AFINA CHEMISTRY BASIC DESIGN S.R.L.
afinachem.design@gmail.com
MASTER
Discipline: PROCESS: karpatneftekhim, kalush, technical audit of chemical facilities, steam cracking of diesel, naphtha, butane
Name: Alexander.gadetskiy@inbox.lv **Sign.**
Date: 03.04.2017
Date: 30.04.2023 Обновление

ООО «ЭНКИ-АФИНА»
Специальная химия.
MASTER
Discipline: PROCESS: karpatneftekhim, kalush, technical audit of chemical facilities, steam cracking of diesel, naphtha, butane
Name: enkyafina@gmail.com Sign.
Date: 03.04.2017
Date: 30.04.2023 Обновление

Карпатнефтехим, Украина. Аудит производства, ЭП-250 при переходе с жидкого сырья (нафта и дизель) на газово-жидкое (бутан, нафта).

Dipl. engineer Alexander Gadetskiy, phone: +40 (748) 148 257; e-mail: alexander.gadetskiy@inbox.lv
Certificate of registration on engineering activities and technical consultations № F4/172/17.02.2014
Certificate of registration on engineering and technical consultancy activities № J4/918/09.06.2023.
https://makston-engineering.ru/

Содержание

1. Введение.

2. Сведения о наличии необходимых технологических установок (с указанием мощностей по сырью и готовой продукции), коммуникаций, объектов общезаводского хозяйства для осуществления производственного цикла состоящего из:

- приема жидкого и газового углеводородного сырья для переработке на установке пиролиза

- пиролиз жидкого и газового углеводородного сырья с выпуском этилена, пропилена, пироконденсата и тяжелой смолы пиролиза

- переработка пироконденсата с выпуском фракции C_9 и бензола. Блок гидрирования фракций C_4-C_5 с установки пиролиза

- переработка этилена с выпуском полиэтилена высокой плотности

- переработка этилена с выпуском дихлорэтана, винилхлорида и поливинилхлорида

- производство хлора и каустика мембранным электролизом

- хранение и отгрузка жидких продуктов пиролиза: пропилена, фракции С9, бензола, тяжелой смолы пиролиза

- хранение и отгрузка полимеров: полиэтилена высокой плотности, суспензионного ПВХ, а также полупродуктов: винилхлорида, дихлорэтана

- хранение и отгрузка каустической соды и жидкого хлора.

Сырье разрешенное к переработке на установке пиролиза с указанием качественных и количественных характеристик, а также соотношений различных типов сырья.

Объемы и сроки хранения сырья для установки пиролиза. Объемы и сроки хранения базовой продукции выпускаемой «Карпатнефтехим» (без продуктов переработки полимеров).

Эффективность переработки подтвержденная материальными балансами для установок: пиролиза, переработки пироконденсата, полиэтилена, винилхлорида и поливинилхлорида, хлора и каустика, при работе на сырье с содержанием не менее 75% бутанов.

Уровень технического состояния и достаточность инженерных коммуникаций по обеспечению: электроэнергией, природным газом, свежей промышленной водой, водооборотной охлаждающей водой, деминерализованной и обессоленной водой,

водяным паром и отводом конденсата, азотом, воздухом техническим и воздухом КиП, системой отведения, сбора и очистки стоков всех типов.

Качество проведенной консервации завода, достаточность мероприятий по расконсервации и запуску производств.

Подтверждение оценки инвестиций «Карпатнефтехим» в ремонт и/или модернизацию производственных мощностей.

Наличие разрешений и сертификатов, а также положений, регламентов и инструкций необходимых для осуществления текущей деятельности завода.

Выводы

Приложение. Перечень документации, переданной Предприятием с иностранными инвестициями в форме общества с ограниченной ответственностью «БЮРО ВЕРИТАС УКРАИНА».

1. ПОСТІЙНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РЕГЛАМЕНТ ЦЕХУ ПІРОЛІЗУ, КОМПРИМУВАННЯ І ПОДІЛУ ПІРОГАЗУ ВИРОБНИЦТВА ЕТИЛЕНУ І ПОЛІЕТИЛЕНУ Е–139–2015.

2. ПОСТІЙНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РЕГЛАМЕНТ ЦЕХУ З ВИРОБНИЦТВА ВУГЛЕВОД-НІВ Е – 136 – 2014.

3. З М І Н А №1 ДО ПОСТІЙНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО РЕГЛАМЕНТУ № 0-112-2007 ВІДДІЛЕННЯ РОЗЛИВУ ЕТИЛЕНУ І ПРОПІЛЕНУ.

4. ПОСТІЙНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РЕГЛАМЕНТ ЦЕХУ З ВИРОБНИЦТВА ГАЛОЇДО-ПОХІДНИХ ЕТИЛЕНУ, ЇХ ПОЛІМЕРІВ І СПІВПОЛІМЕРІВ ВИРОБНИЦТВА ЕТИЛЕНУ І ПОЛІЕТИЛЕНУ.

5. ПОСТІЙНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РЕГЛАМЕНТ ЦЕХУ З ВИРОБНИЦТВА ХЛОРУ І КАУ-СТИЧНОЇ СОДИ МЕМБРАННИМ МЕТОДОМ.

6. ПОСТІЙНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РЕГЛАМЕНТ ЦЕХУ З ВИРОБНИЦТВА ХЛОРВІНІЛУ В-132-2013

7. ПОСТІЙНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РЕГЛАМЕНТ Цех з виробництва поліхлорвінілової смоли суспензійної П-133-2013.

8. Документация по консервации и расконсервациии ЭП-250.

9. Перечень ремонтных работ по ЭП-250, приему сырья и отгрузки продукции.

10. Перечень оборудования по ЭП-250 требуещее замены.

11. Перечень затрат на ремонтные работы и замену оборудования по ЭП-250.

1. Введение

Настоящий отчет выполнен на основании договора №05-PFA от 28.03.2017 года «Сведения об инженерном оборудовании, о сетях инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-технических мероприятий, содержание технологических решений для нефтехимического комплекса Калуш, Украина» с компанией «Предприятие с иностранными инвестициями в форме общества с ограниченной ответственностью «БЮРО ВЕРИТАС УКРАИНА».

Основной целью аудита являлось:

- подтверждение возможности работы ЭП-250 на сырье с большой долей бутана, с учетом того что изначальная технология ориентировалась на дизельное сырье
- подтверждение достаточности предъявленных работ для обеспечения перехода с тяжелого жидкого сырья на газовое (бутан), с небольшой долей нафты
- подтверждение достаточности предъявленных работ для обеспечения восстановления ЭП-250 после консервации.

Нефтехимический комплекс в Калуше являлся уникальным и единственным среди восьми комплексов пиролиза, построенных в СССР, как по используемому сырью – дизельная фракция и ее приему по трубопроводу с завода Венгрии, так и по возврату части вырабатываемого этилена по трубопроводу протяженностью 330 км опять же в Венгрию. В настоящей конфигурации комплекс полностью самодостаточен в отношении переработки этилена, на собственных мощностях полиэтилена и поливинилхлорида. Возможно, что этиленопровод, как и дизелепровод когда-то будут востребованы, как в прямом, так и в реверсном режиме, но в нынешней ситуации работа «Карпатнефтехим» планируется исключительно на сырье поставляемом по ж/д.

Вовлечение в процесс переработки в том числе и газового сырья в значительной мере увеличила конкурентоспособность производства: при выборе типа сырья на рынке, по снижению в корзине пиролиза доли продуктов с низкой добавленной стоимостью, по снижению операционных затрат при переработке газового сырья относительно бензиновых и дизельных фракций.

Мембранный электролиз, который в сравнении с электролизами диафрагменным и ртутным является самым энергоэффективным, что опять-таки дает преимущество на рынке в отношении себестоимостей каустика и хлора.

Новым комплексом из двух линий по выпуску ПВХ с использованием технологии оксихлорирования был завершен цикл переработки винилхлорида, что также является преимуществом «Карпатнефтехим» на рынке полимерных продуктов и материалов.

2. Сведения о наличии необходимых технологических установок (с указанием мощностей по сырью и готовой продукции), коммуникаций, объектов общезаводского хозяйства для осуществления производственного цикла

Пиролиз жидкого и газового углеводородного сырья с выпуском этилена, пропилена, пироконденсата и тяжелой смолы пиролиза. Согласно технологического регламента на эксплуатацию установки пиролиза проектная мощность при работе при использовании в качестве сырья дизельной фракции составляет:

- по этилену 250 т.т/год, достигнутая 235 т.т/год
- по пропилену 117 т.т/год, достигнутая 105 т.т/год

Мощности по выпуску пироконденсата и тяжелой смолы пиролиза определяются из состава сырья пиролиза, фракции бутан-дивинил-изобутиленовая и амиленовая не выпускаются, как самостоятельные продукты и после гидрирования возвращаются в процесс пиролиза.

Переработка пироконденсата с выпуском фракции C_9 и бензола. Блок гидрирования фракций C_4-C_5 с установки пиролиза. Согласно технологического регламента на эксплуатацию проектная мощность составляет:

- по фракции C_9 до 10-12% от объема переработки пироконденсата
- по бензолу 101 т.т/год, достигнутая 81 т.т/год
- по гидрированию C_4-C_5 122 т.т/год, достигнутая 104 т.т/год

Мощности по выпуску фракции C_9 и бензола определяются из состава пироконденсата и, как правило варьирует для фракции С9 в пределах 10-12%, а для бензола в пределах 47-52% от объема переработки пироконденсата. Фракция C_7-C_8 после гидрирования возвращаются в процесс пиролиза под технологическим названием – пиробензин.

