

«Engineering and Consulting PFA Alexander Gadetskiy»

**MASTER**

Discipline: PROCESS: Deep Conversion

Name: [Alexander.gadetskiy@inbox.lv](mailto:Alexander.gadetskiy@inbox.lv)

Sign.

Date: 18.01.2018

**Техническое предложение NOOYAN Energy Solution Engineering Company на переработку продуктов замедленного коксования с выпуском: ароматического концентрата, дизельного топлива Е5, технического углерода и малосернистых электродных и конструкционных коксов**



## Содержание

1. Введение
2. BFD схема конфигураций технологических процессов
3. Материальные балансы процессов
4. Замедленное коксование малосернистых, высокоароматических нефтяных остатков 360°С с блоком ароматизации тяжелого дизеля коксования
5. Гидроочистка легкого дизеля коксования
6. Ароматизация нефти коксования
7. Установка получения технического углерода на основе тяжелого дизеля коксования
8. Выводы.

## Приложения

Приложение 1. Состав сырья

Приложение 2. PFD схемы замедленного коксования с ароматизацией тяжелого дизеля коксования и выделением, как сырья для технического углерода

Приложение 3. PFD схемы процесса гидроочистки легкого дизеля коксования

Приложение 4. PFD схемы ароматизации нефти коксования

Приложение 5. PFD схемы получения технического углерода на основе тяжелого дизеля коксования

## 1. Введение

Тяжелые, высокоароматические и малосернистые нефти являются специфическим и очень ценным сырьевым ресурсом, поэтому его переработка должна производиться максимально квалифицированно, что и было предложено Заказчику на базе проектных решений и производственных объектов, в частности, на Балканских НПЗ. Исходя из состава нефти и отдельных фракций, **Приложение 1.1 и 1.1**, первичная переработка предполагает только атмосферную перегонку (АТ) на мощность 500 т.т/год с выделением фракции выкипающей до 360°C и ее гидроочистку совместно с легким дизелем замедленного коксования. Атмосферная перегонка не показана на схеме в **Главе 2**. Учитывая низкое содержание серы в исходной нефти в конфигурации завода не планируется использование процесса Клауса или аналогичных методов для получения элементарной серы. Производство товарного гидросульфида натрия оказалось более предпочтительным для Заказчика. Применимость продуктов перечисленных в сводном материальном балансе **Глава 3**, а также обоснование выбора конфигураций процессов приведено в **Главе 8**.

