

# Отраслевое совещание по каталитическому крекингу

7-8 июня 2005 г.  
г. Ярославль

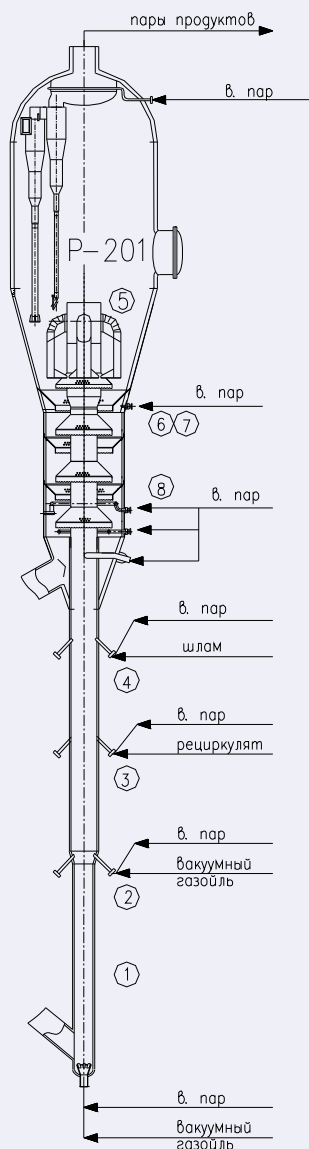
## Опыт комплексной модернизации действующих установок каталитического крекинга

Р.В. Басов, К.О. Шаховский, А.Н. Штин, Б.В. Андреев  
ЗАО «Элистек инжиниринг интернейшенл»

## Цели реконструкции установок каталитического крекинга

- Замена физически и морально устаревших узлов оборудования
- Максимальное использование существующего оборудования
- Реализация потенциальных преимуществ современных катализаторов
- Достижение требуемых показателей качества продукции в широком диапазоне изменения производительности установки
- Возможность поэтапного проведения реконструкции
- Обеспечение требуемого технологического эффекта при минимально возможных капитальных затратах
- Увеличение срока службы и обеспечение ремонтпригодности за счет выбора конструктивных материалов и технологических приемов

# Реконструкция реактора P-201 установки Г-43-107



## Лифт-реактор

- 1 Разгонный участок
- 2 Узел ввода сырья
- 3 Система регулирования температуры
- 4 Узел ввода шлама
- 5 Баллистический сепаратор

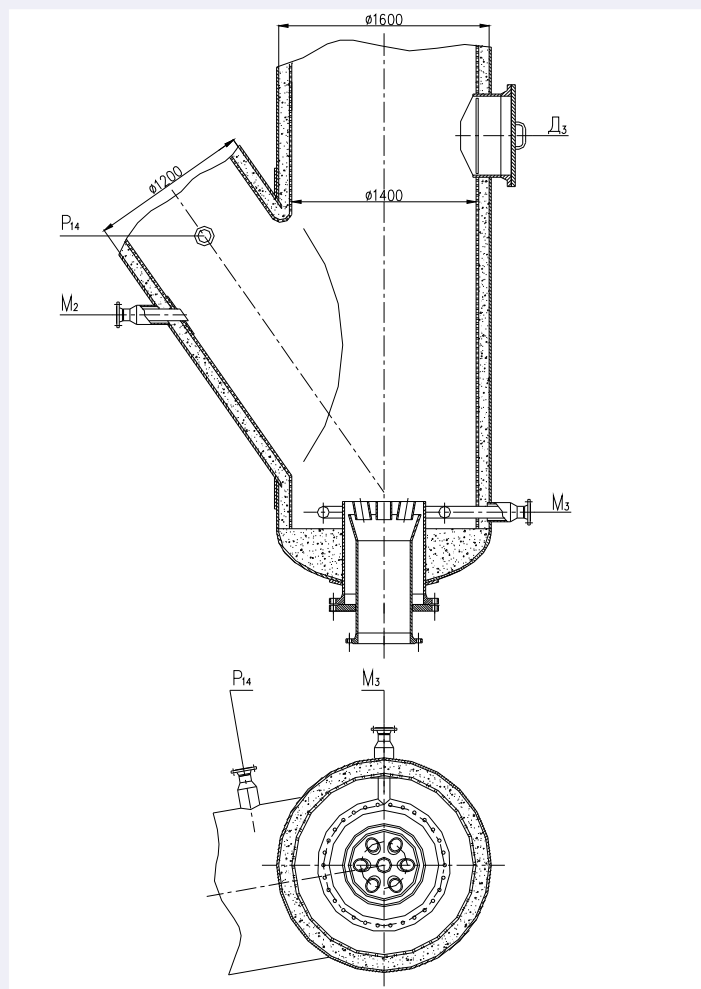
## Десорбер

- 6 Престриппинг
- 7 Дополнительная ступень контакта
- 8 Усовершенствованные контактные элементы и парораспределители

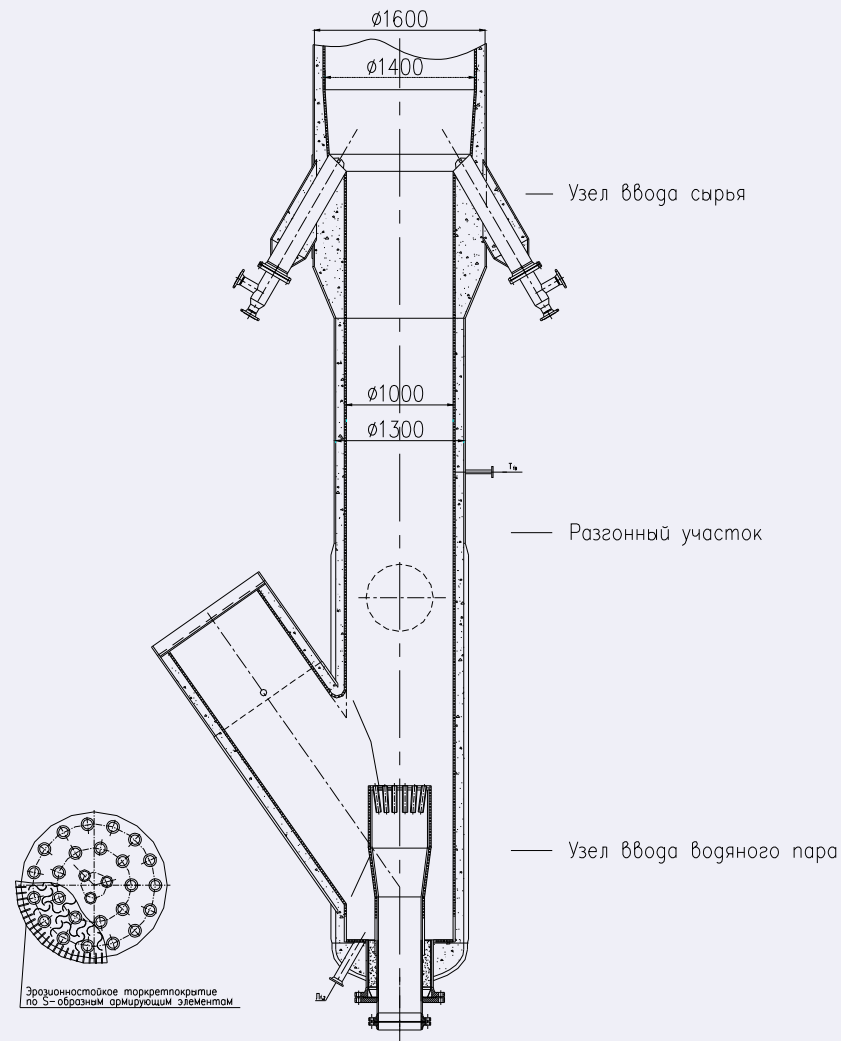
## ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЛИФТ-РЕАКТОРУ