Переработка этилена с выпуском полиэтилена высокой плотности. Согласно технологического регламента на эксплуатацию проектная мощность составляет 100 т.т/год, достигнутая 108 т.т/год.

Переработка этилена с выпуском дихлорэтана, винилхлорида и поливинилхлорида. Согласно технологического регламента на эксплуатацию проектная мощность составляет:

- по винилхлориду 250 т.т/год, достигнутая 269.5 т. т/год, мощность после реконструкции 370 т.т/год
- по товарному дихлорэтану 47 т.т/год
- по поливинилхлориду 300 т.т/год, достигнутая 282 т.т/год

Производство хлора и каустика мембранным электролизом. Согласно технологического регламента на эксплуатацию проектная мощность составляет:

- по жидкому хлору 182,6 т.т/год
- по каустику (в пересчете на 100%) 200 т.т/год

3. Сырье разрешенное к переработке на установке пиролиза с указанием качественных и количественных характеристик, а также соотношений различных типов сырья.

Согласно технологического регламента на установке пиролиза разрешено к переработке следующее сырье **Таблица 1**. Количественное соотношение жидкого и газового сырья определяется двумя факторами, а именно:

- максимально возможная нагрузка на печи по газовому сырью 350-380 т.т/год
- проектная мощность по этилену 250 т.т/год, при достигнутой 235 т.т/год

Таким образом, при нагрузке пиролиза по газовому сырью 350 т.т/год, нагрузка по жидкому сырью будет определятся из проектной или достигнутой мощности по этилену, т.е 235-250 т.т/год, с учетом возврата пиробензина с установки переработки пироконденсата, а также рециклового потока фракции C_4-C_5 после гидрирования. Материальные балансы с указанными соотношениями приведены в **Главе 5.**

Таблица 1.

Тип сырья	Стандарты используемые переработчиком	Основные показатели	Нормы
Дизельная фракция	ДСТУ 3868-99	50 % перегоняются, не выше °С	280
		96 % перегоняются, не выше °С	370
		Плотность 20 °С, не более, кг/м^3	860

		Содержание серы, % масс, не более	0,50
Бензин (нафта) прямогонная	Стандарты поставщиков	Начало кипения, не ниже, °С	30
		Конец кипения, не выше, °С	180
		Содержание парафинов, не менее, % масс.	55
		Содержание серы, % масс, не более	0,05
Фракция н-бутана	ТУ 23.2-00152307-002:2006	Содержание компонентов, % масс	
		Пропан, не более, % масс	1,3
		Изобутан, не более, % масс	4,0
		Сумма бутиленов, не более, % масс	1,0
		Н-бутан, не менее, % масс	94,0
		Сумма C_{5+} не более, % масс	2,0
Гидрированная фракция C_4-C_5	Собственные ТУ	Содержание олефинов, не более, % масс	15
Широкая фракция легких углеводородов	ТУ38.101524-93	Содержание компонентов, % масс	
		Сумма C_1-C_2 не более, % масс	3
		Пропан, не более, % масс	15
		Сумма C_4-C_5 не более, % масс	45
		Сумма C_{6+} не более, % масс	15
Сжиженные углеводородные газы	ГОСТ21443-75	Содержание компонентов, % масс	
		Сумма C_1-C_2 не более, % масс	4,0
		Пропан, не более, % масс	40,0
		Сумма С4, не более, % масс	60,0
		Сумма не насыщенных, не более, % масс	2,0

Внимание! Следует обратить внимание, что содержание пропана в газовом сырье не должно превышать 40% масс, т.е переработка пропановой фракции на печах пиролиза «Карпатнефтехим» не возможна, а также в регламенте на эксплуатацию складов хранения сырья указывается, что газовое сырье хранится в сферических резервуарах Е-70 (5-8), Е-90 (1-6), Е-80 (1-6) с рабочим давлением не более 5 бар, таким образом возможность приема и хранения сжиженных углеводородных газов, приведенных в **Таблице 1** по ГОСТ 21443-75 полностью исключается.

4. Объемы и сроки хранения сырья для установки пиролиза. Объемы и сроки хранения базовой продукции выпускаемой «Карпатнефтехим» (без продуктов переработки полимеров).

Согласно технологического регламента мощность для двух эстакад слива жидкого сырья (бензиновых и дизельных фракций) составляет 908 т.т/год, достигнутая 831 т.т/год, что более чем достаточно для работы производства пиролиза.

