,5	76,1
25	22.8.2022	0,190	429,5	77,5
26	29.8.2022	0,190	431	78,4
27	5.9.2022	0,190	431	77,0
28	12.9.2022	0,190	431	77,7
29	19.9.2022	0,190	431	77,2
30	26.9.2022	0,190	431	78,7
31	3.10.2022	0,200	430	78,0
32	10.10.2022	0,190	430	76,3
33	17.10.2022	0,180	430	80,2
34	24.10.2022	0,170	430	79,5
35	31.10.2022	0,170	430,5	80,8
36	7.11.2022	0,165	431	81,4
37	14.11.2022	0,165	431	82,7
38	21.11.2022	0,164	431	82,3
39	28.11.2022	0,169	431	82,7
40	1.3.2023	0,21	430	72,5
41	1.11.2023	0,19	430	75,9
42	1.16.2023	0,20	430	76,7
43		0,223	411	54,7
44		0,245	414	56,1
45		0,099	430,5	90,8