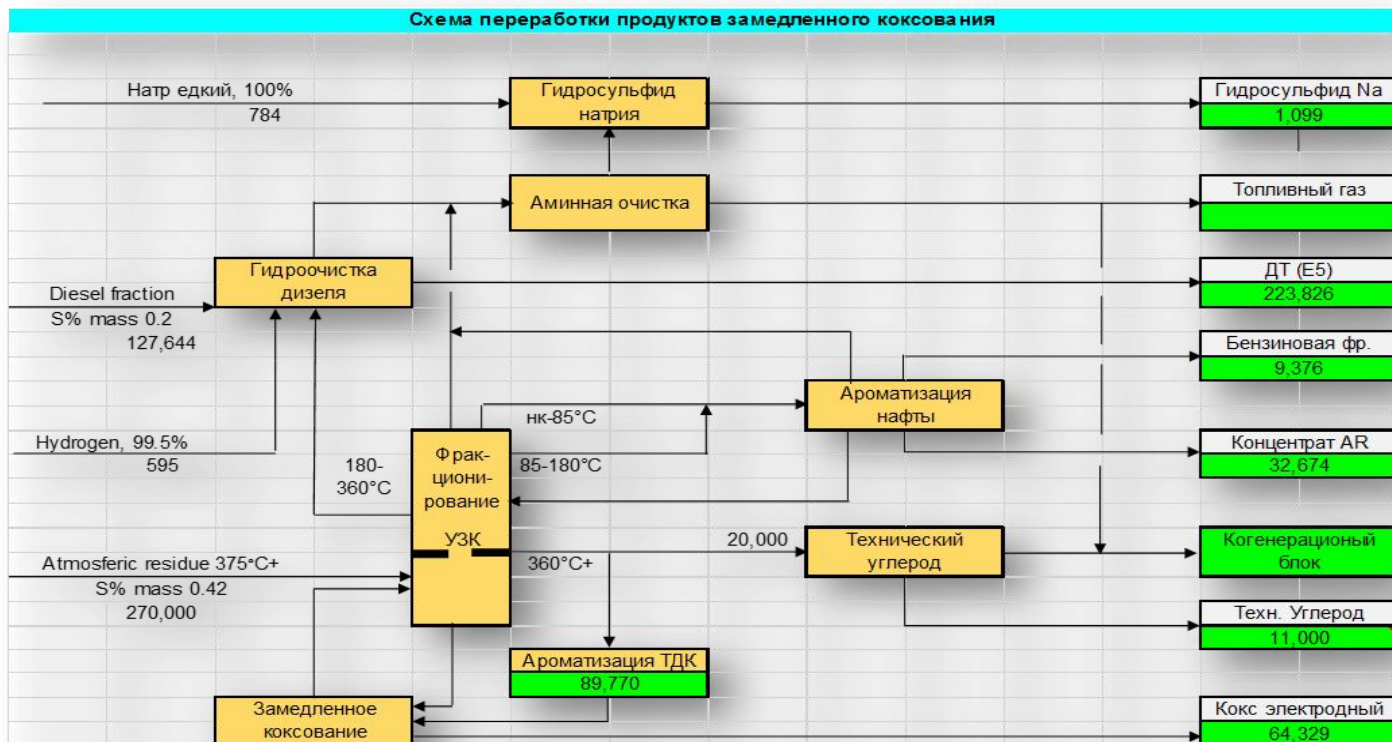
Основные положения проектирования связанных с переносом существующих технологических процессов, т.е создание реплик — это обычная практика при соблюдении нескольких обязательных аспектов:

- технология не копируется, а создается ее новая улучшенная реплика с учетом новых катализаторов, реагентов и оборудования
- технологическая реплика всегда оказывается более эффективной, так как учитываются все минусы, которые существовали по процессу
- существующие процессы и характеристики оборудования, которые используются в качестве реплики проверены на практике, но всегда требуется квалифицированное приложение к новым технологическим условиям и применительно к нормам и правилам страны строительства
- проектирование ведется на основе технической документации существующих или ранее существовавших производств, которые содержат все необходимые лицензии на процессы, либо их срок действия уже завершен. В любом случае оригинальный пакет документов, как базового, так и детального проектирования является неотъемлемой и обязательной частью, который и будет являться основой для создания реплики

## 2. BFD схема конфигураций технологических процессов

На **Схеме 1** представлена конфигурация процессов для переработки атмосферного остатка 375°C+. С содержанием серы не более 0.5% масс. и коэффициентом Конрадсона CCR=9.12.

Схема 1.



## 3. Материальные балансы процессов

В **Таблице 1** Представлен материальный баланс процесса замедленного коксования атмосферного остатка 375°C+.

Таблица 1

<b>Материальный баланс процесса замедленного коксования атмосферного остатка нефти Videle, Romania</b>			
<b>Сырье</b>	<b>т/год</b>	<b>кг/ч</b>	<b>%</b>
Atmospheric residue 375°C+ (S=0.421% масс CCR=9.12)	270,000.00	33,750.00	100.00
<b>ИТОГО сырье</b>	<b>270,000.00</b>	<b>33,750.00</b>	<b>100.00</b>
<b>Продукция</b>			
Газы коксования C1-C4	24,605.86	3,075.73	9.11%
Нафта коксования нк-180°C	38,929.03	4,866.13	14.42%
Легкий дизель коксования	75,464.21	9,433.03	27.95%
Тяжелый дизель коксования	81,752.90	10,219.11	30.28%
Кокс электродный, S ≤ 1.0 % масс.	49,248.00	6,156.00	18.24%
<b>ИТОГО продукция</b>	<b>270,000.00</b>	<b>33,750.00</b>	<b>100.00%</b>