Согласно технологического регламента на прием газового сырья (фракция технического н-бутана, пропан – бутановая фракция, широкая фракция легких углеводородов) проектная мощность для слива составляет 385 т.т/год, что соразмерно с мощностью печей пиролиза, предназначенных для переработки газового сырья.

В **Таблице 2** приведены доступные объемы и типы хранения сырья, некоторых полуфабрикатов и базовой продукции без учета объемов переработки полимеров.

Таблица 2

Объемы хранения сырья, полуфабрикатов и готовой продукции.											
№ п/п	Наименование продукта	Плотность, кг/м3*	Всего хранение в тоннах	Срок хранения, сут	Объем единицы хранения, м3	Количество единиц хранения	Тип хранения	Переработка или выпуск т/год			
СЫРЬЕ								Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4
E-4(2,3,4)	Дизельная фракция	850.00	30,600.00		15,000.00	3	Резервуар	0.00	0.00	0.00	0.00
E-4(1,160)	Нафта (бензин) прямогонный	700.00	16,800.00	25.5	15,000.00	2	Резервуар	120,000.00	270,000.00	120,000.00	220,000.00
E-70(5-8)	Н-бутан, бутан технический, ШФЛУ,	600.00	3,612.00	3.4	600.00	4.00	Сфера	350,000.00	350,000.00	350,000.00	350,000.00
E-90(1-6)					600.00	6.00					
E-80(1-6)					600.00	6.00					
	Пироконденсат привозной	860.00					Резервуар	0.00	0.00	70,000.00	45,000.00
	Соль техническая	1200-1300					Склад				
ПОЛУФАБРИКАТЫ Установки Пиролиза								Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4
E-70(1-4)	Фракция С4-С5	600.00	1,152.00	5.6	600.00	4.00	Сфера	51,700.00	68,200.00	57,893.00	68,673.00
E-90(1-2)	Пиробензин	700.00	672.00	4.1	600.00	2.00		49,216.87	80,453.66	56,304.66	54,330.12
ПРОДУКЦИЯ комплекса "Карпатнефтехим"								Вариант 1	Вариант 2	Вариант 3	Вариант 4
E-1,2	Этилен	560.00	8,960.00	12.7	10,000.00	2.00	Изотермик	181,158.45	234,012.58	200,996.37	235,527.73
E-3, E-4	Пропилен	500.00	4,000.00	10.0	5,000.00	2.00	Изотермик	98,172.44	132,739.03	111,146.43	133,729.94
E-16		505.00	242.40	0.6	600.00	1.00	Сфера				
E-20(1,2)	Бензол	878.00	4,214.40	23.7	3,000.00	2.00	Резервуар	23,131.93	37,813.22	61,542.31	59,384.08
E-30(1-6)	Фракция С9	950.00	1,824.00	48.1	400.00	6.00	Резервуар	4,921.69	8,045.37	13,094.11	12,634.91
E-100(1,2)	Пироконденсат собственный	860.00	6,880.00	28.2	5,000.00	2.00	Резервуар	21,163.25	34,595.07	60,941.08	81,349.11
E-40(1-4)	Смола пиролизная тяжелая	1,070.00	10,272.00	121.9	3,000.00	4.00	Резервуар	22,262.26	27,917.65	24,384.92	28,079.77
	Полиэтилен	535.00					Склад	100,000.00	100,000.00	100,000.00	100,000.00
T-302(A-E)	Дихлорэтан	1,250.00	1,000.00		200.00	5.00	Резервуар				
T-501(A-E)			0.00		200.00	5.00	Резервуар				
1(1-12)	Винилхлорид	950.00	5,472.00		600.00	12.00	Сфера				
	ПВХ-С	520.00					Склад	169,090.33	281,283.33	211,200.10	284,499.53
E1/1-6	Сода каустическая (на 100% NaOH)	1,510.00	4,832.00		2,000.00	2.00	Резервуар				
	Хлор жидкий	Хранение не предусмотренно проектом									

Примечание к таблице:

- значения плотности приняты по данным «Карпатнефтехим»

- для технической соли, ПЭ и ПВХ указана насыпная плотность

- объем хранения в тонна принят с поправкой на заполнение 80%, как это и указано в документации «Карпатнефтехим»

- сроки хранения по сырью, полуфабрикатам и продукции приняты по **Варианту 4** материальный баланс которого приведен в **Главе 5**.