- повышение интенсивности и полноты испарения сырья
- сокращение доли термических жидкофазных реакций - снижение образования сухого газа и кокса
- снижение доли реакций переноса водорода - улучшение качества продуктов, повышение октанового числа бензина и выхода олефинов  $C_3/C_4$
- минимальное обратное перемешивание—повышение селективности процесса, снижение содержания кокса на катализаторе
- максимальная стойкость к эрозионному износу - увеличение продолжительности межремонтного пробега
- минимальное истирание катализатора

# Разгонный участок лифт-реактора с узлами ввода сырья и пара



До реконструкции



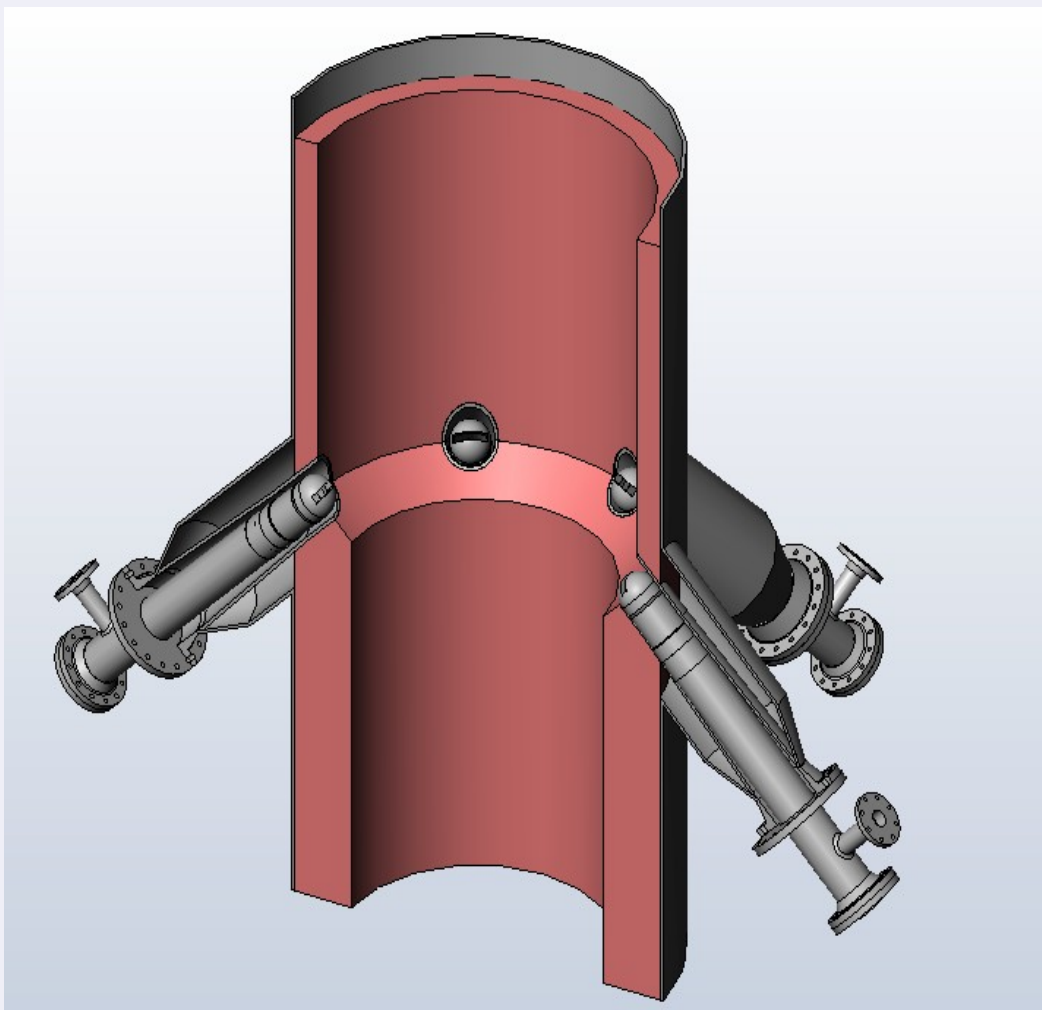
После реконструкции

# Разгонный участок прямоточного реактора



- Сокращение расхода пара на транспорт катализатора
- Равномерное распределение катализатора по сечению лифт-реактора
- Улучшение условий контакта сырья с катализатором

# Узел ввода сырья со струйно-импакторными форсунками, конструкции «Элистек инжиниринг»



- Струйно-импакторный диспергатор
- Динамический смеситель
- Щелевой насадок
- Твердосплавная противозэрозсионная защита

# Твердосплавный щелевой насадок форсунки

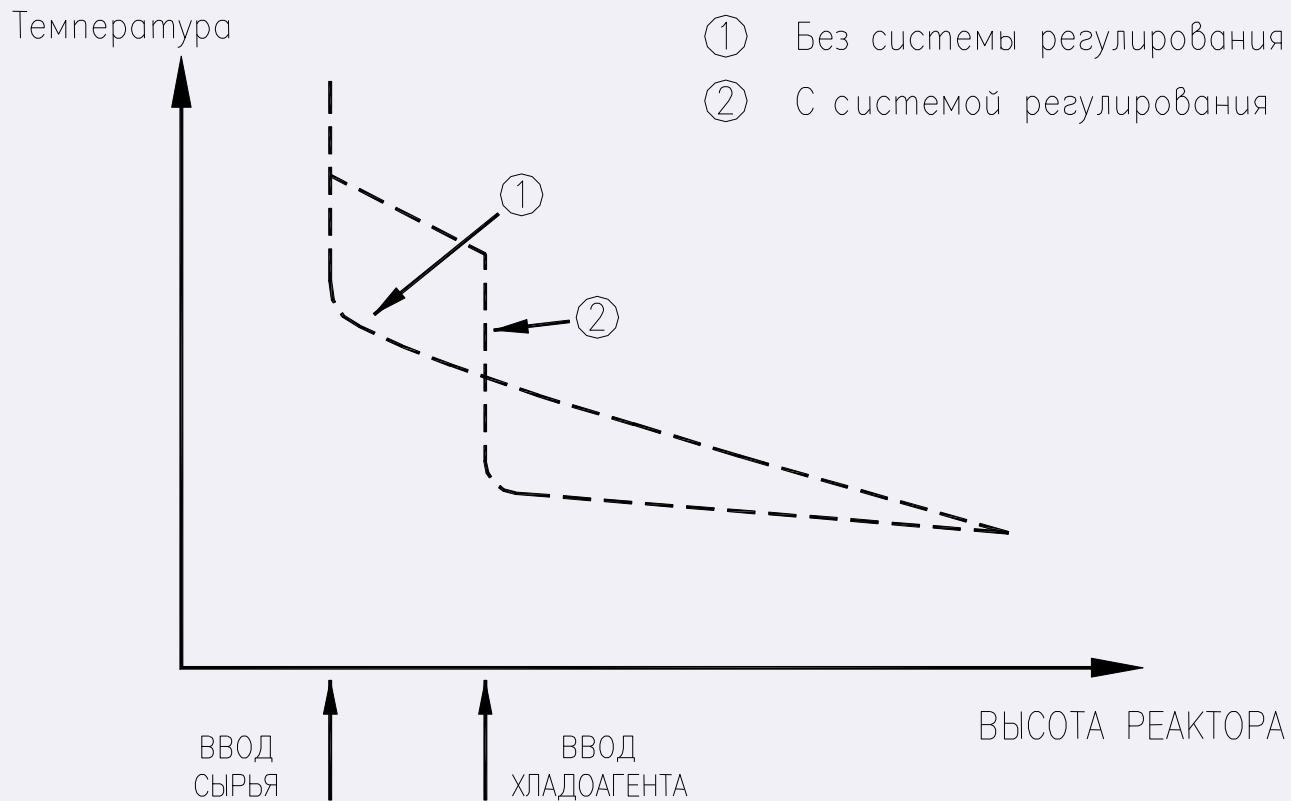


- Плоская дисперсная струя
- Эффективное перекрытие сечения лифт-реактора
- Близкий к однократному контакт капель сырья с катализатором
- Сокращение обратного перемешивания фаз
- Высокая стойкость к эрозионному износу