В **Таблице 2** Представлен материальный баланс процесса замедленного коксования тяжелого дизеля коксования после обработки его в печи ароматизации с целью увеличения коэффициента Конрадсона

Таблица 2

<b>Материальный баланс процесса замедленного коксования ароматизированного тяжелого дизеля коксования</b>			
<b>Сырье</b>	<b>т/год</b>	<b>кг/ч</b>	<b>%</b>
Тяжелый дизель коксования, CCR=8.4	89,770.00	11,221.25	100.00
<b>ИТОГО сырье</b>	<b>89,770.00</b>	<b>11,221.25</b>	<b>100.00</b>
<b>Продукция</b>			
Газы коксования C1-C4	8,087.92	1,010.99	9.01%
Нафта коксования нк-180°C	12,721.49	1,590.19	14.17%
Легкий дизель коксования	25,862.03	3,232.75	28.81%
Тяжелый дизель коксования ароматизированный (CCR=8.4)	28,017.20	3,502.15	31.21%
Кокс электродный, S≤ 1.0 % масс.	15,081.36	1,885.17	16.80%
<b>ИТОГО продукция</b>	<b>89,770.00</b>	<b>11,221.25</b>	<b>100.00%</b>

В **Таблице 3** Представлен материальный баланс процесса гидроочистки легкого дизеля коксования совместно с прямогонным дизелем

Таблица 3

<b>Материальный баланс процесса гидроочистки фракции 85-360°C</b>			
<b>Сырье</b>	<b>т/год</b>	<b>кг/ч</b>	<b>%</b>
Легкий дизель коксования, S=0.31 % масс	101,326.25	12,665.78	44.14%
Дизельная фракция прямогонная. S=0.2% масс.	127,643.59	15,955.45	55.60%
Водород 100%	595.32	74.42	0.26%
<b>ИТОГО сырье</b>	<b>229,565.16</b>	<b>28,695.65</b>	<b>100.00%</b>
<b>Продукция</b>			
Дизельная фракция 180-360 °C	223,826.03	27,978.25	97.50%
Бензиновая фракция	4,407.65	550.96	1.92%
Сероводород содержащий газ	1,331.48	166.43	0.58%
<b>ИТОГО продукция</b>	<b>229,565.16</b>	<b>28,695.65</b>	<b>100.00%</b>

В **Таблице 4** Представлен материальный баланс процесса ароматизации нефти коксования

Таблица 4

<b>Материальный баланс процесса ароматизации бензиновых фракций замедленного коксования</b>			
<b>Сырье</b>	<b>т/год</b>	<b>кг/ч</b>	<b>%</b>
Нафта коксования нк-180°C	51,650.52	6,456.31	100.00%
<b>ИТОГО сырье</b>	<b>51,650.52</b>	<b>6,456.31</b>	<b>100.00%</b>
<b>Продукция</b>			

Фракция 62-165°C ароматическая	32,674.12	4,084.26	63.26%
Фракция нк - 62°C	4,968.78	621.10	9.62%
Сероводород содержащий газ	10,443.73	1,305.47	20.22%
Тяжелые кубовые остатки	3,563.89	445.49	6.90%
<b>ИТОГО продукция</b>	<b>51,650.52</b>	<b>6,456.31</b>	<b>100.00%</b>

В Таблице 5 Представлен материальный баланс процесса получения технического углерода на основе тяжелого дизеля коксования повышенной плотности

