



FCCU  
КОМПЕНСАТОРЫ ДЛЯ  
ФЛЮИД-  
КАТАЛИТИЧЕСКОГО  
КРЕКИНГА

**MACOGA**  
ENGINEERED EXPANSION JOINTS



## Компенсаторы для флюид каталитического крекинга - FCCU

<b>ВВЕДЕНИЕ В КОМПЕНСАТОРЫ ДЛЯ FCCU</b>	— 4
<b>ТИПЫ КОМПЕНСАТОРОВ ДЛЯ FCCU</b>	— 6
С горячей стенкой	
С холодной стенкой	
Нефутерованные	
<b>СИЛЬФОНЫ</b>	— 10
Контролируемые сильфоны	
Заполненные сильфоны	
Самовыравнивающиеся кольца	
<b>ПОДБОР МАТЕРИАЛОВ</b>	— 14
Сильфоны	
Корпус трубы	
<b>ОГНЕУПОРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И УСТАНОВКА</b>	— 16
<b>ВНЕШНЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ</b>	— 18
<b>ГАРАНТИЯ КАЧЕСТВА И ИСПЫТАНИЯ</b>	— 20
<b>ОБСЛУЖИВАНИЕ ПО МЕСТУ ЭКСПЛУАТАЦИИ КОМПЕНСАТОРОВ ДЛЯ FCCU</b>	— 22
<b>Сборка компенсаторов</b>	
<b>Шефмонтаж при сборке</b>	
<b>Обслуживание по месту эксплуатации</b>	
Зачем нужна инспекция компенсаторов на площадке?	
Тип неисправности - Причины / Что делать - Уровень риска	
Что такое инспекция на площадке?	
В чем ключевые преимущества?	
<b>Грейферные сильфоны</b>	
<b>НАШИ ЗАКАЗЧИКИ</b>	— 28
<b>ОБСЛУЖИВАНИЕ В СЛУЧАЕ АВАРИЙНОЙ СИТУАЦИИ</b>	— 29

## ВВЕДЕНИЕ В КОМПЕНСАТОРЫ ДЛЯ FCCU

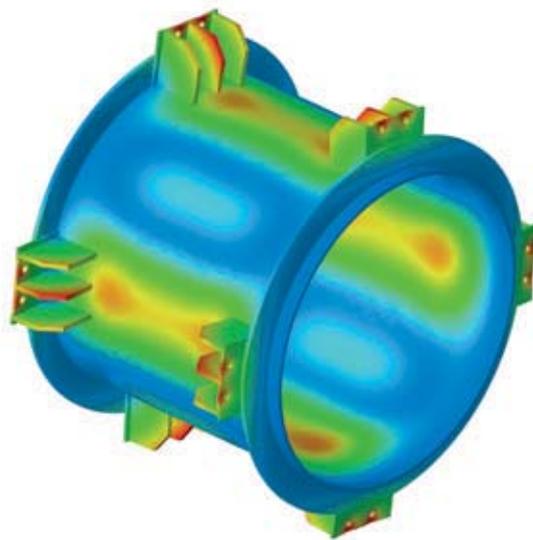
Компенсаторы, используемые для флюид каталитического крекинга (FCCU), подвергаются воздействию высоких температур, высокого давления, большим смещениям и очень агрессивным средам. Таким образом, они являются высокотехнологичным оборудованием и одним из наиболее важных и сложных типов производимых компенсаторов.

Разработка данных компенсаторов является сложным процессом, поскольку они должны:

- Подходить для эксплуатации при высоких технологических температурах;
- Иметь устойчивость к эрозии, вызванной катализатором;
- Иметь устойчивость к коррозии и напряжению во время режима остановки;
- Обеспечить хорошую усталостную стойкость;
- Поглощать большие смещения;
- Обеспечивать хорошую устойчивость к давлению при хорошей гибкости.

Компания MASOGA располагает передовыми возможностями для разработки и анализа компенсаторов для FCCU, их компонентов и вспомогательного оборудования, работающих при высоких температурах. Наши инструменты анализа, такие как нелинейный анализ методом конечных элементов и анализ теплопередачи (FEA), делают возможным изучение сложных компонентов.

С помощью нашего механизированного 3D программного обеспечения наши инженеры проектируют компенсаторы для FCCU в тех же условиях, которые они испытают в реальном мире, прежде чем они будут сконструированы. Это инструмент проверки дизайна, который помогает нашим инженерам тестировать проекты на ранних стадиях цикла проектирования и в реальных условиях. Это приводит нас к повышению качества проектирования и эффективности производства, одновременно сокращая время выхода на рынок, затраты и отходы материалов.



Анализ методом конечных элементов

### FEA/CFD

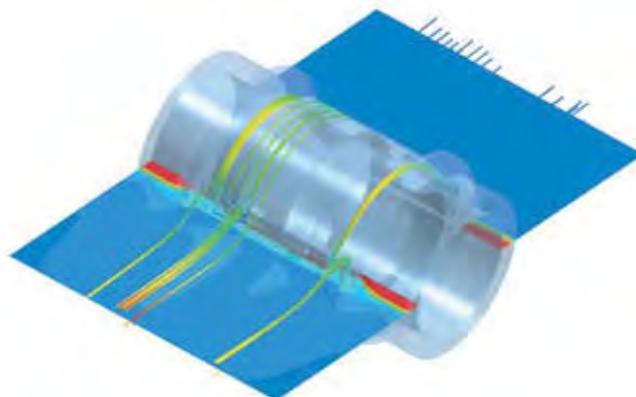
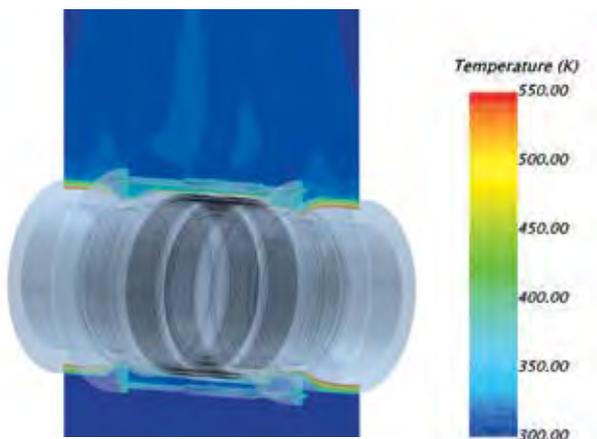
Наши инженеры хорошо владеют анализом методом конечных элементов (FEA) и расчетной флюидодинамикой (CFD), чтобы анализировать тепловые и механические характеристики различных типов систем.

Анализ методом конечных элементов (FEA), основанный на анализе напряжения конструкции, является ценным инструментом в оценке и оптимизации дизайна продукта для системы, включая напряжение конструкции из-за механических и тепловых нагрузок.

Использование FEA/CFD как части процесса разработки продукта позволяет проводить быстрое и экономически эффективное виртуальное тестирование и оптимизацию Вашего дизайна. Это снижает общую стоимость разработки продукта, улучшая характеристики, а также дает Вашей команде ценную информацию о том, как Ваша разработка может отвечать диапазону различных эксплуатационных условий.

Некоторые примеры исследований FEA/CFD:

- Разработка/анализ в соответствии со стандартами ASME, API, PD и UNE
- Анализ напряжения
- Термомеханический анализ. Передача тепла— Усталость
- Анализ вибраций
- Анализ динамики
- Анализ ударных нагрузок
- Резонансный анализ
- Сопряженное взаимодействие жидкости с конструкцией
- Анализ систем вентиляции, кондиционирования и обогрева



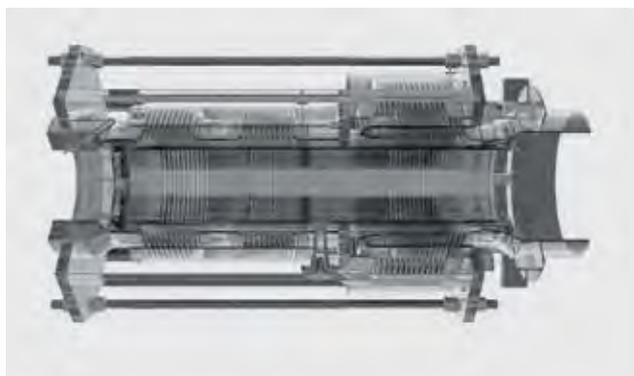
Термомеханический - анализ теплообмена

Результаты, полученные от данного типа анализа, могут использоваться для расчета конструкционной безопасности, а также для оценки ожидаемого срока службы до усталостного разрушения.

Технология флюид-каталитического крекинга (FCC) подразумевает высокотехнологичные компенсаторы, а каждый разработчик технологии имеет эксклюзивную конструкцию для этих компонентов. MASOGA работает со всеми основными разработчиками технологм FCC и знает их конструкционные особенности.

Компенсаторы для FCCU разрабатываются в соответствии с:

- ASME В 31.3 Приложение X
- стандартами Ассоциации производителей компенсаторов (EJMA)
- всеми применяемыми нормативными и спецификациями от таких лицензиаров как UOP, KBR, ExxonMobil, Axens, и т.д.



