

## межотраслевой журнал «ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА»

№4 - 2012 (июль-декабрь)













OOO «ИНТЕХЭКО» www.intecheco.ru

Межотраслевой журнал "ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА" - все вопросы очистки газов и воздуха, оборудование для газоочистки в металлургии, энергетике, нефтегазовой, химической, цементной и других отраслях промышленности (электрофильтры, рукавные фильтры, скрубберы, циклоны, очистка газов от пыли, золы, диоксида серы, сероводорода, окислов азота и других вредных веществ, системы вентиляции, вентиляторы, дымососы, переработка уловленных веществ, конвейеры, пылетранспорт, системы АСУТП и мониторинга выбросов, агрегаты электропитания, газонализаторы и пылемеры).

## Межотраслевой научно-практический журнал «ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА» №4 (июль-декабрь 2012г.)

1. ГАЗООЧИСТКА В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ ПРОМЫШЛЕННОСТИ. ОЧИСТКА ГАЗОВ ОТ ПЫЛИ, ЗОЛЫ, ДИКОСИДА СЕРЫ, СЕРОВОДОРОДА, МЕРАКПТАНОВ, ПАУ
И ДРУГИХ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ. ГАЗООЧИСТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, ЭЛЕКТРОФИЛЬТРЫ, СКРУББЕРЫ, ЦИКЛОНЫ, РУКАВНЫЕ ФИЛЬТРЫ3
Технология очистки промышленных газов на металлургических предприятиях, обеспечивающая экономию рабочего пространства и энергозатрат. (ООО «Недерман»)
Новое оборудование Холдинговой группы «Кондор Эко – СФ НИИОГАЗ» для металлургического производства, опыт эксплуатации электрофильтров на ОАО "Северсталь» и других предприятиях с выходной запыленностью, эквивалентной рукавным фильтрам. (ЗАО «СФ НИИОГАЗ», ЗАО «Кондор—Эко»)
«кондор—эко»)
Комплексная плазмохимическая очистка газов от диоксидов серы, сероводорода, меркаптанов и оксидов азота. (ФГУП «НПЦ газотурбостроения «Салют» Филиал МКБ «Горизонт»)13
Катализаторы на основе элементоалюмосиликатов цеолитной структуры типа ZSM-5 для процессов каталитического превращения ПБФ нефтяных попутных газов и светлых фракций различного углеводородного сырья. (ОАО «Новосибирский завод химконцентратов», Институт
химии нефти СО РАН)
микротурбин. (ООО «БПЦ Инжиниринг»)
Горелки и камеры сгорания Combustion Solutions (Австрия). (ООО «ТИ-СИСТЕМС»)
Очистка циклового воздуха в газотурбинных установках (ООО «НПП «ФОЛТЕР»)
Farr, MikroPul Pneumafil на расход воздуха до 150 000 м3/ч и выше (ЗАО «Мультифильтр»)38
2. ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ УСТАНОВОК ГАЗООЧИСТКИ. ВЕНТИЛЯТОРЫ. ДЫМОСОСЫ. ДЫМОВЫЕ ТРУБЫ. ГАЗОХОДЫ. КОМПЕНСАТОРЫ. ПОДОГРЕВАТЕЛИ. СИСТЕМЫ ПЫЛЕТРАНСПОРТА. КОНВЕЙЕРЫ. ЗАПАСНЫЕ ЧАСТИ. АВТОМАТИЗАЦИЯ ГАЗООЧИСТКИ. РАСХОДОМЕРЫ, ГАЗОАНАЛИЗАТОРЫ
И ПЫЛЕМЕРЫ. СОВРЕМЕННЫЕ ФИЛЬТРОВАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
Насосное оборудование WILO для металлургической промышленности. (ООО «Вило Рус»)42 Компенсаторы MACOGA. (ООО «ТИ-СИСТЕМС»)
(ООО «Компенз Эластик»).       45         Календарь конференций ООО «ИНТЕХЭКО» - www.intecheco.ru       48

## Межотраслевой научно-практический журнал «ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА» № 4 (июль-декабрь 2012г.)

#### Издатель:

ооо «ИНТЕХЭКО»

Генеральный директор - Андроников Игорь Николаевич Директор по маркетингу, Главный редактор - Ермаков Алексей Владимирович

#### Тираж:

Варианты исполнения журнала: электронная версия на CD и печатная версия.

Общий тираж журнала: 900 экземпляров.

Подписано в печать: 15 июля 2012 г. Формат: А4, 210х297

#### Дополнительная информация:

Межотраслевой журнал «ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА» подготовлен на основе материалов международных промышленных конференций, проведенных ООО «ИНТЕХЭКО» в ГК «ИЗМАЙЛОВО».

При перепечатке и копировании материалов обязательно указывать сайт ООО «ИНТЕХЭКО» - www.intecheco.ru

Авторы опубликованной рекламы, статей и докладов самостоятельно несут ответственность за достоверность приведенных сведений, точность данных по цитируемой литературе и отсутствие данных, не подлежащих открытой публикации.

Мнение ООО «ИНТЕХЭКО» может не совпадать с мнением авторов рекламы, статей и докладов.

Часть материалов журнала опубликована в порядке обсуждения...

ООО «ИНТЕХЭКО» приложило все усилия для того, чтобы обеспечить правильность информации журнала и не несет ответственности за ошибки и опечатки, а также за любые последствия, которые они могут вызвать.

В случаях нахождения ошибок или недочетов в печатной или электронной версии журнала «ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА» - ООО "ИНТЕХЭКО" готово внести коррекцию в электронную версию в течение 30 (тридцати) календарных дней после получения письменного уведомления о допущенной опечатке, недочете или ошибке. Пожелания по содержанию журнала, ошибкам, недочетам и опечаткам принимаются в письменном виде по электронной почте admin@intecheco.ru

Ни в каком случае оргкомитет конференций и ООО «ИНТЕХЭКО» не несут ответственности за любой ущерб, включая прямой, косвенный, случайный, специальный или побочный, явившийся следствием использования данного журнала.

© ООО «ИНТЕХЭКО» 2008-2012. Все права защищены.



#### <u>ПО ВСЕМ ВОПРОСАМ ОБРАЩАЙТЕСЬ В ООО «ИНТЕХЭКО»:</u>

Директор по маркетингу - Ермаков Алексей Владимирович

тел.: +7 (905) 567-8767, +7 (499) 166-6420,

факс: +7 (495) 737-7079, эл. почта: admin@intecheco.ru

сайт: www.pilegazoochistka.ru , www.intecheco.ru , http://интехэко.pф/

почтовый адрес: 105318, г. Москва, а/я 24 ООО «ИНТЕХЭКО»

# 1. ГАЗООЧИСТКА В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ ПРОМЫШЛЕННОСТИ. ОЧИСТКА ГАЗОВ ОТ ПЫЛИ, ЗОЛЫ, ДИКОСИДА СЕРЫ, СЕРОВОДОРОДА, МЕРАКПТАНОВ, ПАУ И ДРУГИХ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ. ГАЗООЧИСТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, ЭЛЕКТРОФИЛЬТРЫ, СКРУББЕРЫ, ЦИКЛОНЫ, РУКАВНЫЕ ФИЛЬТРЫ.

Технология очистки промышленных газов на металлургических предприятиях, обеспечивающая экономию рабочего пространства и энергозатрат. (ООО «Недерман»)

ООО «Недерман», Гольнев Александр Викторович, Менеджер по продажам

#### Введение

Компания "Nederman", являющаяся одним из ведущих производителей современных систем пыле- и газоочистки, предлагает широкий выбор как традиционных рукавных фильтров, так и современных фильтров кассетного типа, имеющих удобную модульную конструкцию. Кроме того, заказчику доступен широкий выбор фильтровальных материалов, а также различные методы регенерации фильтрующих элементов. Все эти технологии испытаны и имеют свои наиболее оптимальные области применения в зависимости от их преимуществ.

На сегодняшний день в ходе решения вопросов, касающихся использования газоочистного и пылеулавливающего оборудования, большинство российских металлургических предприятий, принимая во внимание географические и климатические условия России, интересуют следующие возможности:

отсутствие необходимости использования сжатого воздуха малая занимаемая площадь удобная транспортировка простота монтажа жесткость конструкции

Основываясь на этих требованиях, компания Nederman успешно внедряет технологию очистки промышленных газов с использованием фильтров типа FS для металлургических предприятий, в том числе и в России. Фильтры данного типа имеют следующие технические характеристики:



Рис. 1. Фильтр типа FS

- Объем газа на один модуль установки: от 10.000 до 250.000 м3/ч
- Фильтрующая поверхность на один модуль установки: от 100 до 2300 м<sup>2</sup>
- Щадящая очистка карманов фильтра, без использования сжатого воздуха
- Низкое энергопотребление
- Низкое остаточное содержание пыли
- Полностью сварной герметичный корпус
- Модульная конструкция

#### Отсутствие необходимости использования сжатого воздуха

Помимо традиционной системы регенерации фильтрующих элементов сжатым воздухом Nederman предлагает также систему очистки воздухом малого давления. Воздух подается центробежным вентилятором, который, как правило, размещается сверху на корпусе фильтра. Это делает фильтр независимым от подачи сжатого воздуха. Давление, при котором подается воздух для процесса очистки, составляет всего 0,045 вместо 6 бар, что значительно снижает энергопотребление, а также увеличивает срок службы карманов фильтра.

Малая занимаемая площадь

Карманы фильтра устанавливаются горизонтально, что позволяет производить их замену сбоку через двери, предназначенные для осмотра и технического обслуживания. Таким образом, отсутствует необходимость наличия свободного пространства над фильтром, как в случае с традиционными рукавными фильтрами, и он может быть установлен даже в низких помещениях (Рис. 2).

Карманы фильтра имеют плоскую форму, что позволяет устанавливать большую фильтрующую поверхность в имеющемся объеме.



Рис. 2. Установка карманов фильтра

Рисунок 3 демонстрирует самый большой стандартный модуль фильтра типа FS, погруженный на платформу. Данный фильтр оборудован 1540 карманами с общей фильтрующей поверхностью 2310  $\text{м}^2$ . Такой фильтр в зависимости от условий способен обработать до 250.000  $\text{м}^3$ /ч отходящего газа. Для очистки больших объемов газа фильтр проектируется из нескольких таких модулей, которые, для уменьшения занимаемой площади, могут быть размещены один над другим.



Рис. 3. Транспортировка фильтра типа FS

#### Удобство при транспортировке

Основные габариты фильтра FS специально оптимизированы для беспроблемной транспортировки автомобильным, железнодорожным или водным транспортом. Более простые компоненты, такие как камера входящего газа, пылесборник и опорные конструкции могут быть изготовлены заказчиком самостоятельно в соответствии с нашей спецификацией, что позволяет дополнительно снизить затраты на транспортировку.

#### Простота и сжатые сроки монтажа

Перед отправкой Заказчику фильтры полностью проходят предварительную сборку и тестирование на наших производственных площадях. На площадке размещения установки только три основных компонента – пылесборник с опорной конструкцией, фильтр и камера входящего газа – должны быть смонтированы

один на другой с помощью крана. Затем осуществляется монтаж меньшего по размерам и весу вспомогательного оборудования.

Жесткая конструкция

Корпус фильтра представляет собой цельносварную конструкцию с отсутствием каких-либо болтовых соединений. Это сводит к минимуму количество прокладок и уплотнений и делает корпус фильтра герметичным и прочным. Корпус изготавливается из стальных листов толщиной от 3 до 5 мм (Рис. 4).



Рис. 4. Изготовление корпуса фильтра

Сухая очистка дымовых газов с использованием гидратной извести и активированного угля

Дымовые газы некоторых технологических процессов могут содержать значительные количества кислых компонентов, в частности хлористый водород. Данный вид загрязняющих веществ может быть извлечен посредством добавления сухой гидратной извести (пушонки) вдуваемой в отходящий газ в измельченном состоянии. Щелочная гидратная известь реагирует с кислыми загрязнителями, образуя при этом соли и воду. Высокая температура газа повышает эффективность данной реакции:

$$Ca(OH)_2 + 2 HC1$$
  $\longrightarrow$   $CaCl_2 + 2 H_2O$ 

В общем, положительное влияние на эффективность данной реакции оказывают:

Длительность контакта пушонки с загрязнителем

Высокая температура

Большая адсорбционная поверхность гидроксида кальция

Гомогенное распределение пушонки в потоке очищаемого газа

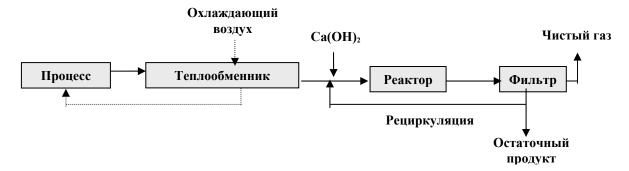
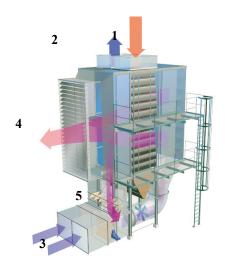


Рис. 5. Одна из возможных схем процесса очистки промышленных газов

Другие загрязняющие газообразные вещества, такие как диоксины или пары ртути, могут быть адсорбированы активированным углем. В данном случае более низкая температура может значительно повысить эффективность адсорбции. Таким образом, состав отходящего газа определяет необходимую температуру сорбции для достижения оптимальных условий протекания химической реакции и это определяет концепцию очистки дымовых газов.

#### Необходимость использования теплообменника

Как было отмечено выше, если существует необходимость адсорбции диоксинов или паров ртути, приветствуется более низкая температура поступающего на очистку газа и в этом случае обычно необходима установка теплообменника. Однако в ходе подачи охлаждающего воздуха в теплообменник возникает возможность конденсации вредных газов и коррозии, вследствие чего охлаждающий воздух, подаваемый в теплообменник, предварительно должен быть подогрет. Рисунок №6 демонстрирует принцип действия теплообменника типа КU компании Nederman.



- 1. Горячий газ
- 2. Охлажденный газ
- 3. Охлаждающий атмосферный воздух
- 4. Нагретый охлаждающий воздух
- 5. Рециркулирующий нагретый охлаждающий воздух

Рис. 6. Воздушный теплообменник типа КU

Концепция очистки дымовых газов с использованием теплообменника допускает возможность утилизации полученного в процессе тепла. Охлаждающий воздух, который в процессе теплообмена приобрел более высокую температуру, может быть использован для обогрева помещений в зимнее время или как предварительно подогретый воздух для процесса горения. Один из наших заказчиков, компания «Тримет» в Германии, например, осуществляет обогрев здания, где хранятся сорбент и контейнеры для пыли.

#### Отсутствие необходимости использования теплообменника

Во многих случаях удаление отходящего газа осуществляется не только от плавильной печи, но и от других участков. Если температура общего газового потока находится в пределах до 250 °C, то отсутствует необходимость использовать теплообменник, который в данном случае будет неэффективным и к тому же дорогостоящим решением. Более рациональным решением в данном случае является использование фильтра с высоко устойчивым фильтровальным материалом, таким как Арамид или Тефлон.

#### Заключение

Мы с удовольствием готовы сопровождать наших партнеров в развитии металлургических предприятий России, улучшая состояние окружающей среды, а также рабочие условия на производственных площадях. В зависимости от индивидуальных нужд заказчиков мы готовы спроектировать соответствующую необходимым требованиям установку по очистке промышленных газов, которая будет удовлетворять самым строгим ограничениям по выбросам загрязняющих веществ, в то же время, являясь оптимальным экономическим решением.

Недерман, ООО Россия, 109456, г. Москва, Рязанский проспект, 75/4, оф. 22 т.: +7 (495) 651-8944, ф: +7 (495) 651-8945 info@nederman.ru www.nederman.ru Новое оборудование Холдинговой группы «Кондор Эко – СФ НИИОГАЗ» для металлургического производства, опыт эксплуатации электрофильтров на ОАО "Северсталь» и других предприятиях с выходной запыленностью, эквивалентной рукавным фильтрам. (ЗАО «СФ НИИОГАЗ», ЗАО «Кондор—Эко»)

Чекалов Л.В., д.т.н., генеральный директор ЗАО «Кондор—Эко», Смирнов М.Е., к.т.н., исполнительный директор ЗАО «Кондор—Эко», Курицын Н.А., генеральный директор ЗАО «СФНИИОГАЗ» Санаев Ю.И., к.т.н., консультант ЗАО «Кондор-Эко»

На предприятиях черной металлургии имеется большое количество производств, загрязняющих окружающую среду. Модернизация действующих и установка новых газочистных систем — важная экологическая задача отечественных металлургических заводов.

Разработанные и внедряемые в эксплуатацию холдинговой группой «Кондор Эко – СФ НИИОГАЗ» электрофильтры последнего четвертого поколения, как показывают результаты их работы, в значительной степени позволяют решать задачи улавливания пылей металлургических предприятий.

Комплекс мероприятий, обеспечивающих повышение эффективности и снижение проскока до 20 мг/м<sup>3</sup> в электрофильтрах четвертого поколения включает следующее:

- снижение напряжения зажигания коронного разряда до 10 кВ. Это позволяет снизить влияние расцентровки электродной системы;
- максимальное уменьшение полуактивных зон в горизонтальных электрофильтрах, что резко снижает проскок;
- применение газораспределительной решетки в конфузоре на основании математического моделирования распределения газа по электрофильтру, что существенно повышает степень очистки газов и снижает выходную запыленность;
- применение специальных мероприятий и устройств, снижающих пылеунос при встряхивании осадительных электродов последнего поля, что особенно важно при высоте электродов более 12 м;
- использование новых программируемых систем управления, позволяющих гибко менять программы и алгоритмы управления электрофильтром в зависимости от конкретных технологических особенностей объекта:
- применение строгого теоретического обоснования величины межэлектродного расстояния для различных технологических условий, что вносит существенный вклад в обеспечение точного выбора типоразмера и параметров электрофильтра.

В электрофильтрах применены коронирующие элементы СФ-1 с пониженным напряжением зажигания и, следовательно, более интенсивным коронным разрядом и увеличен активный объём электродной системы на 20-30% в пределах того же корпуса. Применение таких элементов позволяет внедрить в разрядный промежуток электрофильтра больший объёмный заряд в период импульса напряжения и в тоже время за счет увеличенной проводимости промежутка и пониженного напряжения зажигания коронного разряда увеличиваются пульсации напряжения, что положительно влияет на режим очистки газа от невысокомных и высокоомных пылей, склонных к образованию обратной короны на осадительных электродах.