Таблица 5

<b>Материальный баланс производства технического углерода</b>			
<b>Сырье</b>	<b>т/год</b>	<b>кг/ч</b>	<b>%</b>
Тяжелый дизель коксования для ТУ. Плотность при 20°C н/м 1.05, Индекс корреляции н/м 115	20,000.00	2,500.00	100.00%
<b>ИТОГО сырье</b>	<b>20,000.00</b>	<b>2,500.00</b>	<b>100.00%</b>
<b>Продукция</b>			
Технический углерод №339	600.00	75.00	3.00%
Технический углерод №358	1,000.00	125.00	5.00%
Технический углерод №375	800.00	100.00	4.00%
Технический углерод №539	1,600.00	200.00	8.00%
Технический углерод №550	2,500.00	312.50	12.50%
Технический углерод №582	4,500.00	562.50	22.50%
Продукты реакции	9,000.00	1,125.00	45.00%
<b>ИТОГО продукция</b>	<b>20,000.00</b>	<b>2,500.00</b>	<b>100.00%</b>

В Таблице 6 Представлен сводный материальный баланс завода по переработке продуктов замедленного коксования

Таблица 6

<b>Сводный материальный баланс завода по переработке продуктов замедленного коксования</b>			
<b>Сырье</b>	<b>т/год</b>	<b>кг/ч</b>	<b>%</b>
Atmosferic residue 375°C+ (S=0.421% масс CCR=9.12)	270,000.00	33,750.00	67.80%
Дизельная фракция прямоугольная. S=0.2% масс.	127,643.59	15,955.45	32.05%
Водород 100%	595.32	74.42	0.15%
<b>ИТОГО сырье</b>	<b>398,238.92</b>	<b>49,779.86</b>	<b>100.00%</b>
<b>Продукция</b>			
Кокс электродный, S≤ 1.0 % масс.	64,329.36	8,041.17	16.15%
Дизельное топливо, Класс 5	223,826.03	27,978.25	56.20%
Бензиновая фракция	9,376.43	1,172.05	2.35%
Фракция 62-165°C ароматическая	32,674.12	4,084.26	8.20%
Тяжелые кубовые остатки	3,563.89	445.49	0.89%
Технический углерод	11,000.00	1,375.00	2.76%
Газы на когенерацию и в топливную сеть	53,468.99	6,683.62	13.43%
<b>ИТОГО продукция</b>	<b>398,238.81</b>	<b>49,779.85</b>	<b>100.00%</b>

#### 4. Замедленное коксование малосернистых, высокоароматических нефтяных остатков 360°C с блоком ароматизации тяжелого дизеля коксования

Характеристики процесса передавались в составе «Техническое предложение на глубокую переработку мазутных фракций для компании NOOYAN Energy Solution Engineering Company» <http://giproiv.ru/pdf/62-glubok-pererabotka-mazuta.pdf> УЗК работает без выпуска тяжелого дизеля коксования (ТДК) или его количества минимальны, так как ТДК направляется на дополнительную печь для увеличения коксуемости в 8 – 10 раз, что позволяет его использовать, как эффективный рецикл, а также как сырье для производства технического углерода

#### 5. Гидроочистка легкого дизеля коксования и прямогонного дизеля

Характеристики процесса передавались в составе «Техническое предложение на глубокую переработку мазутных фракций для компании NOOYAN Energy Solution Engineering Company» <http://giproiv.ru/pdf/62-glubok-pererabotka-mazuta.pdf> Гидроочистка продуктов коксования всегда сопряжена с повышенным градиентом температур по реактору, коксуемостью катализатора, значительным расходом водорода чему способствует значительное количество непредельных углеводородов. Для исключения подобного продукты коксования рекомендуется блендировать прямогонными аналогами в количествах не менее 20-30%. В предлагаемом варианте переработки количество прямогонного дизеля значительно превосходит количество дизеля коксования, т.е. ни каких осложнений по процессу гидроочистки не предвидится, что и будет подтверждено поставщиком катализатора.

