



ООО «Автотехпроект»

***РЕКОНСТРУКЦИЯ УСТАНОВОК
КАТАЛИТИЧЕСКОГО КРЕКИНГА НА
ОСНОВЕ ИННОВАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ***

2012 год



ООО «Автотехпроект»

Научно-исследовательская и инжиниринговая компания «Автотехпроект» специализируется на исследовании и разработке процессов нефтепереработки и нефтехимии с псевдооживленным слоем катализатора.

Основные виды деятельности:

- ✓ разработка технологии и аппаратного оформления процесса каталитического крекинга на мелкодисперсном катализаторе;
- ✓ разработка технологии и аппаратного оформления процесса адсорбционно-контактной очистки (АКО) нефтяных остатков;
- ✓ разработка аппаратного оформления процессов дегидрирования изобутана и изопентана.

ООО "Автотехпроект" было организовано специалистами Лаборатории каталитического крекинга и облагораживания нефтяных остатков ОАО "ВНИИ НП" (г. Москва), которые до середины 2010 г. работали в компании по совместительству. Позднее сотрудники Лаборатории в полном составе покинули институт и сосредоточились на работе в ООО "Автотехпроект".



ООО «Автотехпроект»

Отличительными чертами деятельности компании являются:

- ✓ выполнение полного цикла работ по созданию новых технологий и узлов оборудования процесса каталитического крекинга, начиная от научных исследований и заканчивая техническими (детальными) проектами;
- ✓ разработка всех элементов технологии и узлов оборудования реакторного блока каталитического крекинга, за исключением спецоборудования – шибберных задвижек и дроссельных клапанов, компенсаторов, пружинных подвесок, на которые составляются подробные заказные спецификации;
- ✓ самостоятельная разработка технических (детальных) проектов на изготовление нестандартного оборудования реакторного блока "под ключ" без привлечения подрядчиков, что отражено в названии компании – **"Автотехпроект"**;
- ✓ тщательный контроль за рабочим проектированием, изготовлением и монтажом оборудования, выполненного на основе технических (детальных) проектов компании.



ООО «Автотехпроект»

Компания владеет современным оборудованием и методиками для проведения экспериментальных исследований и испытаний катализаторов крекинга:

- ✓ микропилотной установкой каталитического крекинга;
- ✓ методикой определения активности катализатора крекинга, аналогичной методу MAT ASTM;
- ✓ методикой и базой данных определения реакционной способности различных типов сырья каталитического крекинга;
- ✓ прибором для определения фракционного состава катализатора крекинга;
- ✓ методиками определения насыпного веса и удельного объема пор катализатора крекинга.



ООО «Автотехпроект»

На основе базовых и технических проектов,
разработанных специалистами компании,
выполнены:

- ✓ реконструкция реакторного блока установок каталитического крекинга Г-43-107М/1 ОАО "Уфимский НПЗ" и ООО "ЛИНИК" (г. Лисичанск), ГК-3 "Ангарской НХК", 1А/1М ОАО "Уфанефтехим", сооруженной по лицензии компании АВВ LG установки ЗАО "Рязанская НПК";
- ✓ реконструкция реактора установок каталитического крекинга КТ-1 АО "Павлодарский НХЗ" и завода Бензинов ОАО "ТАИФ-НК";
- ✓ модернизация отдельных крупных узлов оборудования установки 1А/1М ОАО "Славнефть-ЯНОС".

За последние семнадцать лет на предприятиях отрасли внедрено более **120 разработок** специалистов компании.



ООО «Автотехпроект»

Все права на разработанные специалистами ООО **"Автотехпроект"** технологии и оборудование процесса каталитического крекинга принадлежат им на основе патентов **РФ № 2068733, № 2078115, № 2115460, № 2412231 и № 2410412.**

ООО **"Автотехпроект"** – член СРО НП "Нефтегазсервис", имеет свидетельство на право осуществления деятельности **по проектированию особо опасных, технически сложных и уникальных объектов.**

В составе **ООО "Автотехпроект"** несколько кандидатов технических наук, лауреат премии правительства РФ в области науки и техники. Средний стаж работы специалистов компании в области каталитического крекинга – 27 лет.



Разработка технологий и основных узлов процесса каталитического крекинга (КК)

- ✓ Сырьевые распылительные форсунки
- ✓ Сепарационное устройство прямоточного реактора (ПР)
- ✓ Система гашения реакций термического крекинга
- ✓ Технология двухстадийной отпарки катализатора
- ✓ Воздухо- и парораспределительные устройства
- ✓ Высокоэффективные циклоны для систем пылеулавливания
- ✓ Технология КК с высоким выходом легких олефинов

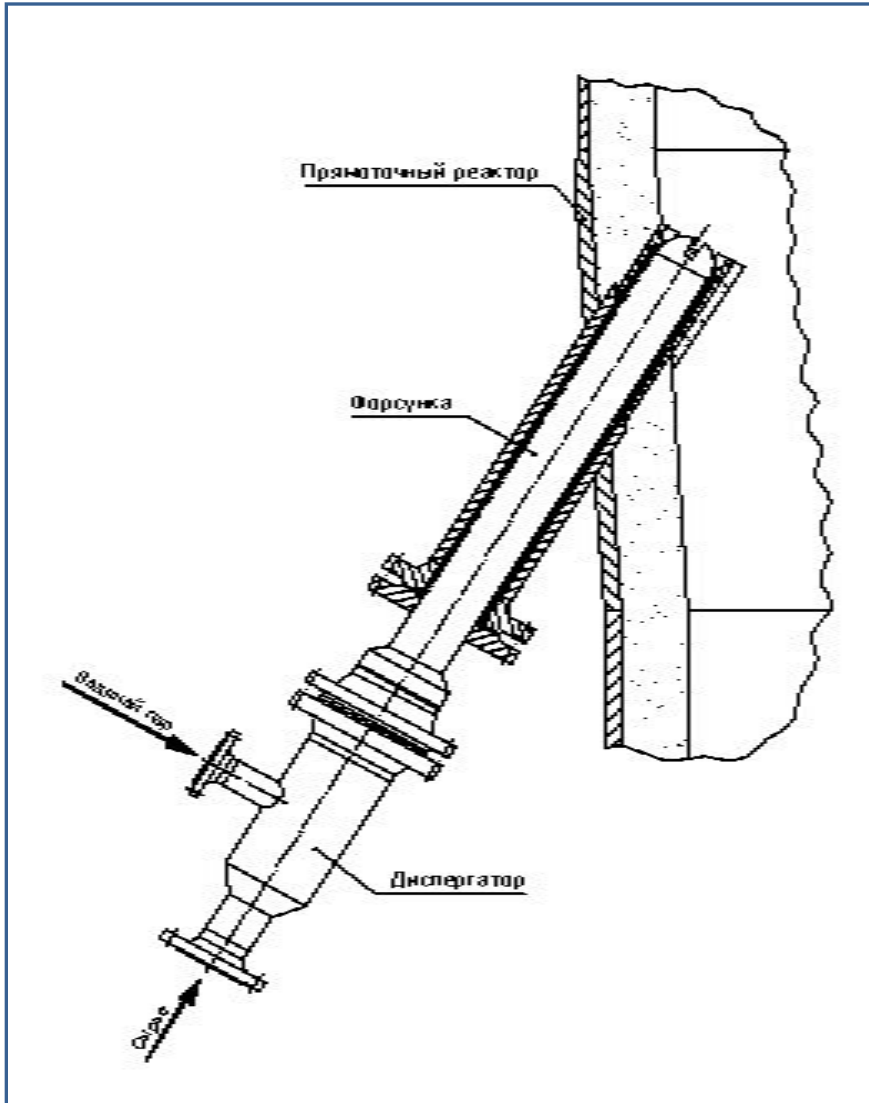
Сырьевые распылительные форсунки

Испытание сырьевых форсунок на стенде
«холодного» моделирования



- ✓ Уточнена методика расчета форсунок
- ✓ Выбран оптимальный газодинамический режим