# Форсунки узла регулирования температуры по высоте лифт-реактора



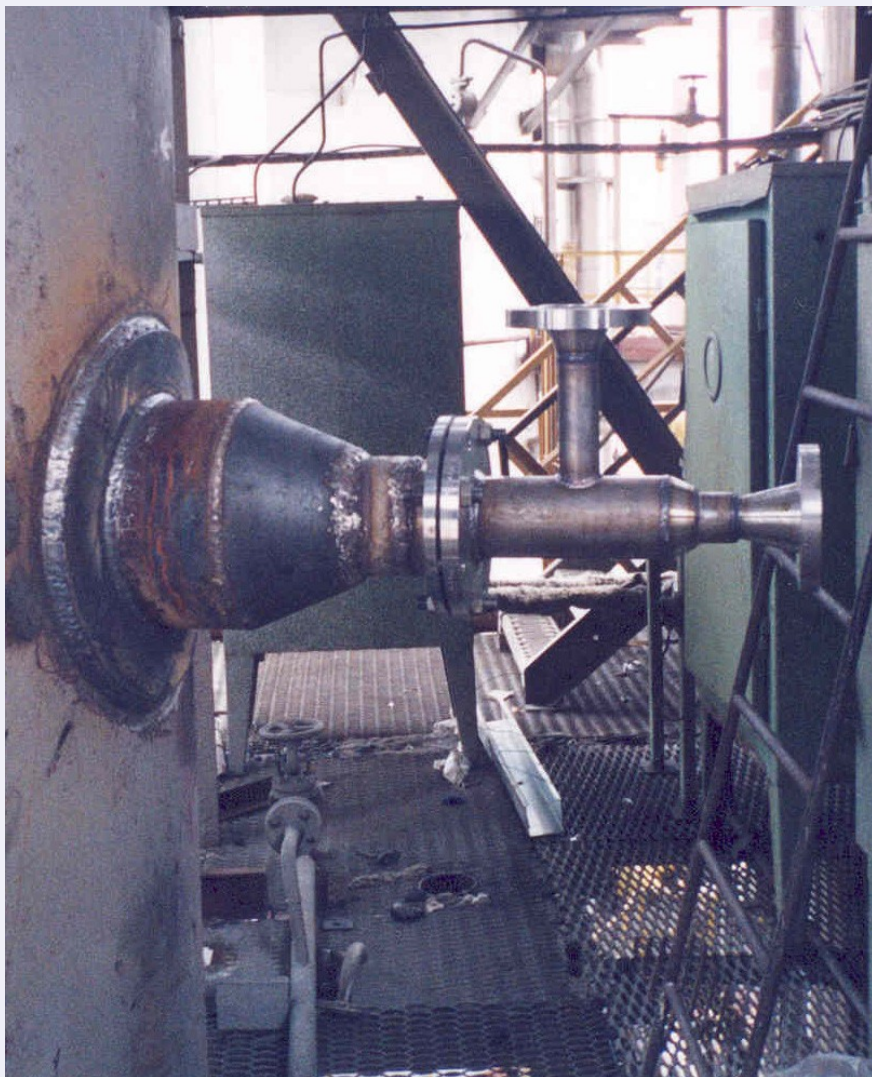
# Профиль температур по высоте лифт-реактора



# ВЛИЯНИЕ СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПО ВЫСОТЕ ЛИФТ-РЕАКТОРА

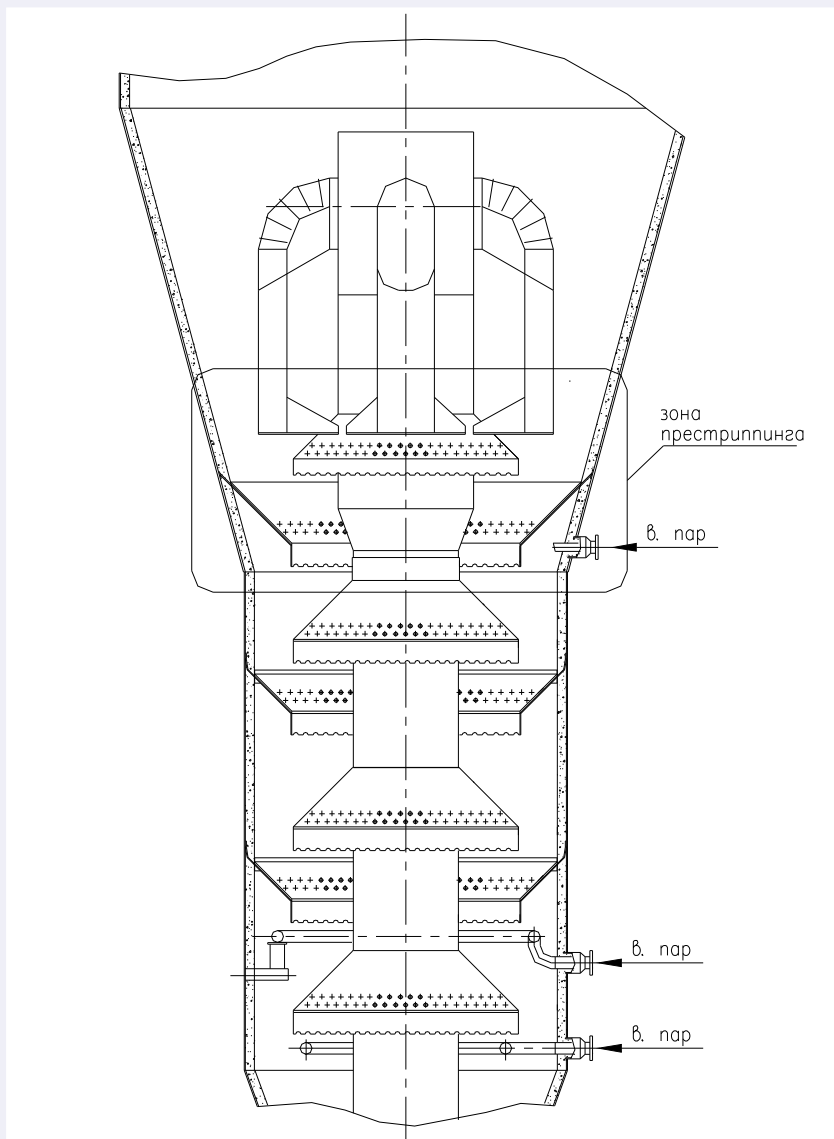
Показатели	До реконструкции	После реконструкции			
		0	10	20	30
Расход рециркулянта, м <sup>3</sup> /час	0	0	10	20	30
Производительность по сырью, т/час	230,1				
Температура нагрева сырья, °С	280				
Температура катализатора на выходе из регенератора, °С	670				
Температура крекинга, °С	516				
Скорость циркуляции катализатора, т/час	1840	1840	1930	2010	2090
Кратность циркуляции катализатора, т/т	8,0	8,0	8,4	8,7	9,1
Количество сгораемого кокса, т/час	10,4	10,4	10,8	11,1	11,6
Температура на разгонном участке, °С	-	668	668	668	669
Температура в узле ввода сырья, °С	542	545	549	553	557