Реактор установки флексикрекинга  
 Линейный уравновешенный по давлению компенсатор  
 Двухслойные контролируемые сильфоны  
 Расчетная температура: 566 °С (среда)

## ТИПЫ КОМПЕНСАТОРОВ ДЛЯ FCCU

Стандартными типами компенсаторов, используемых для

FCCU, являются: **разгруженные универсальные, карданные, шарнирные и уравновешенные по давлению** (линейного и изогнутого типа) и могут быть разделены на три основные группы:

- С холодной стенкой
- С горячей стенкой
- Нефутерованные

Устройства с холодной стенкой имеют огнеупорную футеровку, которая обеспечивает, чтобы температура стенки кожуха не превышала разрешаемые параметры. Футеровка состоит из анкеров из нержавеющей стали и огнеупорного материала высокой плотности, отлитого под вибрацией и с самовыравниваем. Они объединяют внутреннюю изоляцию / укладку, выполненную из биорастворимого керамического волокна или кремнеземной ткани и уплотнение гильзы, поддерживающее на месте внутренний изоляционный слой, одновременно предохраняя углубления сифона / футеровки от жидких частиц.

Важным преимуществом компенсаторов с холодной стенкой является то, что труба изолирована, таким образом она эксплуатируется при условиях ниже температуры среды, снижая увеличение трубы и, следовательно, смещений компенсатора. Для снижения температуры включена изоляционная подушка. Внешняя изоляция предотвращает падение элементов сифона ниже кислотной точки росы, что является основной причиной преждевременных выходов сифонов из строя.

Двойной карданный – С горячей стенкой - Подвижное кольцо  
Двухслойные сифоны из сплава Inconel 625 LCF  
Расчетная температура: 760 °С (отходящий газ) 538 °С (сифоны)

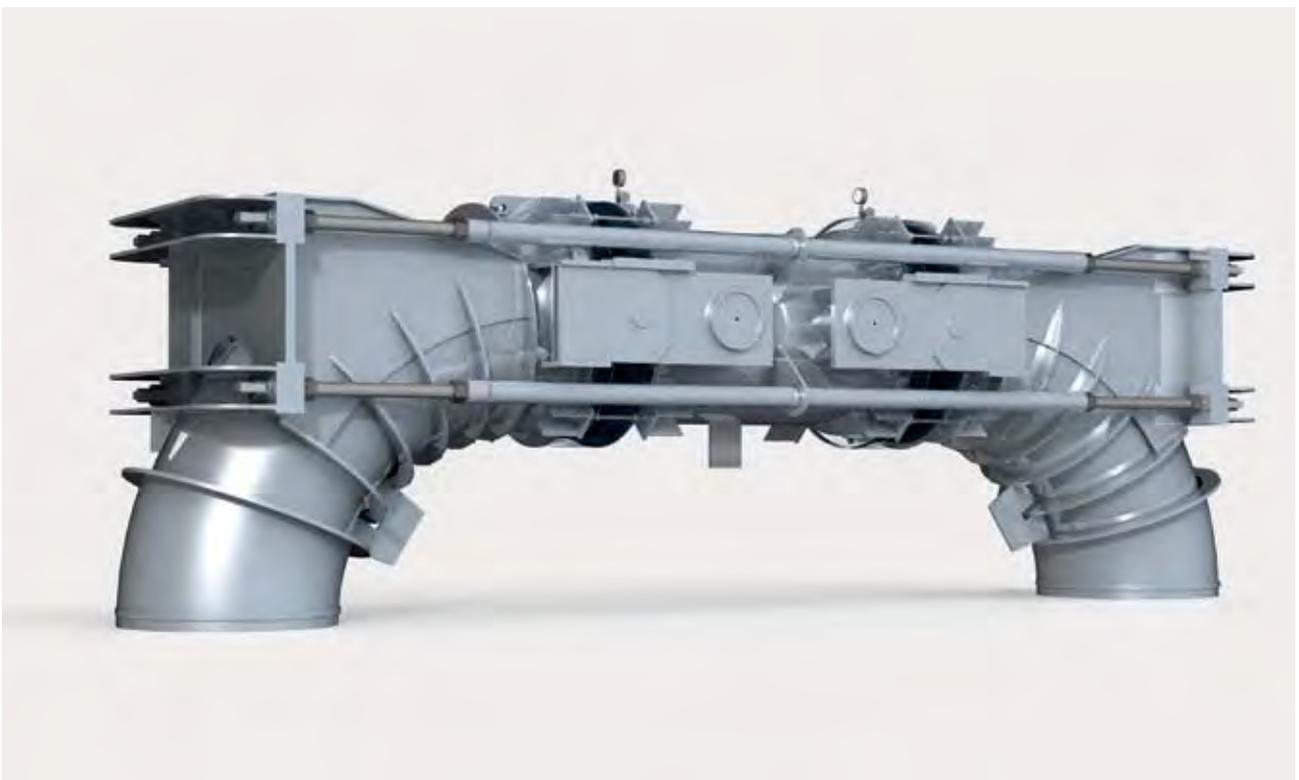
Универсальный – С холодной стенкой  
Двухслойные проверяемые сифоны из сплава Inconel 625 LCF  
Расчетная температура: 768 °С (отходящий газ) 538 °С (сифоны)

Устройства с горячей стенкой объединяют устойчивую к абразии футеровку, включая гексагональную сетку и литой материал или огнеупор (многоцелевой, устойчивый к абразии огнеупор, который может быть уложен вручную, отлит вибрацией и затокретирован), такой как RESCO AA-2. Футеровка не предназначена к использованию в качестве теплового барьера и требует специальной и контролируемой сушки.

Нефутерованные компенсаторы для FCCU могут подвергаться воздействию очень высоких температур, но обычно не переносят катализатор, поэтому не требуют устойчивую к абразии футеровку. Обычно этот тип используется для входящего и выходящего воздуха и переноса газов из реактора.

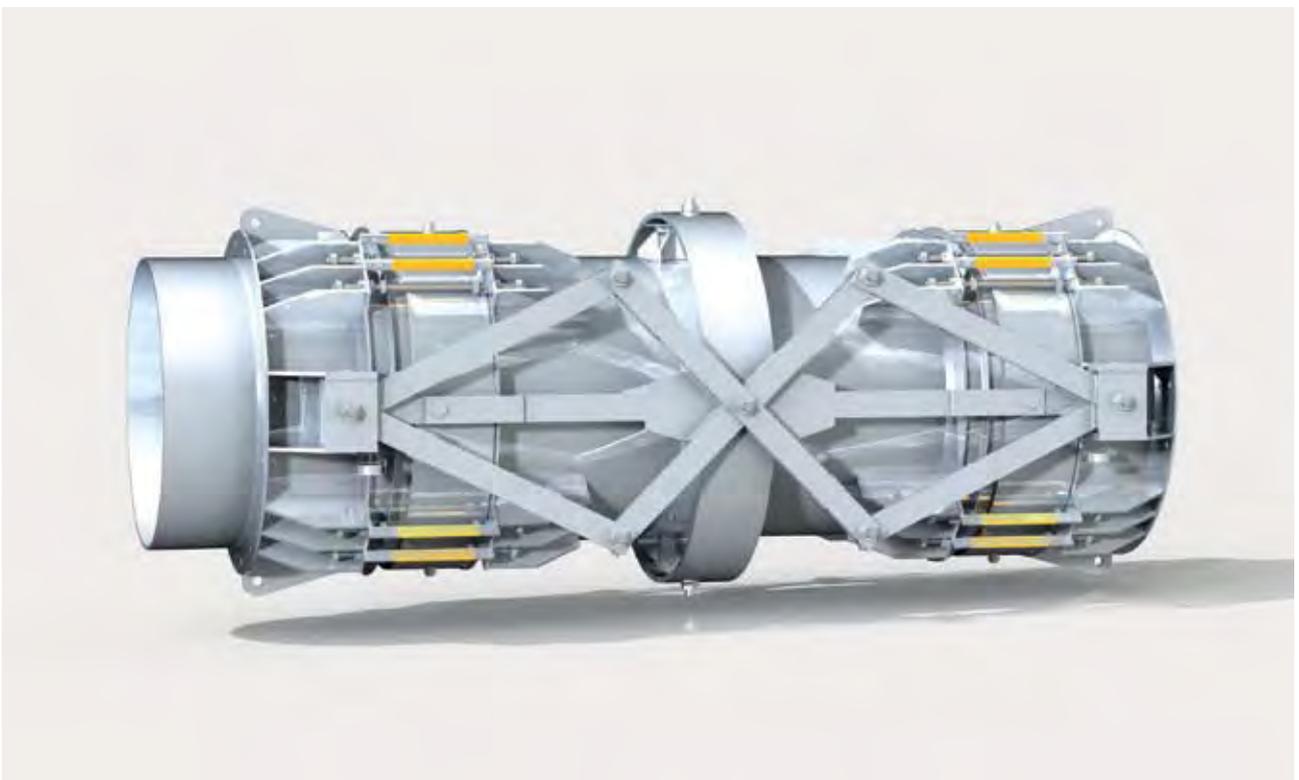






Технология с плавающей пластиной  
Универсальный – С горячей стенкой –  
Линия отходящего газа  
DN1300 – L: 7300 мм

Двухслойные сильфоны из сплава Inconel 625 LCF  
Расчетная температура: 788 °С (среда) 538 °С  
(сильфоны).  
Общий вес: 26600 кг



Компенсатор для регенератора FCCU – С холодной стенкой  
Универсальный с пантографами.  
Двухслойные сильфоны из сплава Inconel 625 LCF  
Расчетная температура: 760 °С (среда) 538 °С (сильфоны)

## СИЛЬФОНЫ

Сильфоны, как наиболее важная часть компенсатора, могут быть однослойные, многослойные, с дублирующим слоем или усиленные и в целом включают в себя систему раннего предупреждения (активный или пассивный мониторинг).