Сырьевые распылительные форсунки

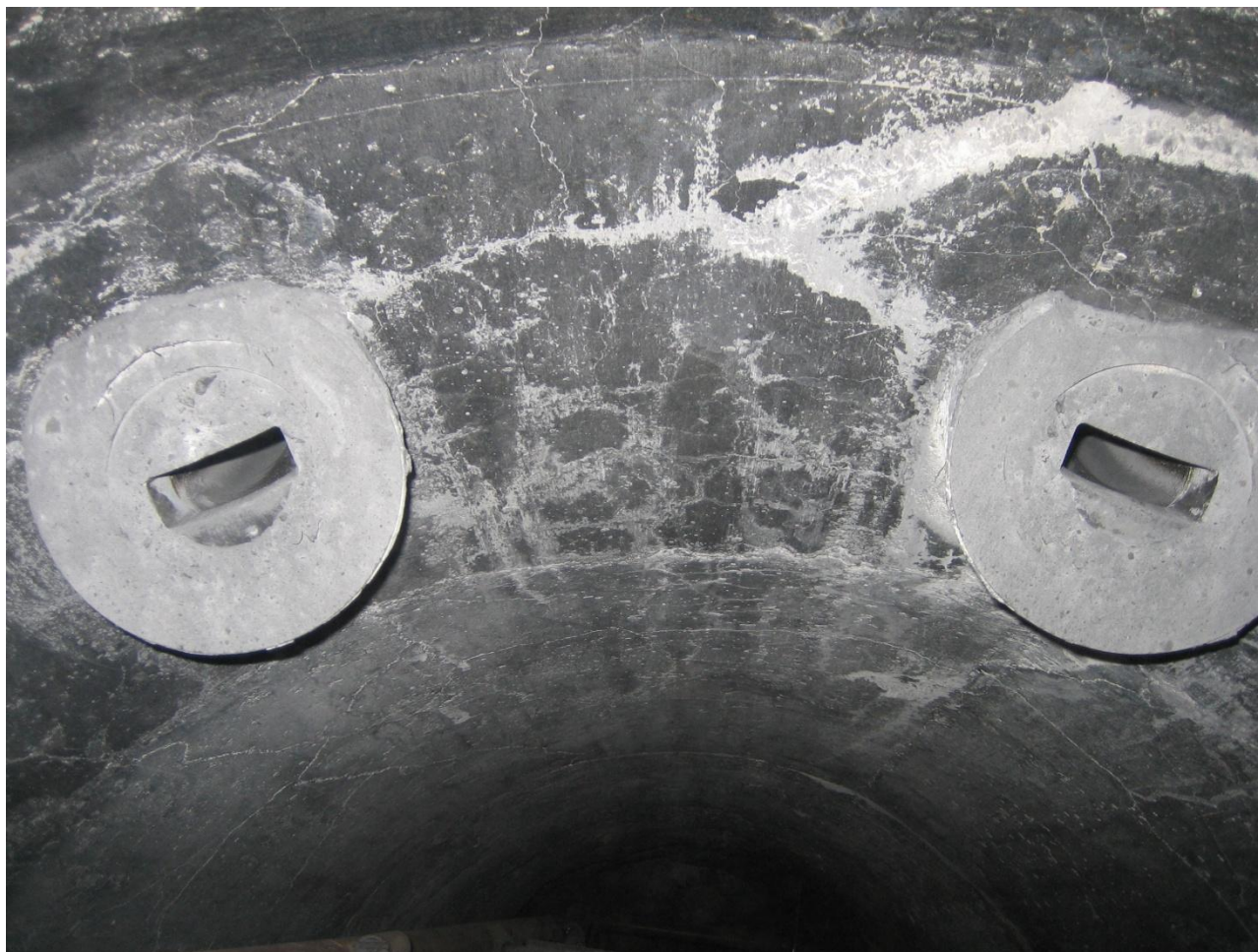


- ✓ Усовершенствованная конструкция (трехстадийное диспергирование)
- ✓ Оптимальная конфигурация щелевого наконечника
- ✓ Тонкое и однородное распыление сырья
- ✓ Умеренные расход водяного пара и перепад давления
- ✓ Механическая надежность (отсутствие эрозионного износа и забивки твердыми частицами)
- ✓ Повышение выхода бензина на 1,5-3,0% масс.
- ✓ Эксплуатируются на семи установках КК



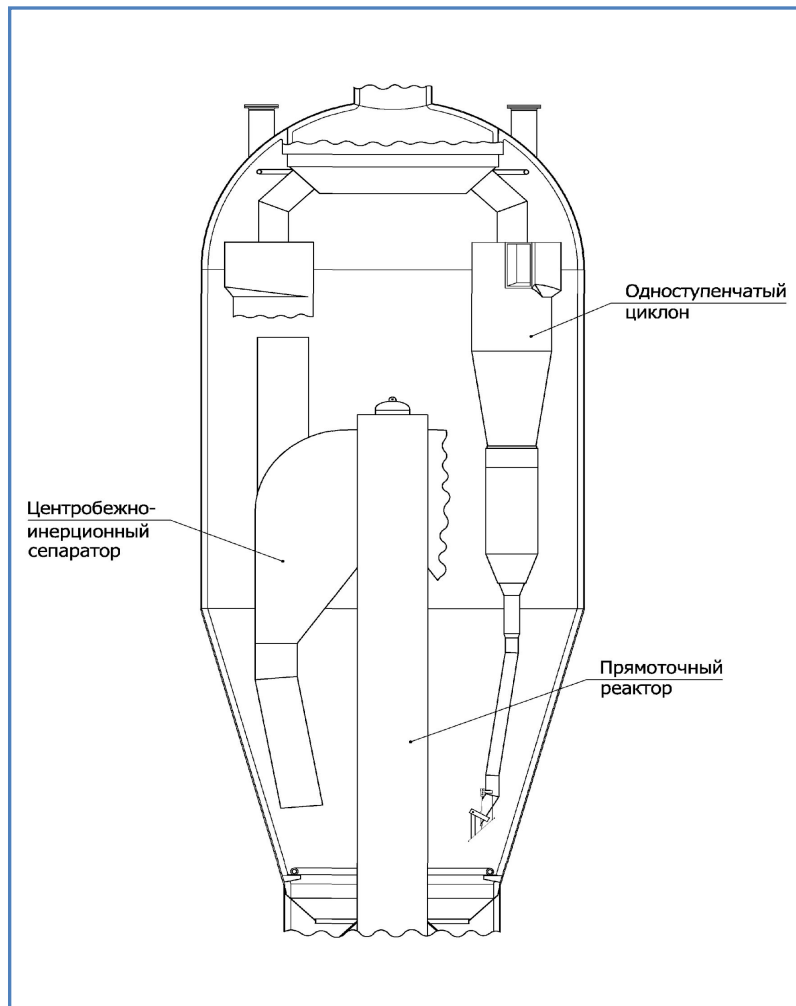
Сырьевые распылительные форсунки

Наконечники сырьевых форсунок после эксплуатации в течение 8 лет. Установка КК ГК-3



Сепарационное устройство прямоточного реактора

Назначение – предупреждение неселективного крекинга
продуктов в сепарационной зоне реактора





Сепарационное устройство прямоточного реактора

- ✓ Разработаны сепараторы двух типов: циклон грубого разделения и центробежно-инерционный сепаратор
- ✓ В сепараторе разделение осуществляется за счет совокупного действия инерционных и центробежных сил
- ✓ Уловленные частицы аккумулируются в пылевозвратных стояках
- ✓ Эффективность сепарации 98%
- ✓ Преимущества: короткое время разделения и низкий перепад давления
- ✓ Повышение селективности образования бензина
- ✓ Эксплуатируются на четырех установках КК