- сырье и продукция, выделенные желтым цветом, определяются к выпуску на основе коммерческих планов и не являются целью для данного отчета

- при расчете сроков хранения не учитывались объемы аварийного резерва, т.е то что часть емкостного парка должна оставаться не заполненной

Все расчеты сроков хранения в **Таблице 2** произведены на основе переданной документации по складам сырья, полуфабрикатов и готовой продукции, а также на основе достигнутых мощностей. Из таблицы следует, что проектные решения по использованию дизельной фракции в качестве сырья, конечно же наложили отпечаток на объемы складского хозяйства для жидких продуктов пиролиза, например, срок хранения фракции С9 составляет 48 дней, тяжелой смолы пиролиза 120 дней.

- резервуарные парки дизельной фракции, конечно же взаимозаменяемы со складами прямогонной нафты (бензина), таким образом запас хранения жидкого сырья в случае работы на максимальной нагрузке по **Варианту 4** составит более 40 суток

- в **Главе 5** по **Вариантам 3 и 4** будет показана работа с использованием привозного пироконденсата, организация слива и хранения этого типа сырья не потребует строительства новых складов и эстакад, в то же время поставка пироконденсата со стороны позволит эксплуатировать производство бензола на 60% мощности

- объем хранения газового сырья в сферических емкостях, далее по тексту в сферах составляет чуть более трех суток, что требует очень четкой работы коммерческих служб и служб логистики. Подобные объемы хранения, конечно же не удобны, но в нашей практике работа пиролизных установок ЭП-300 обеспечивалась со складами хранения газового сырья менее двух суток. Организация динамичного слива и хранение примерно суточного запаса газов на колесах, позволило эксплуатировать завод более двух лет, пока не был построен склад сжиженных газов, который обеспечивал десяти суточный запас

- объемы хранения полуфабрикатов и готовой продукции соответствуют нормам и правилам, которые регламентируют деятельность предприятий нефтехимии и химии.

5. Эффективность переработки подтвержденная материальными балансами для установок: пиролиза, переработки пироконденсата, полиэтилена, винилхлорида и поливинилхлорида, хлора и каустика

В **Таблицах 3, 4, 5, 6** приведены материальные балансы для четырех различных вариантов работы установки пиролиза и переработки пирокондесата в зависимости от нагрузки и перерабатываемого сырья, а также указан выпуск прочей продукции с других установок и производств комплекса «Карпатнефтехим».

Таблица 3

Вариант 1 для работы установки пиролиза			
Сырье согласно регламента	**кг/час**	**т/год**	**% масс.**
Бутан технический	43,750.00	350,000.00	74.47%
Нафта прямогонная	15,000.00	120,000.00	25.53%
Итого	**58,750.00**	**470,000.00**	**100.00%**
Этилен	22,644.81	181,158.45	38.54%
Пропилен	12,271.55	98,172.44	20.89%
Пироконденсат	6,152.11	49,216.87	10.47%
Смола пиролизная тяжелая	2,782.78	22,262.26	4.74%
Газовое топливо (метан)	14,302.27	114,418.13	24.34%
Водород	596.48	4,771.85	1.02%
Итого	**58,750.00**	**470,000.00**	**100.00%**
Дополнительное сырье и выпуск прочей продукции при работе по Варианту 1			
Пироконденсат со стороны	0.00	0.00	
Бензол	2,891.49	23,131.93	
Фракция С9	615.21	4,921.69	
Пиробензин	2,645.41	21,163.25	
Полиэтилен	12,500.00	100,000.00	
Поливинилхлорид	21,136.29	169,090.33	

Таблица 4

Вариант 2 для работы установки пиролиза			
Сырье согласно регламента	**кг/час**	**т/год**	**% масс.**
Бутан технический	43,750.00	350,000.00	56.45%
Нафта прямогонная	33,750.00	270,000.00	43.55%
Итого	**77,500.00**	**620,000.00**	**100.00%**
Этилен	29,251.57	234,012.58	37.74%
Пропилен	16,592.38	132,739.03	21.41%
Пироконденсат	10,056.71	80,453.66	12.98%
Смола пиролизная тяжелая	3,489.71	27,917.65	4.50%
Газовое топливо (метан)	17,308.35	138,466.76	22.33%
Водород	801.29	6,410.32	1.03%
Итого	**77,500.00**	**620,000.00**	**100.00%**
Дополнительное сырье и выпуск прочей продукции при работе по Варианту 2			
Пироконденсат со стороны	0.00	0.00	
Бензол	4,726.65	37,813.22	
Фракция C_9	1,005.67	8,045.37	

Пиробензин	4,324.38	34,595.07	
Полиэтилен	12,500.00	100,000.00	
Поливинилхлорид	35,160.42	281,283.33	