## Узел ввода шлама



- Ввод шлама отдельно от сырья
- Ввод шлама в зону с менее активным катализатором
- Упрощенная конструкция диспергатора
- Повышенная эрозионная стойкость
- Пониженная вероятность коксования форсунок
- Снижение выхода кокса и сухого газа

# Новый баллистический сепаратор лифт-реактора установки Г-43-107



- Принцип центробежного разделения фаз
- Направляющие желоба
- Отбойники – распределители
- Интеграция с новым претриппингом десорбера

# Результаты реконструкции прямоточного реактора установки Г-43-107 Московского НПЗ

## Выхода продуктов

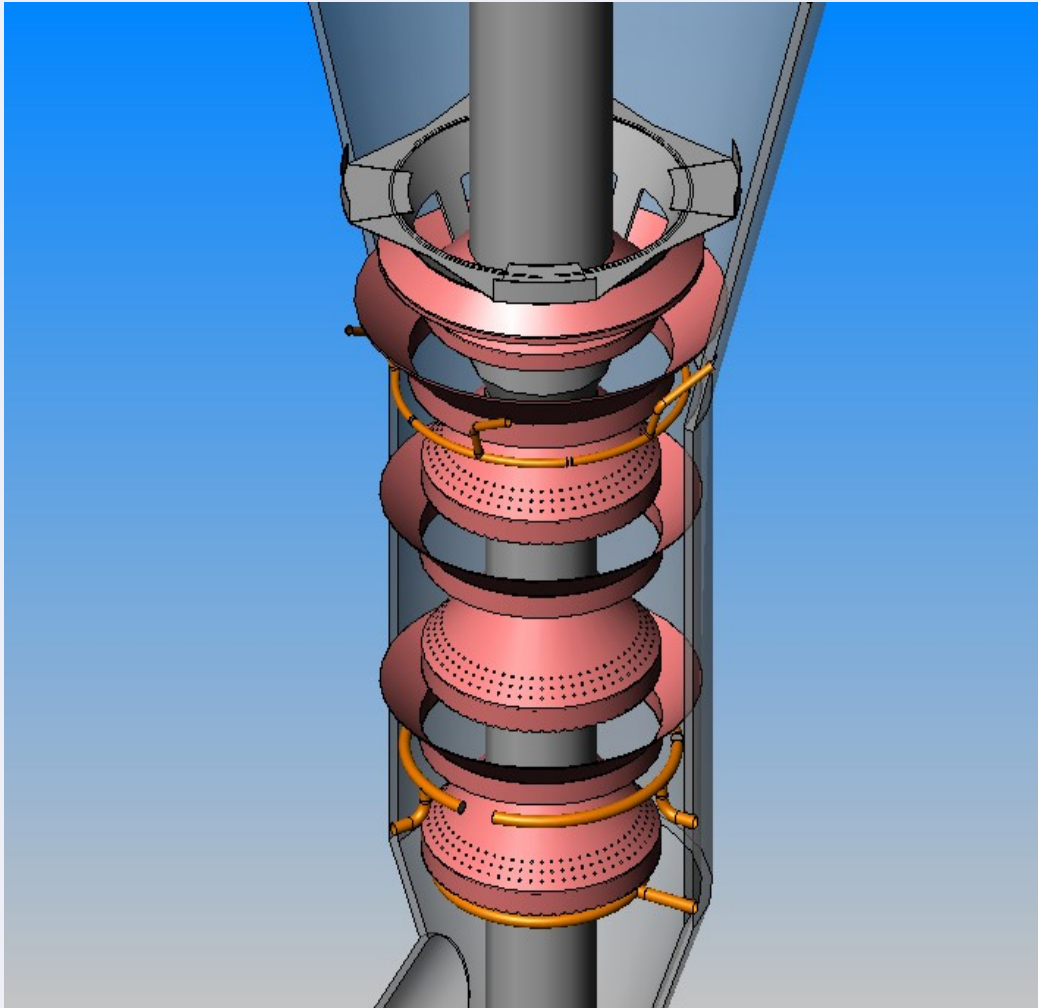
ПРОДУКТЫ	До реконструкции	После реконструкции
Сухой газ (без С3 и С4), масс.%	<b>2,00</b>	<b>1,76</b>
С3- + С3=, масс.%	<b>5,72</b>	<b>6,10</b>
С4- + С4=, масс.%	<b>10,60</b>	<b>11,99</b>
Всего сжиженного газа, масс.%	<b>16,32</b>	<b>18,09</b>
Бензин (нк-215°C), масс.%	<b>50,62</b>	<b>52,46</b>
Диз. топл (200-360°C), масс.%	<b>8,36</b>	<b>14,18</b>
Остаток (>300°C), масс.%	<b>17,91</b>	<b>9,64</b>
Кокс, масс.%	<b>4,79</b>	<b>3,87</b>
Конверсия, масс.%	<b>73,73</b>	<b>76,18</b>

## Результаты реконструкции прямоточного реактора установки Г-43-107 Московского НПЗ

При увеличении загрузки установки по сырью более, чем на **10%**:

- Конверсия возросла на **2,5-3%**
  - Выход бензина увеличился на **2%**
  - Выход сжиженных газов увеличился на **2%**
  - Содержание пропилена в ППФ выросло на **1,5%**
  - Выход сухого газа снизился на **0,2-0,3%**
- Выход кокса снизился на **0,9-1,0%**
  - Коксовая нагрузка регенератора снизилась на **20%**
- Подача воздуха в регенератор снижена на **10%**

# Реконструкция десорбера реактора установки КТ-1/1 Мажейкского НПЗ



- Начальное распределение катализатора
- Престриппинг
- Дополнительная ступень контакта
- Эффективные контактные элементы
- Равномерное распределение пара
- Повышенная механическая и эрозионная стойкость

# Результаты реконструкция десорбера реактора Р-201 установки КТ-1/1 Мажейкского НПЗ

- Снижение расхода пара на отпарку в 1,5 раза
- Снижение содержания водорода в сгорающем коксе более, чем в 1,5 раза
- Снижение температуры в регенераторе на 10<sup>0</sup>С
- Повышение производительности по сырью на 25 %

# Поэтапная модернизация реакторно-регенераторных блоков установок каталитического крекинга ГК-3 АО «УКРТАТНАФТА»

## РЕАКТОР

- Замена сырьевых форсунок с целью повышения селективности процесса и увеличения срока службы
- Замена парораспределительных устройств с целью улучшения качества псевдоожижения и снижения эрозионного износа
- Замена циклонов с целью увеличения срока службы и снижения выноса катализатора
- Модернизация отпарной зоны с целью улучшения качества отпарки катализатора и уменьшения расхода водяного пара

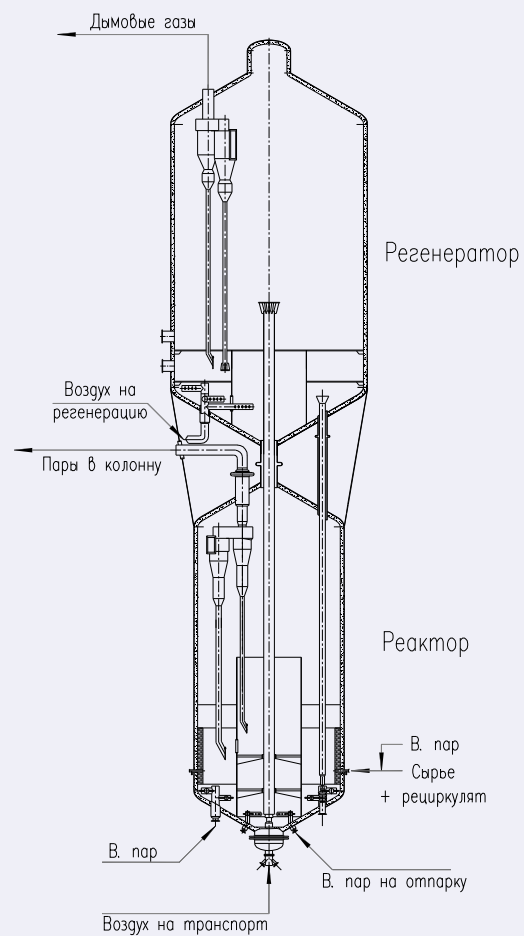
# Поэтапная модернизация реакторно-регенераторных блоков установок каталитического крекинга ГК-3 АО «УКРТАТНАФТА»