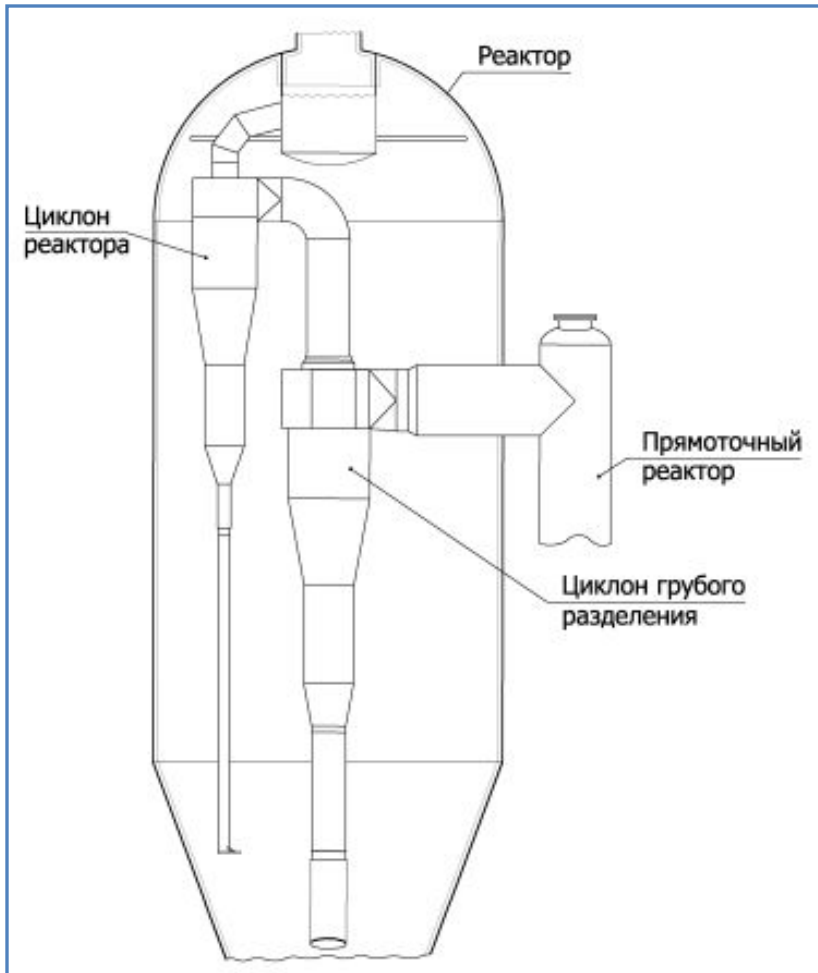


Сепарационное устройство прямоточного реактора

Циклоны грубого разделения прямоточного
реактора. Установка КК Г-43-107М/1

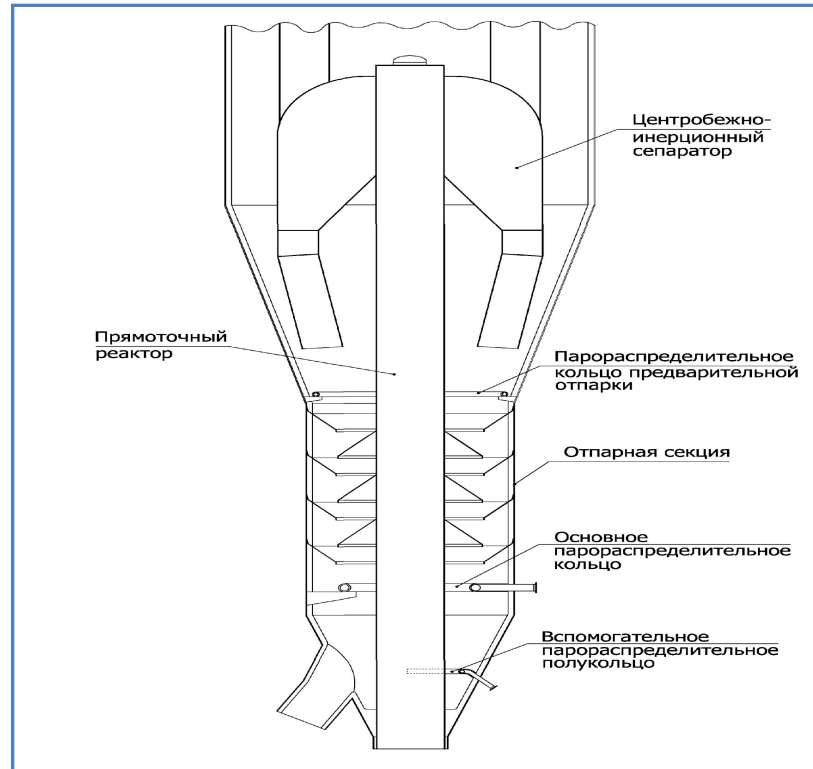


Система гашения реакций термического крекинга



- ✓ Два способа реализации
- ✓ Замкнутая система циклонов
(эксплуатируется на двух установках КК)
- ✓ Система охлаждения продуктов крекинга
(эксплуатируется на пяти установках КК)
- ✓ Повышение выхода бензина на 1% масс.
- ✓ Снижение выхода сухого газа на 30%,
содержания бутадиена в ББФ на 40%

Технология двухстадийной отпарки катализатора



- ✓ Предварительная отпарка: быстрое удаление увлеченных углеводородов в верхней части отпарной секции путем локальной подачи водяного пара
- ✓ Окончательная отпарка: глубокое удаление адсорбированных углеводородов в нижней части отпарной секции, оборудованной каскадными устройствами
- ✓ Содержание водорода в коксе ~ 6% масс.
- ✓ Эксплуатируется на шести установках КК



Технология двухстадийной отпарки катализатора

Футерованные конусные тарелки отпарной секции.
Установка КК Г-43-107М/1





Технология двухстадийной отпарки катализатора

Футерованные желобчатые отбойники отпарной секции.
Установка КК 1А/1М



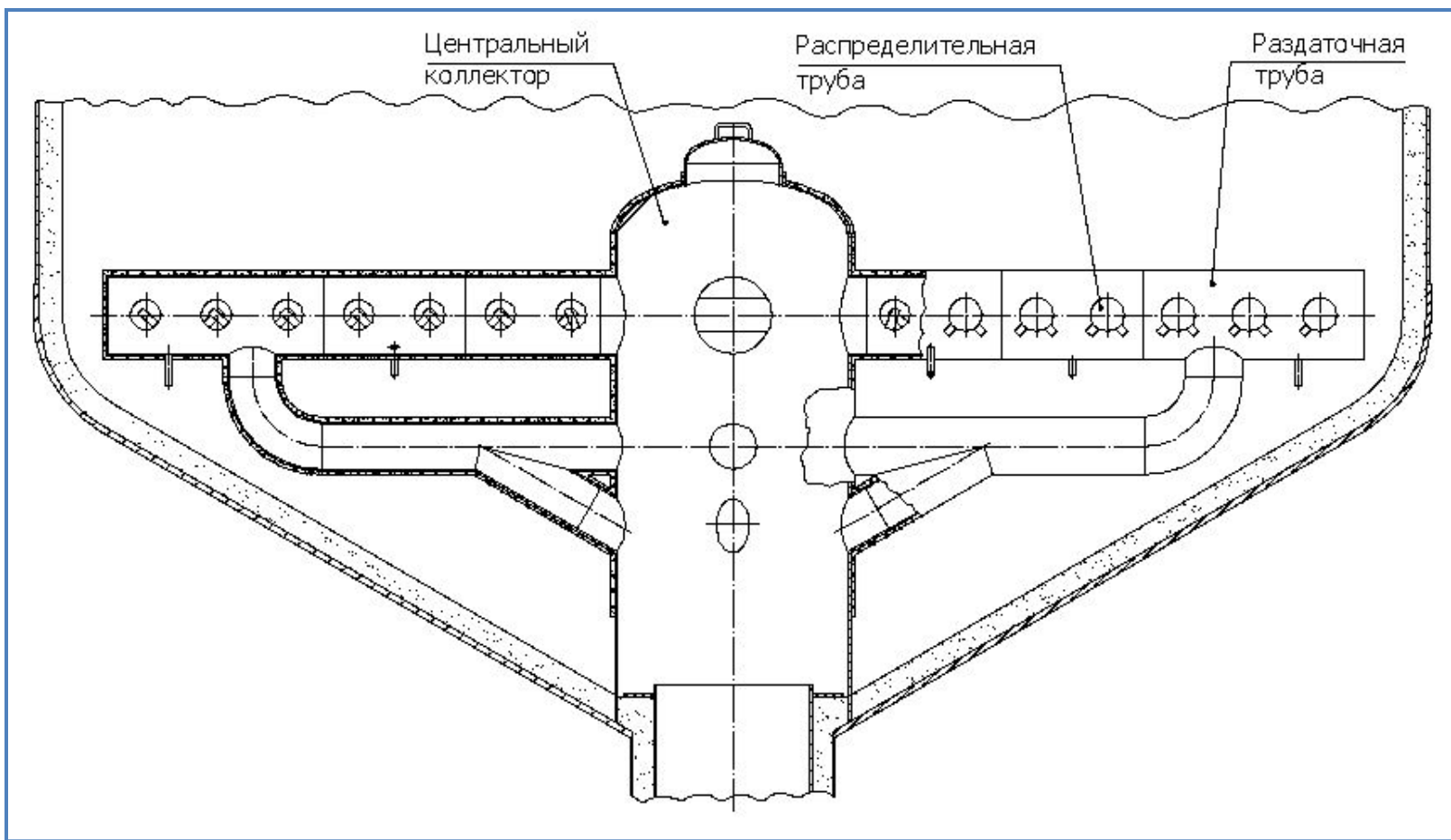


Технология двухстадийной отпарки катализатора

Парораспределитель предварительной отпарки.
Установка КК 1А/1М



Воздухо- и парораспределительные устройства





Воздухо- и парораспределительные устройства

- ✓ Цель: повышение механической надежности и улучшение распределения воздуха/водяного пара
- ✓ Комплекс конструктивных решений по повышению прочности
- ✓ Наружная поверхность защищена эрозионнстойкой футеровкой
- ✓ Ниппель с диафрагмой на входе
- ✓ Повышенный перепад давления при пониженной скорости струи на выходе из ниппеля
- ✓ Равномерное распределение воздуха/водяного пара
- ✓ Минимальные эрозионный износ поверхности и истирание катализатора
- ✓ Пять трубчатых и восемнадцать кольцевых распределителей эксплуатируются на шести установках КК



Воздухо- и парораспределительные устройства

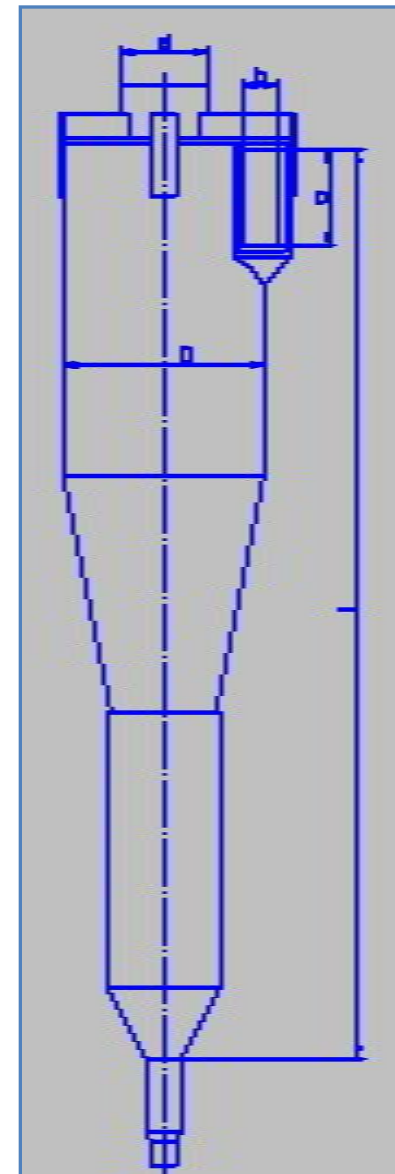
Монтаж трубчатого воздухораспределителя регенератора.
Установка КК РНПК





Высокоэффективные циклоны с эрозионнстойкой футеровкой внутренней поверхности

- ✓ По сравнению с типовыми циклонами:
 - более высокое отношение L/D (4,5-5,5)
 - более высокое отношение $\pi D^2/a \cdot b$
 - более низкое отношение d/D
- ✓ Эксплуатируются 95 циклонов на семи установках КК