В целом компенсаторы для FCCU включают двухслойные тестируемые сильфоны, где каждый слой разработан для полных эксплуатационных условий. Если во внутреннем слое во время использования образуется отверстие или трещина от напряжения, внешний слой берет работу на себя, не подвергая операторов повышенному риску или создавая потребность в незапланированной остановке.

Система двухслойных проверяемых сильфонов улучшает надежность и делает техническое обслуживание компенсатора легким.

### СИЛЬФОНЫ С СИСТЕМОЙ МОНИТОРИНГА

Кольцевой зазор между слоями может контролироваться на предмет протечки или обнаружения неисправности. Это будет служить предупреждением неминуемой проблемы. Измеритель давления во внешнем слое сигнализирует о выходе из строя внутреннего слоя. Тестируемые двухслойные сильфоны также допускают испытания под давлением для внутреннего и внешнего слоев во время остановки оборудования. Существует несколько типов устройств для мониторинга двухслойных тестируемых сильфонов, от простых измерителей давления до электронных устройств и классифицируются как активные и пассивные устройства.

Пассивное устройство: когда внутренний слой выходит из строя, устройство активируется давлением между слоями.

Активное устройство: активное устройство может обнаруживать выход из строя внутреннего и внешнего слоев. Перед установкой создается вакуум между внутренним и внешним слоями. В случае выхода из строя внутреннего слоя, давление между слоями активирует устройство контроля, а в случае выхода из строя внешнего слоя, вакуум будет потерян, а при этом устройство контроля - активировано.



### ЗАПОЛНЕННЫЕ СИЛЬФОНЫ

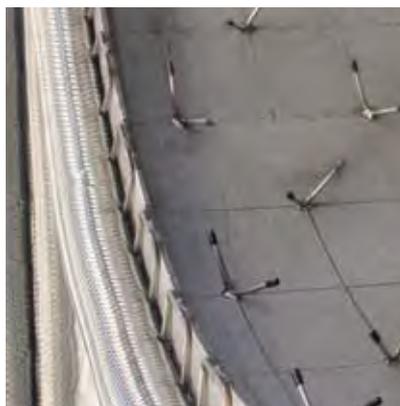
Сильфоны для FCCU с внешней и внутренней стороны заполнены одеялами из керамического волокна, а промежутки между рукавом и корпусом заполнены шлангом с металлической оплеткой, соединенным с рукавом шпильками. Толщина одеяла определяется в соответствии с расчетами передачи тепла, чтобы обеспечить температуру сильфонов  $200 < T < 500^{\circ}\text{C}$ . Причина, по которой температура сильфонов выше  $200^{\circ}\text{C}$ , является предотвращение коррозии в точке росы. Верхний предел в  $500^{\circ}\text{C}$  не допускает возникновения хрупкости сплава Inconel 625 при высокой температуре.

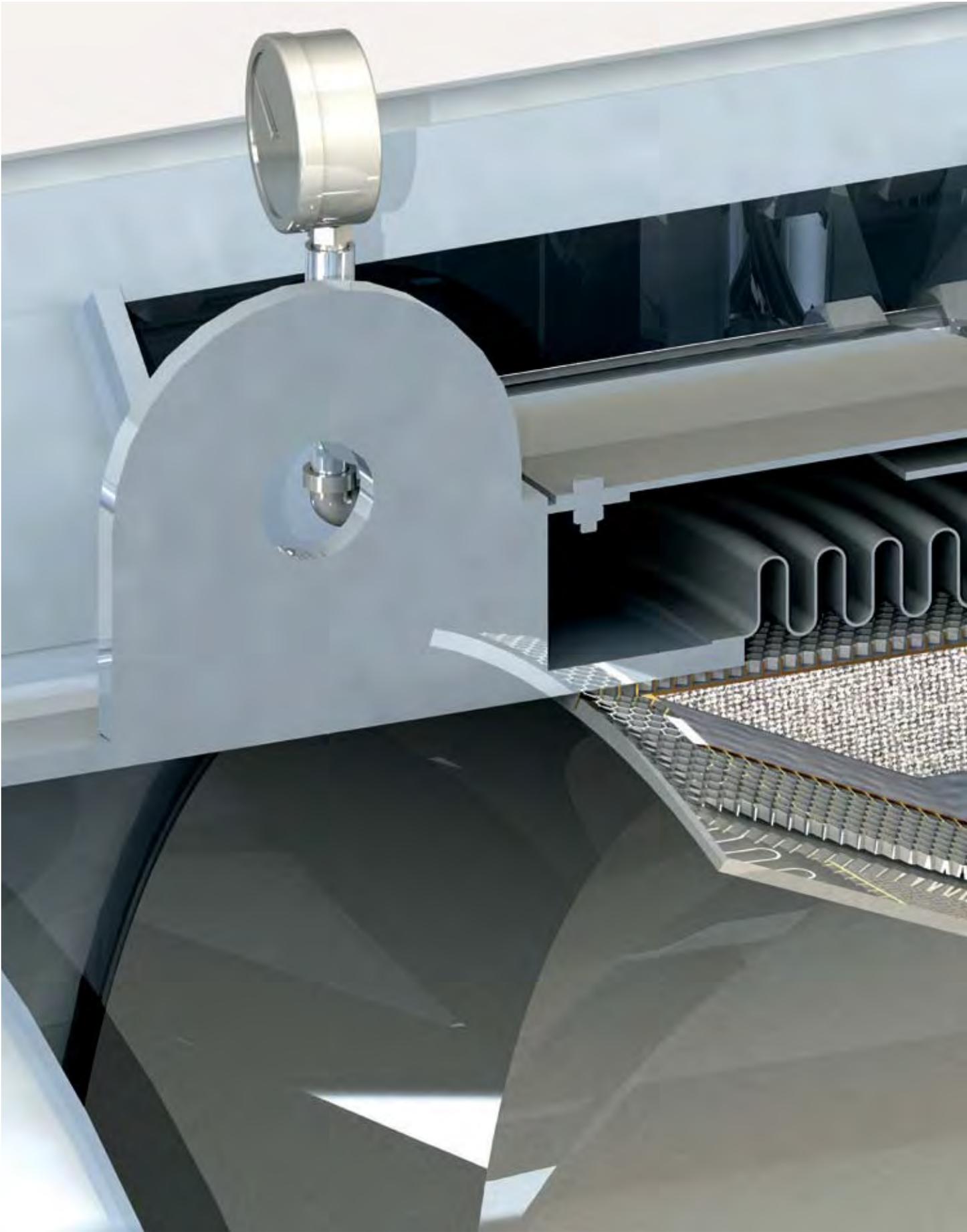
Чтобы избежать попадания пыли во впадины сильфонов, поскольку катализаторы могут отвердеть и повредить сильфоны или ограничить способность к перемещению, используются сильфоны с наполнением или с продувкой. Наиболее часто используются сильфоны с наполнением, продувка в настоящее время не имеет широкого применения.