Таблица 5

Вариант 3 для работы установки пиролиза			
Сырье согласно регламента	**кг/час**	**т/год**	**% масс.**
Бутан технический	43,750.00	350,000.00	66.50%
Нафта прямогонная	15,000.00	120,000.00	22.80%
Пиробензин от "Пиротол"	7,037.50	56,300.00	10.70%
Итого	**65,787.50**	**526,300.00**	**100.00%**
Этилен	25,124.55	200,996.37	38.19%
Пропилен	13,893.30	111,146.43	21.12%
Пироконденсат	7,617.63	60,941.08	11.58%
Смола пиролизная тяжелая	3,048.11	24,384.92	4.63%
Газовое топливо (метан)	15,430.55	123,444.39	23.46%
Водород	673.35	5,386.82	1.02%
Итого	**65,787.50**	**526,300.00**	**100.00%**
Дополнительное сырье и выпуск прочей продукции при работе по Варианту 3			
Пироконденсат со стороны	8,750.00	70,000.00	
Бензол	7,692.79	61,542.31	
Фракция С9	1,636.76	13,094.11	
Пиробензин	7,038.08	56,304.66	
Полиэтилен	12,500.00	100,000.00	
Поливинилхлорид	26,400.01	211,200.10	

Таблица 6

Вариант 4 для работы установки пиролиза			
Сырье согласно регламента	**кг/час**	**т/год**	**% масс.**
Бутан технический	43,750.00	350,000.00	56.06%
Нафта прямогонная	27,500.00	220,000.00	35.24%
Пиробензин от "Пиротол"	6,787.50	54,300.00	8.70%
Итого	**78,037.50**	**624,300.00**	**100.00%**
Этилен	29,440.97	235,527.73	37.73%
Пропилен	16,716.24	133,729.94	21.42%
Пироконденсат	10,168.64	81,349.11	13.03%
Смола пиролизная тяжелая	3,509.97	28,079.77	4.50%
Газовое топливо (метан)	17,394.52	139,156.15	22.29%
Водород	807.16	6,457.29	1.03%
Итого	**78,037.50**	**624,300.00**	**100.00%**
Дополнительное сырье и выпуск прочей продукции при работе по Варианту 4			
Пироконденсат со стороны	5,625.00	45,000.00	
Бензол	7,423.01	59,384.08	
Фракция C_9	1,579.36	12,634.91	
Пиробензин	6,791.26	54,330.12	
Полиэтилен	12,500.00	100,000.00	
Поливинилхлорид	35,562.44	284,499.53	

При работе с таблицами следует учитывать:

- все расчеты для баланса пиролиза были выполнены исходя из достигнутой мощность по этилену, т.е 235 т.т/год, а не из проектной мощности 250 т.т/год

- в качестве газового сырья был использован бутан технический, а не бутановая фракция, т.е заведомо более худший сырьевой рессурс

- в качестве жидкого сырья использовалась прямогонная нафта (бензин) с показателями качества, которые предусмотрены технологическим регламентом и приведены в **Таблице 1**

- для расчета был использован жесткий этиленовый режим пиролиза

- при работе установке по перераработке пироконденсата были использованы минимальные выхода для извлечения бензола и фракции С9, и наоборот максимальный для пиробензина

- работа установки «Пиротол» по **Вариантам 1 и 2** не целесообразна, так как ее нагрузка будет составлять около 30% проектной мощности, т.е производимый пироконденсат подлежит реализации

- при работе установки «Пиротол» по **Вариантам 3 и 4** ее нагрузка будет составлять около 60% проектной мощности, что является приемлемым, но потребует доставки пироконденсата со стороны

Рекомендуется произвести расчет экономики базовых процессов по всем четырем вариантам, с нашей точки зрения **Вариант 4** является наиболее экономически выгодным. Выбор нами заведомо более худщего сырья и расчет по минимальным расходным коэффициентам позволяет говорить о пессимистичном сценарии.

Внимание! Расчет балансов при работе на газовом сырье производился исходя из того, что мероприятия, которые требуются для работы установки с использованием газового сырья в значительных количествах или уже выполнены или планируются к выполнению до пуска пиролиза в эксплуатацию.

В **Главе 10** в качестве рекомендаций будут рассмотрены варианты переработки с использованием типов сырья для пиролиза, которые не предусматривались техническим заданием к догвору, но опционально будут предоставленны.

6. Уровень технического состояния и достаточность инженерных коммуникаций по обеспечению: электроэнергией, природным газом, свежей промышленной водой, водооборотной охлаждающей водой, деминерализованной и обессоленной водой, водяным паром и отводом

конденсата, азотом, воздухом техническим и воздухом КиП, системой отведения, сбора и очистки стоков всех типов.

Предприятие «Карпатнефтехим» является абсолютно самодостаточным в отношении инженерных сетей по поставке энергоресурсов и отводу и очистке стоков всех видов. Все виды энергоресурсов, за исключением электроэнергии и природного газа и частично водяного пара, а именно:

- свежая промышленная вода
- охлаждающая обортная вода
- деминерализованная и обессоленная вода
- азот технический
- воздух технический и воздух КиП
- кислород для процесса оксихлорирования

производятся на собственных генерирующих мощностях.