Высокоэффективные циклоны с эрозионностойкой футеровкой внутренней поверхности

Высокоэффективный циклон реактора

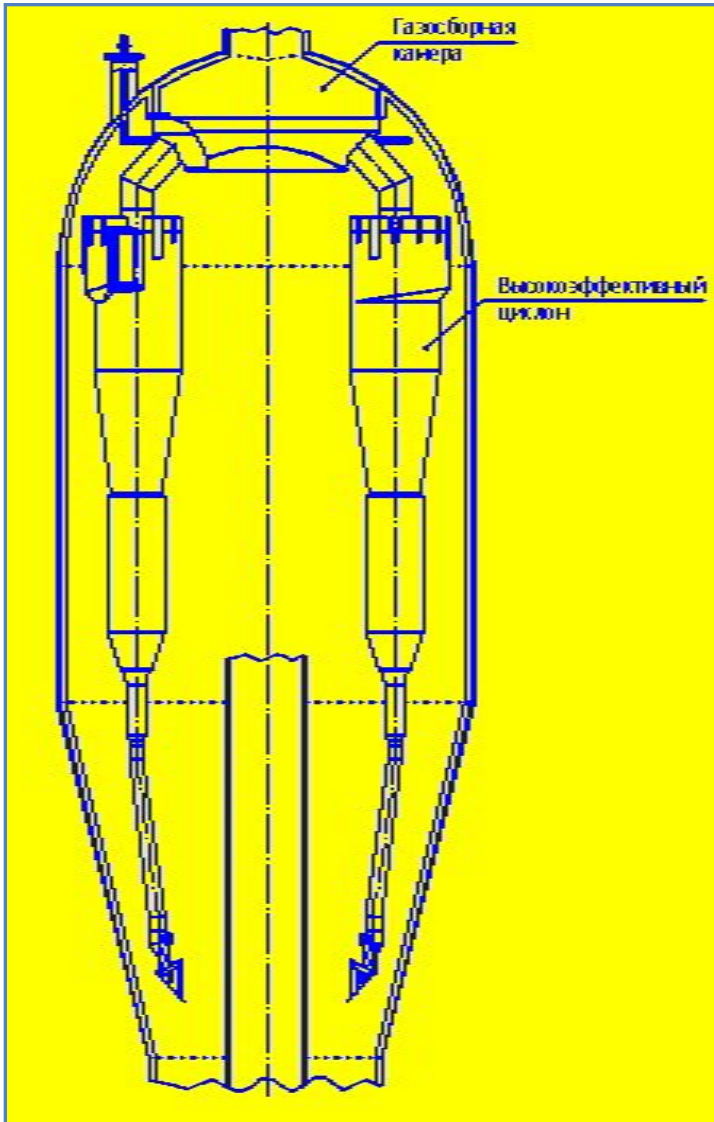


Затворные клапаны пылевозвратных стояков циклонов



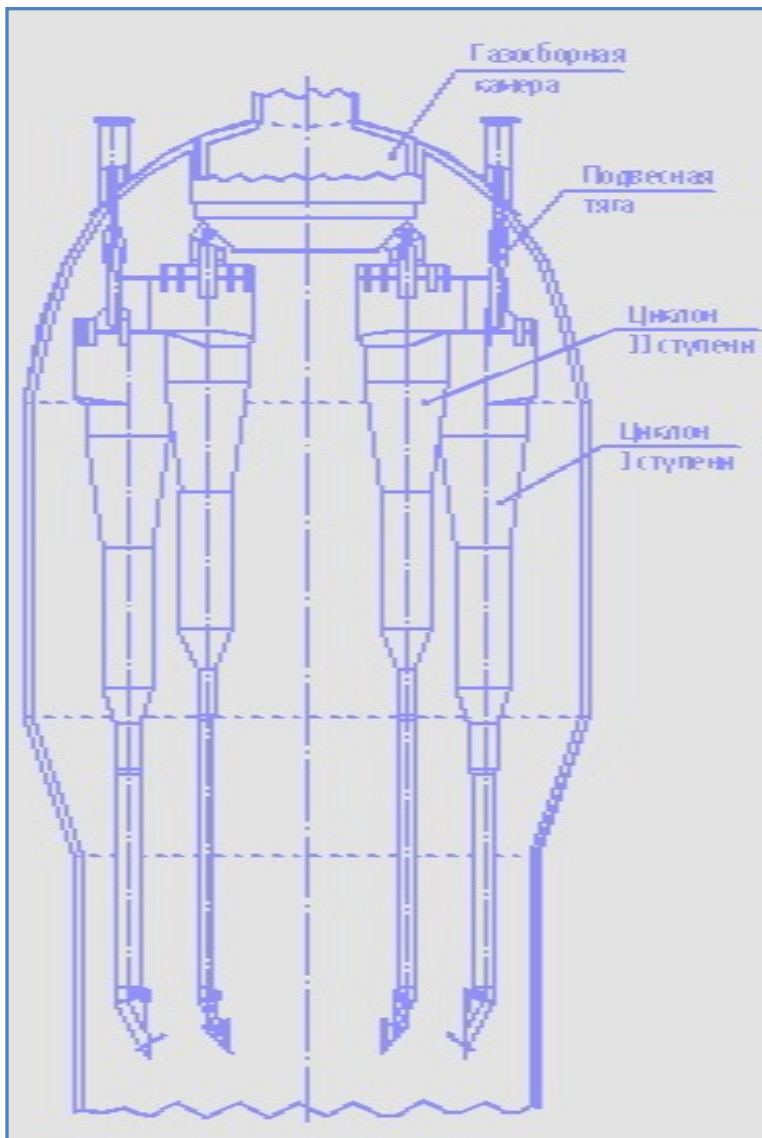
- ✓ Затворные клапаны двух типов:
 - с вертикальной затворной плитой
 - с горизонтальной затворной плитой
- ✓ Эксплуатируются более 100 клапанов на семи установках КК

Одноступенчатые циклоны реактора



- ✓ По сравнению с типовыми двухступенчатыми циклонами реактора:
 - более высокая эффективность (99,995%)
 - более низкий эрозионный износ
 - более низкие капитальные затраты
- ✓ Эксплуатируются на пяти установках КК

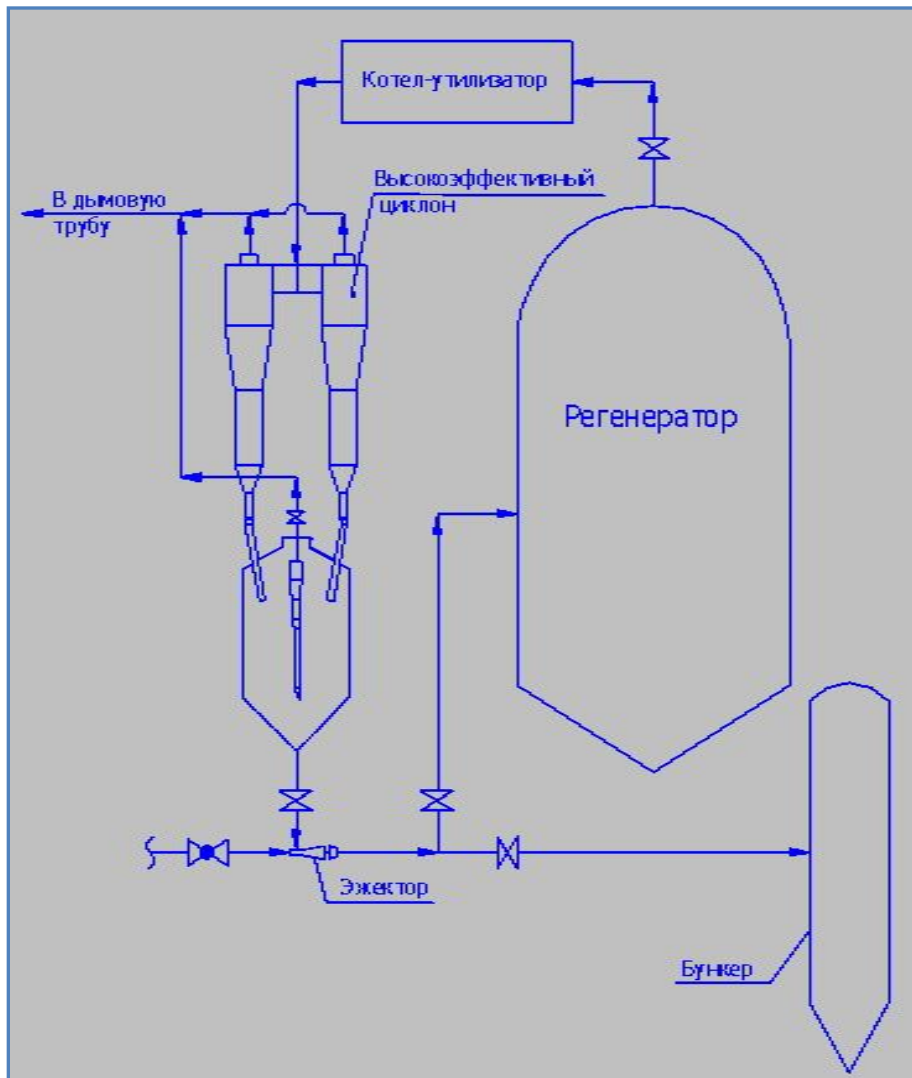
Двухступенчатые циклоны регенератора



- ✓ По сравнению с типовыми двухступенчатыми циклонами регенератора:
 - более высокая эффективность (99,997% +)
 - более низкий эрозионный износ
 - более надежная конструкция подвески
- ✓ Эксплуатируются на четырех установках КК

Система тонкой пылеочистки газов регенерации.