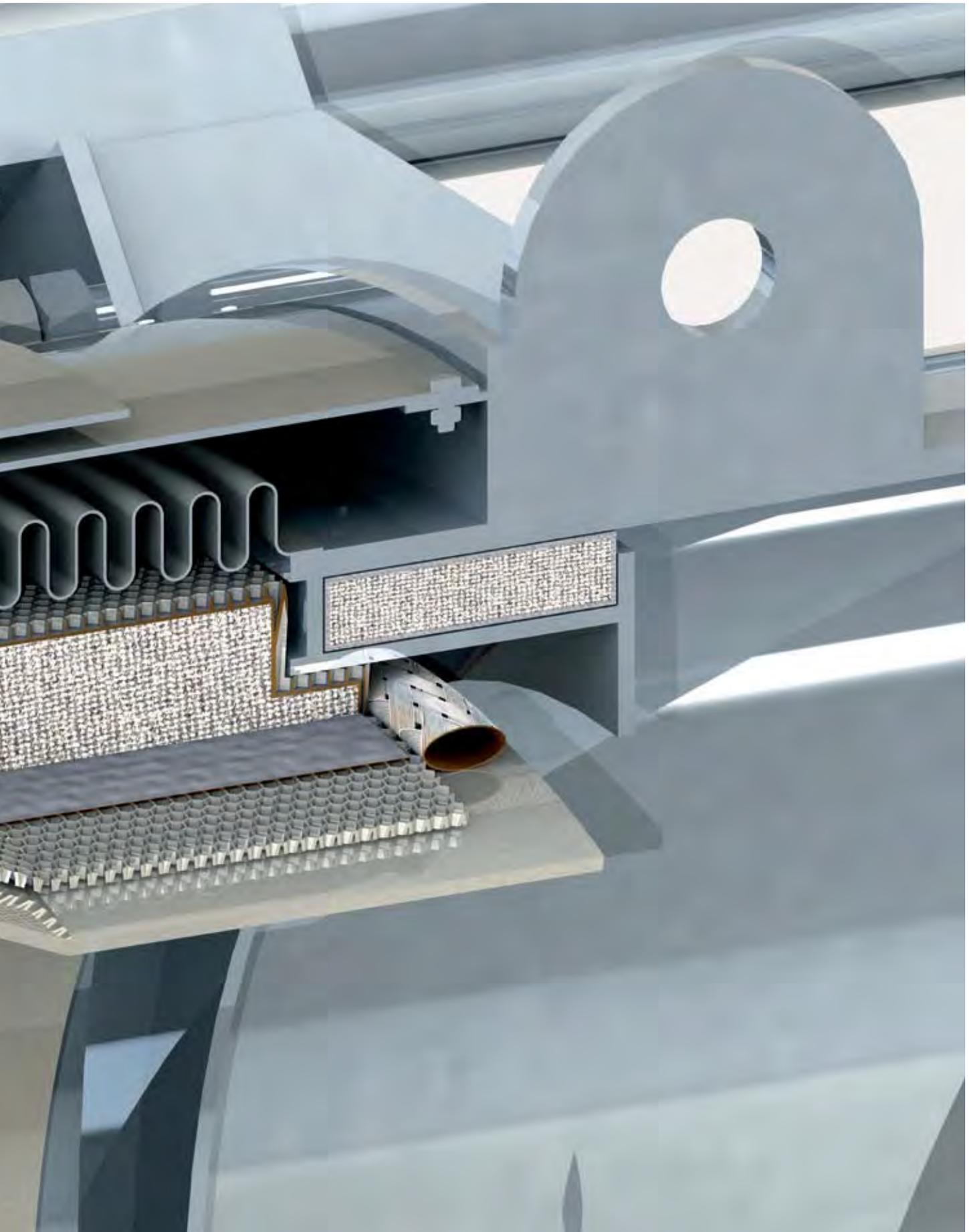
### САМОВЫРАВНИВАЮЩИЕСЯ КОЛЬЦА

Чтобы предотвратить контакт витков друг с другом и обеспечить над ними распространение равномерного сжатия в компенсаторах для FCCU обычно используются самовыравнивающиеся кольца. Они удерживают сильфоны от излишних прогибов или концентрации напряжения в одном или нескольких витках, распространяя смещения над всеми гофрами.

Также при необходимости они обеспечивают способность к усилению давления.







## ПОДБОР МАТЕРИАЛОВ

### СИЛЬФОНЫ

Материалом сильфонов для большинства применений в FCCU является Inconel 625LCF. Сплав INCONEL® 625LCF (UNS N06626 / W. Nr. 2.4856) разрабатывается как улучшенная версия с сопротивлением усталости сплава INCONEL 625.

Срок службы до усталостного разрушения сплава 625LCF может быть до 100 раз продолжительнее чем у обычного сплава 625. Результатом является улучшенный срок службы оборудования в сравнении с продуктами из обычного сплава 625. Inconel 625LCF является наилучшим доступным материалом для сильфонов для FCCU во внешнем компенсаторе. Он обеспечивает отличную устойчивость к растрескиванию от коррозии, очень хорошую устойчивость к коррозии при высоких и низких температурах и очень хорошие механические свойства, включая усталостные характеристики. Некоторые спецификации требуют, чтобы сильфоны были подвергнуты отжигу, либо отожжены на твердый раствор после формовки.

### КОРПУС ТРУБЫ

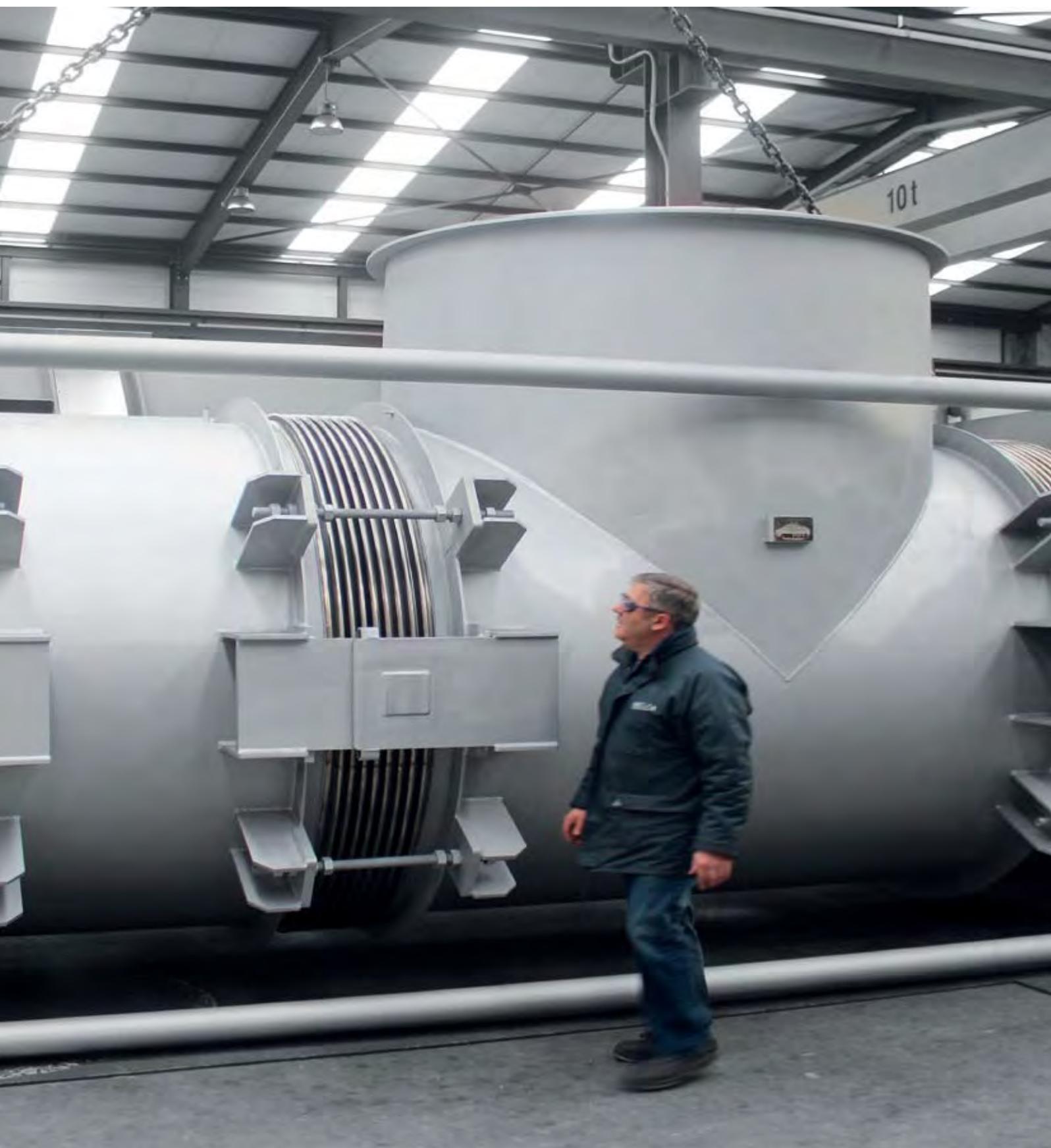
Корпус трубы для сильфонов в трубопроводных системах с горячей стенкой, где температуры эксплуатации выше 600 °С, изготавливаются из нержавеющей стали марок 304 или 321 H SS. Для обоих материалов содержание углерода часто ограничено до  $0.4 < C < 0.6\%$ .

В трубопроводных системах с горячей стенкой, где максимальные температуры эксплуатации составляют  $500 < 600^{\circ}\text{C}$ , используются низколегированные стали, такие как 1.25 Cr - 0.5 Мо.

В трубопроводных системах с холодной стенкой с максимальными рабочими температурами 343 °С применяется мелкозернистая углеродистая сталь, ASTM A 516 Gr. 70. Специальные требования отсутствуют.

Универсальный стянутый уравновешенный по давлению компенсатор  
С холодной стенкой – DN 2100 Длина компенсатора: 5900 мм  
Двухслойные сильфоны из сплава Inconel 625 LCF  
Расчетная температура: 760 °С (среда) 538 °С (сильфоны)





## ОГНЕУПОРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И УСТАНОВКА

Огнеупор является основным элементом всех компонентов для FCC. Без надлежащей установки огнеупора есть риск внепланового останова технологической установки.