Поставка электроэнергии производится, как с ТЭЦ, так и по сетям Укрэнерго, для обеспечения второго независимого ввода. Поставка природного газа производится по сетям Карпаттрансгаза, частично поставка пара производится с ТЭЦ, а также вырабатывается на собственных котлах утилизаторах или котельных, как например, пар высокого давления 140 бар на установке пиролиза. Очистные сооружения, как механической, так и биологической очистки являются собственностью «Карпатнефтехим» и обслуживают очистку стоков промышленного узла, так и города.

6. Качество проведенной консервации завода, достаточность мероприятий по расконсервации и запуску производств

Консервация предприятия после остановки была выполнена в соответствии с приказами по комплексу в целом и далее по производствам, а также были разработаны соответствующие регламенты и инструкции, которые учитывали основные моменты, являющиеся ключевыми для сохранение динамического и статического оборудования, а именно по динамическаому оборудованию:

- прокручивалось согласно графика в ручную или с использованием валоповоротников, что исключает провисание валов
- масло на консервацию было проверено на качество и в процессе хранения контролировалось на отсутвие вода (по оборудованию на открытых площадках), при снижении качества производилась замена масла

- по электродвигателям производились замеры сопротовления согласно графика, а при его снижении двигатели отправлялись на сушку

- газовые полости компрессоров находились под азотом

- масляные насосы хранились под маслянным заполнением

- насосы рассолов были или тщательно промыты или хранились по рассольным заполнением

- герметичные насосы, а так же насосы с торцевыми уплотнения по возможности находились под азотом совместно с системой трубопроводной обвязки

По статическому оборудованию:

- консервация под азотом оборудования и трубопроводов для углеводородов с поддержанием давления в системе не более 0.1-0.2 бар

- консервация оборудования рассолами или маслом в зависимости от принадлежности

- консервация путем тщательной промывки и обработка консистентыми смазками в зависимости от принадлежности

Итоговое качество выполненой консервации будет понятно по факту толщинометрии, замеров сопротивления по электрооборудованию, а также по результатам обкатки динамического оборудования, но визуальный осмотр состояния оборудования позволяет предположить, что итоги хранения – положительные.

Расконсервация предприятия после остановки выполняется в соответствии с приказами по комплексу в целом и далее по производствам, разработаны соответствующие регламенты и инструкции, которые являются не отъемлемой частью начала работ по пусконаладке на производствах «Карпатнефтехим».

7. Подтверждение оценки инвестиций «Карпатнефтехим» в ремонт и/или модернизацию производственных мощностей

В документе Бюджет мероприятий по расконсервации и подготовке к пуску производств ООО "КАРПАТНЕФТЕХИМ" представлен типовой перечень работ, который свойственен предприятиям после длительного простоя, а именно:

- диагностике динамического и статического оборудования, трубопроводов, механизмов

- ремонтам, как планового так и не планового характера

- консультации специалистов по проверке, контролю и нададке специфического оборудования

Оценка стоимости инвестиций не подвергается сомнениям, так как это не является целью настоящего отчета и, как правило, каждая строка не может не иметь фактурного подтверждения.

Внимание! Следует ввести строку не предвиденные затраты в размере 7 – 12% от общей стоимости работ, так как не все возможно предвидеть и увидить в закрытых аппаратах, а также при отсутствии результатов по диагностике оборудования и трубопроводов. Отсутствует перечень мероприятий и оценочная стоимость затрат по исключению проблем при работе установки пиролиза на легком сырье в соотношении газ:нафта 75 на 25%, как и указано в **Таблице 3**. Данный перечень мероприятий включает в себя:

- оценка состава пирогаза при работе на легком и преимущественно газовом сырье, получение консультаций и рекомендаций по работе компрессора пирогаза и в частности по работе антипомпажной защиты

- оценка работы колонны очистки пирогаза, а также всего цикла пиролизного «масла» при работе на легком и преимущественно газовом сырье, так как количество получаемого пироконденсата и тяжелой смолы пиролиза будет отличаться от проектных параметров на порядок

- оценка работы «холодного» блока при работе на легком и преимущественно газовом сырье, так как количество получаемого водорода и метана будет значительно отличаться от проектных параметров

- оценка стоимости блока метанирования включая компрессор метана, что является не отъемлемой частью установк пиролиза работающих на преимущественно газовом сырье

- оценка затрат на прием пироконденсата со стороны **Таблицы 5, 6** для исключения простоя цеха бензола или его работы в периодическом режиме