#### 6. Ароматизация нефти коксования

Характеристики процесса передавались в составе «Исходный технологический проект (DBS) на процесс ароматизации бензинов УЗК и ТК.» [http://giproiv.ru/pdf/44\\_aroma\\_benzinov.pdf](http://giproiv.ru/pdf/44_aroma_benzinov.pdf) Установки проектируются и строятся на мощность от 50 до 100 т.тонн/год по сырью. Катализаторы процесса на основе алюмосиликатов не содержат металлов платиновой группы, что соответственно не накладывало ни каких ограничений по качеству сырья.

Компонентный состав исходного сырья и товарной продукции приведен в **Таблице 7**

**Таблица 7**

Ароматизация бензиновых фракций УЗК и ТК, при температуре процесса 440 – 460°C			
Сырьё	% масс	Тыс.тонн	
Бензины УЗК и ТК	45 – 50		<b>Р</b>
	22 – 28		<b>О</b>

	16 – 20		<b>N</b>
	5 – 9		<b>A</b>
<b>Итого</b>			
<b>Продукты переработки</b>			
Фракция 62-165°C ароматизированная	15 – 20		<b>P</b>
	3 – 8		<b>O</b>
	5 – 10		<b>N</b>
	72 – 77		<b>A</b>
<b>Итого</b>	<b>100.00%</b>		

## 7. Установка получения технического углерода на основе тяжелого дизеля коксования

Установки для выпуска технического углерода на основе различных типов жидкого сырья CNCCC Carbon Black Plant имеют отличный референц лист и не позволяют сомневаться в достоинствах предлагаемой технологии. Увеличение плотности тяжелого дизеля коксования до значений не 1050 кг/м<sup>3</sup> производится изменением технологического режима в стриппере тяжелого дизеля, на период наработки необходимых количеств сырья для производства технического углерода. Нарботка сырья для производства технического углерода производится периодически.

## 9. Выводы

////////////////////////////////////  
 //////////////////////////////////////  
 //////////////////////////////////////

## Приложение 1.1



<b>CRUDE TITEI-PETROL, VIDELE</b>	<b>Norm</b>	<b>Unit</b>	<b>Result</b>	<b>Method applied in INCERP</b>
Densitate 15°C	ASTM D 4052	g/cm <sup>3</sup>	0,9434	ASTM D 4052
Punct de curgere	DIN ISO 3016	°C	-27	ASTM D 97
Presiune de vapori	ASTM D 5191	kPa	lipsa	SR EN 12
Continut de sulf din H <sub>2</sub> S	DIN 51855/T6	mg/kg	-	STAS 6908/3
Continut de sulf din mercaptani	DIN 51855/T6	mg/kg	-	STAS 6908/3
Continut total de sulf	ASTM D 5453	%mass	0,300	SR ISO 8754
Nr. total acizi	ON EN 12634	mgKOH/g	3,05	ASTM D 664
Viscozitate 20° C	DIN 51562/T1	mm <sup>2</sup> /s	1148	ASTM D 445
Viscozitate 40° C	DIN 51562/T1	mm <sup>2</sup> /s	236	ASTM D 445
Arsen	*	µg/kg	-	UOP 946
Mercur	*	µg/kg	-	-
Fier	ASTM D 5185	ppm	129	UOP 391
Vanadiu	UOP 391	mg/kg	3,4	UOP 391
Nichel	UOP 391	mg/kg	2,9	UOP 391
Punct de aprindere prin metoda Pensky Martens	ON EN 57	°C	80	STAS 32
Sare	DIN 51576	mgNaCl/kg	60	IP 265
Continut de clor prin metoda Wickbold	DIN 51408/T1	mg/kg	-	-
Continut de C1 – C4 in titei-petrol	*	%mass	0,15	GC