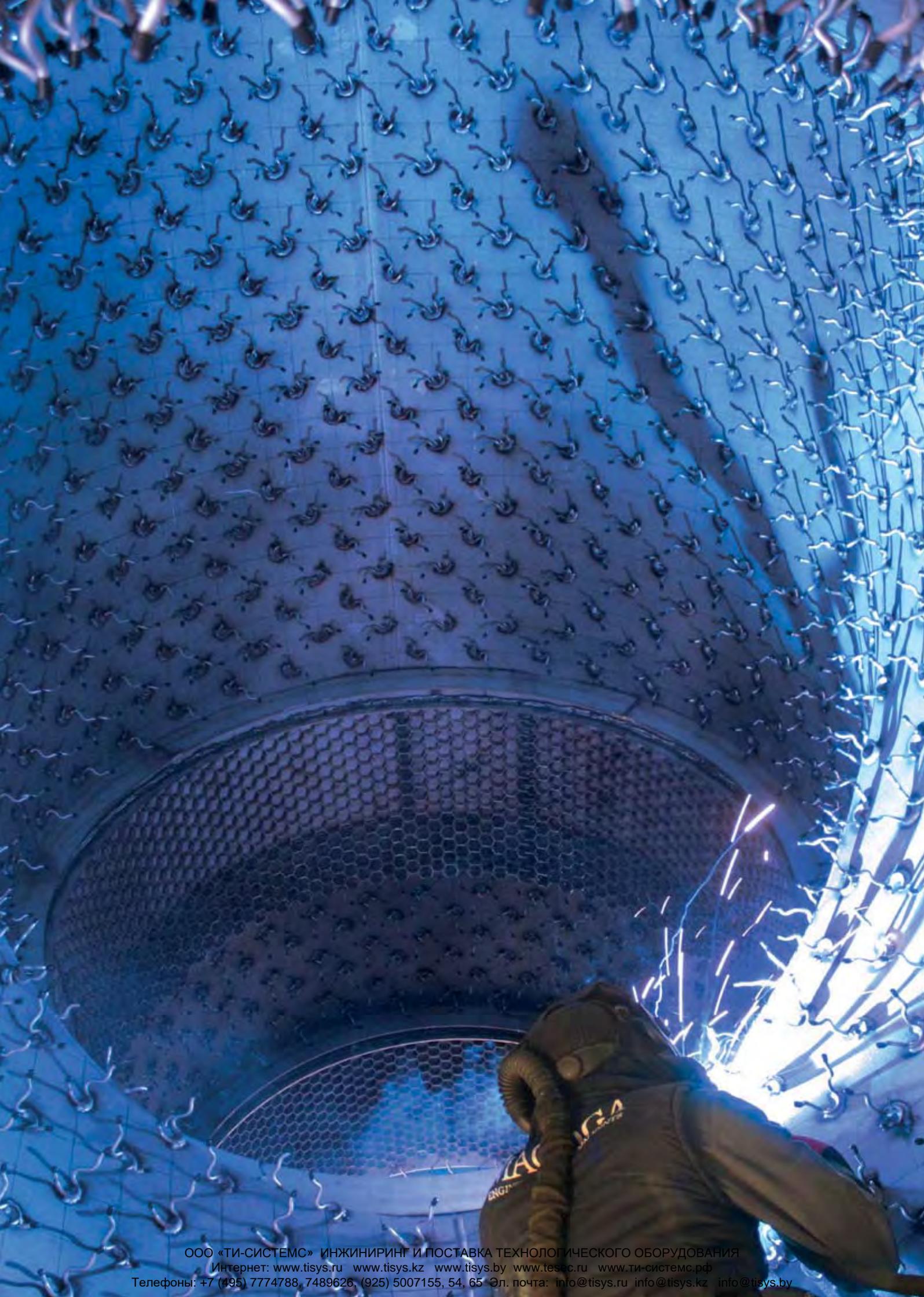
Компенсаторы для FCC разрабатываются с горячей стенкой (внешняя изоляция) или холодной стенкой (внутренний изоляционный огнеупор). Внутренние элементы, которые контактируют с эрозией катализатора, защищены устойчивым к абразивному износу огнеупором даже в конструкциях с горячей стенкой.

Все эти критически важные футеровки разрабатываются и устанавливаются в соответствии со спецификациями самых передовых и требовательных лицензиаров огнеупоров, таких как UOP 3-series, ExxonMobil Research и Engineering EMRE Gr, KBR и API 936 или собственными спецификациями.

Изоляция устойчивой к абразивному износу огнеупорной футеровки может осуществляться путем заливки, торкретирования (пневматическое применение), ручной укладки или пневматической набивки. Установка устойчивого к абразивному износу огнеупора включает решение нескольких критически важных задач, таких как анкерная система (шестигранная сетка или аналог), контроль качества материалов, предквалификация, применение и осушка тепла. Очень важно, чтобы все процедуры по установке огнеупора, во время всего процесса, находились под чутким руководством, обеспечивая хороший контроль качества при помощи плана с чертежами, подбором материалов, частотой испытаний, системой установки и кривой осушки.



Компания MACOGA тесно сотрудничает с ведущими мировыми консультантами и инженерами в области огнеупорных материалов, которые предоставляют специализированные услуги по инспекции и шефмонтажу огнеупоров.



## ВНЕШНЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Компенсаторы для FCCU обычно устанавливаются вместе с внешним оборудованием. Наиболее часто используемым являются:

- Стержни управления
- Пантографические соединения
- Шарниры с прорезями и центральная стойка-пантограф
- Центральный кардан

### СТЕРЖНИ УПРАВЛЕНИЯ

Используются для контроля и ограничений смещений сильфонов. Устройства, обычно в форме стержней (минимальный диаметр 30 мм), закрепленные на компенсаторе, чья первоначальная функция заключается в сдерживании смещений сильфонов (осевых, боковых и угловых) во время нормальной эксплуатации. Обычно на каждом элементе сильфона поставляется четыре стержня управления. Стержни расположены равномерно по окружности. Стержни управления не разработаны для сдерживания силы, обусловленной статистическим давлением.

### ПАНТОГРАФИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

В универсальных компенсаторах пантографические соединения обеспечивают, чтобы каждый сильфон поглощал именно половину всех смещений сильфонов. В случае вертикальной или наклонной установки функция пантографических соединений также заключается в поддержке веса соединяющей трубы двух сильфонов, включая огнеупор и вес среды. Пантографические соединения не разработаны для сдерживания силы, обусловленной статистическим давлением.

### ШАРНИРЫ С ПРОРЕЗЯМИ И ЦЕНТРАЛЬНАЯ СТОЙКА-ПАНТОГРАФ

Шарниры с прорезями, установленные в универсальных компенсаторах, чтобы каждый сильфон поглощал только одинаковое количество осевых смещений. В случае горизонтальной установки шарниры с прорезями также поддерживают вес соединяющей трубы двух сильфонов, включая огнеупор и вес среды.

Центральная стойка-пантограф, в отличие от такой же функции шарниров с прорезями, в случае вертикальной или наклонной установки, может поддерживать один компонент веса соединяющей трубы двух сильфонов, включая огнеупор и вес среды. Центральная стойка-пантограф всегда идет в сборе с пантографическими соединениями.