Применение в осадительном электроде новых элементов типа ЭКО МК4х160, с повышенной прямолинейностью имеет существенное значение для электрофильтров, работающих с высокоомной пылью, поскольку в таких электрофильтрах пробивное напряжение каждого элементарного участка электродной системы близко по значениям к пробивному напряжению всей электродной системы, подключенной к одному источнику питания. Поэтому уменьшение, например, на 20 мм разрядного промежутка даже на небольшом участке приведёт к уменьшению рабочих напряжений электрофильтра на 10%.

В электрофильтрах нового поколения изменена концепция подвеса и отряхивания коронирующих электродов, что позволило существенно (почти в 2 раза) уменьшить межпольные промежутки электрофильтра. При этом за счет измененной конструкции и взаимного расположения механизмов встряхивания и рамы коронирующих электродов обеспечивается эффективное отряхивание пыли по всей высоте электродов, даже при высоте электродной системы до 18м.

Электрофильтры нового поколения типа ЭГСЭ и ЭГАВ успешно работают также при улавливании высокоомной пыли. На Омской ТЭЦ На основе этих разработок в 2009 г. физически и морально устаревший электрофильтр ЭГЗ-4-177 Омской ТЭЦ-4 был реконструирован по типу аппарата нового поколения ЭГБМ2-48-12-6-4.

Для реконструкции электрофильтра были использованы осадительные электроды типа ЭКОМК4х160 и коронирующие электроды типа СФ-1. Межэлектродное расстояние в соответствии с разработанными теоретическими предпосылками было выбрано равным 350 мм. В настоящее время реконструированный электрофильтр находится в эксплуатации, обеспечивая степень очистки газов от золы экибастузского угля 99,89%. При входной запыленности 71,4 г/м³ выходная запыленность составила 68 мг/м³.

Такая величина выходной запыленности получена впервые при улавливании высокоомной золы экибастузского угля при реконструкции электрофильтра в старом корпусе.

Электрофильтр ЭГАВ 1-10-4-5-3, установленный в 2008 г. для очистки воздуха аспирационной системе приемного склада глинозема на Иркутском алюминиевом заводе, обеспечивает выходную запыленностью менее  $50 \, \mathrm{mr/hm}^3$ 

В августе 2005 г. для очистки газов от литейных дворов доменных печей №№ 1,2 ОАО «Северсталь» в ЗАО «Кондор-Эко» были разработаны и установлены два электрофильтра типа ЭГАВ 2-56-12-5-4. Эти электрофильтры обеспечили выходную запыленность не более 20 мг/м $^3$ . До настоящего времени оборудование аппаратов работает безотказно.

Электрофильтры ЭГАВ1-28-9-5-4 в количестве 4 шт, установленные на ТЭЦ ПВС ОАО «Северсталь» за котлами  $\mathbb{N}\mathbb{N}$  8 и 9 обеспечили выходную запыленность не более 22 г/м<sup>3</sup>

Важной задачей при разработке электрофильтров является равномерное распределение движения газового потока по корпусу. Применяемые на сегодняшний день газораспределительные решетки не всегда позволяют решить поставленную задачу так как в электрофильтрах существуют зоны, которые используются неэффективно в процессе пылеулавливания. Результаты, полученные в ходе математического моделирования, подтверждаются проведенными экспериментальными исследованиями. Улучшение системы газораспределения позволяет снизить выбросы. Так на Новосибирской ТЭЦ-4, после проведения мероприятий по оптимизации распределения газового потока по корпусу аппарата удалось достичь эффективности 99,8 %.

Проверка и совершенствование газораспределения на установках газоочистки должны быть неотъемлемой технологической частью проекта строительства или реконструкции.

Для очистки промышленных газов до концентрации пыли менее  $20\,$  мг/м $^3$  преимущественное применение в промышленности, особенно в металлургии, производстве строительных материалов, находят модульные рукавные фильтры типа ФРИА и ФРМИ. Применение блочной компоновки фильтров-модулей имеет преимущество перед одиночными фильтрами очень большой производительности, так как позволяет практически исключить простои основного технологического оборудования по причине технического обслуживания и ремонта фильтров-модулей. Проведенные промышленные испытания показали, что фильтры ФРИА обеспечивают очистку проектных объемов  $1\,$  млн. 100тыс.  $M^3$ /ч электролизных газов на уровне современных требований по допустимым выбросам вредных веществ из газоочистных установок;  $HF_{\text{таз}}$  -  $99.6\,$ %,  $HF_{\text{тв. и пыль}}$  -  $99.6\,$ %.

В технологических схемах сухой адсорбционной очистки газов электролизеров алюминиевого производства, разработанных в ОАО «ВАМИ» и ОАО «СибВАМИ», широко и успешно используются разработанные в ЗАО «СФ НИИОГАЗ» рукавные фильтры типа ФРИА, позволяющие проводить высокоэффективную очистку электролизных газов от пыли, газообразных и твердых фторидов.

Рукавные фильтры типа ФРМИ разработаны с учетом накопленного опыта по эксплуатации отечественных и зарубежных рукавных фильтров и предъявляемых современных требований к их эксплуатации в первую очередь в отраслях теплоэнергетики, цветной и черной металлургии.

Первый из типоразмерного ряда рукавный фильтр ФРМИ-9600 был смонтирован в системе аспирации 125-тонной электродуговой печи ЗАО «Волгоградский металлургический завод «Красный Октябрь». Объем очищаемых газов -  $830000 \text{ м}^3$ /ч, достигнута выходная запыленность  $10 \text{ мг/м}^3$ ..

Закончена поставка ФРМИ-9600 на «Литейно-прокатный завод» г.Ярцево. В настоящее время идет поставка оборудования 5-ти фильтров ФРМИ на ОАО «Северсталь».

#### Выводы:

Новая конструкция электрофильтров четвертого поколения позволяет расширить диапазоны их работы без обратной короны до температуры 130-140°C.

При улавливании высокоомных пылей в новых электрофильтрах смонтированных в старых корпусах обеспечивается выходная запыленность, нормированная ГОСТом.

Данные результаты достигнуты за счет:

- новой конструкции осадительных и коронирующих электродов;
- изменения межэлектродного расстояния;
- новой системы встряхивания электродов и выбора уточненных режимов встряхивания электродов с учетом величин удельного электрического сопротивления пыли по полям.
- оптимизированной системы газораспределения, соответствующей конкретным условиям установки электрогазоочистки.

Экологическим холдингом «Кондор Эко – СФ НИИОГАЗ» разработаны и успешно эксплуатируются рукавные фильтры типа ФРИА и ФРМИ на объёмы газов до 1,5 млн. м<sup>3</sup>/час и более в одном аппарате.

Для очистки газов, экономически выгодно при требовании выходной запыленности более  $50 \text{ мг/м}^3$  применять электрофильтры новой конструкции. При требовании к выходной запыленности менее  $20 \text{ мг/м}^3$  экономически выгодно применять рукавные фильтры типа ФРМИ и ФРИА.

```
3AO "Кондор-Эко" m.: +7 (48536) 54-011, 53-008, ф.: +7 (48536) 53-112, 53-096 info@kondor-eco.ru www.kondor-eco.ru 3AO "СФ НИИОГАЗ" m.: +7 (48536) 53-996, ф.: +7 (48536) 53-734 info@sfniiogaz.ru www.sfniiogaz.ru
```

### Texнология 3DESA (3D Economical System of Aspiration) для сталеплавильных комплексов. (OOO «ДЕСА»)

ДЕСА, ООО

Россия, 152020, Ярославская обл., г. Переславль-Залесский, пл. Менделеева, д. 2 m.: +7 (48535) 3-1836, 6-9052, ф.: +7 (48535) 3-1836 info@3desa.ru www.3desa.ru

ООО «ДЕСА», Чекалов В.В., к.ф-м.н, 3АО «Кондор-Эко», Чекалов Л.В., д.т.н., 3АО «Кондор-Эко», Смирнов М.Е., к.т.н.,

Технология 3DESA (3D Economical System of Aspiration) для сталеплавильных комплексов. В докладе представлена новая технология экономных систем аспирации для сталеплавильных комплексов. Технология разработана коллективом специалистов холдинговой группы Кондор-Эко (3AO «Кондор-Эко, СФ НИОГАЗ, ООО «ДЕСА»).

Технология основана на идее 3-х мерного текстиля (ООО «ДЕСА), позволившей создать новые высокопроизводительные фильтровальные рукава и экономные рукавные фильтры.

Показаны основные технические решения систем аспирации для сталеплавильных комплексов. Представлено сравнение с существующими технологиями.

Технологии очистки газов

Первичные отходящие газы с температурой 1600 °C от четвертого отверстия ДСП (1) (Рис.1) через камеру смешения и дожига поступают в водоохлаждаемый газоход (4), в котором температура газов снижается до 400-450 °C. При необходимости за водоохлаждаемым газоходом устанавливается теплообменник (5), данное решение определяется проектом установки.

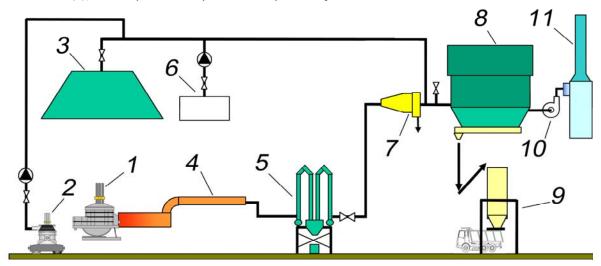


Рис. 1. Установка вытяжки и пылеулавливания отходящих газов

В газоходе за теплообменником устанавливается циклон-искроуловитель (7) для улавливания искр, образующихся при плавке металла.

Вторичные отходящие газы, выделяемые ДСП во время завалки, отсасываются при помощи зонта (3), смонтированного над цеховыми кранами на несущих конструкциях здания.

Отходящие газы, отсасываемые из агрегата печь-ковш (2), поступают в газоход вторичных дымовых газов. В этот же газоход поступают газы от бункеров добавок.

После циклона-искроуловителя первичные дымовые газы смешиваются со вторичными дымовыми газами.

Для регулировки объемов газов от источников пылевыделения при различных режимах плавки в газоходах предусмотрены клапана с электропри-водом.

Общее количество газов после смешивания может составлять до 600 -900 тыс.м3/ч при температуре 100-120 °C.

Отходящие газы после смешения с температурой 100-120 °C поступают на очистку в рукавный фильтр (8) (Рис. 2).

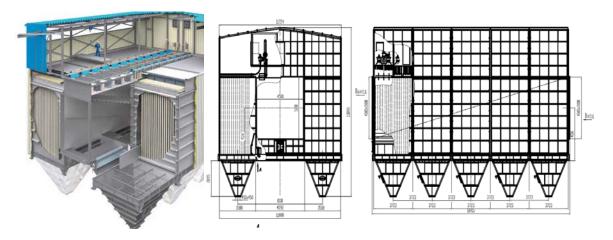


Рис. 2. ФИЛЬТР ФРМИ-3D-8000-10-Д-УХЛ1-ОС

#### РУКАВНЫЙ ФИЛЬТР ФРМИ-3D

Разработаны новые технические решения в области очистки газов на металлургических предприятиях, которые основываются на применении современных рукавных фильтров с импульсной регенерацией типа ФРМИ-3D.

Фильтры типа ФРМИ-3D представляют собой набор модулей, которые формируют типоразмерный ряд фильтров с площадью фильтрования от 1600 до 32000 м2, с расчетной производительностью по очищаемому газу от 70000 до 1500000 м3/ч.

Способ регенерации рукавов – импульсная односторонняя продувка сжатым воздухом давлением 0,2÷0,6 МПа, с отключением секций на время регенерации.

Газовая нагрузка составляет около  $1.0 \text{ м}^3/\text{м}^2$ мин

Применение современных фильтровальных материалов позволяет обеспечить концентрацию пыли в выбросах менее 10 мг/м3.

Конструкции основных узлов защищены патентами (RU №2179878, RU №2179879, RU №2207898, RU №2283166, RU №2283685, RU №222369, RU №2404840, RU №2283683, RU №2281144, US 7,513,926 B2, EP1459796).

Таблица 1

## ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ РУКАВНОГО ФИЛЬТРА ФРМИ-3D-8000-10-Д-УХЛ1-ОС

N	<u>0</u>		
П	/п ПОКАЗАТЕЛИ	Ед. измер.	Величина
1	Объем очищаемых газов, отходящих от двух печей	$ м^3/4 $ до	840 000
2	Разрежение в корпусе фильтра	кПа	6
3	Температура очищаемого газа на входе в фильтр	° C	до 130
4	Запыленность газов на входе в фильтр	$\Gamma/M^3$	до 7
5	Запыленность газов на выходе из фильтра	$M\Gamma/M^3$	$\leq$ 20
6	Гидравлическое сопротивление фильтра	Па	2000
7	Расчетная площадь фильтрования	$M^2$	13640
8	Количество модулей	шт.	10
9	Количество секций	ШТ.	20
1	0 Количество мембранных клапанов	шт.	40
1	1 Количество жалюзийных заслонок отключающих	ШТ.	40
1	2 Длина рукава	MM	6200
	3 Диаметр рукава	MM	135
1	4 Расход сжатого воздуха, подаваемого на		
	егенерацию и управление заслонками при 0,6 МПа		
К	ласс чистоты — 9 по ГОСТ 17433-80	$M^3/MMH$	12
1	5 Масса с шатровым укрытием (без рукавов)*	КΓ	205435
	6 Габариты (см. приложение)		
*	Уточняется проектом.		
1	7 Материал рукавов - объемный фильтровальный материа	л МФ-3D.	
1	8 Количество рукавов «3Desa-фильтрпатрон» –	T.	2200

#### 3Desa-фильтрпатрон (Рис. 3) преимущества



Рис. 3. 3Desa-фильтрпатрон

- увеличение площади фильтрации в 2,3 раза
- применение с обычными каркасами
- подходит для всех имульсных систем регенерации
- подходит для всех систем крепления фильтроэлементов
- уменьшение длины рукавов
- уменьшение площади, занимаемой фильтром, при сохранении его производительности

#### Экономия места под фильтр и затрат на его строительство и содержание!

- снижение скорости фильтрации
- снижение перепада давления
- легкая регенерация
- увеличение срока службы
- низкий уровень выбросов
- материал не прилипает к каркасам

#### Снижение энергозатрат

#### Снижение расходов на реконструкцию/ строительство

#### Прочность сварных закрепок

- производитель гарантирует прочность ≥ 2,5 H/см
- испытания материала на стенде в НИИОГАЗ: продемонстрирован рукав без поврежденных скрепок, перенесший на тот момент ок. 140 тыс. циклов регенерации при импульсе 6 бар.

Таблица 2

Сравнение	co	стандартом	

Параметр	Единица измерения	3DESA	СТАНДАРТ	Изменение %%
Марка фильтра		ФРМИ-3D-8000-10- Д-УХЛ1-ОС	ФРМИ 11200	
Расчетная площадь фильтрации	M <sup>2</sup>	13640	10743	127
Объем газа	M <sup>3</sup>	840000	840000	100
Газовая нагрузка	$M^3/M^2MUH$	1,03	1,4	74
Количество модулей	шт.	10	14	71
Macca	КΓ	205435	313710	65

Сравнение с SCHEUCH EMC (Концепция Минимизации Энергии) технология фильтра Scheuch GmbH. До EMC технологии фильтра в 2001, принималось 4.5-м как максимальная допустимая длина рукава фильтра. Тем временем, EMC технология фильтра была далее развита для использования 8-м и 10 м длины рукава фильтра. Газовая нагрузка  $1,0\,\mathrm{m}^3/\mathrm{m}^2/\mathrm{m}$ ин.

- ФИЛЬТР ФРМИ-3D
- Всего рукавов 2200 шт.
- Площадь рукава 6,2 м2
- Всего фильтрующая площадь 13640 м2
- Газовая нагрузка 1,03 м3/м2/мин
- SCHEUCH для тех же параметров необходимо 3100 рукавов длиной 10 м или 5167 рукавов длиной 6 м для той же фильтрующей площади.
- Газовая нагрузка 1,00 м3/м2/мин

Таблица 3

Сравнение аппаратов различных производителей	равнение а	аппаратов	различных	производителей
--	------------	-----------	-----------	----------------

	~	ривнение	annaparo	pustin in	om nponon	одитент			
Марка	Фильтр с односторон ней импульсной продувкой	ФРИР- 7000	ФРИ-1600	AG2L652 0BF	ФРИА- 900	ФА-100	FTS (12 секций 2 ряда, Lp=6м; откл. секций)	ФРМИ- 8000 (OC)	ФРМИ- 3D-8000- 10-Д
Комплектность, шт.	1	1	4	5	8	6	1	1	1
Производитель	Фирма "Лурги" (Германия)	НИПИ- энерго- сталь (Украина)	ОАО "Финго"	AJRINDUS TRIE (Франция)	ОАО "СФ НИИОГАЗ " (Россия)	АОЗТ "Спейс- Моторс" (Россия)	ZVVZ (Чехия)	ЗАО "Кондор- Эко" (Россия)	ЗАО "Кондор- Эко" (Россия)
Производительн	466200	630000	581760	585000	626400	612360	632880	690660	840000
ость, м <sup>2</sup> /ч	0,56	0,75	0,69	0,70	0,75	0,73	0,75	0,82	1
Площадь	5180	7000	6464	6500	6960	6804	7032	7674	13640
поверхности фильтрования, м <sup>2</sup>	0,38	0,51	0,47	0,48	0,51	0,50	0,52	0,56	1
Габаритные размеры, мм	16250 x 10800 x 9540	19000 x 13690 x 10710	11220 x 19346 x 9400	11833 x 26150 x 7860	55552 x 39712 x 9500	10000 x 34700 x 6100	19860 x 9462 x 12600	18500 x 10500 x 13000	18915 x 11888 x 13893
Удельная газовая	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,026
нагрузка, м <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> мин	0,684	0,684	0,684	0,684	0,684	0,684	0,684	0,684	1
	137528	168300	132980	131600	176000	91800	131600	100500	170000
Масса, кг	0,67	0,55	0,69	0,70	0,52	1	0,70	0,91	0,54
Удельная масса,	0,295	0,267	0,229	0,208	0,281	0,15	0,208	0,1455	0,2024
кг/м <sup>2</sup> ч	0,49	0,54	0,64	0,7	0,52	0,97	0,7	1	0,72
Объем, занимаемый	1674,3	2785,8	2040,4	2432,1	2095,7	2116,7	2367,7	2525,25	3124
фильтром, м <sup>3</sup>	1	0,60	0,82	0,69	0,79	0,79	0,71	0,66	0,54
Площадь поверхности	3,09	2,51	3,17	2,67	3,32	3,21	2,97	3,0389	4,37
фильтрования в объеме, $M^2/M^3$	0,71	0,57	0,73	0,61	0,76	0,73	0,68	0,70	1
Производительн	278,55	226,24	285,7	240,38	298,9	289,3	267,3	273,5	268,9
ость на единицу объема, $M^2/\Psi M^3$	0,93	0,76	0,96	0,80	1	0,97	0,89	0,92	0,90
Площадь,	175,5	258,4	217,1	309,4	2206	347	187,9	194,25	224,86
занимаемая фильтром, м <sup>2</sup>	1	0,68	0,81	0,57	0,08	0,51	0,93	0,90	0,78
Площадь поверхности	29,5	27,1	29,8	21	3,15	19,6	37,4	39,5	60,66
фильтрования на занимаемую площадь, $M^2/M^2$	0,49	0,45	0,49	0,35	0,052	0,32	0,62	0,65	1
Приведенный показатель качества, Кпр*	6,914	6,094	6,984	6,284	5,666	7,204	7,184	7,804	8,48
Занимаемое место относительно друг друга	6	8	5	7	9	3	4	2	1

#### Выводы

Предложена технология 3DESA (3D Economical System of Aspiration) 3D экономных систем аспирации для сталеплавильных комплексов. Использование технологии 3DESA позволяет обеспечить эффективное пылеулавливание в условиях ограниченного пространства сталеплавильных комплексов.