- оценка затрат на отгрузку пироконденсата на сторону **Таблицы 3, 4** для исключения работы цеха бензола в периодическом режиме

8. Наличие разрешений и сертификатов, а также положений, регламентов и инструкций необходимых для осуществления текущей деятельности завода

Разрешения, сертификаты, как дающие право на эксплуатацию опасного производственного объекта, так на отгрузку продукции соответствующего качества должны быть перерегистрированы и обновлены. В регламентах, положениях, инструкциях,

относящихся к производству пиролиза должны быть внесены изменения касающиеся работы ее блоков и узлов при работе на легком и преимущественно газовом сырье, а персонал должен пройти соответствующее обучение и сдачу экзаменов в связи с существенными изменениями технологического процесса.

9. Выводы

Работа пиролиза на газовом сырье и в частности на фракции C_3-C_4, а тем более, преимущественно на фракции C_4 не является чем-то не обычным если установка была спроектирована для работы на нафте, но и в этом случае сырьевая смесь, содержащая 70-75 % газов и 30-25% нафты требовала применения и выполнения определенного набора компенсационных мероприятий. В основном они касались работы пирогазового компрессора, что обуславливалось более легким составом пирогаза и соответствующую наладку антипомпажной защиты, а также эффективную работу блока метанирования, который имелся на всех установках пиролиза, спроектированных для работы на жидком сырье – прямогонных бензинах или нафте.

В случае Калуша, когда установка пиролиза была спроектирована для работы на дизельном сырье и конечно же не имела блока метанирования, а работа компрессора ориентировалась на тяжелый состав пирогаза, компенсационным мероприятиям для обеспечения устойчивого режима эксплуатации при работе на легком и преимущественно газовом сырье должно быть уделено внимание, а именно:

- трехдневный пробег, который выполнялся до консервации, на сырьевой смеси: дизельная фракция 26%, бензиновая фракция 9% и бутановая фракция 65% при суммарной нагрузке около 40 т.т. месяц, конечно же не может серьезно восприниматься, как аргумент к тому, что и на сырье бутановая фракция 75% и бензиновая фракция 25%, **Таблица 3**, установка будет работать устойчиво без выполнения мероприятий, перечисленных в **Главе 8**. Во-первых, по причине того, что газового сырья было не 75%, а 65% и наличие дизельной фракций в количестве 26% существенно утяжеляло пирогаз, чего нельзя сказать о нафте, которой в планируемой сырьевой смеси будет 25% при полном отсутствии дизельной фракции. Во-вторых, время пробега было очень мало, т.е произвести оценку работы колонны очистки пирогаза, а также всего цикла пиролизного «масла» было не возможно, так как контур просто не мог успеть обновится и приобрести параметры, которые были бы ему свойственны приработе на легком и преимущественно газовом сырье. В третьих, за время пробега – трое суток, простые расчеты показывают, что и пирогазовый контур также не мог полностью

обновится и приобрести параметры, которые были бы ему свойственны приработе на легком и преимущественно газовом сырье, т.е работа пирогазового компрессора не могла быть проверена достаточно объективно. В четвертых, отсутствие блока деметанизации влияет исключительно на операционные затраты процесса, а учитывая, что топливный газ и водород при работе на легком сырье составляют, как минимум 25%, то следовательно OPEX, по крайней мере пирогазового тракта будет на 25% выше, чем на родственных установках имеющих деметанизацию.

- исполнение мероприятий указанных в **Главе 8** на первом этапе нельзя назвать затратным ни под каким предлогом, так как они связаны исключительно с осмыслением и получением консультаций, тем более что персонал производства пиролиза отлично понимает все изложенные проблемы и легко сможет положить их на бумагу в виде программы действий

- принципиальным и важным моментом, который существенно влияет еа экономику предприятия является выбор варианта работы **Таблица 3, 4** или **Таблицы 5, 6,** т.е с производством бензола и доставкой дополнительных количеств пироконденсата или без производства бензола и с продажей пироконденсата на сторону. Служба эксплуатации не в силах решать вопросы логистики, но принятие одного из вариантов – с бензолом или без бензола имеет далеко идущие последствия и в частности для программы мероприятий по работе на газовом сырье

- если произвести ранжирование **Таблиц 6, 5, 4, 3** по полноте исполнения мероприятий изложенных в **Главе 8**, то сырьевые составы **Таблицы 4 и 6** потребуют минимального исполнения мероприятий, в то время, как **Таблица 3** максимально полного исполнения, а **Таблица 5** займет среднее положение. Пуск и эксплуатация по **Таблицам 4 и 6** возможны с исполнением мероприятий в ходе эксплуатации, пуск по **Таблице 3** не возможен без исполнения мероприятий изложенных в **Главе 8.**