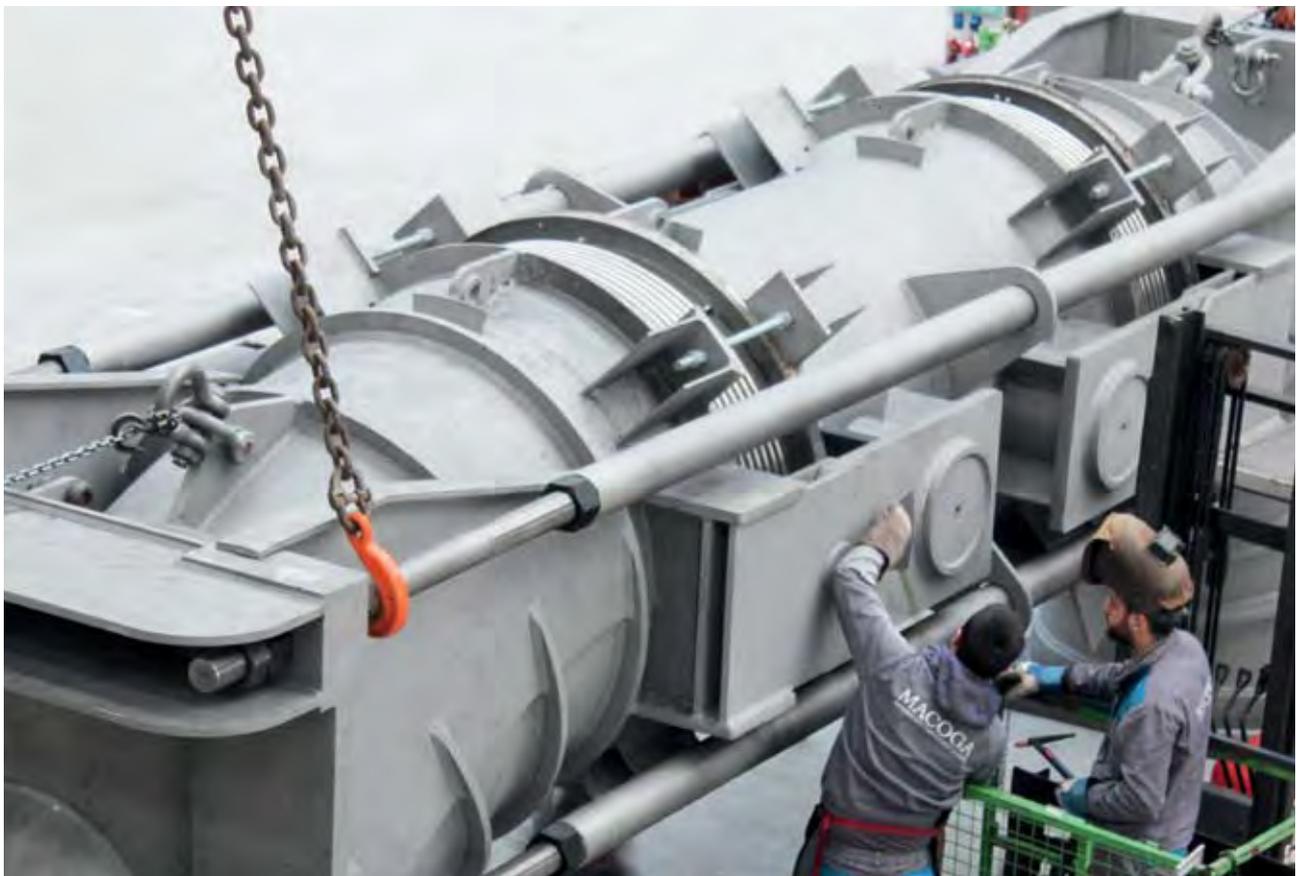
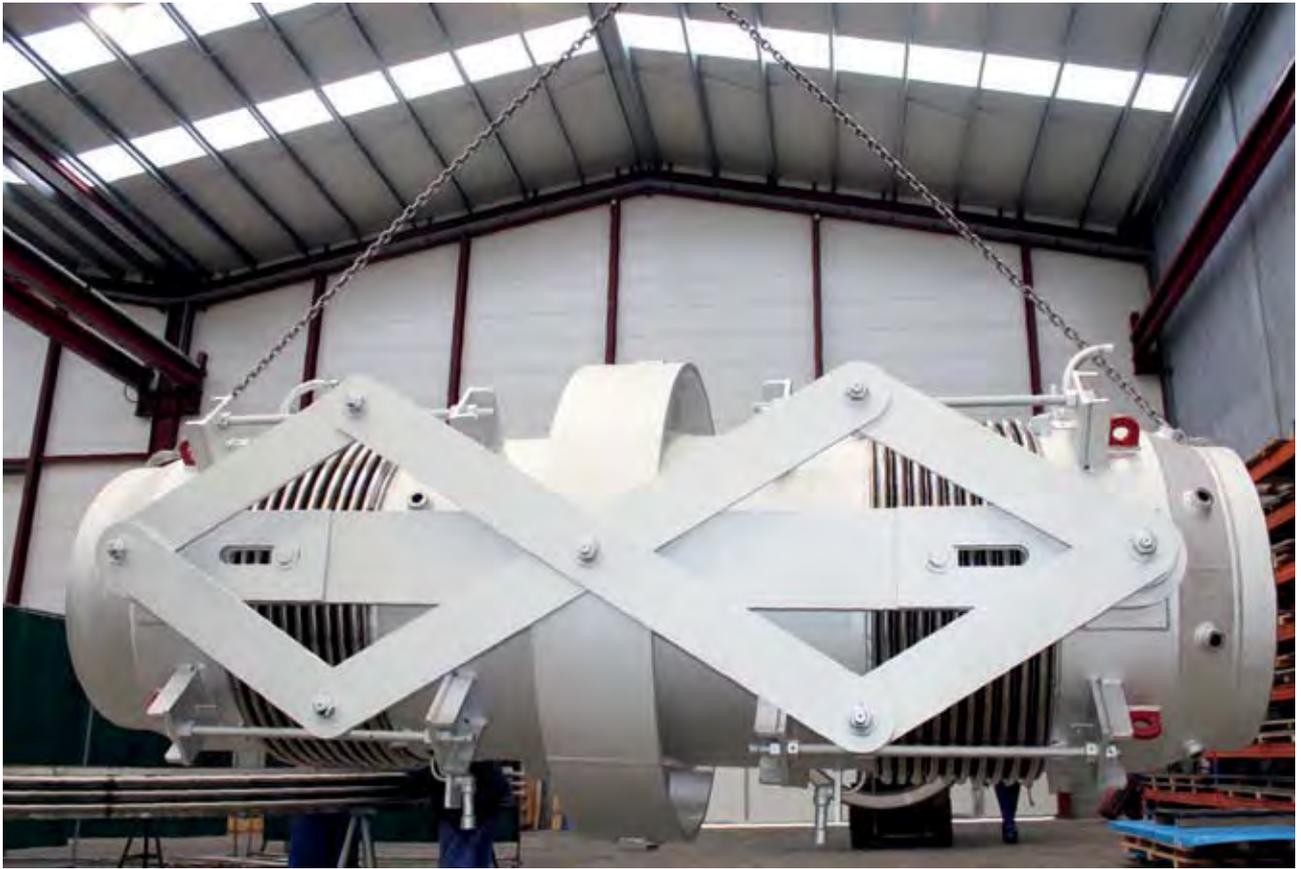
### ЦЕНТРАЛЬНЫЙ КАРДАН

Центральная карданная система должна быть установлена в универсальном нестянутом компенсаторе, где закреплены пантографические соединения, и, если требуемые боковые смещения превышают 10 мм.

Основная функция центрального кардана заключается при наличии пантографических соединений, а том, чтобы выпустить большие боковые смещения из плоскости. Центральный кардан также разрабатывается, чтобы забрать вес соединяющей трубы двух сильфонов, включая огнеупор и вес среды.

Шарниры с прорезью с пантографическим креплением  
Двухслойные сильфоны из сплава Inconel 625 LCF  
Расчетная температура: 552 °C

Каждый тип используется для выполнения определенных и различных функций на компенсаторах для FCCU.



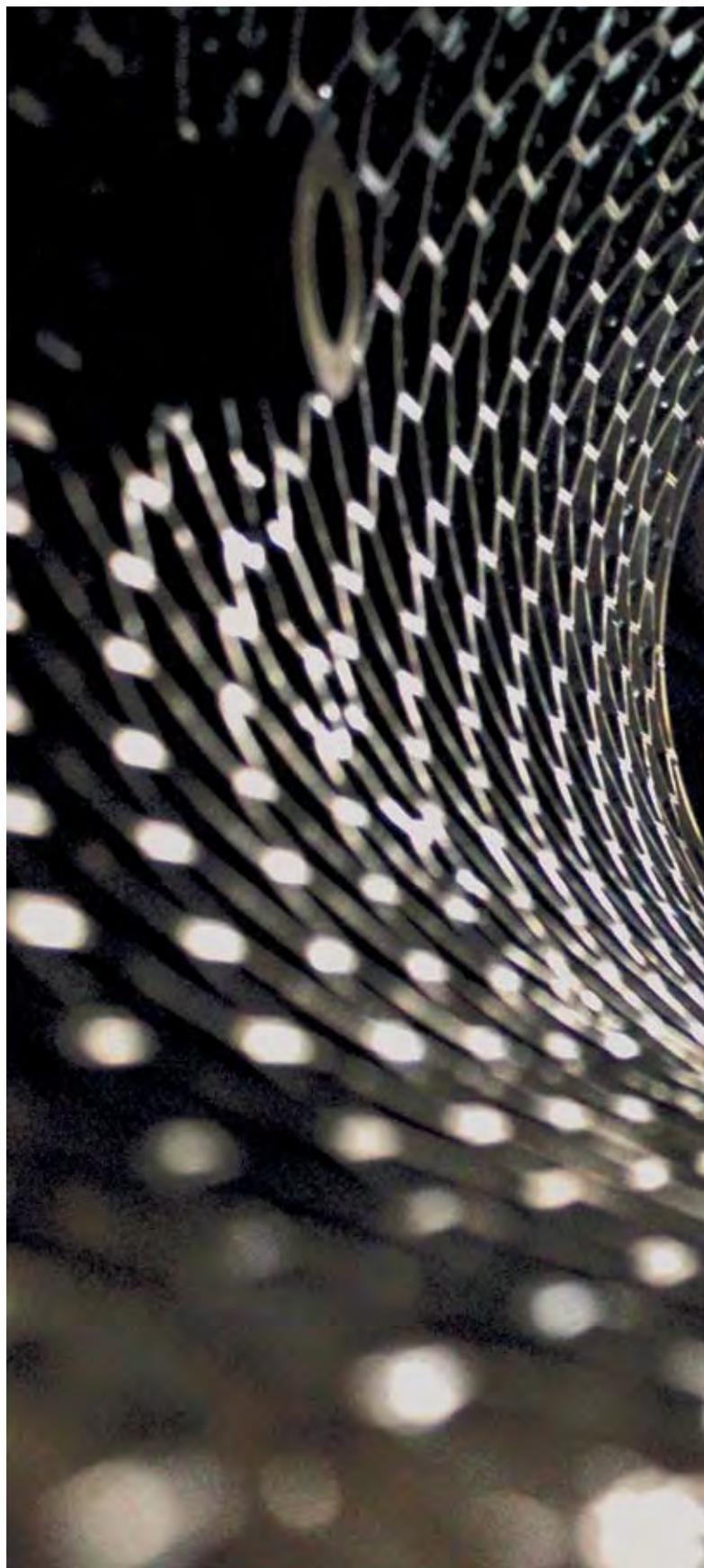
## КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА И ИСПЫТАНИЯ



Все компенсаторы MACOGA для FCCU подлежат комплексному контролю качества и программе испытаний, включающей:

- Чертежи общего вида
- Расширенный обзор расчетов
- Проверку сертификатов на материалы и сварочные материалы
- Обзор и обновление спецификации сварочных процедур, протокола аттестации методики сварки и акта аттестации сварщиков
- Неразрушающие испытания и квалификацию операторов
- RT- Радиографические испытания
- RT - Испытания методом проникающей жидкости
- МТ - Магнитопорошковые методы исследования
- Испытания сварных соединений на твердость
- Испытания на обнаружение утечек под давлением
- РМІ - Подтверждение марки материала
- Инспекции огнеупорной футеровки
- Подготовку поверхности и систему окраски
- Проверку упаковки и маркировки

Для каждого компенсатора разрабатывается комплексный план инспекций, который направляется заказчику для ознакомления и утверждения.