## Комплексная плазмохимическая очистка газов от диоксидов серы, сероводорода, меркаптанов и оксидов азота.

(ФГУП «НПЦ газотурбостроения «Салют» Филиал МКБ «Горизонт»)

ФГУП «НПЦ газотурбостроения «Салют» Филиал МКБ «Горизонт», А.З. Понизовский, С.Г. Гостеев, С.И Грачев, В.А. Маевский, С.Н.Филиппов

Вентвыбросы предприятий нефтегазохимических отраслей промышленности содержат различные соединения серы и диоксиды азота, относящиеся ко 2-му классу опасности вредных веществ. Применение современной технологии очистки газовых потоков от газообразных примесей с использованием метода атмосферной низкотемпературной плазмы, формируемой частотно-импульсным наносекундным разрядом, позволит решить задачу в автоматическом режиме без расходных материалов и ручного труда.

На рынке современного оборудования для очистки воздуха от вредных, и в первую очередь, газообразных веществ уже присутствуют установки с применением плазмокаталитической технологии [1,2] или технологии «высокочастотного мульти-резонансного барьерно—стримерного разряда» [3]. Несмотря на явную привлекательность устройств, использующих электрофизические методы очистки, они обладают существенными недостатками, так как эффективность их работы лимитируется входной концентрацией и продолжительностью работы катализаторов. Это связано с ухудшением условий генерации плазмы из-за осаждения продуктов плазмохимических реакций на поверхностях ячеек барьерного разряда и «отравления» каталитических ячеек.

Нами была разработана технология [4], которая в значительной мере свободна от недостатков присущих вышеуказанным технологиям. Технические принципы предлагаемой технологии заключаются в генерации низкотемпературной плазмы атмосферного давления (НПАД) в межэлектродном пространстве коаксиальных или плоских электродных систем с одновременным наложением постоянного электрического поля. Создаваемая таким образом НПАД характеризуется значительными плотностями и энергиями электронов, способных создать в разрядном промежутке высокие концентрации активных промежуточных частиц (атомарного кислорода, ионов и радикалов OH\*) [5]. В результате реакций происходит конверсия газообразных примесей в экологически безвредные газы или аэрозоли. Благодаря высокой объемной плотности зарядов в этом случае удается произвести зарядку мелкодисперсных аэрозолей, паров и твердых частиц, как имеющихся в газах, так и наработанных в результате конверсии. Удаление заряженных частиц из потока воздуха осуществляется в паузе между импульсами за счет дрейфа молекул и частиц под действием высокого постоянного напряжения к заземленному электроду.

Если в отходящих газах присутствуют диоксид серы, сероводород и/или меркаптаны, газофазные плазмохимические реакции идут преимущественно по следующим упрощенным (без учета промежуточных высокоскоростных реакций) схемам с наработкой, в конечном счете, в основном серной кислоты:

$$SO_2 + O^* + H_2O -> H_2SO_4$$
 (1)  
 $H_2S + O^* + O_3 -> H_2SO_4$  (2)  
 $CH_3S + O^* + 3OH^* -> CH_4 + H_2SO_4$  (3)  
 $C_2H_6S + O_3 + H_2O -> C_2H_6 + H_2SO_4$  (4)

Если в выбросах присутствуют оксиды азота, то упрощенная схема газофазных плазмохимических реакций имеет следующий вид:

Основным элементом разработанных нами серии газоочистных установок НПАД (рис.1) с наложенным электрическим полем, названных «Корона», является трехступенчатый генератор импульсных напряжений по схеме Фитча [6]. Очистка осуществляется в реакторных камерах (РК), представляющих собой заземленные цилиндрические корпуса с коаксиально расположенными многоточечными центральными электродами, на которые в частотном режиме подаются высоковольтные импульсы напряжения положительной полярности (рис.2). Одновременно центральные электроды находятся под высоким положительным потенциалом, поступающим от источника зарядки импульсного генератора. В результате установка работает одновременно как генератор НПАД и как стандартный электрофильтр. Заряженные капли нарабатываемого плазмой аэрозоля серной и/или азотной кислот под действием постоянного электрического поля отбрасываются на внутренние стенки реакторных камер, где поглощаются

тонким слоем оборотной воды, стекающей по стенкам и утилизирующей вредные вещества в емкость из нержавеющей стали. При эксплуатации установки не требуются расходные материалы, кроме долива воды, уносимой с выбросными газами, Оборудование, в том числе система долива воды, работает в автоматическом режиме. Роль оператора сводится к включению и выключению установки.



Рис.1 Установка «Корона-3» на испытательном стапеле ОТК 1— генератор импульсных напряжений, 2— реакторные камеры, 3, 4— газораспределительные камеры, 5— бак оборотной воды, 6— пульт управления

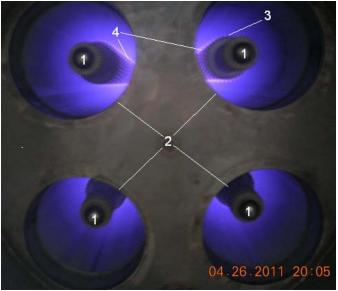


Рис.2 Низкотемпературная плазма в РК Частота 200  $\Gamma$ ц, время экспозиции 10мс 1 — высоковольтный электрод, 2 — РК диаметром 267мм, 3 — многоточечный коронирующий элемент, 4 — НПАД

Установка «Корона» имеет модульную структуру, что позволяет при необходимости наращивать ее производительность. Основные технические параметры установок типа «Корона» приведены в таблице 1.

Таблица 1.

		Место расположения				
Параметр	Размер- ность	ФМКБ «Горизонт» «Корона З» (промышленная)	ФМКБ «Горизонт» (мобильная)	ЗИХ, Рязцветмет, ВНИИДРЕВ (опытно-пром.)		
Расход газа	м <sup>3</sup> /час	5000	50 - 200	400 - 800		
Степень очистки	%	85	90-95	80-95		
Входная мощность, мах	кВт	6	3	2,5		
Генератор импульсов		3-ступе	нчатый по схеме Ф	итча		
Амплитуда импульса, мах	кВ	100	100	100		
Длительность импульса	нс	500	250	350		
Амплитуда тока импульса	кА	2.5	700	300		
Частота следования импульсов	Гц	200	1000	100 - 200		
Реакторная камера	шт.	4	1	1		
Габариты	M <sup>3</sup>	2,5 x 1 x 5,2	0,7x1x1,8	2,5 x 1 x 5,2		
Масса установки	КГ	1200	120	1500		

Эффективность работы установки определяется согласованием параметров ГИНФ и РК, позволяющих осуществить наибольшее внедрение энергии в газовый поток. Для установок, сконструированных в ФМКБ «Горизонт», этот параметр составляет не менее 75%.

В таблице 2 представлены основные данные опытно-промышленных результатов по очистке выбросных газов от соединений серы и азота, а также данные по работе промышленной установки.

Таблица 2.

Загрязнен	ия	Скорость	Степень	Удельные	
Вид	Концентрация мг/м <sup>3</sup>	потока м <sup>3</sup> /час	очистки %	энергозатраты Втч/м <sup>3</sup> мг	Место испытаний
Формальдегид	25-100	400	95-99	0,4	ФМКБ «Горизонт»
Меркаптан	25-50	400	95	0,08	
$SO_2$	500-5000	400-800	30-70	0,005-0,01	Рязцветмет
$NO_{X,}$ max	15	360	95	0.4	ЗИХ
$NO_{X,}$ max	1750	36	95	0,002	MSE Corp. USA
NOx, сажа	500	36	90	0,02	Дизель GP5- DE
NOx,	100	50	95	0,03	ГТУ
HF, мах, aerosol	30	5000	95	0,03	ФГУП НПЦ
Мелкодисперсные частицы	200	5000	99	0,03	«Салют» Промышленная установка

Как видно из таблицы 2 эффективность очистки при увеличении входной концентрации растет, по-видимому, за счет запуска цепных реакций. Например, при очистке  $SO_2$  такой эффект наблюдается при концентрации примеси более 2 об.%, при очистке NO – более 0.3 об.%.

Установки серии «Корона» имеют сертификат соответствия требованиям безопасности № C-RU.AB28.B.03797, и являются универсальными по применению для очистки потока воздуха от частиц микронного и субмикронного размера, паров, аэрозолей, газообразных веществ и запахов [7].

#### Выводы:

- 1. Освоен промышленный выпуск газоочистных установок серии «Корона» на основе технологии частотно-импульсного наносекундного стримерного разряда атмосферного давления в больших межэлектродных пространствах коаксиальных или плоских электродных систем с одновременным наложением постоянного электрического поля.
- 2. Энергоэффективность работы установок серии «Корона» при очистке газовых потоков от соединений серы и оксидов азота высоких концентраций составляет 0,01- 0,08 Втч/м<sup>3</sup>мг при степени очитки (70-90)%.
- 3. Проведение предпроектных тестовых исследований по очистке выбросов на объектах заказчика при помощи мобильной газоочистной установки позволяет оптимизировать энергозатраты полноразмерной установки.

#### Список литературы

- 1. Смолянова М. Ю., Реуцкий В.Н. Ответственность за нарушение законодательства в области охраны воздуха. Плазмокаталитическая технология воздухоочистки. СБОРНИК ДОКЛАДОВ III МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА 2010», г. Москва, 28-29 сентября 2010 г., с.10
- 2. Медведева А. В., Лола Т. А. Опыт внедрения и эксплуатации системы газоочистки «ГРОК» Серебряноборских автодорожных тоннелей с применением плазмо-каталитического метода очистки газов. СБОРНИК ДОКЛАДОВ III МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА 2010», г. Москва, 28-29 сентября 2010 г., с.96
- 3. Колычева М. А. Опыт практического применения плазмо-каталитического метода очистки газов. Работа над ошибками. СБОРНИК ДОКЛАДОВ ВТОРОЙ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА- 2009», г. Москва, 29-30 сентября 2009 г., с. 32.
- 4. Понизовский А.З. Очистка вентвыбросов с помощью импульсного и постоянного коронных разрядов. Экологические системы и приборы. 2007г. №11. с. 9—14.
- 5. Ryo Ono et al. Effect of pulse width on the production of radicals and excited species in a pulsed positive corona discharge. Journal of Physics D: Appl. Phys. V. 44, N. 48, 2011.
- 6. Патент РФ № 2010124419 от 17.06.2010 г.
- 7. Патент РФ № 2403955 от 28.05.2009г.

Дополнительная информация на CD

ФГУП «НПЦ газотурбостроения «САЛЮТ» Филиал МКБ «ГОРИЗОНТ» Россия, 140091, Московская обл., г. Дзержинский, ул. Энергетиков, д. 7 т.: +7 (495) 551-6011, ф.: +7 (495) 551-5166 horizontL56@rambler.ru www.gorizontsalut.ru

Катализаторы на основе элементоалюмосиликатов цеолитной структуры типа ZSM-5 для процессов каталитического превращения ПБФ нефтяных попутных газов и светлых фракций различного углеводородного сырья. (ОАО «Новосибирский завод химконцентратов», Институт химии нефти СО РАН)

OAO «Новосибирский завод химконцентратов», Терентьев А.И., Юркин Н.А., Хлытин А.Л. Институт химии нефти СО РАН (г. Томск), Восмериков А.В., Барбашин Я.Е.

По официальным данным в России при добыче нефти и газового конденсата ежегодно сжигается порядка 20 млрд. м<sup>3</sup> попутного нефтяного газа (ПНГ), а по оценкам некоторых западных экспертов около 50 млрд. м<sup>3</sup>. Подобное расточительство наносит огромный ущерб экономике России и окружающей среде. Поэтому для более эффективного использования природных ресурсов и снижения техногенного воздействия на окружающую среду Правительство России строго ограничило допустимое количество сжигаемого на промысловых факелах ПНГ. Вводимое ограничение (не более 5,0%) поставило перед нефтедобывающими компаниями трудную задачу, так как организация переработки ПНГ непосредственно на нефтепромыслах требует вложения достаточно большого количества материальных средств, а транспортировка попутного газа по магистральному газопроводу невозможна, вследствие образования газожидкостной смеси и выпадения конденсата. Предварительное компримирование и последующее выделение газового бензина и пропан-бутановой фракции (ПБФ) из попутного нефтяного газов позволяет, во-первых, транспортировать по газопроводу оставшийся сухой газ, а во-вторых, из ПБФ путём химического преобразования с использованием каталитическим систем – получать ценное для нефтехимической промышленности сырьё – ароматические углеводороды (бензол, этилбензол, толуол, нафталин и др.). В то же время, эффективных катализаторов, способных кардинально решить проблему рационального использования ПНГ, в настоящее время в мире нет.

Введение строгих ограничений технического регламента на эксплуатационные характеристики моторных топлив: автомобильных бензинов по углеводородному составу, содержанию серы и детонационной стойкости, дизельного – по содержанию серы и температуре начала фильтрации, реактивного – по температуре начала кристаллизации, отложено из-за неготовности на данный момент отечественной нефтеперерабатывающей промышленности производить соответствующие требованиям регламента моторные топлива и поэтому ограничения будут вводиться в действие поэтапно в течение 2013-2015 гг. [1].

Получение высококачественных моторных топлив из светлых фракций углеводородного сырья различного происхождения с использованием катализаторов, приготовленных путем введения в их состав активных металлических компонентов традиционными методами, затруднено по различным причинам. Катализаторы на основе высококремнезёмных цеолитов лишены ряда недостатков «пропиточных» систем, однако их использование в процессах вторичной переработки различных нефтяных фракций также ограничено, т.к. из-за высокой каталитической активности наблюдается быстрая дезактивация катализаторов за счёт интенсивного коксообразования. Для улучшения эксплуатационных характеристик цеолитные катализаторы модифицируют путем проведения частичного ионного обмена декатионированной формы цеолита, при котором ионы редкоземельных, щелочноземельных или переходных металлов обменивается с протоном гидроксильных групп, натрием или ионом аммония. Получаемые катализаторы имеют ряд характерных недостатков, ограничить влияние которых можно используя в качестве основы цеолиты, модифицированные на стадии гидротермального синтеза путем изоморфного замещения элементов, встраиваемых в кристаллическую структуру цеолита, гетероэлементами, которые, закрепляясь в ней четырьмя химическими связями, обеспечивают катализаторам устойчивость к действию каталитических ядов, термическую устойчивость и длительную стабильность действия, так как структурные гетероатомы мало подвержены выходу из кристаллической решетки и миграции в газовую фазу.

Для развития направления получения изоморфнозамещённых гетероэлементами высококремнезёмных цеолитов в ОАО «НЗХК» совместно с Институтом химии нефти СО РАН проводятся исследовательские работы по разработке способов синтеза изоморфных цеолитов — элементоалюмосиликатов цеолитной структуры типа ZSM-5. Необходимость в разработке новых катализаторов обусловлена отсутствием в настоящее время на отечественном рынке эффективных недорогих катализаторов для глубокой переработки природного углеводородного сырья. Синтезированные элементоалюмосиликаты и приготовленные на их основе катализаторы испытывали в процессах каталитического облагораживания и гидрооблагораживания прямогонных бензиновых фракций, полученных из углеводородного сырья различного происхождения, в процессах каталитической депарафинизации прямогонных керосиновых и дизельных фракций нефтей и газовых конденсатов, конверсии пропан-бутановой фракции в ароматические углеводороды.

Основное количество моторных топлив получают вторичной переработкой светлых нефтяных фракций [3–5]. Производство высокооктановых бензинов из прямогонных бензиновых фракций газовых конденсатов представляется довольно трудной задачей с точки зрения экономической обоснованности, так как из-за высокой концентрации растворенных углеводородных газов в исходном сырье и повышенного газообразования в ходе реакции выход образующихся бензинов относительно невысок. Поэтому для получения из легкого углеводородного сырья высокооктановых бензинов, соответствующих требованиям

разработаны современных стандартов, были катализаторы серии KH (KH-2, KH-4) элементоалюмосиликаты структурного типа ZSM-5. Эти катализаторы были испытаны в процессе каталитического облагораживания прямогонных бензиновых фракций различных газовых конденсатов. Испытания показали, что катализаторы характеризуются высокой каталитической активностью в процессе облагораживания прямогонных бензинов, полученных из легкого углеводородного сырья, высокооктановые бензины, соответствующие требованиям технического регламента для бензинов 3...5 классов, образуются при атмосферном давлении, температуре не выше 390°C и объемной скорости подачи сырья 1...2 ч<sup>-1</sup> и варьирование условиями проведения каталитического процесса позволяет получить неэтилированные бензины с различным выходом, содержанием ароматических углеводородов (бензола) и октановым числом.

Ограничение технического регламента на содержание бензола в автомобильных бензинах требует особого подхода к проведению процесса каталитического облагораживания прямогонных бензинов. Для решения этой задачи были проведены испытания катализатора КН-4 как в процессе гидрооблагораживания прямогонной бензиновой (35...180°С) фракции, так и облагораживания и гидрооблагораживания фракции 85...180°С газового конденсата Губкинского месторождения. Результаты испытаний показали, что концентрация бензола в бензинах, образующихся в процессе облагораживания и гидрооблагораживания различных бензиновых фракций газового конденсата, не превышает требований технического регламента. Таким образом, использование катализатора нового поколения КН-4 позволяет получать из газового конденсата Губкинского месторождения с высоким выходом бензин, который после добавления октанкорректирующей присадки будет соответствовать требованиям бензинов 3...5 классов.