## РЕГЕНЕРАТОР

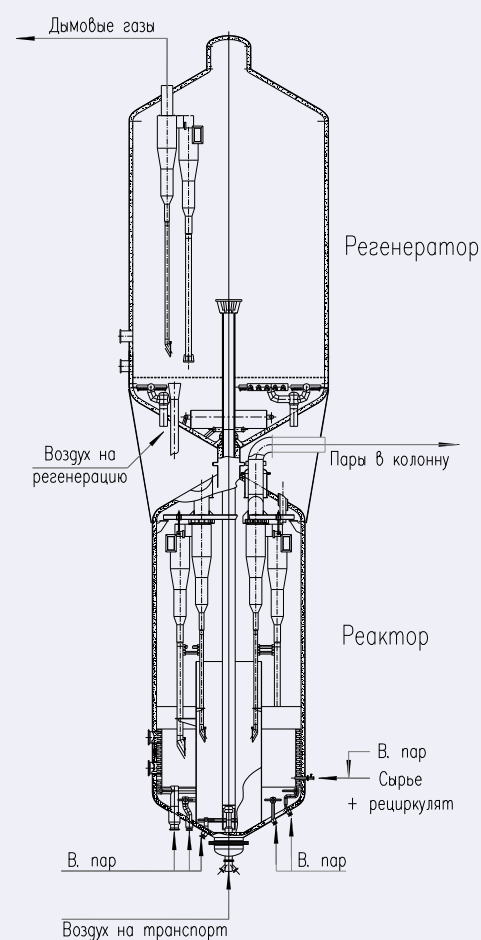
- Замена воздухораспределителя с целью обеспечения более равномерного распределения воздуха по сечению кипящего слоя, уменьшения истирания катализатора и увеличения срока службы
- Модернизация транспортной линии и концевое распределительного устройства с целью снижения температуры в отстойной зоне, улучшения распределения закоксованного катализатора и повышения износоустойчивости
- Замена циклонов с целью снижения потерь катализатора и увеличения срока службы

# Реконструкция реакторно-регенераторного блока установки ГК-3 АО «УКРТАТНАФТА»

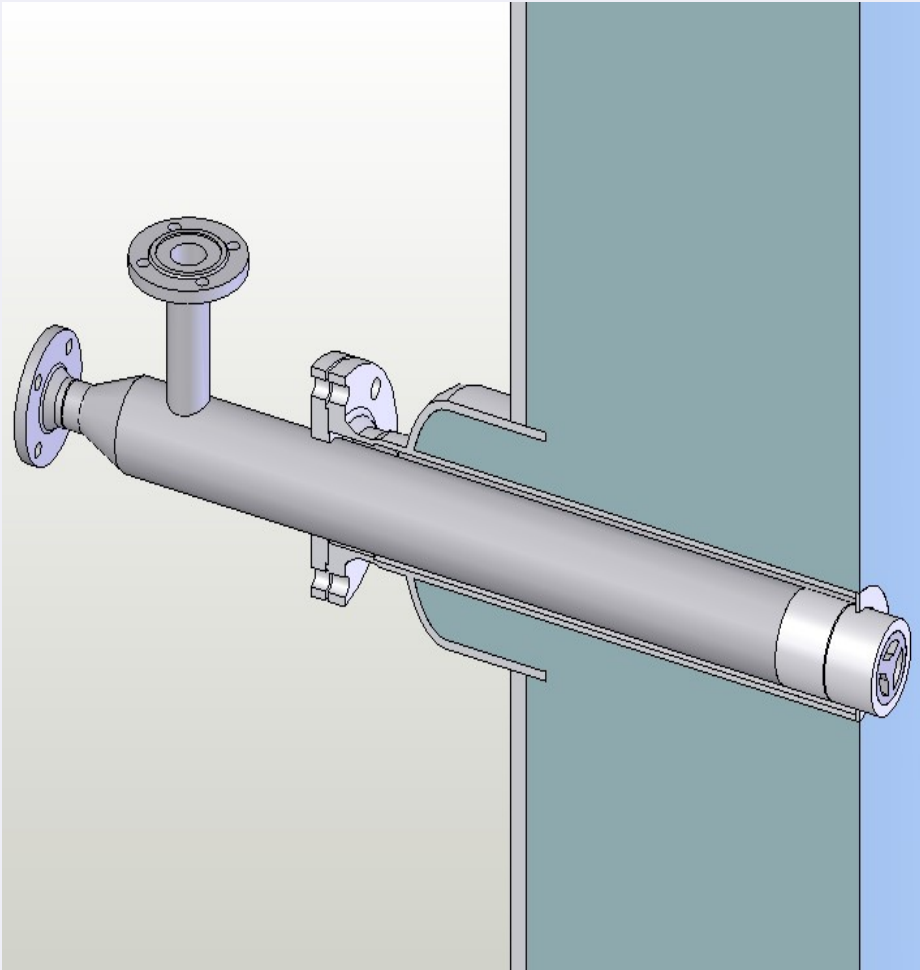
Существующий реакторно-регенераторный блок



Реконструированный реакторно-регенераторный блок



# Струйно-импакторные форсунки «Элистек инжиниринг» для реакторов с кипящим слоем



- «Плавающий» диспергатор для компенсации разности температур жидкой и паровой фаз
- Возможность совместного ввода сырья и шлама
- Высокая эрозионная стойкость
- Насадок, обеспечивающий эффективный контакт фаз в кипящем слое
- Разборная конструкция