## ОБСЛУЖИВАНИЕ КОМПЕНСАТОРОВ ДЛЯ FCCU ПО МЕСТУ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Мы помогаем с надлежащей установкой компенсаторов. На любом нефтеперерабатывающем заводе компенсаторы для FCCU являются критически важным оборудованием, которое требует высокого уровня знаний и опыта во время установки и технического обслуживания, чтобы обеспечить непрерывность процесса нефтепереработки и достижение оптимального производства.

MACOGA предлагает своим заказчикам в нефтегазовой, нефтеперерабатывающей и нефтехимической отраслях комплексный пакет услуг по месту эксплуатации.

Мы предоставляем разнообразные услуги, включая сборку, шефмонтаж установки и инспекции, которые минимизируют риск внеплановых установок и помогают избежать неисправностей и поломок.

### СБОРКА КОМПЕНСАТОРОВ

Наша команда хорошо обучена и состоит из квалифицированных сварщиков, технических специалистов и инженеров, которые работают на заводах и НПЗ по всему миру. Благодаря многолетнему опыту в производстве и установке компенсаторов для FCCU мы знаем свое дело.

План по монтажу на площадке разрабатывается во время одной или более подготовительных конференций и инспекций на площадке, с участием заказчика, подрядчика и других, включая инженера проекта.

MACOGA управляет всеми аспектами работы на площадке для поставляемых компенсаторов. Начиная от поставки оборудования на площадку, установки в соответствии с согласованными стандартами и конечной установки, MACOGA осуществляет управление проектом.

### ШЕФМОНТАЖ СБОРКИ

Квалифицированные и обученные инженеры доступны для руководства и консультирования во время сборки и/или процесса монтажа (выполняемого сторонними силами) наших компенсаторов. Мы предлагаем предварительные инструкции и руководства для начала сборки и периодические инспекции, которые гарантируют корректное выполнение процедур и, конечно же, конечную инспекцию после завершения сборки и/или монтажа.

Доступные дополнительные услуги включают неразрушающие исследования.



## УСЛУГИ ПО ИНСПЕКЦИИ НА ПЛОЩАДКЕ УСТАНОВКИ КОМПЕНСАТОРОВ ДЛЯ FCCU

Вне зависимости от того, соблюдаете ли Вы процедуры профилактического технического обслуживания, обнаружение ранних признаков усталостного напряжения или неисправности может сэкономить Вам затраты на ремонт и продлить срок службы оборудования для оптимальных операций по нефтепереработке.

### Зачем нужна инспекция компенсаторов для FCCU на площадке?

Продолжительность срока службы компенсаторов варьируется в зависимости от конструкции, условий хранения, установки, применения и обслуживания.

В надлежащее время проведенные инспекции, ремонт и/или замена важных соединений обеспечит надежную эксплуатацию сопутствующего оборудования и всего нефтеперерабатывающего завода.

Можно избежать преждевременных неисправностей компенсатора и аварийных ситуаций, если проводить инспекции по графику. Инспекции на площадке дадут ценную информацию об условиях работы компенсатора и позволят НПЗ предпринять нужные действия вовремя.

### В чем заключается инспекция на площадке?

Визиты на площадку обычно включают всесторонний анализ и визуальный обзор компенсатора (в горячих и холодных условиях), в сопровождении заказчика. Наш персонал соберет все данные по мониторингу и графики эксплуатации, доступные на заводе, что поможет при анализе.

Мы собираем спецификации оборудования и информацию по эксплуатации в специальных формах и контрольных списках. Использование контрольных списков обеспечивает, чтобы инженеры получили достоверную и важную информацию. В дополнение мы делаем на площадке фотографии компенсаторов, оборудования и средств управления для наиболее точного документирования.



Инспекция на площадке  
нефтеперерабатывающего завода ВРОil

### **В чем заключаются ключевые преимущества?**

MACOGA может предложить провести инспекцию компенсаторов для FCCU на площадке заблаговременно перед следующим планируемым остановом или на его ранних стадиях, чтобы помочь в планировании и ускорить процесс, во время установки новых компенсаторов и во время ввода в эксплуатацию.

После каждой инспекции на площадке MACOGA выпускает отчет, который поможет персоналу завода лучше понять типы и функции компенсаторов, их механизмы эксплуатации и выхода из строя, мониторинг условий и техники по выявлению неисправностей.

Техническое обслуживание, ремонт и замена также обсуждаются.

Данный документ поможет персоналу определить, нужны ли новые компенсаторы или требуется ремонт существующих, расчетные свойства новых или требования к замене, а также предоставит руководство по эксплуатации, хранению, установке и инспекции компенсаторов на заводе.

### **Персонал MACOGA на площадке может предоставить Вам:**

- Руководство по установке новых компенсаторов для FCCU
- Инспекцию в холодных условиях (останов)
- Инспекцию в горячих условиях (в эксплуатации)
- Периодические инспекции
- Техническое обслуживание и восстановительный ремонт
- Решение проблем
- Немедленную реакцию на нужды площадки
- Быструю замену компенсаторов во время остановки установки



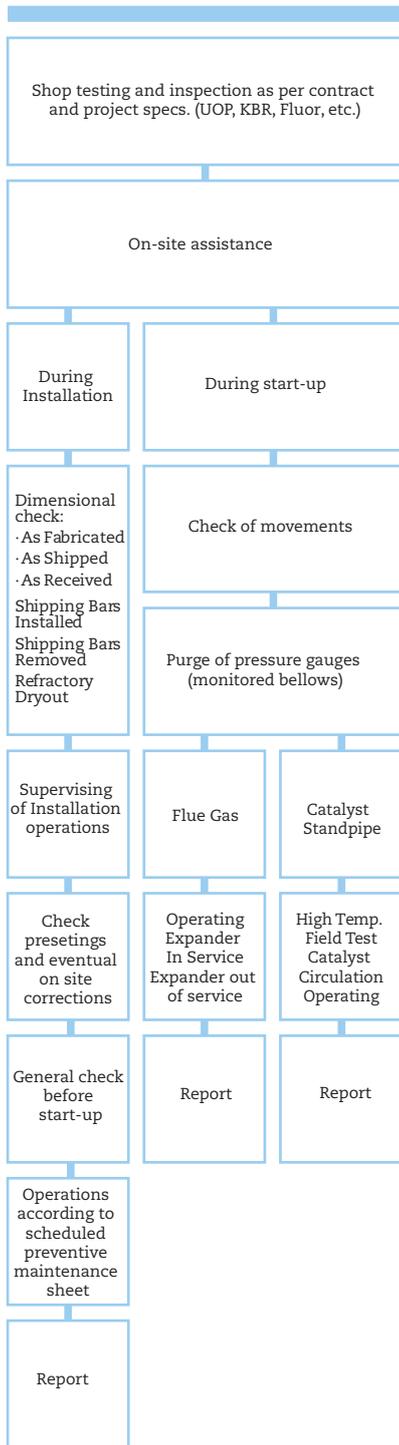
Тип неисправности	Причины / Что делать	Уровень риска
Присутствие трещин во внешних структурах	Выполнить аккуратную очистку зоны вокруг трещин. Отшлифовать до дна зону с дефектом. Приступить к ремонту со сваркой.	Средний / высокий
Протечка компенсаторов из-за трещин в кольцевых сварных швах сильфонов к трубам	Выполнить аккуратную очистку зоны вокруг трещин. Отшлифовать до дна зону с дефектом. Приступить к ремонту со сваркой. Ремонт может осуществляться только в горячих условиях, проверка испытаниями проникающей жидкостью.	Высокий
Протечка в сильфонах из-за разрыва продольного сварного шва по причине деформации базового материала	Такой разрыв не подлежит ремонту. Необходимо предусмотреть внешнюю коробку, которая будет жесткой или гибкой (грейфер). Установка грейфера может проводиться в горячих условиях, если температура сильфонов менее 400С, и без остановки оборудования. Данный ремонт должен выполняться специализированными сварщиками.	Высокий
Повышение температуры в сильфонах	Возможно по причине деформации внутреннего шланга с оплеткой (уплотнения) и/или повреждения внутренней изоляции. Периодически проверяйте повышение температуры. В горячих условиях должна быть установлена коробка. В холодных условиях поврежденные позиции должны быть заменены.	Средний/высокий
Витки сильфонов с непостоянной геометрией, раздутые витки, витки с искривлениями	Такая аномалия должна быть оценена специалистом. Это может быть признаком начала локальной нестабильности сильфонов или нестабильности столбца сильфонов, возможно по причине выгибания базового материала. Не подлежит ремонту. Предусмотреть будущую замену сильфонов.	Средний
Увеличение температуры в трубах или внешних комплектующих	Возможна трещина или деформация во внутренней огнеупорной футеровке. Ремонт разрыва возможен только в холодных условиях. В горячих условиях с внешним охлаждением сжатым воздухом.	Средний
Ухудшение изоляции, установленной между сильфонами и внешним покрытием	Рекомендуется замена максимум каждые 4-5 лет.	Средний
Стержни управления с гайками в контакте с внешними комплектующими	Удостоверьтесь, что после установки гайки ослаблены согласно чертежу. Проверьте, не превышают ли смещения компенсатора предусмотренные расчетные лимиты. Необходимо тщательно проанализировать проблему, чтобы принять соответствующие ответные меры и приступить к дальнейшим действиям, такими как отвинчивание гаек.	Низкий/средний
Сильфоны или компенсатор под эффектом вибрации	Крайне опасная ситуация для сильфонов. Необходимо проанализировать проблему, чтобы принять соответствующие ответные меры и устранить проблему.	Высокий
Сгибание внешней структуры	Возможно из-за слишком высоких внешних нагрузок. Не подлежит ремонту.	Низкий / средний

#### Расшифровка рисков:

- НИЗКИЙ = Отсутствуют проблемы в продолжении эксплуатации. Не предпринимать никаких действий.
- НИЗКИЙ/СРЕДНИЙ = Отсутствуют проблемы в продолжении эксплуатации. Следует надлежащим образом оценить проблему.
- СРЕДНИЙ = Отсутствуют проблемы в продолжении эксплуатации. Следует надлежащим образом оценить проблему и рассмотреть вариант замены в будущем.
- СРЕДНИЙ/ВЫСОКИЙ = Следует надлежащим образом оценить проблему. Она должна быть проконтролирована и описана. Следует надлежащим образом оценить проблему и рассмотреть вариант замены в будущем.
- ВЫСОКИЙ = Немедленно предпринимать необходимые действия. Компенсатор или сильфоны должны быть заменены как можно скорее.