При освоении природных запасов Западной и Восточной Сибири ощущается острый дефицит качественного арктического дизельного топлива, т.к. на отечественных нефтеперерабатывающих заводах его выпуск ограничен. Все это приводит к производству топлив с повышенным содержанием нормальных парафинов, характеризующихся высокой температурой кристаллизации, и, как следствие, к проблемам с работой автомобильных двигателей в зимнее время в северных районах страны. Наиболее распространённая отечественная технология получения арктического дизельного топлива, основанная на кристаллизации и парафинов из дизельной фракции, позволяет получать, так называемое выделения депарафинизированное дизельное топливо, которое без добавления смазывающих присадок существенно снижает ресурс двигателей. За рубежом распространена технология депарафинизации дизельных фракций с применением неорганических суперкислот, которая требует применения дорогого коррозионностойкого оборудования и последующей утилизации агрессивных отходов. Наиболее перспективным на сегодняшний день является процесс каталитического гидропревращения (гидроизомеризации) нормальных парафинов дизельных фракций нефти и газового конденсата. На ОАО «НЗХК» выпускается катализатор на основе цеолита марки КН-30, позволяющий получать арктическое дизельное топливо, но стабильность его не высока. В настоящее время на ОАО «НЗХК» совместно с ИХН СО РАН проводятся исследования по разработке эффективного катализатора для процесса изомеризации парафинов среднедистиллятных фракций без использования водорода. Результаты испытаний катализаторов КН-1 и КН-7 показывают, что конечными продуктами процессов превращения дизельной и керосиновой фракций в их присутствии являются топлива, удовлетворяющие требованиям, предъявляемым к арктическому дизельному и реактивному топливам, что для России, учитывая ее суровые климатические условия, чрезвычайно важно.

Технический регламент ограничивает содержание серы в бензинах 3...5 классов. При использовании классических катализаторов исходное сырье предварительно подвергают глубокой гидроочистке. Катализаторы на основе элементоалюмосиликатов цеолитной структуры не только не подвержены отравлению сернистыми соединениями, но и способствуют в процессе реакции образованию сероводорода, который удаляется с газообразными продуктами процесса. Испытания в процессе превращения прямогонной бензиновой фракции (без водорода) высокосернистого сырья с использованием катализатора КН-2 показали, что происходит не только существенное повышение детонационной стойкости получаемого продукта, но и значительное снижение содержания в нем серы. Концентрация серы в катализате составило всего 6 ррт, что удовлетворяет требованиям технического регламента к бензинам 5 класса.

Для решения проблемы рационального использования ПНГ на базе OAO «НЗХК» совместно с ИХН CO PAH в 2011 г. начаты исследования по разработке новых катализаторов для процесса превращения пропан-бутановой фракции в жидкие углеводороды. Результаты испытаний опытного образца катализатора КН-17 показывают, что при однократном проходе пропан-бутановой фракции (с содержание этана около 12%) через слой катализатора при температуре 600°С, объемной скорости 200 ч<sup>-1</sup> и атмосферном давлении селективность образования ароматических углеводородов достигает 48,7% при степени конверсии исходного сырья 99%.

Таким образом, полученные результаты испытаний катализаторов на основе элементоалюмосиликатов серии КН (КН-1, КН-2, КН-4, КН-7, КН-17) свидетельствуют о перспективности их применения в процессах облагораживания и гидрооблагораживания бензиновых фракций, каталитического облагораживания дизельных и керосиновых фракций нефти и газового конденсата, каталитической конверсии ПБФ в ароматические углеводороды, являющиеся ценным сырьем для нефтехимии и органического синтеза. В связи с этим в ОАО «Новосибирский завод химконцентратов» начата работа по промышленному освоению производства катализаторов нового поколения — элементоалюмосиликатов со встроенными в кристаллическую решетку цеолита гетероэлементами.

Существующие технические возможности позволяют уже сейчас производить катализаторы в промышленном объеме, которые могут быть использованы нефтяными и газовыми компаниями, занимающимися переработкой природного углеводородного сырья в товарные продукты с высокой добавленной стоимостью.

#### Список литературы

- 1. *Технический регламент* «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и топочному мазуту». Утв. постановлением Правительства РФ от 27 февраля 2008 г., № 118.
- 2. *Ионе К.Г.* Полифункциональный катализ на цеолитах /Под. ред. д.х.н. В.Д. Соколовского//Новосибирск: Наука, 1982. 272 с.
  - 3. Суханов В.П. Каталитические процессы в нефтепереработке. М.: Химия, 1979.
- 4. *Нефедов Б.К.* Перспективы развития процессов нефтепереработки в России на пороге XXI века//Нефтехимия. 1999. Т. 39. № 5.
- 5. Левинбук М.И., Нетесанов С.Д., Лебедев А.А., Бородачева А.В., Сизова Е.В. Некоторые стратегические приоритеты российского нефтегазового комплекса//Нефтехимия. 2007. Т. 47. № 4.

Новосибирский завод химконцентратов, OAO Россия, 630110, г. Новосибирск, ул.Б. Хмельницкого, 94 т.: +7 (383) 274-8346, ф.: +7 (383) 274-3071 nzhk@nccp.ru www.nccp.ru



#### Анализ методов сероочистки попутного нефтяного газа. (ООО «ПНГ сероочистка»)

ООО «ПНГ сероочистка», Семенова Лилия Альфатовна, Специалист по сероочистке

Ключевые Попутный нефтяной газ является ценным углеводородным компонентом, выделяющийся при добыче нефти. В настоящее время все больше и больше внимания уделяется рациональному использованию всех добытых углеводородов, их переработке и экологически безопасной утилизации отходов.

ВАРИАНТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ (	ВАРИАНТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ (ПОЛЕЗНОЙ УТИЛИЗАЦИИ) ПНГ								
Сдача в магистральный трубопровод	<ul><li>ГАЗПРОМ</li><li>Местные сети</li></ul>								
Газоразделение	<ul> <li>Переработка на ГПЗ</li> <li>Переработка на Мини-ГПЗ</li> <li>Разделение на ДКС</li> <li>ЗЅ-технология</li> </ul>								
Производство сжиженного газа	Перспективная (мало занятая) ниша								
GTL – технологии (Gas to liquids)	<ul> <li>Переработка в синтез-газ</li> <li>Получение метанола</li> <li>Переработка в жидкие углеводороды</li> </ul>								
Генерация энергии	<ul> <li>Выработка собственной электроэнергии</li> <li>Выработка тепловой энергии</li> <li>Получение кинетической энергии (двигатели насосных станций на смешанном топливе)</li> </ul>								
Закачка в пласт для поддержания давления	<ul> <li>Очень затратный вариант, в России мало применяемый</li> </ul>								
Закачка во временные подземные хранилища	• ГАЗПРОМ-ПХГ								

Добыча ПНГ, его использование и сероочистка – это неразрывные процессы. Во-первых в исходном ПНГ часто присутствует сероводород, который вызывают быструю коррозию металлов. Таким образом, сероочистка необходима для того, чтобы сохранить оборудование, используемое при добыче и транспортировке ПНГ. Во-вторых, сероводород является очень токсичным газом. Таким образом,  $H_2S$  способен нанести серьезный урон экологической системе. Поэтому сероочистка является необходимой мерой при добыче и использовании ПНГ.

В настоящее время существует несколько методов сероочистки. Наиболее распространенными являются хемосорбционные процессы, сероочистка с помощью физических поглотителей, окислительные процессы, адсорбционная очистка.

процессы, адсороционная очис	МЕТОДЫ СЕРООЧИСТКИ									
Абсорбционная группа	Химическая абсорбция	С регенерируемым абсорбентом: водные растворы аминов (МЭА, ДЭА, МДЭА, ТЭА, ДГА, ДИПА)								
	Физико-химическая абсорбция	<ul> <li>Поглотители при пониженных температурах</li> <li>Поглотители при повышенном давлении</li> <li>Алифатические спирты</li> <li>Эфиры гликолей</li> <li>Гетероциклические соединения</li> </ul>								
	Физические абсорбенты									
Адсорбционная группа	Цеолиты	С регенерацией								
	Сорбенты	С заменой использованного сорбента								
Окислительная группа	Жидкофазное окисление (Lo-Cat)	Реакция с хелатом железа								
	Прямое окисление H2S	Твердый катализатор								
	Восстановительные процессы	Алюмокобальтмолибденовый катализатор								

методы сероочистки							
Прочие	Биологические Активированными углями						
	Мембранные технологии						

При выборе метода сероочистки ПНГ, необходимо учитывать следующие параметры:

- объем утилизируемого ПНГ;
- количество извлекаемой из газа сероводорода один из основных показателей;
- состав ПНГ, в т.ч. содержание жирных газов, сероводорода, СО<sub>2</sub> и меркаптанов;
- наличие инфраструктуры на месторождении;
- наличие отходов и способ их утилизации.

Основные характеристики методов сероочистки углеводородных газов

Технологии	Maa	ca H <sub>2</sub> S	Очистк		ение			Селективность	<b>Глеводород</b>	
сероочистки	до очис	са п <sub>2</sub> S стки, г/м <sup>3</sup>	а до, г/м <sup>3</sup>	газа,	МПа	газа	ратура ı, <sup>0</sup> С	извлечения Н <sub>2</sub> S	активность реагента	Отходы
	min	max		min	max	min	max			
Аминовая	0,02	1000	0,007	0,1	5,5	+20	+70	Не селективен	•	Требуется дополнительная переработка кислых газов после регенерации
Щелочная Sulfurex	0,01	80	0,001	0,1	2,0	+5	+50	Регулируемая	Низкая	Не токсичный и взрывобезопасный сток, закачивается в пласт
Бишофитно- содовый метод	0,005	30	0,00002	0,1	10	-5	+55	Не регулируемая	Низкая	Твердый шлам, либо водно-солевой раствор (утилизируется вместе с подтоварными водами промысла)
Физическая абсорбция	0,7	20	0,005	2	7,5	-70	+35	В зависимости от сольвента		Требуется переработка кислых газов после регенерации
Адсорбция цеолиты	0,001	Не регламен -тируется	0,00014	4	6	+30	+40	Селективность зависит от марки цеолита в соответствии с размером извлекаемых молекул	Низкая	Требуется утилизации отработанного поглотителя
Адсорбция угли	0,001	Не регламен -тируется	0,0008	0,1	8	+20	+50	Средняя: полярные молекулы сорбируются плохо	Низкая	В зависимости от марки угля может требовать специальных методов утилизации
Окисление с хелатом железа (Lo-Cat)	0,7	20	0,02	0,1	-	+10	+35	Средняя	Средняя	Безвредные целевые и побочные продукты
Прямое окисление H <sub>2</sub> S	0,08	500	0,0005	0,1	4	+200	+400	Высокая: CO <sub>2</sub> выводится с потоком очищенного газа	Низкая	Требуется утилизации отработанного поглотителя
Мембранная технология	-	100	0,02	1,4	7,6	12	+35	Высокая: определяется выбором материала мембраны	Отсутствует реагент	Требуется переработка кислых газов

Компания ООО «ПНГ сероочистка» провела анализ известных методов сероочистки используемых в мире и России, в том числе по параметрам *сарех* и *орех*. Основным выводом работы стало то, что сероочистка в настоящее время является весьма дорогим удовольствием. В случае крупных месторождений газов или значительных потоков попутного нефтяного газа, когда экономика таких месторождений позволяет использовать методы физической, физико-химической или химической переработки - сероочистка обычно входит на начальной стадии проектирования, с изначальным инвестированием значительных средств в создание современных установок по переработке этих газов.

Для освоения малых и средних нефтегазовых месторождений в настоящее время покоряют рынок блочно-модульные установки сероочистки. Одним из перспективных методов очистки ПНГ можно назвать щелочной метод сероочистки *Sulfurex*®. В планах российских и голландских специалистов создать типоразмерный ряд блочно-модульных установок сероочистки, с возможностью применения нескольких рабочих жидкостей (реагентов), имеющих различные свойства, такие как бишофитно-содовый раствор, различные вариации NAOH с возможностью регенерации и очистки воды.



Уникальность щелочного метода  $Sulfurex^{\$}$  в том что, за счет точной работы автоматики установки, расход гидроксида натрия будет существенно ниже ожидаемого. Понижение расходы достигается за счет точного расчета селективности реакций, так как реагировать с сероводородом, понижая его содержание в ПНГ, внутри скрубберов, будет не только гидроксид натрия, но и карбонат натрия, полученный в результате частичного взаимодействия с углекислым газом.

Химическая абсорбция сероводорода едкой щелочью NaOH происходит с получением гидросульфида (NaHS) натрия и карбоната натрия (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) по следующим реакциям:

$$H_2S + NaOH \rightarrow NaHS + H_2O$$
 (1)

Во второй реакции щелочь частично взаимодействует с углекислым газом, при этом расход реагента минимален и учтен применяемым при расчете необходимого количества щелочи коэффициентом 1,2:

$$CO_2 + 2NaOH \rightarrow Na_2CO_3 + H_2O$$
 (2)

В процессе взаимодействия также образуются сульфид натрия ( $Na_2S$ ) и гидрокарбонат натрия ( $NaHCO_3$ ) по следующим реакциям:

$$H_2S + 2NaOH \rightarrow Na_2S + 2H_2O$$
 (3)

$$CO_2 + NaOH \rightarrow NaHCO_3$$
 (4)

Образовавшийся карбонат натрия частично вступает в реакцию с сероводородом с получением гидросульфида натрия и гидрокарбоната натрия:

$$Na_2CO_3 + H_2S \rightarrow NaHS + NaHCO_3$$
 (5)

Гидрокарбонат натрия образуется по реакции взаимодействия карбоната натрия и углекислого газа в присутствии молекул воды:

$$CO_2 + Na_2CO_3 + H_2O \rightarrow 2 NaHCO_3$$
 (6)

Основными реакциями всего процесса сероочистки являются реакции 1 и 5, где происходит химическое связывание сероводорода. Селективная десульфуризация возможна из-за различия физических и химических свойств углекислого газа и сероводорода. Курс химического процесса (в пользу сероводорода или углекислого газа) зависит от концентрации газов, уровня рH, температуры и давления системы. Данные все параметры учитывает автоматика и регулирует процесс в пользу уменьшения расхода гидроксида натрия.

#### Преимущества установки сероочистки по технологии Sulfurex®:

**Простая и прочная** конструкция емкостей и основных элементов из коррозионностойкого пластика (*что существенно снижает металлоемкость*)

**Модульная система** собрана **в транспортабельных блоках** *(стандартные морские контейнеры)*, сразу оснащенных системами электроснабжения, обогрева, вентиляции, пожаро- и взрывозащиты

Низкие инвестиционные затраты, связанные с доступной ценой установки

Адаптация к любым условиям эксплуатации

**Надежность**, простота и низкая стоимость эксплуатации и технического обслуживания, полностью автоматический режим работы

Высокая избирательность к сероводороду в присутствии СО2

Отсутствие вредных химических отходов

Минимальная потеря давления потока ПНГ

ООО «ПНГ сероочистка»

Юридический адрес: 143006, МО, г.Одинцово, ул. Союзная, д.8 Почтовый адрес: 143006, МО, г.Одинцово, ул. Союзная, д.8

Факс: +7(495)593-14-21 Тел: +7-985-188-85-78 E-mail: info@h2s.su www.cepooчистка.pф www.sulfurex.ru www.h2s.su



## Энергоэффективные решения утилизации попутного нефтяного газа (ПНГ) на основе микротурбин. (ООО «БПЦ Инжиниринг»)

ООО «БПЦ Инжиниринг», Скороходов Александр, Генеральный директор

Ключевые задачи предприятий нефтегазового комплекса на ближайшие годы определены необходимостью утилизации и переработки попутного нефтяного газа. На протяжении многих лет нефтегазовый комплекс оставался основным загрязнителем воздуха и окружающей среды за счет повсеместного сжигания больших объемов попутного нефтяного газа. На его долю приходилось до 30% вредных выбросов всего промышленного комплекса страны. В то же время специфика добычи ПНГ заключается в том, что он является побочным продуктом добычи нефти. Отсутствие инфраструктуры для его сбора, подготовки, транспортировки и переработки долгое время были основной причиной нерационального использования ПНГ.

#### Проблемы нефтегазовой отрасли

- Высокая энергоемкость добычи нефти и газа
- Низкий уровень рационального использования ПНГ
- Высокий уровень загрязнения окружающей среды
- Увеличение штрафов за нерациональное использование более 5% ПНГ с 2012 года
- Необходимость долгосрочных инвестиций в программы утилизации ПНГ
- Потребность в энергоэффективных решениях утилизации ПНГ

#### Преимущества автономных электростанций на попутном нефтяном газе

- Низкая себестоимость электрической и тепловой энергии
- Повышение экологичности производства
- Быстрая окупаемость
- Оптимизация энергозатрат
- Снижение издержек нефтедобычи
- Повышение энергоэффективности в нефтегазовой отрасли

#### ТЕХНОЛОГИИ И ОБОРУДОВАНИЕ

Сложившиеся рыночные цены на ПНГ сделали невыгодным процесс его транспортировки и переработки на газоперерабатывающих заводах. Одним из эффективных путей использования попутного нефтяного газа и минимизации вредных выбросов в атмосферу является выработка электроэнергии и тепла для обеспечения собственных нужд нефтегазовых месторождений. Сегодня подобные проекты реализует большинство крупных представителей нефтегазового комплекса, среди которых: ЛУКОЙЛ, ГАЗПРОМ, ТНК-ВР, РУССНЕФТЬ, Татнефть, НОВАТЭК, ИТЕРА, ТАТЕХ и др.

Несмотря на востребованность автономных источников энергии, интенсивное развитие автономной генерации долгое время сдерживалось слабой отечественной материально-технической базой. Традиционное генерирующее оборудование - промышленные газотурбинные установки, газопоршневые и дизельные генераторы, к сожалению, не всегда отвечают требованиям надежности и энергоэффективности объектов нефтегазовой инфраструктуры. В частности, до сих пор существует проблема подбора генерирующего оборудования для автономных электростанций небольших нефтегазовых объектов в диапазоне мощностей до 10-20 МВт. Ранее для обеспечения потребностей таких объектов использовались большие газотурбинные установки. Имея большую, чем необходимо, мощность, они эксплуатировались на низкой нагрузке, что сводило на нет экономику их применения. Другим вариантом было использование авиационных или судовых двигателей, находящихся в заданном диапазоне мощностей, но имеющих низкие показатели эффективности и слабые эксплуатационные характеристики.