# Струйно-импакторные форсунки «Элистек инжиниринг» для реакторов с кипящим слоем

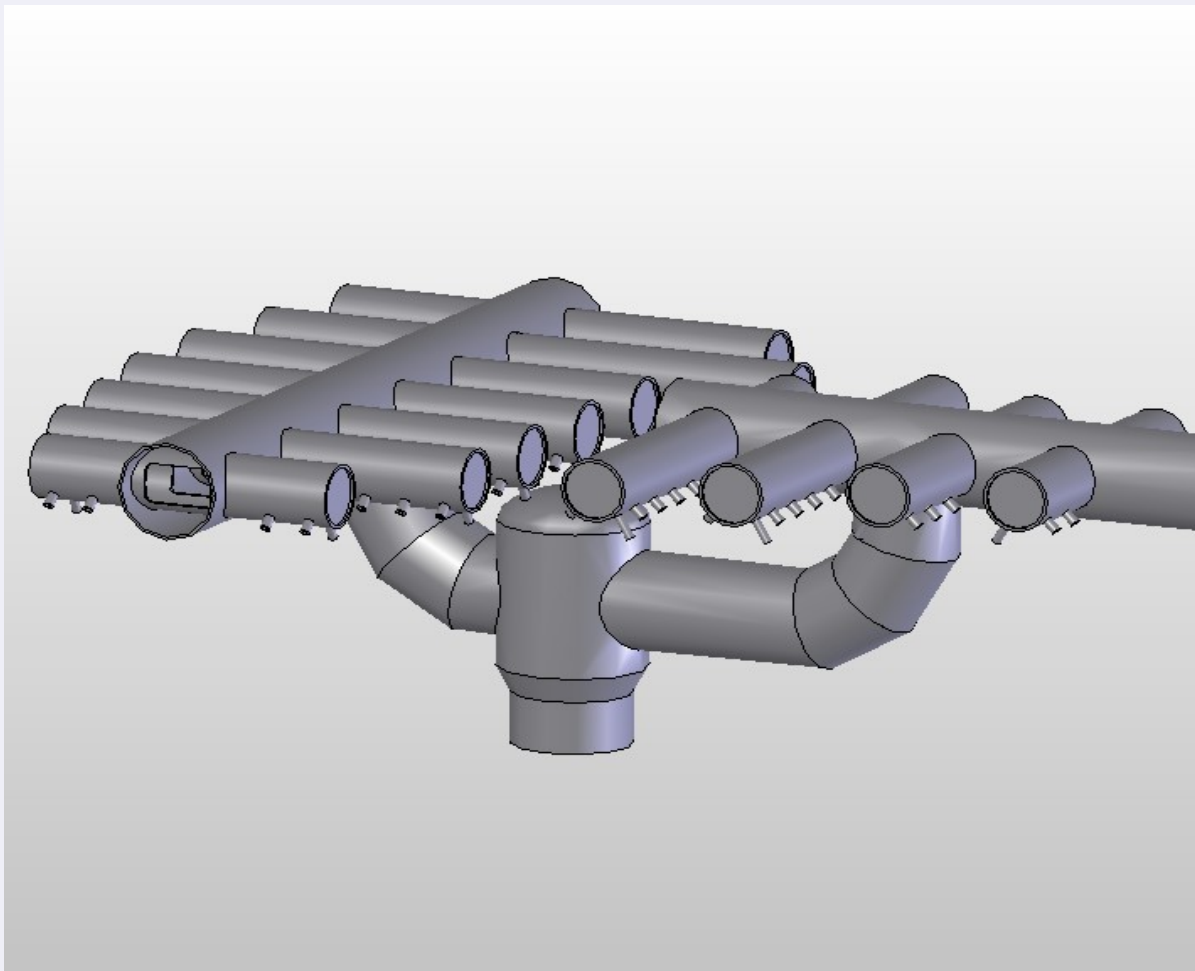


- Съемный оголовок форсунки с твердосплавным насадком -дробителем

# Новые высокоэффективные двухступенчатые циклоны на рамной подвеске в реакторе установки ГК-3



## Секция нового трубчатого воздухораспределителя регенератора установки ГК-3

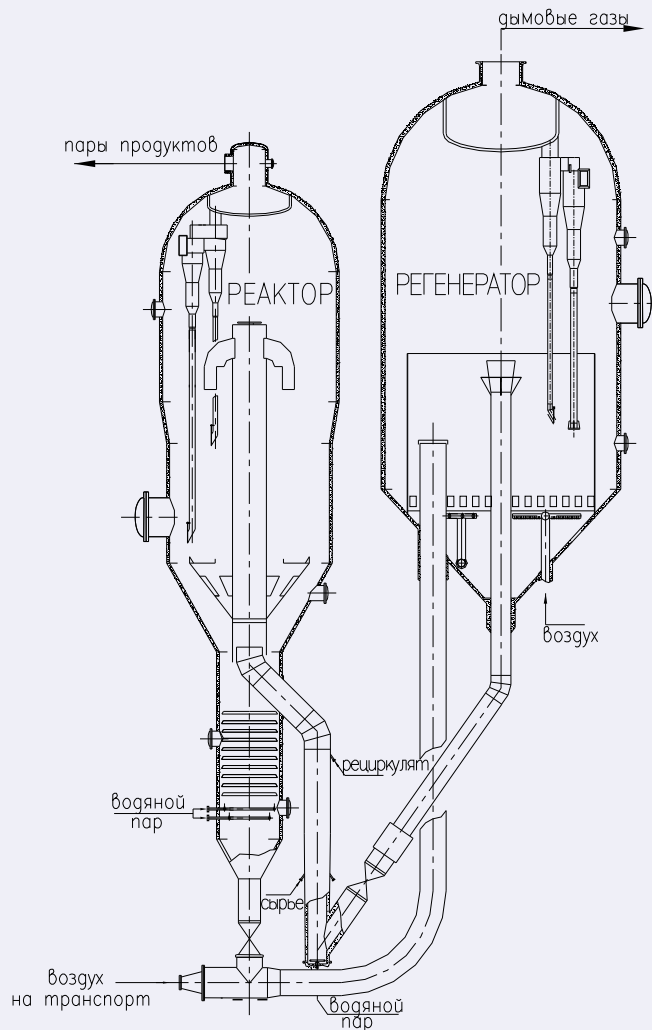
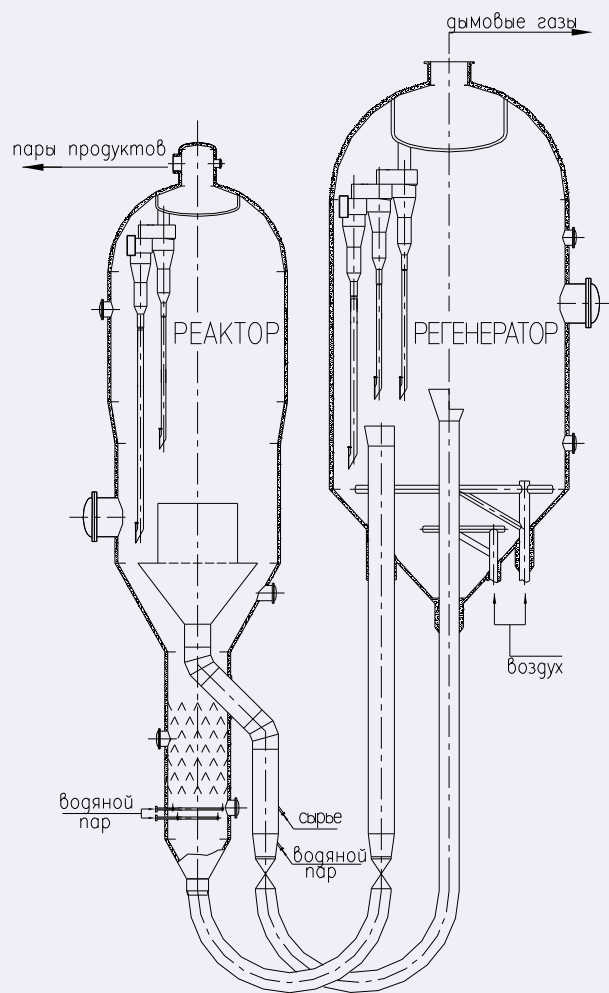


- Равномерное распределение воздуха
- Незамкнутая система труб
- Высокая механическая прочность
- Минимальный эрозионный износ
- Отсутствие истирания катализатора

# Реконструкция установки каталитического крекинга 43-103 ОАО «Сибнефть – Омский НПЗ»

- I этап – Замена внутренней и выносной систем пылеулавливания регенератора, монтаж нового десорбера реактора, частичная замена торкрет - покрытия
- II этап – Замена транспортных линий и лифт-реактора с изменением схемы циркуляции катализатора и установкой приводных шибберных задвижек, монтаж форсуночных узлов ввода сырья и шлама и нового баллистического сепаратора лифт-реактора, замена внутренней системы пылеулавливания реактора, частичная замена торкрет - покрытия
- III этап – Заужение регенератора, монтаж новых воздухо-распределителя и узлов ввода и вывода катализатора регенератора, модернизация схемы вывода и рекуперации тепла дымовых газов, реконструкция блоков ректификации и очистки технологического конденсата