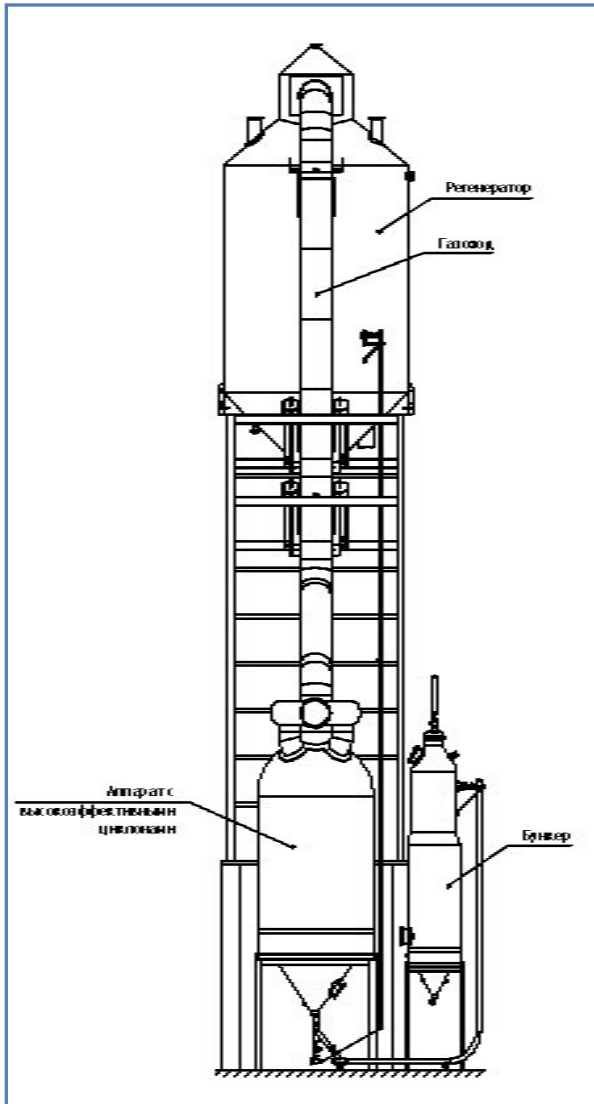
Установка 1А/1М ОАО «Славнефть-ЯНОС»



- ✓ Высокая эффективность пылеулавливания (~ 80%)
- ✓ Низкая металлоемкость
- ✓ Наружное размещение циклонов
- ✓ Внедрение – 2002 г.

Система тонкой пылеочистки газов регенерации.

Установка 1А/1М ОАО «Уфанефтехим»



- ✓ Циклоны размещаются внутри аппарата $\varnothing 8$ м
- ✓ Газоход $\varnothing 2$ м и длиной 43 м опирается на 4 пружины
- ✓ Внедрение - 2006 г.



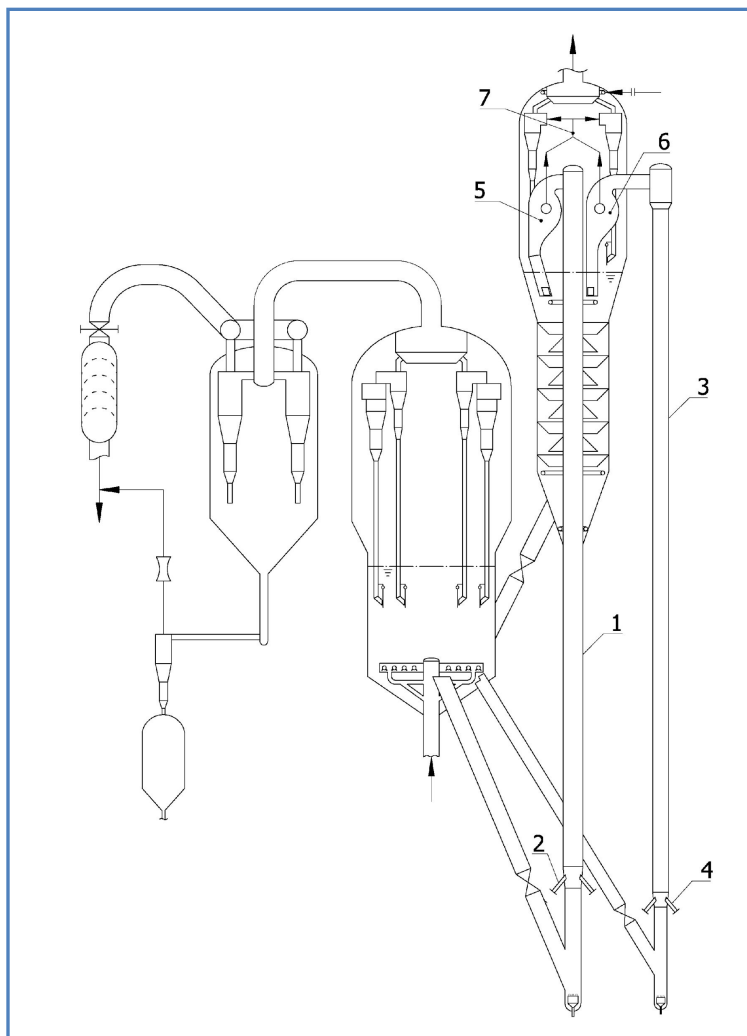
Монтаж системы тонкой пылеочистки газов регенерации.

Установка 1А/1М ОАО «Уфанефтехим»



Технология КК с высоким выходом легких олефинов

Схема реконструкции РБ установки КК Г-43-107 (КТ-1) под процесс с высоким выходом легких олефинов



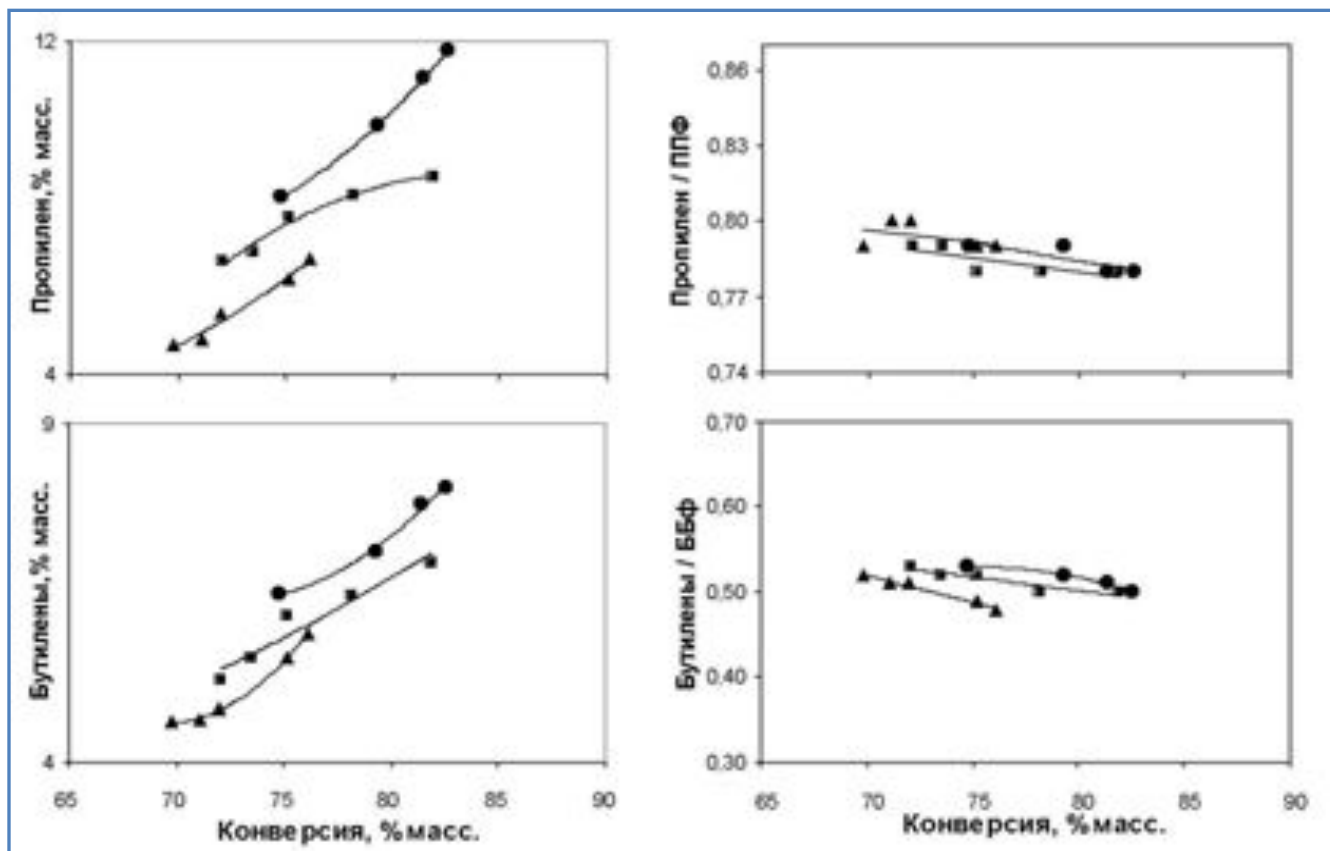
Основные элементы технологии и аппаратного оформления:

- 1 - основной прямоточный реактор**
- 2 - узел ввода сырья**
- 3 - дополнительный прямоточный реактор**
- 4 - узел ввода легкого бензина**
- 5, 6 - центробежно-инерционный сепаратор**
- 7 - система гашения термических реакций**



Технология КК с высоким выходом легких олефинов

Зависимость выхода продуктов и соотношения газообразных компонентов от температуры и конверсии сырья