Применение микротурбин открывает широкие возможности для эффективной утилизации попутного нефтяного газа. Производство электричества из практически бросового сырья позволяет снизить себестоимость собственной электроэнергии месторождений в 2-3 раза по сравнению с сетевыми тарифами, что ведет к значительному снижению энергоемкости нефтедобычи в целом и позволяет избежать экологических штрафов. Электростанции на основе микротурбин отвечают самым жестким требованиям по энергобезопасности и экологичности. Главным достоинством микротурбин при реализации проектов утилизации ПНГ является способность работать на неподготовленном попутном газе с переменным компонентным составом, различной теплотворной способностью и содержанием сероводорода до 7%. Особенности конструкции двигателей и применение специальных антикоррозийных материалов дают возможность сжигать попутный газ в установках напрямую без предварительной газоочистки. При этом полностью исключен риск повреждения двигателя вследствие низкого качества топлива, что выгодно отличает их от газопоршневых агрегатов, способных работать только на магистральном газе или очищенном ПНГ с содержанием Н2S не более 0,1%. Это позволяет сэкономить на строительстве сложной системы газоочистки и ее последующей эксплуатации, сократив затраты на обслуживание всей системы в 3-4 раза по

сравнению с газопоршневыми решениями. В результате срок окупаемости электростанций на базе микротурбин составляет в среднем 2-4 года.

#### ОПЫТ

Энергоцентры на базе микротурбин Capstone функционируют на месторождениях крупнейших нефтяных компаний, таких как ОАО «ТНК-ВР», ОАО «ЛУКОЙЛ», ОАО «Татнефть», ЗАО «ТАТЕХ», НГК "ИТЕРА". Примерами решения проблемы утилизации попутного газа с помощью инновационных микротурбинных технологий могут служить уже построенные электростанции, среди которых энергоцентры Онбийского и Погромненского нефтяных месторождений, эксплуатирующиеся уже более 4 лет. На территории установки предварительного сброса воды (УПСВ) «Шемети» ООО «УралОйл» в октябре 2009 года было завершено строительство первой в Прикамье микротурбинной электростанции мощностью 130 кВт, способной без специальной системы очистки перерабатывать весь попутный газ Шеметинского месторождения, а это около 500 тыс. кубических метров в год. На сгенерированной таким образом энергии работают насосы системы поддержания пластового давления, ежегодно экономя предприятию, с учетом платежей за сверхлимитные выбросы, более 2 млн. рублей. Микротурбинный энергоцентр Восточно-Сотчемью-Талыйюского нефтяного месторождения ЗАО "Печоранефтегаз" использует в качестве топлива попутный нефтяной газ с содержанием сероводорода 1,15% напрямую с сепаратора. Эксплуатационные характеристики микротурбин оценили многие нефтегазодобывающие компании, и сегодня они внедряются на целом ряде нефтепромыслов: Никольском нефтяном месторождении ОАО "Богородскнефть", Полазненском, Мало-Усинском, Кустовском и других нефтяных месторождениях ООО "ЛУКОЙЛ-Пермь" в Пермской области, Гарюшкинском нефтяном месторождении ЗАО "ПермьТОТИнефть", Урмышлинском месторождении ЗАО «Татойлгаз» и других. На сегодняшний день для реализации проектов утилизации ПНГ на территории России поставлены около 100 микротурбин Capstone совокупной электрической мощностью более 13 МВт, способных в общей сложности утилизировать порядка 38 млн. куб. м попутного нефтяного газа ежегодно.

БПЦ Инжиниринг, ООО Россия, 109028, г.Москва, ул. Земляной Вал, д. 50А/8, стр. 2 т.: +7 (495) 780-3165, ф.: +7 (495) 780-3167 energy@bpc.ru www.bpcenergy.ru

#### Оборудование Duiker (Нидерланды) для утилизации сероводорода. (ООО «ТИ-СИСТЕМС»)

ООО «ТИ-СИСТЕМС», Ермаков Илья Владимирович, Генеральный директор

Группа компаний «ИРИМЭКС» и компания «ТИ-Системс» является партнером голландского производителя горелок компании Duiker Combustion Engineers.

Компания Duiker Combustion Engineers пользуется заслуженной репутацией в области технологии горения с 1950-х годов. Технология может изменяться, но основные традиционные ценности остаются неизменными — эффективность, надежность и безопасность. Основными направлениями деятельности компании являются проектирование, поставка и монтаж широкого ряда технологических горелок для сжигания жидкого и газообразного топлива, используемых во всем мире в нефтегазоперерабатывающей и химической отраслях промышленности. Профессиональная команда инженеров компании всегда сумеет предложить вам уникальное, экономически оправданное и экологически безопасное решение, разработанное применительно к конкретным требованиям вашей компании.

На работу оборудования по рекуперации серы влияет множество факторов, в частности, наличие примесей в питающем газе, повышенные требования к надежности и пропускной способности, которые постоянно требуют оптимизации конструкции и воплощения найденных решений. В компании Duiker практикуется метод многократного посещения объектов на месте эксплуатации, что обеспечивает полную сопричастность и реальную обратную связь с нашим отделом перспективного проектирования. Это упреждающий научный подход, который дает намного больше, чем просто предоставление решения конкретных проблем - благодаря ему мы занимаем передовые позиции в инновационной деятельности и являемся несомненным лидером в области технологии оборудования для сжигания топлива в установках регенерации серы.

Специализированная команда инженеров компании Duiker успешно выполнила тысячи проектов во всем мире, но это не значит, что они просто предоставляют типовые решения. Каждая компания располагает уникальным набором технических проблем, и поэтому они используют сведения, полученные от потребителя, для предоставления ему необходимой информации в ходе каждого этапа выполняемого проекта. Преимущества очевидны: специализированное проектирование оборудования обеспечивает оптимальную эффективность технологического процесса, надежность и функциональную гибкость. Положительное влияние на ваши итоговые показатели тоже не вызывает сомнений: сокращаются внеплановые простои, предупреждается возникновение неблагоприятных условий эксплуатации для последующего оборудования, и повышается производительность установки регенерации серы. Компания Duiker — верный стратегический партнер, которому вы можете поручить разработку и поставку наилучшего решения для вашей компании на современном техническом уровне.

Первоначальный портфель заказов в 1950 годах состоял из основного линейного генератора, газовосстановителя и инсинераторных горелок. С тех пор многое изменилось. Мировой опыт и концентрация инновационной деятельности на технологических вопросах позволили преодолеть ограничения в конструкции горелки - как при использовании обычного воздуха, так и для обогащенного воздуха или чистого кислорода. В частности, компании Duiker принадлежит мировое первенство в создании горелок, использующих обогащение кислородом, для установок регенерации серы. В настоящее время компания Duiker выполняет поставки оборудования для сжигания топлива с наилучшим качеством в отрасли - от самых небольших горелок, рассчитанных на переработку трех тонн серы в день, до основных горелок, способных перерабатывать 2000 тонн в день.

Компания Duiker установила прочные партнерские связи с поставщиками вспомогательного оборудования, и мы являемся основным международным поставщиком оборудования, изготовленного для нескольких лицензированных процессов. Благодаря этому компания занимает выгодное положение для оказания помощи вашей компании в достижении наилучшего из возможных решений. Независимо от того, что вам нужно - одна единица оборудования или комплектный агрегат, завершенный объект или партнер для полного сопровождения вашего проекта от первоначального замысла до запуска - знания и технический опыт компании Duiker и ее партнеров помогут получить полноценное специализированное решение.

Этот вопрос уже не обсуждается - все действующие в настоящее время компании должны принимать во внимание экологические проблемы, в частности, глобальное потепление, а также загрязнение воздуха, воды и почвы. В связи с этим компания Duiker упорно работает над созданием решений, которые не ограничивались бы просто оказанием помощи компаниям в удовлетворении все более строгих требований законодательства о борьбе с вредными выбросами. В состав наших решений входят и другие особенности, которые повышают общую эффективность предприятия и обеспечивают комплексную экономию затрат.

Уникальность подхода компании Duiker к процессу горения заключается, прежде всего, в применении высокоинтенсивных методов смешивания - эта технология заложена в основу эффективности всех наших технологических горелок. В качестве примера можно отметить экстремально высокую эффективность основной, линейной и инсинераторной горелок Duiker. Характеристики режимов смешивания в наших горелках и камерах обеспечивают их исключительную надежность и позволяют достичь минимально возможных выбросов вредных веществ. Наряду с этим в разработанных нами процессах дожига

используется множество технических новшеств, что повысило экономическую целесообразность конструкции.

Одним из таких новшеств является процесс инсинерации аммиака. В этом процессе инсинерация потока, содержащего  $NH_3$ , осуществляется отдельно, что устраняет выбросы  $NO_X$  и  $NH_3$ , которыми обычно сопровождается дожиг аммиака.

В результате снижаются капитальные затраты благодаря уменьшению размеров установки регенерации серы, сокращается объем технического обслуживания за счет предотвращения образования солей в установке Клауса, что обеспечивает эксплуатационную надежность технологической установки в целом, устойчивость к нарушениям режима на предыдущих технологических операциях, снижение выброса дымовых газов и экономию энергозатрат. И самое привлекательное: этот процесс не предназначен исключительно для новых установок регенерации серы - он разработан, главным образом, для модернизации существующих производств.

Независимо о того, в каком из процессов применяется наша технология, в результате будут получены объективные преимущества как в эксплуатационном, так и в затратном плане:

- Низкий уровень выбросов
- Отличная стабильность пламени
- Высокие коэффициенты использования
- Способность противостоять сбоям на предшествующих технологических операциях
- Небольшой объем технического обслуживания
- Низкая стоимость владения
- Экономия энергозатрат

Очевидно, что движущей силой поиска инновационных концепций, в котором непрерывно находится компания Duiker, является настойчивое стремление обеспечить защиту окружающей среды за счет применения передовых технологических процессов горения. Этим обеспечивается беспроигрышный выбор наших потребителей — вкладывая средства в приобретение горелки Duiker, вы активно учувствуете в процессе снижения уровня выбросов вашего предприятия с одновременным повышением надежности и снижением энергозатрат.

Не вызывает сомнений то, что техническая поддержка является ценным ресурсом для любого предприятия, которое стремится получить максимальную отдачу от своей установки регенерации серы. Мы располагаем большим опытом в идентификации возможностей для оптимизации предприятия и в оказании помощи руководству предприятия при поиске приемлемых альтернатив. Например, модернизация существующего оборудования для сжигания топлива с применением обогащения кислородом, или даже без него, может стать экономически целесообразным вариантом для нефтеперерабатывающего предприятия, обеспечив повышенную пропускную способность установки регенерации серы при одновременном значительном снижении себестоимости.

В компании Duiker работают высококвалифицированные инженеры-наладчики, которые могут осуществлять руководство работами по монтажу, сдаче в эксплуатацию, запуску, регулированию, обеспечению безопасности, техническому обслуживанию и модернизации оборудования для сжигания топлива в целом и оборудования для регенерации серы в частности. Но кроме этого, они способны на большее – компания Duiker может организовать профессиональную подготовку ваших операторов с целью оптимизации эксплуатации оборудования, чтобы обеспечить максимально возможную безопасность и надежность. Это поможет значительно сократить время внеплановых простоев и максимально увеличить окупаемость оборудования.

Компания Duiker часто выполняет поставки основных и инсинераторных горелок для установок регенерации серы, а также установок очистки остаточных газов, отличные эксплуатационные качества которых пользуются всеобщим признанием. Менее известным является то, что качество линейных горелок обеспечивается также интенсивным смешиванием газов, которое помогает предупредить образование SO<sub>3</sub>. Кроме того, пониженный прорыв кислорода, присущий этим высоконадежным горелкам, оказывает решающее воздействие на срок службы катализатора. Мы располагаем общирным опытом проектирования горелок и камер любого типа для установок регенерации серы. Поручите нам разработку вашего следующего решения по сжиганию топлива, чтобы получить наилучшие показатели производительности, надежности и безопасности среди доступных на рынке предложений. Вы получите множество преимуществ как в плане эффективности, так и в плане затрат.

Дополнительная информация на сайте www.tisys.ru

TИ-СИСТЕМС, ООО

Россия, 107497, г. Москва, 2-й Иртышский проезд, д. 11/17, б/ц «БЭЛРАЙС» т.: +7 (495) 500-7154, 500-7155, 748-8454, 748-9626 ie@tisys.ru info@tisys.ru www.tisys.ru

#### Горелки и камеры сгорания Combustion Solutions (Австрия). (ООО «ТИ-СИСТЕМС»)

ООО «ТИ-СИСТЕМС», Ермаков Илья Владимирович, Генеральный директор

Компания «ТИ-Системс» представляет в России австрийского производителя горелок и камер сгорания компанию Combustion Solutions.

CS COMBUSTION SOLUTIONS было основано командой опытных специалистов,

которые свой богатый опыт и компетенцию выработали в ходе многолетней деятельности в сфере техники сжигания.

Как член группы UNITHERM CEMCON, которая с 1946 года успешно ведет разработки горелок, печей и камер сгорания, компания CS может опираться на обширные ноу-хау в сфере создания котлов, вращающихся печей и горелок. Команда CS COMBUSTION COLUTIONS имеет более чем 20 летний опыт инжиниринга, поставки и ввода в эксплуатацию горелок и камер сгорания для:

- серы, отработанной кислоты и кислого газа
- отработанного газа и воздуха
- сточной воды
- опасных и специальных жидких отходов
- пастообразных жидких отходов

CS COMBUSTION SOLUTIONS планирует и поставляет горелки для спец. применения диапазоном мощности от 1 до 90 MB. Горелки индивидуально подгоняются к пожеланиям и требованиям заказчика. SWB-горелки имеют огромное преимущество в том, что большое количество стандартного и спец.горючего может сжигаться непосредственно или одновременно в горелке.

Сфера применения:

- промышленные котлы
- вращающиеся трубчатые печи
- циркулирующий вихревой слой
- печи, статические камеры сгорания
- печи
- О2-применение

#### Топливо:

- стандартное топливо такое как природный газ, дизель, мазут-S, ...
- отработанные кислоты, кислоты и щелочи
- коксующиеся газы, слабые, синтезированные газы, Н2S-газы, слабые газы
- сера, отходы с содержанием брома и азота
- сточные воды, растворимые вещества, хлорированные и галогеновые газы и жидкости

#### Характеристики:

- разные материалы горелки (углеродистая, нержавеющая сталь, сплавы ...)
- конструкция согласно EN-, ASME- и ГОСТ-стандартам
- конструкции для воздействия высоких температур и давлений
- различные системы жиклеров для обеспечения наилучшего качества распыления

CS COMBUSTION SOLUTIONS это Ваш эксперт по термическому оксидированию жидкостей, газов и пылеобразных твердых веществ, которые как побочные продукты образуются в ходе переработки нефтехимической, химической и фармацевтической промышленности.

CS поставляет печи для следующего применения: производства серной кислоты, SO2-производства, регенерации отработанной кислоты, термоутилизации отходящих газов, термоутилизации опасных жидких отходов, утилизации сточной воды.

Команда компании CS имеет 20-ий опыт дизайна и поставоксистем сжигания и печей. CS может поставлять комплексные камеры сгорания — начиная с инжиниринга и заканчивая вводом в эксплуатацию: оценка постановки проблемы, план и дизайн камеры сгорания и системы сжигания вместе с трубками для топлива, статический расчет, симуляция компьютерного применения для изображения потоков материалов, детальный инжиниринг, выбор материалов для внутренней обшивки, изготовление согласно необходимым предписаниям, транспорт, монтаж и ввод в эксплуатацию. CS имеет возможность предлагать печи и камеры сгорания для термического оксидирования следующих отходов: серы, отработанной кислоты и кислого газа (до 20 % содержания SO2-в топочном газе), хлорированного отработанного газа и воздуха, сточной воды, животного жира, опасных и специальных жидких отходов с высоким содержанием хлоридов, солей, брома и фтора, использования слабого NOx.

CS COMBUSTION SOLUTIONS выбирает – в зависимости от сферы применения – оптимальную для Вас систему распыления. Чтобы всегда обеспечивать оптимальное соотношение между результатом распыления и расходом среды, используются либо жиклеры предварительного смешивания двух видов топлива, жиклеры под давлением, либо ультразвуковые жиклеры.

CS предлагает как системы жиклеров/трубок для SWB-горелок, так и системы топлива прямо в камеры сгорания. Дополнительно компания CS использует жиклеры для следующего применения:

- впрыскивания аммиака для SNCR-установок
- охлаждения дымового газа
- впрыскивания известкового молока для полусухой десульфитации
- рабочего применения для пищевой и химической промышленности

Ультразвуковые распылительные жиклеры типа CS для высоковязких и загрязненных сред, а также для стандартного топлива. Жиклер для двух видов топлива – смешивание жидкости и распылителя вне жиклера, расход среды до  $10.000~\rm kr/ч$ .

Жиклер предварительного смешивания типа SL для чистых и среднезагрязненных сред. Жиклер для двух видов топлива—смешивание жидкости и среды распылителя в камере смешивания. Очень низкая потребность в распылителе (прим. 4–6 %), расход среды до 10.000 кг/ч.

Жиклер для отходов типа DDM-X для высоковязких и загрязненных сред. Жиклер для двух видов топлива – смешивание жидкости и среды распылителя в жиклере. Никаких внутренних устройств в жиклере, расход среды до  $10.000~\rm kr/ч$ .

Жиклер распылителя под давлением типа ZL для чистых сред. Жиклер для одного вида топлива – не нужна среда распылителя. Регулируемый в работе макс. диапазон регулирования 1:8, расход среды до 15.000 кг/ч.

Специально для подачи высоковязких шламов компания CS COMBUSTION SOLUTIONS разработала трубку для шламов. Трубка отличается прочной и простой конструкцией и применяется преимущественно для подачи пастообразных и высоковязких шламов.