# Реконструкция установки каталитического крекинга 43-103 ОАО «Сибнефть – Омский НПЗ»

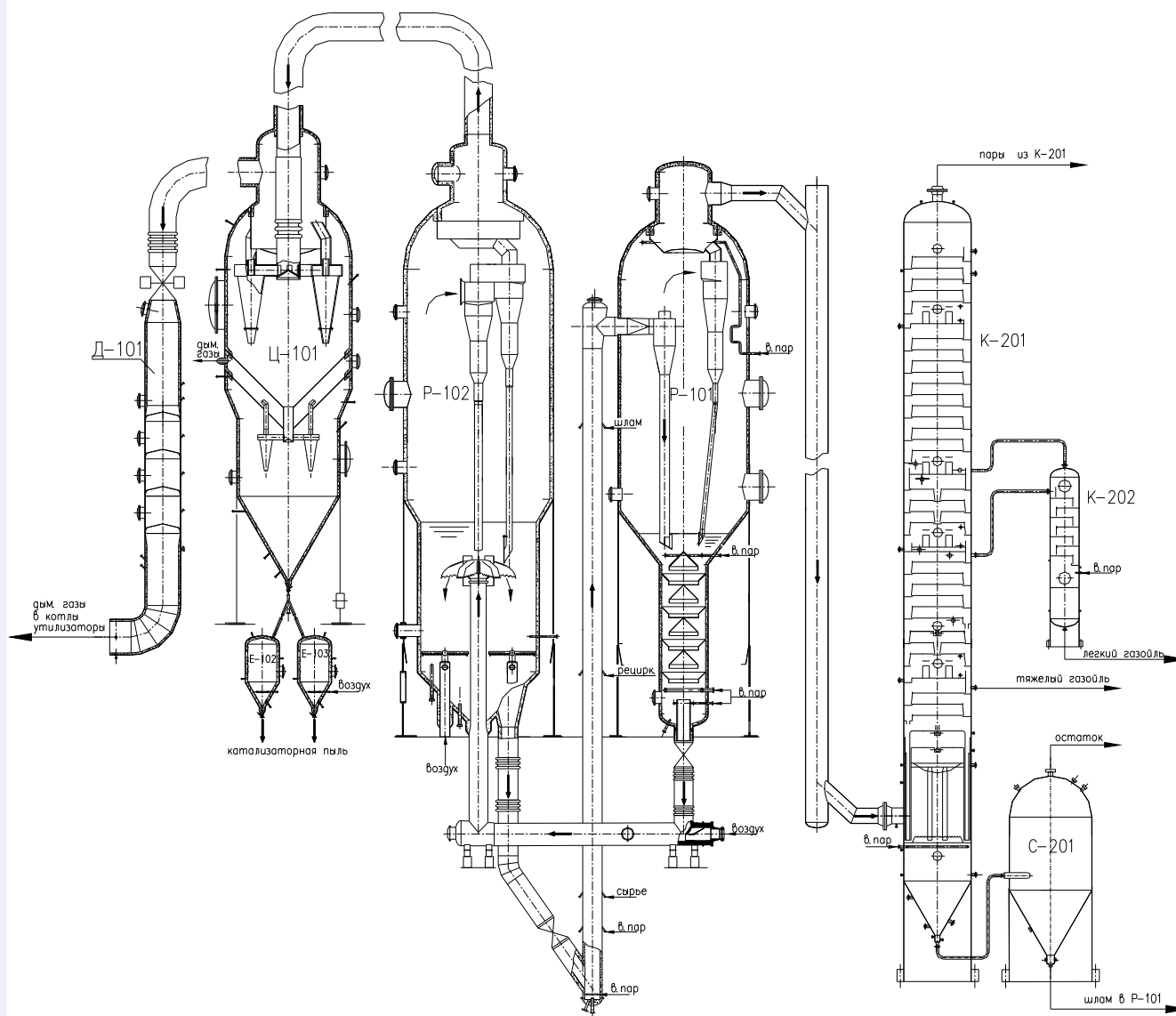


# Реконструкция установки каталитического крекинга 43-103 ОАО «Сибнефть – Омский НПЗ»

## Материальный баланс, % мас.

НА И М Е Н О В А Н И Е	До реконструкции	После этапов I, II реконструкции
Сырье	100,0	100,0
Сухой газ	6,7	4,9
Рефлюкс	6,5	10,7
Бензин	38,3	46,0
Легкий газойль	31,2	23,8
Тяжелый газойль	13,0	9,1
Кокс	3,7	4,6
Потери	0,6	0,9
Итого	100,0	100,0
Конверсия	55,2	66,2
Сумма светлых нефтепродуктов	69,5	69,8

# Основное нестандартное оборудование установки каталитического крекинга ОАО «ТАИФ», сооружаемое по проекту «Элистик инженеринг»



**P-101** – Реактор

**PR-101** – Прямоточный реактор

**P-102** – Регенератор

**Ц-101** – Аппарат выносных циклонов

**Д-101** – Аппарат снижения давления

**K-201** – Основная колонна

**K-202** – Стриппинг

**C-201** – Шламоотстойник

Транспортные линии

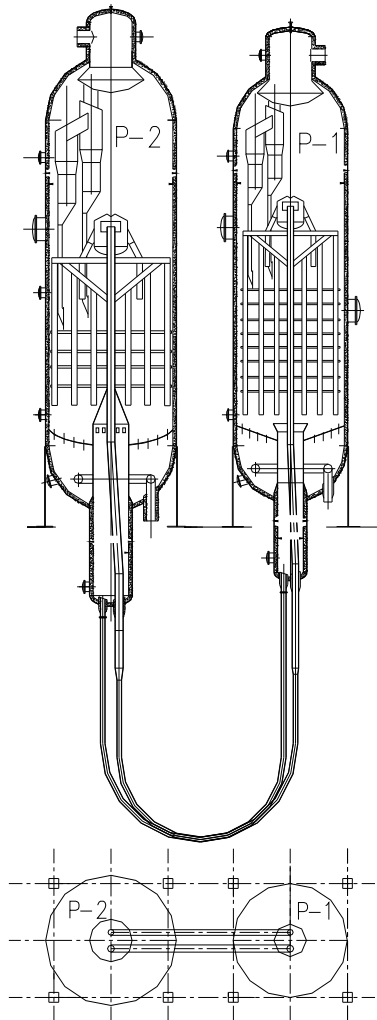
Газоходы

Трансферная линия

Система КиА

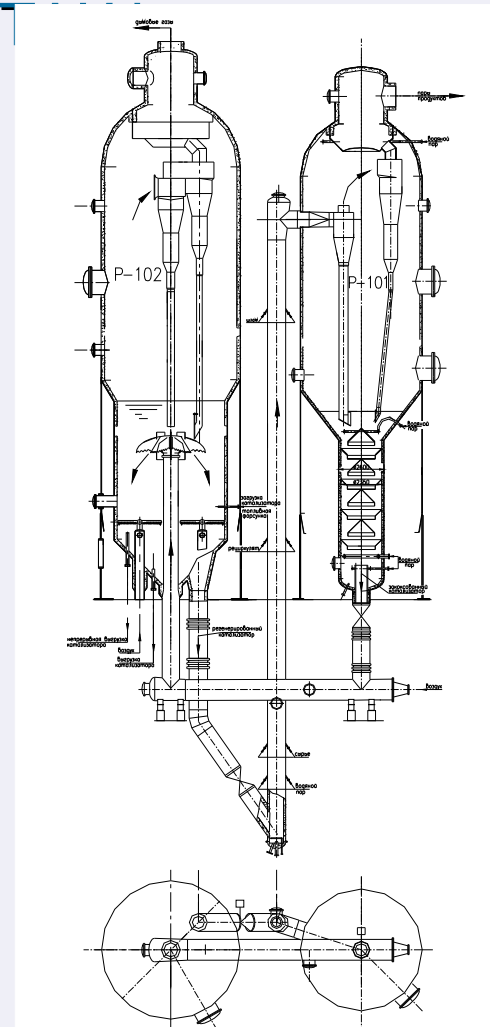
Блок очистки технологического конденсата