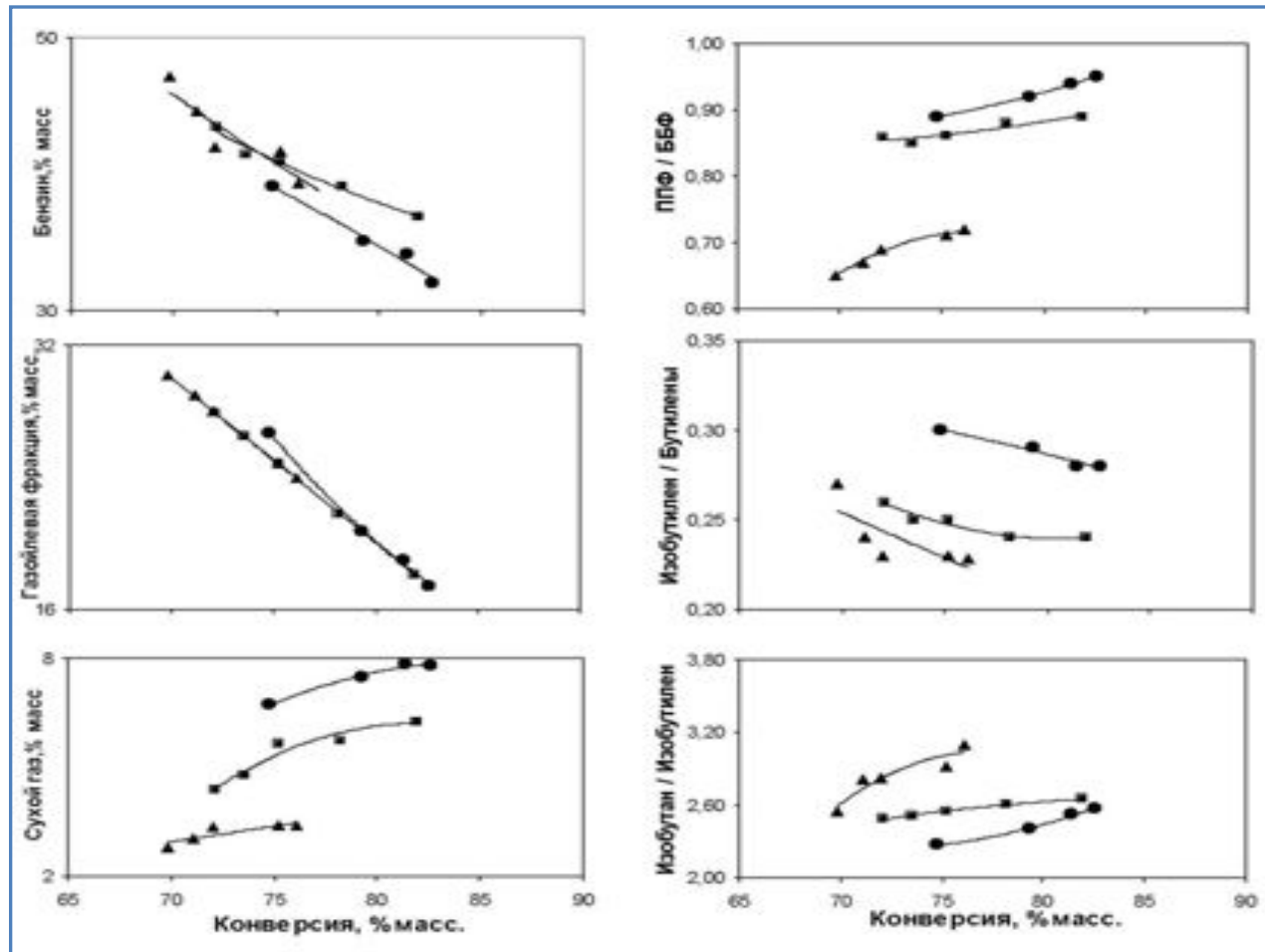


▲ - 550°C ■ - 575°C ● - 600°C



Технология КК с высоким выходом легких олефинов

Зависимость выхода продуктов и соотношения газообразных компонентов от температуры и конверсии сырья



▲ - 550°C ■ - 575°C ● - 600°C



Технология КК с высоким выходом легких олефинов

Влияние каталитической добавки на основе ZSM-5 на выход продуктов и соотношение газообразных компонентов

	Температура крекинга					
	550°C		575°C		600°C	
	без добавки ZSM-5	10% масс. добавки ZSM-5	без добавки ZSM-5	10% масс. добавки ZSM-5	без добавки ZSM-5	10% масс. добавки ZSM-5
Изменение выхода продуктов, % масс.:						
- пропилен	База	+ 7,1	База	+ 7,1	База	+ 4,4
- бутилены	База	+ 3,0	База	+ 2,7	База	+ 2,2
- бензин	База	- 9,1	База	- 9,1	База	- 4,8
- газойлевая фракция	База	- 6,0	База	- 1,5	База	- 3,2
- сухой газ	База	+ 0,2	База	+ 0,1	База	- 0,1
Соотношение газообразных продуктов:						
- пропилен/ППФ	0,79	0,82	0,78	0,78	0,78	0,76
- бутилены/ББФ	0,47	0,53	0,50	0,57	0,50	0,55
- ППФ/ББФ	0,72	1,05	0,89	1,19	0,95	1,21
- изобутилен/бутилены	0,22	0,34	0,24	0,37	0,28	0,42
- изобутан/изобутилен	3,10	1,76	2,65	1,60	2,57	1,55



Технология КК с высоким выходом легких олефинов

Структура выхода продуктов в процессе КК с высоким
выходом легких олефинов

Наименование продуктов	Выход, % масс.
Сухой газ	7,0
ППФ:	22,2
в т.ч. - пропан	5,0
- пропилен	17,2
ББФ:	20,4
в т.ч. - сумма бутанов	9,0
- сумма бутиленов	11,4
Бензин	28,4
Остаток + кокс	22,0

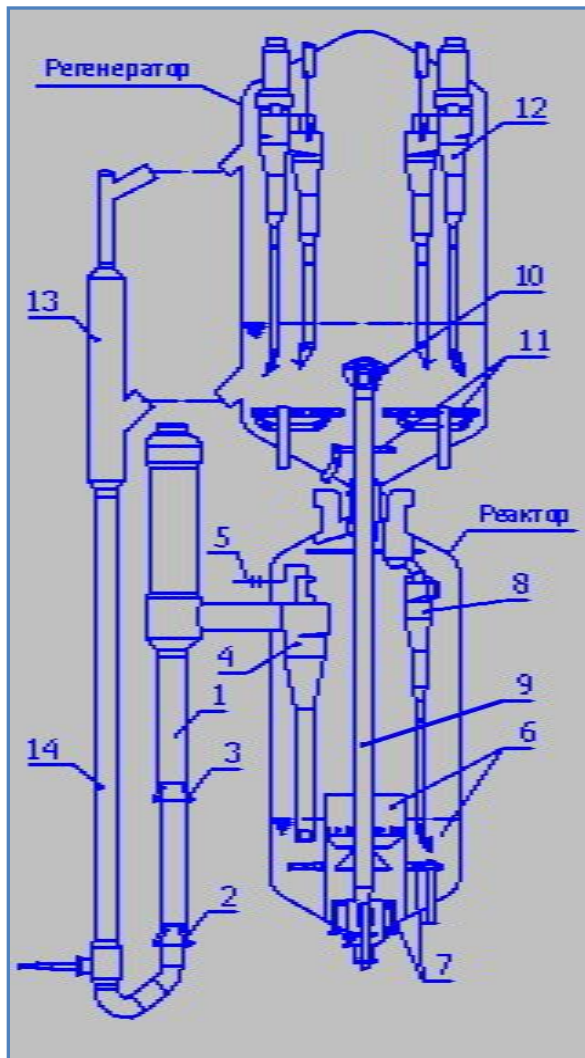


Реконструкция и модернизация реакторного блока установок КК в 2000-2012 г.г.

- ✓ ГК-3 ОАО «АНХК»
- ✓ 1А/1М ОАО «Уфанефтехим»
- ✓ Г-43-107М/1 ОАО «Уфимский НПЗ»
- ✓ Г-43-107М/1 ЧАО «ЛИНИК»
- ✓ КТ-1 ЗАО «Павлодарский НХЗ»
- ✓ ЗАО «Рязанская НПК»
- ✓ ОАО «ТАИФ-НК»
- ✓ 1А/1М ОАО «Славнефть-Ярославнефтеоргсинтез»

Реконструкция РБ установки КК ГК-3 ОАО «АНХК»

Новые элементы технологии и аппаратного оформления:



- 1 - прямоточный реактор
- 2 - сырьевые форсунки
- 3 - шламовые форсунки
- 4 - циклон грубого разделения
- 5 - система охлаждения продуктов крекинга
- 6 - двухстадийная отпарная секция
- 7 - парораспределительное устройство
- 8 - одноступенчатые циклоны
- 9 - транспортная линия
- 10 - узел распределения отработанного катализатора
- 11 - воздухораспределительное устройство
- 12 - двухступенчатые циклоны
- 13 - напорная камера
- 14 - напорный стояк



Реконструкция РБ установки КК ГК-3 ОАО «АНХК»