Дополнительная информация на сайте www.tisys.ru

ТИ-СИСТЕМС, ООО

Россия, 107497, г. Москва, 2-й Иртышский проезд, д. 11/17, б/ц «БЭЛРАЙС» т.: +7 (495) 500-7154, 500-7155, 748-8454, 748-9626 ie@tisys.ru info@tisys.ru www.tisys.ru



## Опыт участия предприятия ДонОРГРЭС в реализации новых технологий по сжиганию низкореакционных углей на ТЭС Украины и за рубежом (ГП «ДонОРГРЭС»)

Романов Николай Васильевич заместитель главного инженера ГП «ДонОРГРЭС», Романов Андрей Николаевич инженер ГП «ДонОРГРЭС»

Ввод в эксплуатацию угольных тепловых электростанций в Украине осуществлялся в основном в 60-80г.г. прошлого столетия. В настоящее время замене подлежит более 40% всей установленной мощности пылеугольных ТЭС. Состояние безопасности тепловых электростанций в настоящее время определяется остаточным ресурсом работы энергоблоков и возможностями их модернизации или полной замены с использованием новых высокоэффективных технологий, отвечающим современным требованиям, как по технико-экономическим, так и экологическим показателям.

Модернизация энергетического оборудования тепловых электростанций производится в рамках Энергетической стратегии Украины разработанной до 2030г. Регламентирующими документами в области экологической безопасности являются технологическими нормативами, установленные для котлов различной паропроизводительности в зависимости от вида сжигаемого топлива, а также Директивой/80/ ЕС подписанной Украиной и Евросоюзом в рамках членства в Европейском энергетическом сообществе. Концепция реконструкции существующих пылеугольных ТЭС предусматривает:

- продления срока службы основного оборудования отработавшего свой парковый ресурс на 15-20 лет;
- увеличение располагаемой мощности энергоблоков;
- расширение регулировочного диапазона нагрузок;
- уменьшения подсветки газом или мазутом пылеугольного факела при сжигании низкореакционных топлив ухудшенного качества;
- снижение выбросов вредных веществ в атмосферу.

Основными технологическими мероприятиями, применяемыми в проектах реконструкции котлов, работающих на низкореакционных топливах антраците и тощих углях, являются:

- замена экранов топочной камеры на газоплотные;
- установка вихревых горелок двухпоточных по вторичному воздуху с тангенциальными завихривающими лопатками в периферийных каналах;
- замена отработавших свой ресурс элементов пароводяного тракта котла на новые элементы;
- модернизация систем подачи пыли высокой концентрации в горелки;
- внедрение автоматической системы управления оборудования блока АСУТП;
- модернизация или установка новых электрофильтров и др.

В тепловой энергетике Украины были реализованы проекты с применением современных технологий по сжиганию низкореакционных топлив с участием зарубежных фирм. Так, на энергоблоке ст.№4 Старобешевской ТЭС был введен в эксплуатацию котел с циркулирующим кипящим слоем атмосферного типа АЦКС по проекту немецкой фирмы Lurgi Lentjes AG (Германия). В объем реализации проекта также входило строительство сушилки фирмы SPS (Голландия) для подсушки влажного шлама, с дальнейшим его сжиганием в котле, как в чистом виде, так и в смеси с АШ в соотношении 85% и 15% соответственно. Для улавливания твердых частиц установлен электрофильтр фирмы Alstom (Швеция).

Для возможности использования в качестве топлива мокрых шламов с проектной влажностью 22,5%. Из прудов отстойников обогатительных фабрик на площадке угольного склада установлена сушильная установка. Производительность сушилки по сухому продукту составляет 220т/ч с влажностью 8%. В состав сушилки входит: система подготовки и транспортировки исходного влажного шлама и готового продукта, газогенератор с пылемазутной горелкой, сушилка барабанного типа, рукавный фильтр, мельницы, вентиляторы и дымосос.

Расчетная паропроизводительность котла составляет 670 т/ч параметрами пара: давление 13,8 МПа, температура перегретого пара и пара промежуточного перегрева 545  $^{0}$ C и 543  $^{0}$ C соответственно. Основные элементы котла: топка АЦКС, циклоны рециркуляции золы, тепловые затворы, теплообменники кипящего слоя, охладители золы образуют единую систему сжигания в котле с циркулирующим кипящим слоем.

Экономайзер, барабан, испаритель, пароперегреватели, промежуточный пароперегреватель, пароохлади-тели образуют единую пароводяную систему.

При пуске из холодного или горячего состояния для розжига котла и стабилизации горения твердого топлива в кипящем слое при низких нагрузках предусмотрено использование природного газа или мазута в качестве растопочного топлива и подсветки факела. Подавление образующихся в процессе горения оксидов серы происходит за счет ввода в топочную камеру АЦКС известняка. Низкий уровень образования оксида азота происходит за счет низкотемпературного сжигания с температурой в топке 850-900°С

В качестве инертного материала для первой загрузки используется песок, при эксплуатации – зола котла.

Котел АЦКС был изготовлен на котлостроительном заводе SES «TLmace» в Словакии. Принципиальная схема котла представлена на рисунке 1.

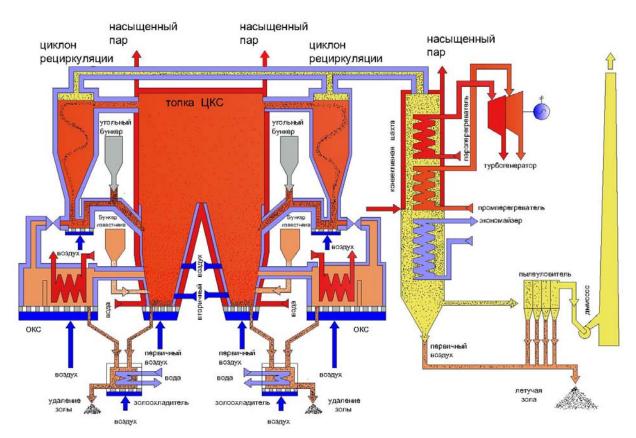


Рис. 1 Принципиальная схема блока АЦКС ст.№4 мощностью 215МВт на Старобешевской ТЭС

В процессе выполнения пусконаладочных работ было выполнено ряд реконструкций, позволивших повысить надежность работы, как собственно котла, так и его вспомогательного оборудования.

Гарантийные испытания котла проводились с целью подтверждение функциональных гарантий в соответствии с обязательствами Подрядчика выполнявшего контракт по реконструкции Старобешевской ТЭС при сжигании в качестве топлива отходов углеобогащения донецкого антрацита.

Для подтверждения реальной возможности технического перевооружения котлов работающих на низкореакционных углях энергоблоков 300 МВт Консорциумом немецких фирм Siemens, Babcock, GEC Alsthom, L&G Steinmuller был предложен пилотный проект реконструкции двухкорпусного котла ТПП-210«А» с установкой плечевой топки. Управление оборудованием блока осуществляется с помощью современной АСУ ТП

Целью реконструкции котла являлось внедрение принципиально новой технологии сжигания низкореакционных углей, восстановления паропроизводительности котла до расчетных значений при использовании АШ ухудшенного качества, а так же обеспечение условий работы топочной камеры без подсветки высокореакционным топливом в диапазоне нагрузок от 70% до 100% от Дн. Низшая теплота сгорания расчетного топлива (антрацит) равнялась 4490 ккал/кг.

Так же была выполнена реконструкция с заменой существующих электрофильтров с низкой эффективностью золоулавливания на новые электрофильтры фирмы Ротемюле (Германия).

По проекту на котле установлены 12 горелок фирмы L&G Steinmuller со стабилизаторами горения в выходной их части. В технологической схеме сжигания топлива предусмотрен ступенчатый ввод воздуха. Расчетный расход воздуха в горелках составляет 75% необходимого. В нижнюю часть предтопков предусмотрена подача золы из-под электрофильтров на дожигание. Зола в топку подается от золовых бункеров через золопитатели и систему золопроводов.

Система пылеприготовления осталась замкнутого типа со сбросом сушильного агента от вентиляторов горячего дутья в камеру дожигания котла через 8 сбросных сопел, установленных выше предтопков. По расчету при номинальной нагрузке котла и трех работающих мельницах через основные горелки подается до 90% угольной пыли, а остальные 10% пыли с сушильным агентом поступают в сбросные сопла. По проекту остаточная запыленность дымовых газов после электрофильтров составляет 50 мг/м³. Для контроля газообразных вредных веществ после электрофильтров установлен стационарный газоанализатор.

Принципиальная схемы котла ТПП-210«А» Змиевской ТЭС с плечевой топкой представлена на рисунке 2.

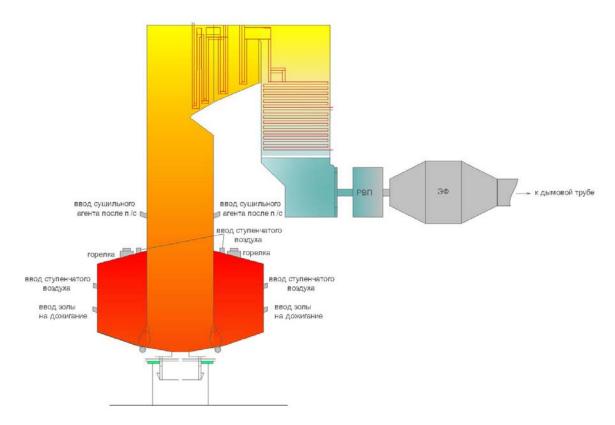


Рис. 2 Принципиальная схема котла ТПП-210 «А» Змиевской ТЭС с плечевой топкой

В период освоения котла на стадии пусконаладочных работ было выполнено ряд реконструкций, позволивших повысить надежность и экономичность его работы.

В реализации указанных проектов по техническому перевооружению котельного оборудования, ДонОРГРЭС осуществлял функции технического сопровождения проектов при их реализации с непосредственным участием в выполнении пусконаладочных работ и испытаний, в т.ч. гарантийных по украинским стандартам, а также немецким стандартам DIN 1942 и стандартам Евросоюза EN 12952.

В 2012г успешно был сдан в эксплуатацию энергоблок 300 МВт на ТЭС « Уонг-Би» (Вьетнам) после двух лет гарантийной эксплуатации . Предприятие Дон ОРГРЭС являясь подрядчиком российской компании ОАО «Силовые машины» выигравшей тендер на строительство выполняло функции головной пусконаладочной организации.

Вид энергоблока 300 МВт с барабанным котлом и топкой с твердым шлакоудалением представлен на фото (рисунок 3).

В соответствии с Контрактом строительство энергоблока осуществлялось под ключ («из рук в руки»). Тендерными требованиями предусматривалось разделение объекта на несколько отдельных Лотов. Лот М1по котельному оборудованию включал собственно котел, систему пылеприготовления, электрофильтры, тягодутьевые механизмы, мазутонасосную.

В соответствии с техническими спецификациями Контракта на ТЭС «Уонг-Би» для энергоблока 300 МВт должен быть установлен барабанный котел, сжигающий низкореакционный вьетнамский антрацит с выходом летучих 3-4% в топке с твердым шлакоудалением. Вьетнамский антрацит является одним из наиболее трудносжигаемых энергетических углей используемых в мировой энергетике.

ОАО ТКЗ «Красный котельщик» был спроектирован и поставлен на площадку головной котел типа Еп-920-17,6-543 АТ производительностью 920 т/ч рассчитанный на сжигание вьетнамского антрацита в топке с твердым шлакоудалением.

Традиционно в энергетике бывшего СССР для сжигания низкореакционного топлива применялись топки с жидким шлакоудалением. Выбор типа топки был обусловлен высокой температурой начала жидкоплавкого состояния золы  $1370~^{0}$ C.

Для сжигания антрацита с низким выходом летучих веществ (на уровне 3-4%) на котле применены двухпоточные вихревые горелки по вторичному воздуху.

Для повышения надежности циркуляции при давлении в барабане 195 кгс/см<sup>2</sup> экранные трубы в нижней чисти топочной камеры выполнены с внутренним оребрением.



Рис. 3 Фотография котла ТПЕ-318/СО ТЭС Уонг-Би (Вьетнам)

Подача пыли в горелки осуществляется системой подачи пыли высокой концентрации под давлением (ППВК).

Ряд вспомогательных систем котла оснащены оборудованием поставки зарубежных фирм. Так впервые в российской практике дымососы и дутьевые вентиляторы оснащены гидромуфтами немецкой фирмы KSB. Для обмывки топочных экранов и обдувки пароперегревателя и водяного экономайзера используются водяные пушки и обдувочные аппараты немецкой фирмы «CLYDE BERGEMAN». Горелочные устройства оборудованы электрическими запальными и датчиками контроля факела немецкой фирмы «DURAG». В качестве уловителя твердых частиц из потока дымовых газов применены электрофильтры, спроектированные ОАО «Гипрогазоочистка» с электродами, высоковольтным оборудованием и управляющим контроллером чешской фирмы «ZVVZ». Для очистки дымовых газов от оксидов серы на блоке установлена сероочистка японской фирмы «KAWASAKI».

В период проведения пусконаладочных работ на котле и вспомогательном оборудовании был выполнен ряд технических мероприятий конструктивного и режимного характера, позволивших подтвердить гарантийные показатели в соответствии с техническими спецификациями Контракта.

Специалисты Дон ОРГРЭС выполняли работы по анализу проекта, разработке программ ПНР и эксплуатационных инструкций, приемке оборудования из монтажа, обучению инженерно-технического и эксплуатационного персонала, комплекс пусконаладочных работ, режимная наладка и гарантийные испытания по основному и вспомогательному оборудованию, координация работ выполняемых специалистами других организаций.

Разработка программ гарантийных испытаний и их проведение выполнялось в соответствии с американским стандартом ASME. КПД котла «брутто» определялся по высшей теплоте сгорания топлива.

ДонОРГРЭС (Украина) - Государственное Донбасское предприятие по пуску, наладке, совершенствованию технологии и эксплуатации электростанций и сетей ДОНОРГРЭС Министерства топлива и энергетики Украины

Украина, 84601, Донецкая обл., г.Горловка, пр.Ленина, 4а

 $m.: +38\ (06242)\ 42232,\ +38\ (0624)\ 59-7947,\ \phi: +38\ (06242)\ 444-46,\ +38\ (0624)\ 522-548$ 

pm@donorgres.com.ua www.donorgres.com.ua

#### Очистка циклового воздуха в газотурбинных установках (ООО «НПП «ФОЛТЕР»)

Проволович Олег Васильевич, Технический директор, к.т.н, ООО «НПП «ФОЛТЕР»

В газотурбинных и компрессорных установках воздух используется как технологическая среда для процесса сгорания газа, который засасывается из атмосферы и проходит через элементы компрессорных и газотурбинных установок.

Атмосферный воздух всегда содержит какое-то количество пылевых частиц естественного происхождения, связанного с эрозией почв, генерацией различных пылей, растениями (пух, тополей, одуванчиков, пыльца и т.п.). Дополнительное загрязнение воздуха вызывается техногенными факторами, связанными с жизнедеятельностью человека (выхлопы от автотранспорта, вентиляционные выбросы промышленных предприятий и т.д.). Это приводит к тому, что воздух, содержащий пылевые частицы, попадает к движущимся или вращающимся элементам газотурбинных установок. Наличие в перемещаемом воздухе пылевых частиц приводит к абразивному износу и загрязнению элементов газовых турбин. Особенно характерен абразивный износ для лопаток газовых турбин, который влечет снижение к.п.д. всей газотурбинной установки.

Загрязнение элементов газотурбинных установок приводит также к дополнительным затратам, связанным с разборкой и очисткой этих элементов. По указанным выше причинам возникает необходимость очистки циклового воздуха в газовых турбинах.

Для очистки циклового воздуха применяются специальные воздухоочистные устройства. (ВОУ), которые представляют собой сооружение, соединенное коротким воздушным трактом с газотурбинной установкой. Воздухозабор в (ВОУ) осуществляется на высоте, как правило, не менее 8-10 метров. В верхней части (ВОУ) размещаются фильтры, которые защищаются от воздействия прямых атмосферных осадков (дождя и снега) с помощью специальных козырьков, жалюзийных каплеуловителей и т.п.

Выбор системы фильтрации (ВОУ) зависит от исходных данных: уровня чистоты воздуха, поступающего в турбину после очистки и уровня запыленности атмосферного воздуха, поступающего на систему фильтрации.

В СССР требования очистки воздуха в (ВОУ) газотурбинных установок регламентировались ГОСТ 29328-92, в соответствии с которым воздух должен быть очищен до концентрации  $0,3\,\mathrm{mr/m^3}$  и от частиц крупнее 20 мкм.

Указанное требование по очистке циклового воздуха являлось очень грубым, что в дальнейшем повлекло его ужесточение.

Другим требованием, определяющим выбор системы очистки циклового воздуха в газовой турбине, является запыленность воздуха в месте ее расположения.

В рассматриваемом нами случае газотурбинные установки выступают или как энергетические установки (для производства электроэнергии и тепла), или как установки, расположенные на компрессорных станциях, осуществляющих перекачку природного газа по газопроводам.

Газотурбинные агрегаты, как элементы компрессорных станций, могут располагаться в отдаленных районах Сибири, а также степных районах России, Украины, Белоруссии и Европы, а также странах Средней Азии. Энергетические газотурбинные установки чаще всего располагаются на территории ТЭЦ, ГРЭС, крупных котельных или промышленных предприятий, когда энергетическая установка компенсирует нехватку электрических мощностей этого предприятия.

Выбор системы фильтрации является важным моментом и должен проводиться специализированными организациями, т.к. недоучет всех исходных факторов может приводить к необоснованным затратам.

#### Накопительная система очистки воздуха в ВОУ

ООО "НПП "ФОЛТЕР" разработал накопительную систему очистки воздуха в (ВОУ) газотурбинных агрегатов, которая может быть реализована с помощью секций воздушных фильтров типа ССФ-Т.

Секции воздушных фильтров ССФ-Т могут быть использованы в газовых турбинах различной мощности с производительностью по воздуху от 3500 до 102 000 нм³/час в единичном модуле. При необходимости очистки больших объемов воздуха могут быть разработаны фильтровальные камеры большей пропускной способности, а также скомпонованы в составе (ВОУ, КВОУ) из нескольких стандартных секций ССФ-Т. В этом случае ССФ-Т может выступать как модульный фильтрующий блок (часть ВОУ, КВОУ) и обеспечивать требуемый уровень чистоты циклового воздуха (вплоть до использования для финишной фильтрации НЕРА фильтров класса Е11-Е12). Секция воздушных фильтров может предусматривать размещение фильтров тонкой очистки классов F6-F9, фильтров грубой очистки G3-G4, а также влагоуловителей и пухоуловителей.

Таким образом ССФ-T по техническому заданию Заказчика может быть оснащена различными схемами фильтрации циклового воздуха.