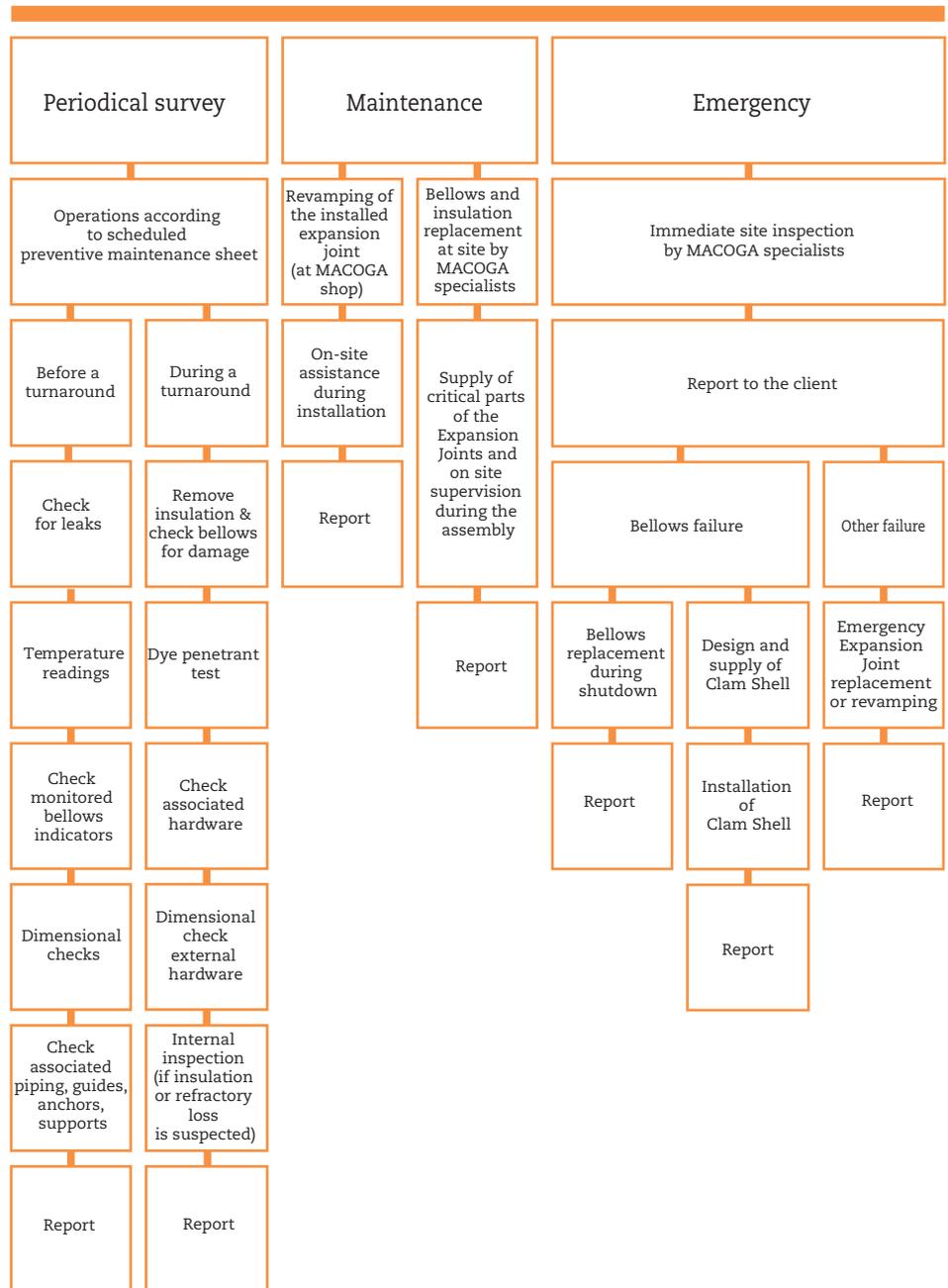
## New

### FCCU Expansion Joint



## Installed

### FCCU Expansion Joint



## ГРЕЙФЕРНЫЕ СИЛЬФОНЫ

Грейферные сильфоны являются временным решением для ремонта поврежденных компенсаторов.

Грейферные сильфоны MACOGA это хорошая опция, когда существующий компенсатор требует ремонта без обрезки или открытия трубы.

Грейферный сильфон представляет собой двухкомпонентный сильфон, который приваривается к существующей установке. Половины соответственно обозначены, чтобы обеспечить надлежащее выравнивание. Подается продувочный газ, чтобы минимизировать окисление сварки и гарантировать ее хорошее качество. Половины грейфера затем привариваются вместе обратно.

MACOGA предоставляет квалифицированных сварщиков для грейферных сильфонов, чтобы выполнить данные сварочные процедуры на площадке. Сварка, выполняемая по месту эксплуатации, проходит 100% испытания проникающей жидкостью, выполняемые нашим квалифицированным персоналом.



Вы можете получить выгоду для следующего останова FCCU или заводской установки от информации, предоставляемой командой MACOGA для работы на площадке. MACOGA предлагает уникальные средства для оценки условий работы Ваших компенсаторов для FCCU и надежности оборудования.

Наши технические специалисты являются опытными, высококвалифицированными инженерами, кто работает по всему миру на огромном количестве нефтеперерабатывающих предприятий.



## НАШИ ЗАКАЗЧИКИ

Наши компенсаторы присутствуют в более чем 80 странах на всех континентах, выполняя различные задачи и мы вкладываем этот мировой опыт в каждый компенсатор и услуги, которые носят наше имя. Мы слушаем и учимся на проблемах, с которыми сталкиваются наши заказчики и делаем все возможное, чтобы помочь с ними справиться.

Компания MACOGA всегда готова предоставить поддержку, превышающую ожидания заказчиков. Мы искренне верим в развитие долгосрочных отношений с нашими заказчиками, чтобы дать им стратегические преимущества. Мы надеемся, что наш референц-лист выполненных проектов отражает взятые обязательства к ценным поставкам.

Ниже Вы можете увидеть примеры наиболее крупных заказчиков компенсаторов для FCCU:

- UOP
- BPOil
- Saudi Aramco
- ExxonMobil
- Technip
- GASCO
- Saras

- Kuwait Petroleum Corporation
- ISAB Lukoil
- Preem
- ADNOC
- Petrobras
- PDVSA
- National Iranian Oil
- Gazprom
- Petronas
- Sonatrach
- Pertamina
- Repsol
- OMV Group
- Hellenic Petroleum
- CEPSA
- Ceska
- Tecnicas Reunidas
- Petronor
- Petrobras
- Takreer
- MAN Diesel & Turbo
- GALP
- JGC
- Orlen
- Petroperu



**ПРИСУТВИЕ В 80+ СТРАНАХ**

## ОБСЛУЖИВАНИЕ В СЛУЧАЕ АВАРИЙНОЙ СИТУАЦИИ

При аварийной ситуации (незапланированный останов на НПЗ, неисправности деталей и т.д.) Вы не можете позволить себе ожидать стандартной поставки компенсаторов.

Комплекс услуг "Премиум" от компании MACOGA является наиболее надежным инструментом и эффективным решением для заказчиков, кому требуется поставка компенсаторов в очень сжатые сроки.

### Характеристики и преимущества:

- Незамедлительный ответ на Ваш запрос
- Оперативная подготовка чертежей
- Приоритетное размещение в производстве
- 100% гарантированная поставка в любую точку мира в сжатые сроки
- Экспресс-доставка
- Отслеживание отправки



MACOGA является комплексной производственной компанией, которая посвятила свою деятельность изготовлению качественных продуктов и предоставлению превосходных услуг с более чем 40-летним опытом в области компенсаторов.

MACOGA создала репутацию с мировым именем в области качественных разработок, производства и услуг по месту эксплуатации с уникальным подходом, который построил близкие отношения с нашими клиентами.

Мы известны своим успехом и возможностями в достижении поставленных задач. У нас есть опыт и знания, чтобы управлять, мобилизовать и оптимизировать возможности для производства компенсаторов, безопасно и вовремя.



**MACOGA**  
ENGINEERED EXPANSION JOINTS