Реакторный блок после реконструкции





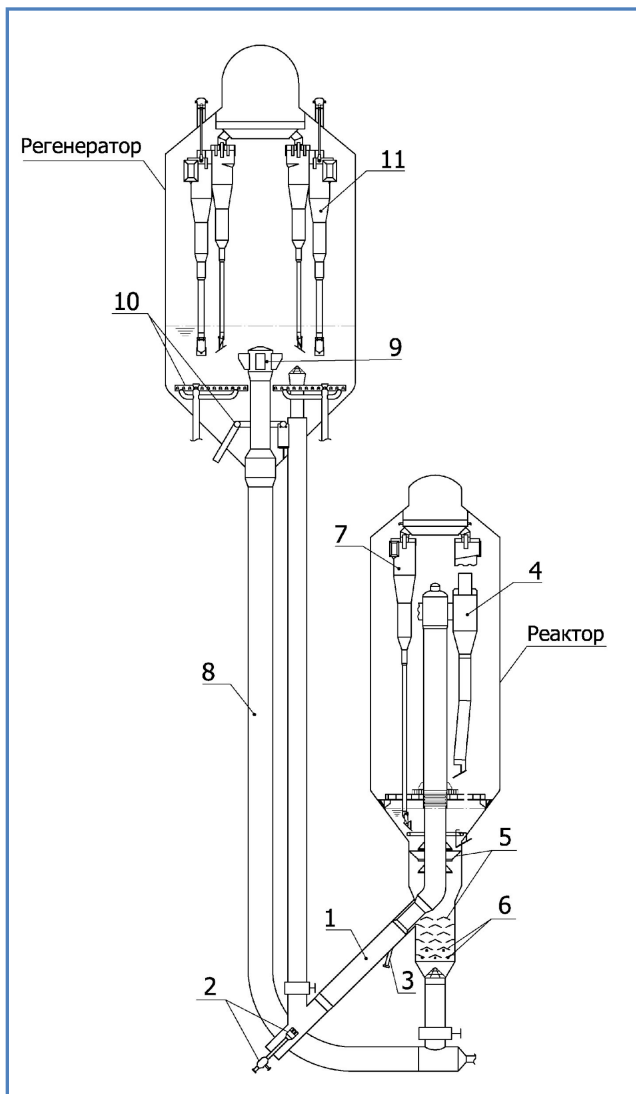
Реконструкция РБ установки КК ГК-3 ОАО «АНХК»

Основные показатели работы установки после реконструкции

Наименование показателей	Показатели	Изменение показателей (+/-)
Выход бензина (фр.С ₅ -210°С), % масс.	51,6	+ 12,0
Октановое число бензина, пункт:		
- М.М.	82,0	+ 1,7
- И.М.	93,6	+ 2,9
Производительность по свежему сырью	-	+ 30% отн.
Расход водяного пара в РБ	-	- 30% отн.
Расход катализатора, кг/т сырья	0,45	- 55% отн.
Межремонтный пробег, год	2,0	+ 1,0

Реконструкция РБ установки КК 1А/1М ОАО «Уфанефтехим»

Новые элементы технологии и аппаратного оформления:



- 1 - прямоточный реактор
- 2 - сырьевая форсунка
- 3 - шламовая форсунка
- 4 - циклон грубого разделения
- 5 - двухстадийная отпарная секция
- 6 - парораспределительное устройство
- 7 - одноступенчатые циклоны
- 8 - транспортная линия
- 9 - узел распределения отработанного катализатора
- 10 - воздухораспределительное устройство
- 11 - двухступенчатые циклоны



Реконструкция РБ установки КК 1А/1М ОАО «Уфанефтехим»

Реакторный блок после реконструкции





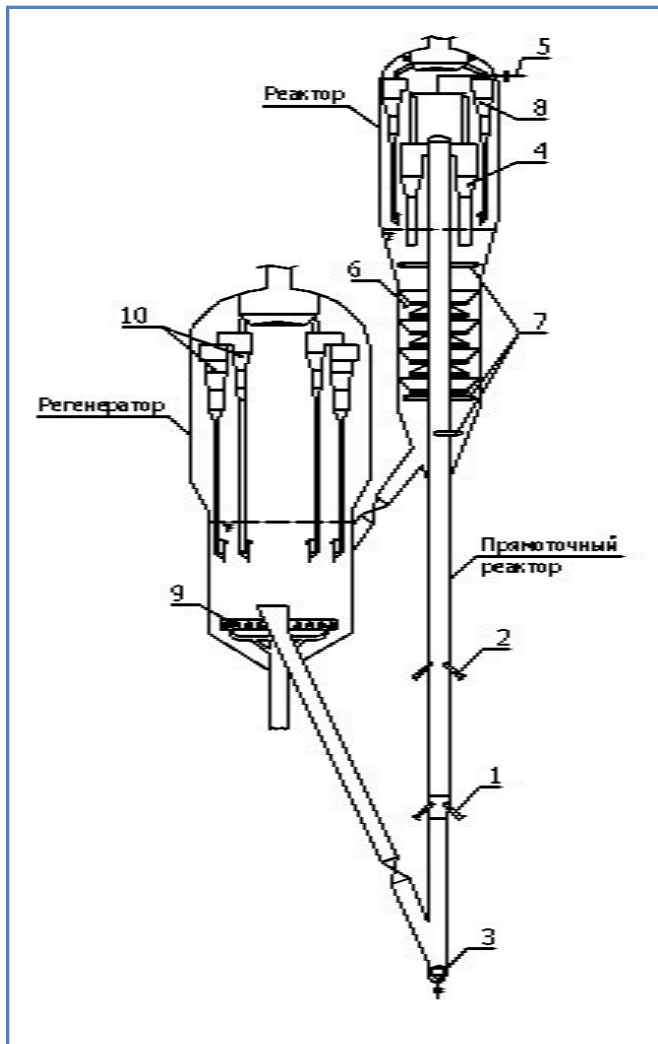
Реконструкция РБ установки КК 1А/1М ОАО «Уфанефтехим»

Основные показатели работы установки после реконструкции

Наименование показателей	Показатели	Изменение показателей (+/-)
Выход бензина (фр.С ₅ -210°C), % масс.	51,6	+ 12,6
Октановое число бензина, пункт:		
- М.М.	82,3	+ 3,5
- И.М.	93,6	+ 3,6
Производительность по свежему сырью	-	+ 100% отн.
Расход водяного пара в РБ	-	- 35% отн.
Расход катализатора, кг/т сырья	0,45	- 20% отн.
Межремонтный пробег, год	4,5	+ 3,5

Реконструкция РБ установки КК Г-43-107М/1 Уфимского НПЗ

Новые элементы технологии и аппаратного оформления:



- 1 - сырьевые форсунки
- 2 - шламовые форсунки
- 3 - паровая форсунка
- 4 - циклон грубого разделения
- 5 - система охлаждения продуктов крекинга
- 6 - двухстадийная отпарная секция
- 7 - парораспределительное устройство
- 8 - одноступенчатые циклоны
- 9 - воздухораспределительное устройство
- 10 - двухступенчатые циклоны



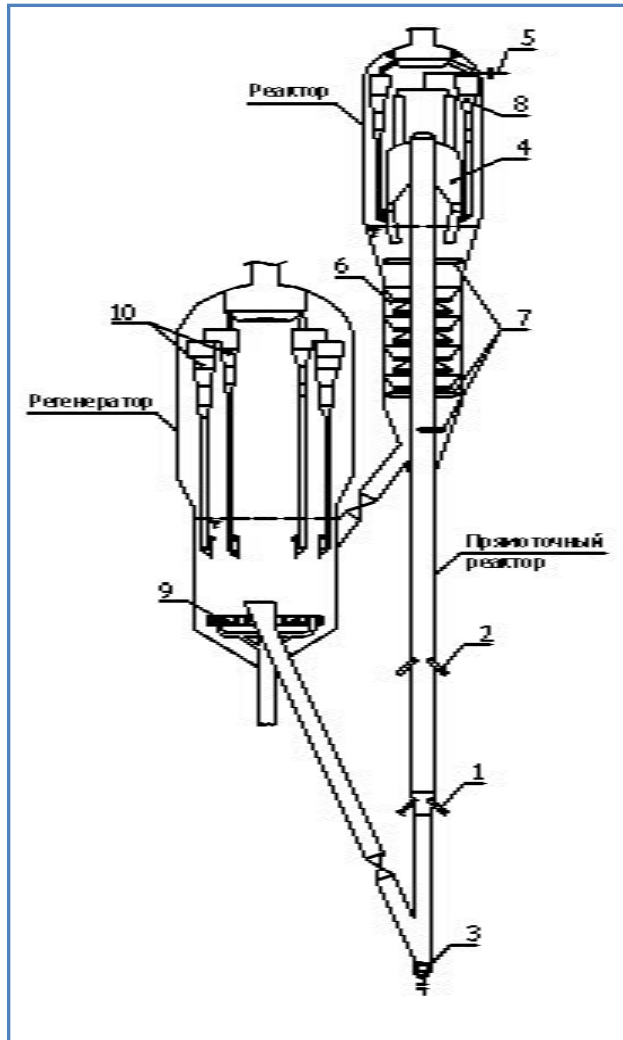
Реконструкция РБ установки КК Г-43-107М/1 Уфимского НПЗ

Основные показатели работы установки после реконструкции

Наименование показателей	Показатели	Изменение показателей (+/-)
Выход бензина (фр.С ₅ -210°С), % масс.	53,2	+ 2,5
Октановое число бензина, пункт:		
- М.М.	82,4	+ 0,7
- И.М.	94,0	+ 1,3
Производительность по свежему сырью	-	+ 30% отн.
Расход водяного пара в РБ	-	- 20% отн.
Расход катализатора, кг/т сырья	0,5	0
Межремонтный пробег, год	4,0	+ 3,0

Реконструкция РБ установки КК Г-43-107М/1 ЧАО «ЛИНИК»

Новые элементы технологии и аппаратного оформления:



- 1 - сырьевые форсунки
- 2 - шламовые форсунки
- 3 - паровая форсунка
- 4 - центробежно-инерционный сепаратор
- 5 - система охлаждения продуктов крекинга
- 6 - двухстадийная отпарная секция
- 7 - парораспределительное устройство
- 8 - одноступенчатые циклоны
- 9 - воздухораспределительное устройство
- 10- двухступенчатые циклоны



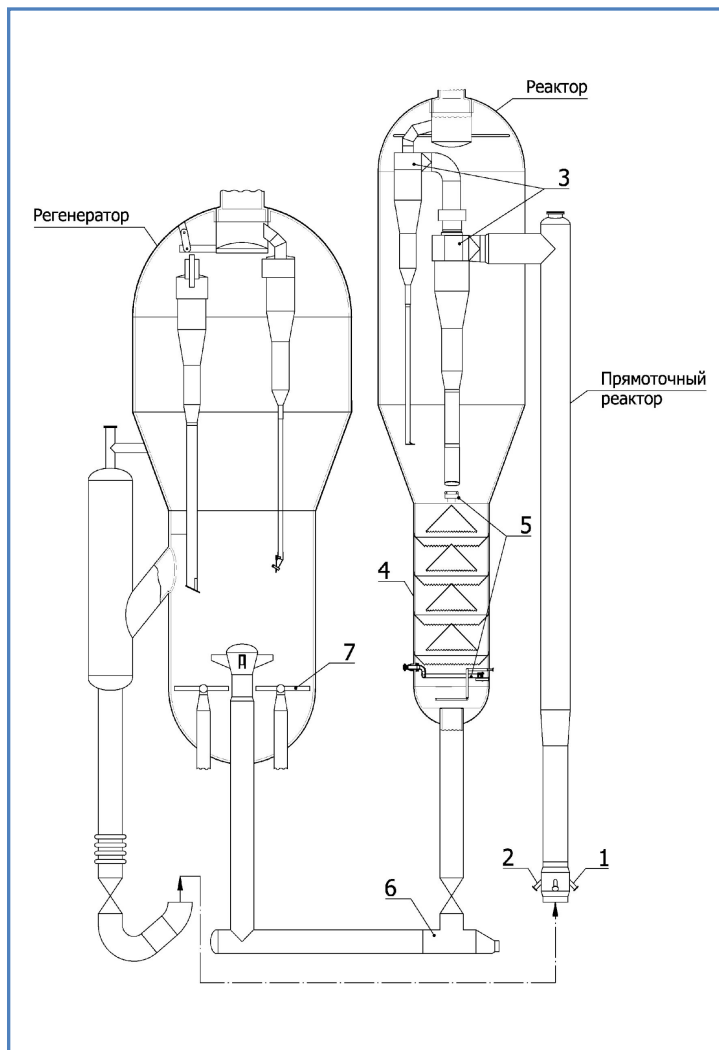
Реконструкция РБ установки КК Г-43-107М/1 ЧАО «ЛИНИК»

Основные показатели работы установки после реконструкции

Наименование показателей	Показатели	Изменение показателей (+/-)
Выход бензина (фр.С ₅ -210°С), % масс.	56,1	+ 3,9
Октановое число бензина, пункт:		
- М.М.	82,6	+ 0,6
- И.М.	94,2	+ 1,0
Расход водяного пара в РБ	-	- 5% отн.
Расход катализатора, кг/т сырья	0,43	- 30% отн.
Межремонтный пробег, год	2,0	+ 1,0

Реконструкция РБ установки КК Рязанской НПК

Новые элементы технологии и аппаратного оформления:



- 1 - сырьевые форсунки
- 2 - шламовые форсунки
- 3 - система замкнутых циклонов
- 4 - двухстадийная отпарная секция
- 5 - парораспределительное устройство
- 6 - тройник транспортной линии
- 7 - трубчатый воздухораспределитель



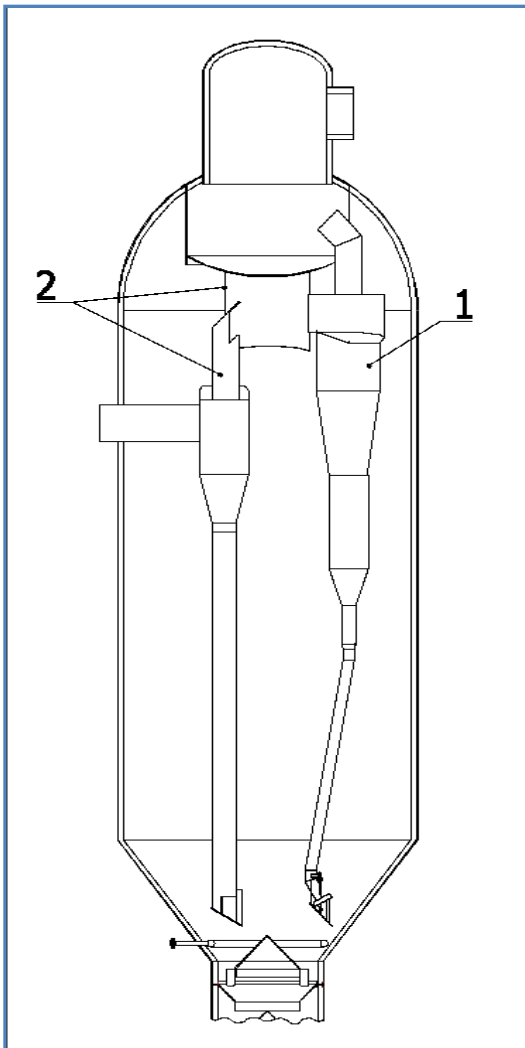
Реконструкция РБ установки КК Рязанской НПК

Основные показатели работы установки после реконструкции

Наименование показателей	Показатели	Изменение показателей (+/-)
Выход бензина (фр.С ₅ -210°C), % масс.	56,0	+ 0,9
Октановое число бензина, пункт:		
- М.М.	82,6	+ 1,0
- И.М.	93,0	+ 1,2
Производительность по свежему сырью	-	+ 8% отн.
Межремонтный пробег, год	3,0	+ 1,0

Реконструкция реактора установки КК ОАО «ТАИФ-НК»

Новые элементы технологии и аппаратного оформления:



1 - одноступенчатые циклоны

2 - устройство гашения термических реакций



Реконструкция реактора установки КК ОАО «ТАИФ-НК»

Монтаж циклонов реактора и устройства гашения
термических реакций





Реконструкция реактора установки КК ОАО «ТАИФ-НК»

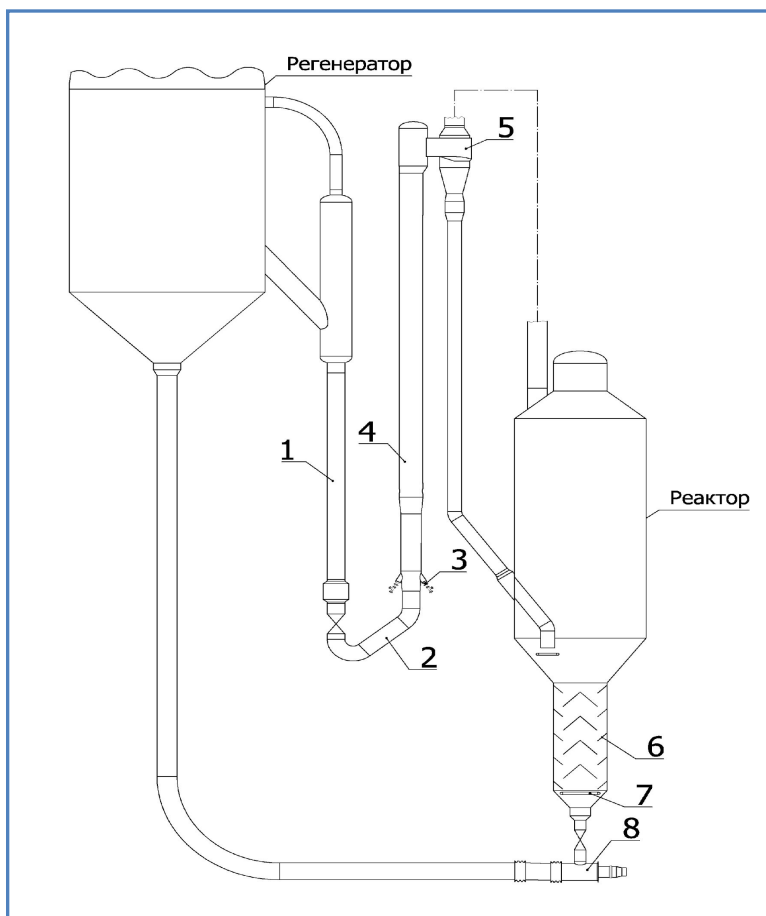
Основные показатели работы установки после реконструкции

Наименование показателей	Показатели	Изменение показателей (+/-)
Выход бензина (фр.С ₅ -210°C), % масс.	50,2	+ 2,6
Октановое число бензина по ММ, пункт	80,8	+ 0,8
Производительность по свежему сырью	-	+ 30% отн.

Реконструкция РБ установки 1А/1М ОАО «Славнефть-ЯНОС»

Повышение производительности до 1,5 млн. тонн в год
(запланирована на 2014 г.)

Новые элементы технологии и аппаратного оформления:



- 1 - напорный стояк
- 2 - J-образный переток
- 3 - сырьевые форсунки
- 4 - прямоточный реактор
- 5 - циклоны грубого разделения
- 6 - двухстадийная отпарная секция
- 7 - кольцевой парораспределитель
- 8 - тройник транспортной линии