Рис. 1. Схема секций воздушных фильтров ССФ-Т.
1- корпус; 2- входной и выходной фланцы; 3- дверь; 4- прижим; 5- фильтр;
6- штуцер; 7- дифференциальный манометр типа DPG-600 или датчик давления PS-600;
8- решетка вентиляцилнная наружная.

#### Блоки предфильтров.

Нами производятся блоки предфильтров типа MP, которые размещаются непосредственно на компактных фильтрах финишной очистки типа ФяС-КТ, устанавливаемых в фильтрующих камерах (ВОУ).

Принципиальная схема такой компоновки с блоком предфильтров типа MP-42 показана на(рис. 2). Эта схема включает 3 ступени очистки: 1-ая влагоотделитель; 2-ая карманный предварительный фильтр ФяК класса G4 и 3-я-компактный фильтр ФяС-КТ класса F7-F9.

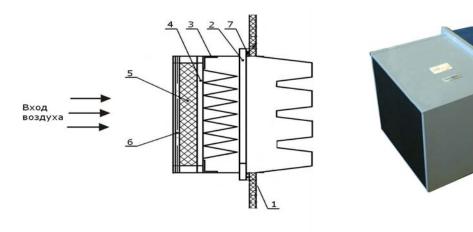


Рис.2. Схема системы фильтрации в ВОУ с блоком предфильтров MP 42.

1-опорная стена фильтрующей камеры ВОУ;

2-фильтр ФяС-КТ; 3-корпус блока предфильтра;

4-карманный фильтр ФяК;

5-предфильтр-влагоотделитель; 6-фиксирующие элементы;

7-уплотнительная прокладка.

Рис.3. Общий вид блока предфильтров МР-42 в сборе с фильтром ФяС-КТ.

Фильтры первой и второй ступени очистки размещаются в корпусе блока предфильтров MP, который фиксируется снаружи на установочной раме фильта ФяС-КТ с размерами 592х592 мм.

#### Кассетные (ячейковые) воздушные фильтры для комплектации ВОУ.

Для комплектации (ВОУ) газовых турбин ООО НПП «ФОЛТЕР» выпускает следующие типы кассетных (ячейковых) воздушных фильтров накопительного типа.

В российской практике в качестве 1-ой ступени применяются, так называемые влагоотделители, которые решают задачу улавливания атмосферных осадков (дождя и снега). Эти фильтры относятся к G2 классу очистки ГОСТ Р EN779-2007 (Евростандарт EN779) и способны также улавливать пылевые частицы крупнее 10-15 мкм.

K этим фильтрам могут быть отнесены стекловолокнистые маты одноразового применения толщиной от 50 до 100 мм. (рис.4), пенополиуретановые фильтры (ППУ) с открытыми порами или сетчатые фильтры, типа  $\Phi$ яР-ВО.

#### Предварительная очистка циклового воздуха.

В качестве 2-ой ступени используются фильтры грубой (предварительной) очистки класса G4, способные достаточно эффективно улавливать частицы от 5 до 10 мкм. К таким фильтрам относятся гофрированные фильтры типа ФяГ (рис. 4) или карманные фильтры ФяК (рис. 5) класса G4.



Рис.4. Гофрированный фильтр типа ФяГ. класс G4.



Рис.5. Карманный фильтр типа ФяК

#### Финишная очистка циклового воздуха.

Для обеспечения требований чистоты циклового воздуха в дополнение к фильтрам G4 класса могут устанавливаться карманные фильтры класса F7 (рис. 6).



Рис. 6. Карманный фильтр. класса F7.



Рис. 7. Фильтр ФяС-КТ с глубиной 292 мм или 400 мм..



Рис. 8. ФяС-F



Рис. 9. ФяС-МП.

В качестве фильтров тонкой очистки в последние годы чаще применяются компактные фильтры  $\Phi$ яС-КТ или складчатые фильтры  $\Phi$ яС-F классов F7-F9 (рис. 8).

Фильтры ФяС-КТ изготавливают в корпусах из алюминия или пластика, а фильтры ФяС-F в оцинкованном корпусе.

Фильтры ФяС-КТ изготавливаются 2-х типоразмеров по глубине: 292(296)мм или 400 мм с увеличенной (1,5 раза) фильтрующей поверхностью. Применение фильтров ФяС-КТ с глубиной 400 мм позволяет снижать начальное сопротивление системы фильтрации (ВОУ) и увеличивать срок службы фильтров. При предъявлении более высоких требований к чистоте циклового воздуха фильтры ФяС-КТ и ФяС-F могут изготавливаться H10-H12 классов.

Выпускаются также высокопроизводительные фильтры  $\Phi$ яС-F-MП классов F6-F9 и  $\Phi$ яС-МП (рис.9) классов E10-E12, которые также могут быть использованы в составе секции воздушных фильтров ССФ-Т и конструкции (ВОУ).

#### Патронные (картриджные) фильтры.

В качестве системы фильтрации накопительного типа используются также и патронные (картриджные) фильтры (рис. 10). Эффективность этих фильтров, как правило, соответствует классу F7 – F9. Система фильтрации, оснащенная самоочищающимися фильтрами, представляет собой цилиндрические или конические картриджные фильтры, изготовленные с использованием специальных материалов и работающими в режиме накопления уловленной пыли (рис. 11).



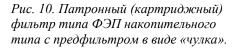




Рис. 11. Фильтр патронный картриджный типа ФЭП самоочищающийся.

ВОУ с самоочищающимися патронными фильтрущими элементами оснащаются импульсными клапанами, которые при достижении заданного сопротивления и получения сигнала от автоматической системы управления, осуществляют впрыск сжатого воздуха во внутреннюю полость патронного элемента. За счет сильного ударно-встряхивающего эффекта происходит регенерация патронного фильтра от ранее накопленной пыли.

Все указанные фильтры многие годы эксплуатируются на газотурбинных установках ОАО «Газпром», ОАО «Мосэнерго», ОАО «Сатурн-Газовые турбины» и др., показали свою высокую эффективность и надежность.

#### Заключение.

Суммируя изложенное, можно отметить следующее:

- Развитие современных технологий предъявляет более высокие требования к чистоте циклового воздуха в газовых турбинах.
- Для очистки воздуха в газотурбинных и компрессорных установках могут использоваться различные схемы фильтрации, выбор которых должен определяться с учетом исходных данных о чистоте окружающего воздуха и требований чистоты очищенного воздуха. Недоучет какого-либо фактора может приводить к принятию неоправданных решений и повышенных финансовых затрат.
- ООО «НПП «ФОЛТЕР» выпускает широкую номенклатуру воздушных фильтров, способную решать практически любые задачи очистки циклового воздуха в газотурбинных установках. Многолетняя эксплуатация этих фильтров с составе (ВОУ) в т.ч. зарубежных ГТА показала их высокую эффективность и надёжность.

ООО «НПП «ФОЛТЕР»

Россия, 127238, г. Москва, Дмитровское шоссе, д. 46, корп.2

 $m.: +7 (495) 730-8119, \phi.: +7 (495) 730-8119$ 

folter@folter.ru www.folter.ru

## Разработка комплексных воздухоочистительных устройств (КВОУ) с фильтрами Donaldson, Camfil Farr, MikroPul Pneumafil на расход воздуха до 150 000 м3/ч и выше (ЗАО «Мультифильтр»)

Галанцев Николай Константинович, Генеральный директор, 3AO «Мультифильтр», г. Санкт-Петербург



ЗАО «Мультифильтр» создано в 2008 году на территории ОАО «ВНИИтрансмаш», основанного в 1949 году и в настоящее время являющегося ведущим комплексным научно-исследовательским, конструкторским, испытательным и производственным центром транспортного машиностроения. Сотрудники ЗАО «Мультифильтр» имеют опыт разработки и производства воздухоочистителей и пылеуловителей для специальной техники различного назначения, а также для систем промышленной вентиляции и аспирации. В 1990-е годы наши инженерно-технические специалисты по заказу ОАО «Газпром» участвовали в создании комплексного воздухоочистительного устройства (КВОУ) для газоперекачивающего агрегата ГПА-16 «Нева» (головной разработчик ОАО «Кировский завод»). КВОУ было выполнено по прогрессивной для своего времени схеме с двумя ступенями очистки: мультициклоны и карманные фильтры (Рис. 1). Мультициклон был создан на основе прямоточного циклона собственной конструкции, прошедшего этапы расчётной и экспериментальной отработки. При разработке КВОУ выполнен большой объем испытаний на специальном пылевом стенде, позволяющем проводить исследования секций и элементов пылеуловителей на расходах воздуха до 20 000 м3/ч.



Рис. 1 КВОУ для газоперекачивающего агрегата ГПА-16 «Нева». Первая ступень — прямоточные мультициклоны, вторая ступень — карманные фильтры. 1990-е годы, ОАО «ВНИИтрансмаш».



Puc. 2 Современное KBOV по технологии Donaldson на основе картриджных фильтрующих элементов с очисткой обратным импульсом сжатого воздуха.

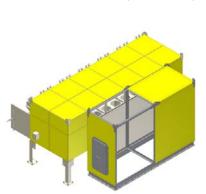
В настоящее время во всем мире широко применяется высокоэффективная технология пылеудаления на основе картриджных фильтров с автоматизированной импульсной системой самоочистки (Рис. 2). Такая конструкция стала признанным эталоном для систем подобного класса (Таблица 1).

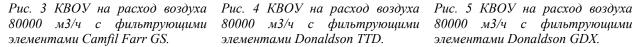
Способы пылеулаления, применяемые в КВОУ

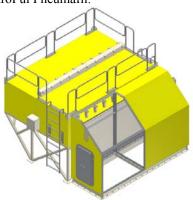
Таблица 1

Спосооы пылсудаления, применяемые в кооз					
Тип пылеуловителя	Примечание				
Жалюзийная решетка	Недостаточная эффективность пылеулавливания				
Мультициклон	Эффективность пылеулавливания недостаточна, но				
	выше чем у жалюзийной решетки				
Фильтр тонкой очистки	Высокая эффективность пылеулавливания, большие				
	эксплуатационные затраты на замену элементов				
Многоступенчатая система	Высокая эффективность пылеулавливания, высокая				
	стоимость конструкции и эксплуатационные затраты				
Картриджный фильтр с очисткой обратным	Высокая эффективность пылеулавливания, низкие				
импульсом сжатого воздуха	эксплуатационные расходы				

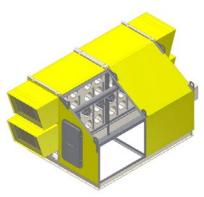
В 2009-2012 годах «Мультифильтр» разработал ряд КВОУ на относительно небольшие расходы воздуха (до 150 000 м3/ч) на основе картриджных фильтрующих элементов наших зарубежных партнеров компаний Camfil Farr, Donaldson, MikroPul Pneumafil.







элементами Donaldson TTD.



элементами Donaldson GDX.

Компания Camfil Farr (Кэмфил Фарр) производит широкую гамму фильтров для очистки воздуха и является одним из мировых лидеров в области фильтрации. Фильтры Camfil Farr применяются в различных областях, таких как: горная промышленность, машиностроение, строительство, медицина, фармацевтика, микроэлектроника, вентиляция, газовые турбины и др.

На рис. 3 показано КВОУ, разработанное «Мультифильтром» на расход воздуха 80000 м3/ч с фильтрующими элементами Camfil Farr GS. Фильтрующие модули Camfil Farr GS имеют вертикальные картриджи. Замена картриджей производится сбоку. Пылесборника нет, уловленная пыль сбрасывается вниз. Для управления работой служит программируемый контроллер специальной конструкции.

Компания Donaldson (Дональдсон) является самой известной в мире в области фильтрации и на протяжении многих лет лидирует в объеме мировых поставок фильтровальных систем и комплектующих. Опираясь на обширный научно-исследовательский потенциал и развитую производственную базу, Donaldson разрабатывает новые технологии пылеулавливания и создает современные системы фильтрации, удовлетворяющие самым жестким требованиям.

На рис. 4 показано КВОУ, разработанное «Мультифильтром» на расход воздуха 80000 м3/ч с фильтрующими элементами Donaldson TTD. Фильтрующие модули Donaldson TTD имеют вертикальные картриджи. Замена картриджей производится снизу. Пылесборника нет, уловленная пыль сбрасывается вниз. Блок управления выполнен на основе контроллера и позволяет вручную устанавливать режимы работы.

Конструкции с вертикальными картриджами отличаются простотой, т.к. специальный пылесборник не требуется, а уловленная пыль при регенерации фильтроэлемента сбрасывается непосредственно вниз. Недостатком конструкции являются большие габаритные размеры и занимаемые площади. Более компактные решения удается получить при использовании горизонтальных картриджей.

На рис. 5 показано КВОУ, разработанное «Мультифильтром» на расход воздуха 80000 м3/ч с фильтрующими элементами Donaldson GDX с горизонтальными картриджами. КВОУ выполнено по схеме одноступенчатой фильтрации. Атмосферный воздух поступает через всепогодные воздухозаборные козырьки, служащие для защиты фильтрующих элементов от воздействия дождя и снега. Пары фильтрующих элементов конусообразной и цилиндрической формы установлены горизонтальными рядами. Когда перепад давления на фильтре достигает определенного установленного значения, датчики приводят в действие механизм очистки и через форсунки подается мощный импульс сжатого воздуха, который «выбивает» с поверхности фильтроэлементов большую часть скопившейся там пыли. Оператор может вручную установить значение срабатывания этого механизма в зависимости от конкретных условий среды. Предлагаемый класс очистки: F7-F9. Уловленная пыль сбрасывается в пылесборник и удаляется вентиляторной системой отсоса.

Фильтры идеально подходят для:

- регионов с высокой пылевой нагрузкой;
- регионов с низкой температурой, когда возможно намерзание инея на поверхности фильтров.

Опираясь на собственный опыт и в тесном сотрудничестве со своими зарубежными партнерами «Мультифильтр» может предложить заказчикам разработку, производство и поставку КВОУ с использованием современных технологий в области фильтрации воздуха для эксплуатации в любых природно-климатических зонах нашей страны.

Особенности конструктивного исполнения КВОУ на расходы воздуха более 150 000 м3/ч показаны на примере решений по технологии MikroPul Pneumafil (Таблица 2).

В 1957 году компания MikroPul (МикроПул) разработала и запатентовала технологию очистки фильтрующих элементов импульсом сжатого воздуха. В настоящее время MikroPul производит широкий спектр всевозможных пылеуловителей: фильтров сухого типа с импульсной очисткой фильтрующих элементов струей сжатого воздуха, инерционных сепараторов и высокоэффективных циклонов, мокрых и сухих скрубберов, электрофильтров и другого оборудования для отделения твердых частиц от газового потока. Богатый опыт разработки новых технологических решений делают MikroPul одним из мировых лидеров в области борьбы с загрязнением воздуха.

Таблица 2 Условия окружающей среды при эксплуатации КВОУ по технологии MikroPul Pneumafil

Тип окружающей среды		ы при эксплуа	тации КВОУ по технологии MikroPul Pneumafil		
		Температура воздуха, °C	Пыль концентрация, мг/м3	размер частиц, мкм	
Сельско- хозяйственный		-20+35	0,0210	0,0130	
Городской		-20+35	0,050,5	0,0110	
Прибрежный		-20+30	0,010,1	0,017	
На шельфе		-20+30	0,110	0,3100	
Пустыня		0+50	0,1700	0,3100	
Тропический		+5+45	0,0210	0,0130	
Арктический	* * * *	-40+20	0,010,25	115	

Особенности при размещении КВОУ в сельскохозяйственном районе: Пыль возникает при вспашке, уборке, внесении удобрений, сжигании мусора. Во время ветра может быть высокая концентрация пыли. Опасность для технологического оборудования: абразивный износ. Рекомендуется устанавливать экран от птиц. Противообледенительная система, если требуется по климатическому исполнению. Некоторые производители турбин настаивают на установке байпасного (перепускного) клапана.

Особенности при размещении КВОУ в городской местности: Сухая гранулированная пыль с частицами сажи и волокон. Действующие производства могут создавать свои типы частиц, например бумажные комбинаты обычно выделяют сульфат натрия. Особое внимание к розе ветров, при правильном размещении входная концентрация пыли может быть минимальной.

Особенности при размещении КВОУ в прибрежной местности: Гранулированная пыль с частицами сажи и волокон. Морская соль. Опасность коррозии. Установка эффективного влагоотделителя на входе. Противообледенительная система, если требуется по климатическому исполнению.

Особенности при размещении КВОУ на морских платформах: Сильные ветра. Брызги морской воды, частицы соли в воздухе. Пыль от технологических процессов: бурения, сжигания. Возможный ущерб для технологического оборудования: износ, коррозия. Установка эффективного влагоотделителя на входе. Особое внимание к подбору конструкционных материалов, из которых изготавливается КВОУ, и защите от коррозии материалов и сварных швов.

Особенности при размещении КВОУ в условиях пустыни: Сильные ветра, песчаные и пыльные бури. Опасность для технологического оборудования: абразивный износ.

Во время песчаных бурь концентрация частиц пыли вблизи земли значительно превосходить запыленность, характерную для городских условий: в 20 000 раз на высоте менее 2 м, в 1000 раз на высоте 8 м. Такие пылевые нагрузки быстро выводят из строя обычную многоступенчатую систему очистки. Только картриджные фильтры с системой самоочистки сжатым воздухом способны обеспечить непрерывную бесперебойную работу в течении длительного периода. Качество очищенного воздуха на выходе картриджного фильтра удовлетворяет предъявляемым требованиям даже в самых тяжелых условиях окружающей среды. Срок службы картриджного фильтра практически не зависит от пылевой нагрузки, поэтому можно размещать фильтры на любой высоте в местах, удобных для осмотра и обслуживания. Особое внимание нужно уделить воздушному компрессору и ресиверу, они должны гарантировать требуемую производительность сжатого воздуха.

Особенности при размещении КВОУ в тропических условиях: Высокая влажность, туман. Насекомые. Установка противомоскитных экранов. Установка эффективного влагоотделителя на входе.

Особенности при размещении КВОУ в арктических условиях:

Производство: добыча и перекачка нефти и газа, производство электроэнергии. Сильные ветра, метель. Иней, ледяной туман. Скопление насекомых (в некоторых районах).