## Приложение 1.2

<b>Fraction</b>	<b>Distillation range, °C</b>	<b>% mass</b>	<b>Σ % mass</b>	<b>Density at 15°C, g/cm<sup>3</sup></b>
C1-iC4 gas *				
Light gasoline, C5/90°C	<90	-	-	-
Heavy gasoline, 90/175°C	90-175	1,1	1,1	0,8300
Kerosene, 175/225°C	175-225	0,7	1,8	0,8456
Gasoil, 225/375°C	225-375	27,4	29,2	0,8898
Atmospheric residue, 375+°C	375+	70,8	70,8	0,9638
Vacuum gasoil, 375/525°C	375-525	31,6	60,8	0,9421
Vacuum residue, 525+°C	525+	39,2	100,0	0,9811

## Приложение 1.3

<b>ATMOSPHERIC RESIDUE 375+°C</b>	<b>Norm</b>	<b>Unit</b>	<b>Result</b>	<b>Method applied in INCERP</b>
Densitate 15°C	ON EN ISO 3838	g/cm <sup>3</sup>	0,9638	ASTM D 4052
Continut total de sulf	ASTM D 5453	%mass	0,421	SR ISO 8754
Continut total de azot	ASTM D 5762	%mass	0,16	UOP 120

Viscozitate 50° C	DIN 51562/T1	mm <sup>2</sup> /s	1429	ASTM D 446
Viscozitate 100° C	DIN 51562/T1	mm <sup>2</sup> /s	64,76	ASTM D 446
Saturate/ aromate/ rasini/ asfaltene	DIN 51595	% mass	24,5/57, 0/ 17,2/1,3	IP 469
<b>Cocs Conradson</b>	<b>ON EN ISO 10370</b>	<b>% mass</b>	<b>9,12</b>	<b>ISO 6615</b>
Vanadiu	UOP 391	mg/kg	2,5	UOP 391
Nichel	UOP 391	mg/kg	4,5	UOP 391
Punct de curgere	DIN ISO 3016	°C	+3	ASTM D 97

## Приложение 1.4

<b>VACUUM GASOIL 375/525° C</b>	<b>Norm</b>	<b>Unit</b>	<b>Result</b>	<b>Method applied in INCERP</b>
Densitate 15° C	ON EN ISO 3838	g/cm <sup>3</sup>	0,9421	ASTM D 4052
Punct de curgere	DIN ISO 1316	°C	-21	ASTM D 97
<b>Continut total de sulf</b>	<b>ASTM D 5453</b>	<b>% mass</b>	<b>0,341</b>	<b>SR ISO 8754</b>
Continut total de azot	ASTM D 5762	% mass	0,16	UOP 120
Viscozitate 40° C	DIN 51562/T1	mm <sup>2</sup> /s	156,31	ASTM D 446
Viscozitate 100° C	DIN 51562/T1	mm <sup>2</sup> /s	10,31	ASTM D 446
Saturate/ aromate/ rasini/ asfaltene		% mass	45,7/49, 9/ 4,2/0,2	IP 469
Indice de refractie	DIN 51423	-	1,5218	STAS 7573

## Приложение 1.5

<b>VACUUM RESIDUE 525+° C</b>	<b>Norm</b>	<b>Unit</b>	<b>Result</b>	<b>Method applied in INCERP</b>
Densitate 15° C	ON EN ISO 3838	g/cm <sup>3</sup>	0,9811	ASTM D 4052
<b>Continut total de sulf</b>	<b>ASTM D 5453</b>	<b>% mass</b>	<b>0,479</b>	<b>SR ISO 8754</b>
Continut total de azot	ASTM D 5762	% mass	0,53	UOP 120
Viscozitate 100° C	DIN 52007	mm <sup>2</sup> /s	479	ASTM D 446
Viscozitate 135° C	DIN 51366	mm <sup>2</sup> /s	-	-
Saturate/ aromate/ rasini/ asfaltene	DIN 51595	% mass	15,9/58, 7/ 23,0/2,4	IP469
<b>Cocs Conradson</b>	<b>ON EN ISO 10370</b>	<b>% mass</b>	<b>17,82</b>	<b>ISO 6615</b>
Vanadiu	UOP 391	mg/kg	4,0	UOP 391
Nichel	UOP 391	mg/kg	6,8	UOP 391