# Реконструкция реакторно-регенераторного блока установки дегидрирования изопентана под процесс галитического крекинга ОАО «Т



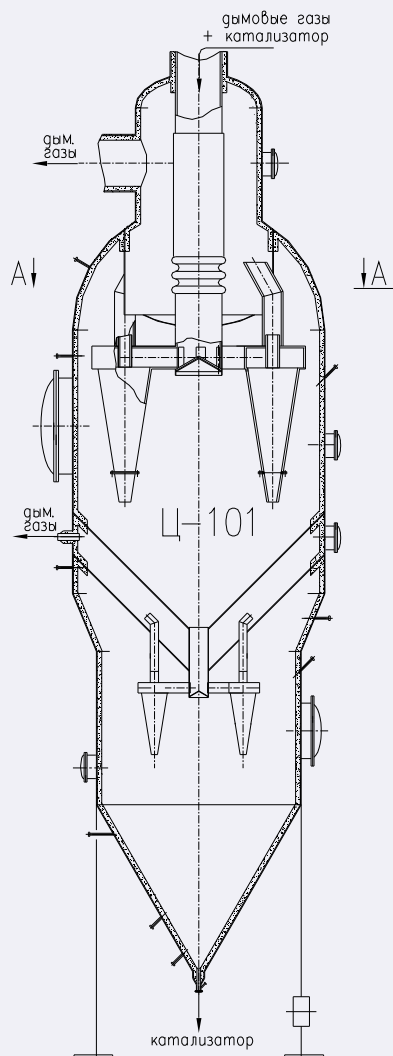
До реконструкции  
реконструкции

- Замена всех внутренних устройств реактора и регенератора
- Монтаж нового десорбера реактора и зауженной нижней части регенератора
- Сооружение нового выносного прямооточного реактора
- Замена транспортных линий катализатора



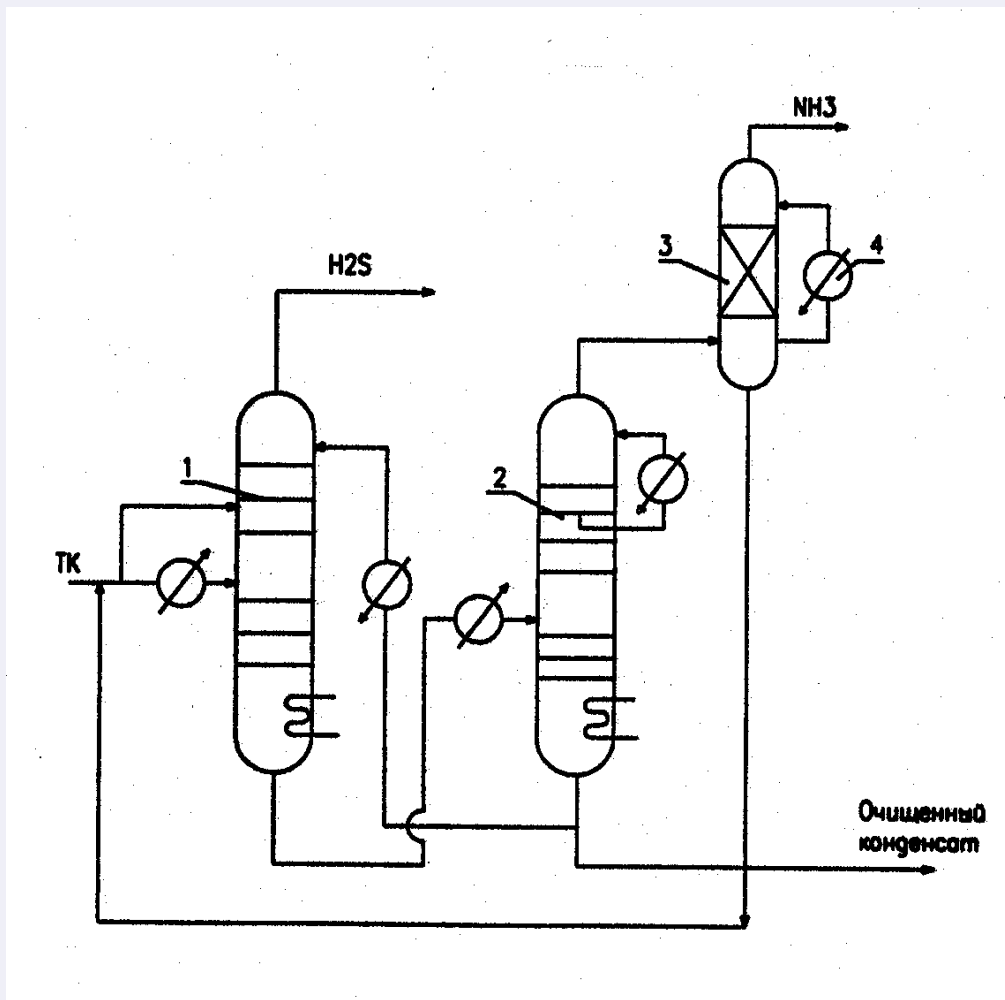
После

# Аппарат выносных циклонов Ц-101



- Вискоэффективный групповой циклон
- Бункер-приемник с отсосом дымовых газов
- Санитарная очистка от мелкодисперсной пыли
- Эффективное пылеулавливание в широком диапазоне запыленности
- Надежность и ремонтпригодность

# Блок очистки технологического конденсата



- Новая двухколонная схема очистки технологического конденсата, позволяющая достигать высокие показатели качества продуктов и обеспечить стабильную работу блока в широком диапазоне изменения производительности
- Патент Российской Федерации № 2162444.

# Прогноз работы установки каталитического крекинга ОАО «ТАИФ»

## Свойства сырья

Плотность	кг/м <sup>3</sup>	<b>923</b>
Сера	масс.%	<b>1.98</b>
Коксуемость	масс.%	<b>0.25</b>
<u>Условия работы</u>		
Подача сырья	т/ч	<b>100</b>
Температура реактора	°C	<b>523</b>
Температура сырья	°C	<b>270</b>
Температура регенератора	°C	<b>672</b>

## Экологические показатели (не более)

### Очищенный технологический конденсат

Содержание H <sub>2</sub> S	мг/л	<b>2</b>
Содержание NH <sub>4</sub>	мг/л	<b>20</b>
<u>Отходящие дымовые газы</u>		
Содержание пыли	г/м <sup>3</sup>	<b>0,1</b>
Содержание SO <sub>x</sub>	% об	<b>0,12</b>

## Выхода продуктов

Сухой газ	масс.%	<b>2.90</b>
ΣC <sub>3</sub>	масс.%	<b>6.10</b>
ΣC <sub>4</sub>	масс.%	<b>9.55</b>
Всего сжиженного газа	масс.%	<b>15.65</b>
Бензин (C <sub>5</sub> -210 °C)	масс.%	<b>52.60</b>
Л. газойль (210-370 °C)	масс.%	<b>13.22</b>
Остаток (>370 °C)	масс.%	<b>10.78</b>
Кокс	масс.%	<b>4.85</b>
Конверсия	масс.%	<b>76.0</b>
Уд. расход кат-ра	г/т сырья	<b>386</b>
<u>Свойства бензина</u>		
Плотность	кг/м <sup>3</sup>	<b>746</b>
КК	°C	<b>210</b>
МОЧ		<b>82.1</b>
ИОЧ		<b>93.5</b>
Содержание S	масс.%	<b>0.21</b>