Самоочищающийся картриджный фильтр эффективно удаляет иней и лед таким же образом, как и обычную пыль. Для бесперебойной работы фильтра необходимо обеспечить требуемое количество сжатого воздуха. Спецификация фильтра для работы в условиях низких температур включает:

- нагреватели электропневмоклапанов;
- блок управления монтируется в обогреваемом контейнере или дистанционно, в отапливаемом помещении;
- материал прокладок и уплотнений;
- трубопроводы из нержавеющей стали в линии подачи сжатого воздуха.

ЗАО «Мультифильтр» оказывает инжиниринговые услуги по аспирации и промышленной вентиляции, предлагает современные эффективные технические решения по очистке воздуха и газов. Поставка, монтаж и техническое обслуживание высокотехнологичного промышленного оборудования, воздухоочистительных устройств, пылеуловителей, воздушных фильтров, фильтрующих элементов и фильтрующих материалов.

Разработка и изготовление уникального оборудования пылеулавливания и воздухоочистки.

Подбор и поставка серийной продукции российских и зарубежных фирм. Официальный дистрибьютор ряда зарубежных производителей фильтрационного оборудования.

ЗАО «Мультифильтр» строит свои отношениях с заказчиками и поставщиками оборудования на долгосрочных и взаимовыгодных условиях. Мы делаем все, чтобы название нашей компании ассоциировалось с высоким качеством продукции и богатым опытом решения задач пылеулавливания в промышленности.

Мультифильтр, 3AO Poccuя, 198323, г. Санкт-Петербург, пос. Горелово, ул. Заречная, 2 m.: +7 (812) 336-6051, ф.: +7 (812) 363-1691 info@multifilter.ru www.multifilter.ru 2. ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ УСТАНОВОК ГАЗООЧИСТКИ. ВЕНТИЛЯТОРЫ. ДЫМОСОСЫ. ДЫМОВЫЕ ТРУБЫ. ГАЗОХОДЫ. КОМПЕНСАТОРЫ. ПОДОГРЕВАТЕЛИ. СИСТЕМЫ ПЫЛЕТРАНСПОРТА. КОНВЕЙЕРЫ. ЗАПАСНЫЕ ЧАСТИ. АВТОМАТИЗАЦИЯ ГАЗООЧИСТКИ. РАСХОДОМЕРЫ, ГАЗОАНАЛИЗАТОРЫ И ПЫЛЕМЕРЫ. СОВРЕМЕННЫЕ ФИЛЬТРОВАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ.

#### Насосное оборудование WILO для металлургической промышленности. (ООО «Вило Рус»)

OOO «Вило Рус», Стерн Аркадий Давидович, Директор по секторам рынка, Митраков Антон Михайлович, Инженер по оборудованию

#### Вило Рус

История всемирно известной компании началась в 1872 г. Тогда в Дортмунде была основана мастерская по изготовлению комплектующих для систем отопления и водоснабжения. В 1929 г. Вильгельм Оплендер изобрел и запатентовал первый ускоритель циркуляции — насос для систем отопления. Из первых букв имени и фамилии изобретателя и было составлено название WILO. С этого момента вся деятельность фирмы была направлена на развитие насосного оборудования.

Дочернее предприятие WILO на территории России - ООО "ВИЛО РУС" - начало работать в 1997 году.

Во всем мире имя Wilo является синонимом первоклассных немецких инженерных решений, воплощенных в жилых и коммерческих зданиях, на промышленных объектах, в системах коммунального хозяйства. Словом, всюду, где применяются насосы и насосное оборудование для систем отопления, охлаждения, контроля климата, водоснабжения, отвода стоков и пр. За десятилетия работы на рынке в тесном сотрудничестве с заказчиком, наши знания о насосах перевоплотились в передовую школу насосостроения. Эти знания являются базой для принятия решений, точно ориентированных на потребности наших заказчиков. Мы называем это Pumpen Intelligenz.» (Pump – насос, Intellegenz – интеллектуальный, разумный).



Какие бы требования ни возникали к насосному оборудованию — Wilo всегда найдет оптимальное решение. Номенклатура наших изделий - это насосы любых размеров и любой мощности. Для нестандартных задач и условий мы находим решения, на 100% соответствующие требованиям заказчика. Нередко такие эксклюзивные решения приводили к созданию совершенно нового оборудования, и запуску его в серийное производство.



Промышленные предприятия также оценили насосы Wilo. Надежность и долговечность Wilo играет большую роль в условиях производства. Для заводов созданы специальные промышленные линейки насосов Wilo с высокой производительностью и надежностью.



#### Надежность и качество оборудования

Насосное оборудование марки Wilo - высочайшее немецкое качество изготовления, гарантируемое специальной системой контроля, внедренной на всех предприятиях. Применение выверенных технических решений и качественных материалов позволяет обеспечить:

- Компактность оборудования и в связи с этим низкие капитальные затраты на строительство.
- Малую энергоемкость низкие эксплуатационные расходы;
- Долговечность увеличение срока службы,
- Надежность многолетнюю эксплуатацию без отказов и уменьшение частоты регламентного обслуживания
- Технологичность адаптацию к современным автоматизированным системам управления

#### Сервис

Особое внимание Вило Рус уделяет высокому качеству гарантийного и сервисного обслуживания для своих клиентов. На все поставляемое насосное оборудование предоставляется 2-х летняя гарантия. Сервис Вило Рус – это:

- Головной сервисный центр в Москве и 50 сервисных партнеров на договорной основе во всех регионах страны
- Склады запасных частей в Москве и регионах и компьютерная программа подбора запасных частей
- Выезд на объект в течение одних суток и единая схема замены по гарантии
- Технические консультации по ремонту и обучение
- Статистика неисправностей

#### Почему выгодно работать с Вило Рус.

- Предлагает современное оборудование одного из мировых лидеров по производству насосного оборудования.
- Широкая номенклатура выпускаемой продукции позволяет подобрать оптимальный вариант для каждого конкретного случая
- Обеспечивает комплексную и удобную для клиента техническую поддержку
- Развитая региональная сеть сбыта, технические бюро, склады.
- Высокое качество сервисного обслуживания в любом регионе.
- Высокая скорость выполнения заказа.

Вило Рус, ООО

Россия, 123592, г. Москва, ул. Кулакова, д.20 m.: +7 (495) 781-0690, ф.: +7 (495) 781-0691 wilo@wilo.ru www.wilo.ru

#### Компенсаторы МАСОGA. (ООО «ТИ-СИСТЕМС»)

ООО «ТИ-СИСТЕМС», Ермаков Илья Владимирович, Генеральный Директор

**ООО** "ТИ-Системс" представляет в России и странах СНГ одного из мировых лидеров в производстве металлических и резиновых компенсаторов испанскую компанию **MACOGA**.

В течение своей истории специалисты компании развили много инновационных технологий, разработка и производство компенсаторов стали их профессиональной областью. Начиная от компенсаторов для двигателей самолетов и до огромных единиц для энергогенераторов, от высокотехнологичных компенсаторов для проектов нефте- и газовой промышленности до простейших единиц для систем обогрева и вентиляции. Сотрудники MACOGA специализируются на превращении идей в продукцию и услуги. Сегодня MACOGA является мировым лидером в поставке компенсаторых устройств, а также решении специфических задач. МАСОGA разрабатывает, производит и поставляют компенсаторы, соответствующие последнему слову техники.

Термический рост, движение оборудования, вибрация или пульсация давления могут вызвать движение трубной системы. Когда это движение не поглощается самой трубной системой, идеальным решением является компенсатор линейного расширения.

Компенсатор линейного расширения это устройство, изначально сформированное из гибких сильфонов, которое используется для того, чтобы поглощать движения в трубной системе, сохраняя давление и среду, которые по ней протекают.

Основные преимущества использования компенсаторов линейного расширения:

- Мало места, требуемого для установки.
- Поглощение движения в различных направлениях благодаря их внутренней гибкости
- Они не требуют обслуживания
- Они сводят потерю нагрузки и давления к минимуму.

Существуют три основных типа перемещений, которые могут поглощаться компенсаторами линейного расширения: аксиальное, боковое и угловое.

Аксиальное перемещение: Осевое движение – это изменение в длине сильфона от его свободной длины параллельно продольной оси.

Угловое перемещение: Это поворот продольной оси сильфона к точке поворота.

Боковое перемещение: Это относительное смещение одного конца сильфона к другому концу в направлении перпендикулярном его продольной оси.

Циркулярные компенсаторы производятся с одинарным или множественными слоями с диаметром от 15 до 8000 мм.

Использование многослойных циркулярных сильфонов является идеальным решением для компенсаторов, которые подвергаются высокому давлению. Эта система включает производство сильфона, используя несколько тонких листов вместо одного тонкого слоя. Эта техника значительно улучшает гибкость сильфона, его самую важную характеристику.

Использование многослойных сильфонов имеет четыре основных преимущества:

- Они отлично противостоят высокому давлению
- Они сохраняют высокий уровень гибкости даже при работе под высоким давлением
- У них меньший коэффициент жесткости, чем у сильфонов из одного тонкого листа
- У них больший коэффициент поглощения перемещений на короткие расстояния, что обеспечивает больший срок службы.

Они гарантируют значительную экономию:

- Меньшее количество требуется на одну систему из-за их лучшей способности к поглощению перемещений
- Более низкий коэффициент жесткости уменьшает расходы на анкерное крепление и поддерживающие структуры
- Чтобы избежать коррозии, специальные материалы (инконель, инколой и др.) могут быть использованы для внутренней обработки для защиты от температуры и коррозии, а аустенитная сталь может использоваться для покрытия оставшихся слоев для противостояния давлению.

Дополнительная информация на сайте www.tisys.ru

TИ-CИСТЕМС, ООО

Россия, 107497, г. Москва, 2-й Иртышский проезд, д. 11/17, б/ц «БЭЛРАЙС»

*m.*: +7 (495) 500-7154, 500-7155, 748-9171, 748-9626

ф.: +7 (495) 783-6073, 783-6074

ie@tisys.ru info@tisys.ru www.tisys.ru

### Модернизация систем газоудаления с применением тканевых компенсаторов (ООО «Компенз Эластик»)

Муратиин Максим Халилович, Технический директор, ООО «Компенз Эластик»

Инновационная компания "Компенз Эластик" представляет коллектив из единомышленников, которые каждый день занимаются поиском новых идей и решений в сфере компенсационных устройств, для того чтобы наши клиенты получали наиболее профессиональные решения.

На сегодняшний день нашей компанией реализованы сложнейшие проекты в сфере систем газоудаления и газоочистки с использованием неметаллических тканевых компенсаторов практически во всех отраслях промышленности России.

Тканевые компенсаторы изготавливаются из инновационных материалов российского и иностранного производства. Газоплотные материалы на основе фторопласта являются на сегодняшний день самыми надежными материалами применяемые во всем мире.

Тканевые компенсаторы имеют ряд преимуществ по сравнению с металлическими линзовыми компенсаторами.

#### Большая компенсирующая способность при малых размерах и низкая жесткость.

Высокая компенсирующая способность очень важна для применения в системах газоудаления энергетического оборудования. В виду того, что температура уходящих газов достигает 1200°С, поэтому даже небольшие участки имеют большие удлинения, которые необходимо скомпенсировать. Наша компания имеет апробированные на практике решения для компенсации удлинений до 300 мм в осевом и до 150 мм в боковом направлении. Тканевые компенсаторы имеют низкую жесткость, поэтому являются антивибрационными элементами конструкции. В виду того, что применяемые при изготовлении компенсаторов ткани имеют высокую гибкость, то тканевые компенсаторы имеют низкую жесткость, не передавая усилий на жесткие элементы конструкции, например на фланцы ГТ или опоры газоходов.

#### Отсутствие ограничений по размерам.

Неоспоримым преимуществом тканевых компенсаторов является отсутствие ограничений по размерам, а также ограничений по геометрии проходных сечений. Самый большой компенсатор спроектированный нашей компанией имеет сечение 10.000 x 15.000 мм и спроектирован для конвективной шахты котла взамен конструкции из линзового компенсатора.



Рис. 1. Компенсатор конвективной шахты котла

Наша компания изготавливает также компенсаторы с переменным проходным сечением, например переход круглого сечения на прямоугольное, или большее сечение на меньшее.

#### Низкий вес и простота монтажа.

Инновационные безасбетовые материалы, применяемые при изготовлении тканевых компенсаторов, имеют небольшой вес. Это очень важно для газоходов больших размеров, так как монтаж такого компенсатора очень трудоемкий процесс. Монтаж компенсатора Ду 7000 мм легко проводится небольшой монтажной бригадой без применения сварочных работ.



Рис. 2. Монтаж компенсатора

#### Высокая химическая стойкость материалов.

Высокая химическая стойкость газоплотных слоев компенсаторов Компенз достигается за счет применения специальных тканей с фторопластовым покрытием, которые в последствии подвергаются дополнительному ламинированию фторопластовыми пленками. Данный материал позволяет достигать высокой химической стойкости в средах с высоким содержанием окислов серы, которые впоследствии с конденсатом воды образуют серную кислоту.



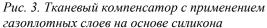




Рис. 4. Тканевый компенсатор с применением газоплотных слоев на основе фторопласта.

Вся продукция имеет необходимые сертификаты качества и соответствия ГОСТ Р, разрешение Федеральной службы по технологическому надзору.

Компенз Эластик, ООО Россия, 173008, г. Великий Новгород, ул. Рабочая, д. 51 m.: +7 (8162) 55-01, 64-3364, ф.: +7 (8162) 55-7701, 64-3364 info@kompenz-elastic.ru www.kompenz-elastic.ru



Инновационные технологии для реконструкции установок газоочистки:

Вспомогательное оборудование газоочистных сооружений:

Системы контроля и управления установок очистки газов:









- ■правовые и технические аспекты защиты атмосферного воздуха;
- ■обследования, обновление и модернизация установок очистки газов и воздуха в металлургии, энергетики и цементных заводах;
- ■новейшие технологии очистки газов от пыли, диоксида серы, окислов азота, сероводорода, ПАУ и других вредных веществ;
- ■современные рукавные фильтры, электрофильтры, скрубберы, циклоны, вихревые пылеуловители, промышленные пылесосы, картриджные фильтры;
- ■системы вентиляции и кондиционирования.

- системы удаления и транспортировки уловленных материалов, скребковые и трубчатые конвейеры, аэрожелоба, насосы, пневмотранспорт, отсекающие устройства, дозирующие устройства;
- промышленные вентиляторы и дымососы;
- компрессоры для установок газоочистки;
- компенсаторы;
- новейшие фильтровальные материалы;
- активированные угли и катализаторы;
- запасные части для установок газоочистки.

- ▶комплексная автоматизация установок газоочистки;
- ◆ современная контрольноизмерительная техника, датчики, расходомеры, газоанализаторы и
- технологии и решения для технологического контроля и мониторинга газовых выбросов:
- агрегаты питания электрофильтров;
- системы управления электрофильторв:
- системы и приборы управления регенерацией рукавных фильтров.

www.intecheco.ru, т.: +7 (905) 567-8767, ф.: (495) 737-7079, admin@intecheco.ru

#### Календарь конференций ООО «ИНТЕХЭКО» - www.intecheco.ru



**26-27 марта 2013 г. – VI Международная конференция МЕТАЛЛУРГИЯ-ИНТЕХЭКО-2013** инновационные технологии для обновления металлургических печей, повышения экономичности и эффективности металлургии, новейшие разработки в области газоочистки, водоочистки, переработки отходов, решения для автоматизации и промышленной безопасности.

**27 марта 2013 г. – IV Межотраслевая конференция АНТИКОРРОЗИОННАЯ ЗАЩИТА-2013** лучшие технологии, образцы красок и лакокрасочных материалов для защиты от коррозии, огнезащиты и изоляции, вопросы промышленной безопасности, противокоррозионная защита, усиление и восстановление строительных конструкций зданий, сооружений и технологического оборудования предприятий нефтегазовой отрасли, энергетики, металлургии, машиностроения, цементной и других отраслей промышленности.

## **23 апреля 2013г. - IV Нефтегазовая конференция ЭКОБЕЗОПАСНОСТЬ-2013** комплексное решение вопросов экологической безопасности нефтегазовой отрасли, вопросы газоочистки, водоподготовки и водоочистки, утилизации ПНГ, переработки отходов.

**4-5 июня 2013 г. - V Всероссийская конференция РЕКОНСТРУКЦИЯ ЭНЕРГЕТИКИ-2013** модернизация и реконструкция электростанций ТЭЦ, ГРЭС, ТЭС, ГЭС, повышение эффективности, надежности, автоматизации, безопасности и экологичности энергетики, инновационные разработки для повышения ресурса и эффективности турбин, котлов и другого энергетического оборудования.

# **24-25 сентября 2013 г. - VI Международная конференция ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА-2013** единственное межотраслевое мероприятие в СНГ, охватывающее практически все вопросы газоочистки, пылеулавливания, золоулавливания, вентиляции и аспирации (электрофильтры, рукавные фильтры, скрубберы, циклоны, вентиляторы, дымососы, конвейеры, пылетранспорт, агрегаты питания электрофильтров, пылемеры, газоанализаторы, АСУТП, промышленные пылесосы, фильтровальные материалы, оборудование систем вентиляции и

29-30 октября 2013г. – IV Межотраслевая конференция ВОДА В ПРОМЫШЛЕННОСТИ-2013 лучшие технологии водоснабжения, водоподготовки, водоотведения и водоочистки, различные способы обработки воды, подготовка и очистка промышленных сточных вод, фильтрование, абсорбция, озонирование, глубокое окисление, нанотехнологии, подготовка чистой и ультрачистой воды, замкнутые системы водопользования, решения проблем коррозии в системах оборотного водоснабжения, приборы контроля качества воды, автоматизация систем водоподготовки и водоочистки в промышленности.

**26 ноября 2013 г. – IV Межотраслевая конференция АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА-2013** новейшие решения для автоматизации предприятий энергетики, металлургии, нефтегазовой и цементной промышленности, современные информационные технологии, IT, АСУТП, ERP, MES-системы, контрольно-измерительная техника, газоанализаторы, расходомеры, спектрометры, системы мониторинга, контроля, учета и автоматизации технологических процессов.

Сборники докладов, программы и каталоги предыдущих конференций, условия участия и вся дополнительная информация представлена на сайте www.intecheco.ru



кондиционирования).

#### ПО ВСЕМ ВОПРОСАМ ОБРАЩАЙТЕСЬ В ООО «ИНТЕХЭКО»:

Председатель оргкомитета конференции, Директор по маркетингу ООО «ИНТЕХЭКО» Ермаков Алексей Владимирович, тел.: +7 (905) 567-8767, факс: +7 (495) 737-7079 admin@intecheco.ru , www.intecheco.ru , интехэко.рф