



# МЕЖОТРАСЛЕВОЙ ЖУРНАЛ «ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА» №17 - 2019 (январь-июнь)



ООО «ИНТЕХЭКО»  
[www.intecheco.ru](http://www.intecheco.ru)

Межотраслевой журнал «ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА» - газоочистка в промышленности: новейшие конструкции электрофильтров, рукавных фильтров, скрубберов, циклонов, труб Вентури, системы пылеподавления, современные фильтровальные материалы, очистка газов от пыли, золы, диоксида серы, сероводорода, окислов азота и других вредных веществ, системы вентиляции, вентиляторы, дымососы, переработка уловленных веществ, конвейеры, пылетранспорт, системы экологического мониторинга выбросов, агрегаты электропитания, газонализаторы и пылемеры.



**Международная конференция «МЕТАЛЛУРГИЯ-ИНТЕХЭКО»**

**ежегодно в марте с 2008 года**

конференция по экологии предприятий черной и цветной металлургии: экологические технологии, газоочистка и водоочистка, переработка отходов и металлургических шлаков, приборы экологического мониторинга - пылемеры, газоанализаторы, решения для повышения уровня экологической безопасности.

**Межотраслевая конференция «АНТИКОРРОЗИОННАЯ ЗАЩИТА»**

**ежегодно в марте с 2010 года**

конференция по промышленным ЛКМ, технологиям противокоррозионной защиты, краскам и материалам для защиты от коррозии, огнезащиты и изоляции, электрохимическим методам защиты металлов, приборам контроля качества покрытий, оборудованию для подготовки поверхности и окраски, решениям для усиления и восстановления зданий, сооружений и технологического оборудования предприятий металлургии, энергетики, химической, нефтегазовой и других отраслей промышленности.

**Всероссийская конференция «РЕКОНСТРУКЦИЯ ЭНЕРГЕТИКИ»**

**ежегодно в июне с 2009 года**

конференция по проектированию и строительству различных объектов электроэнергетики, модернизации ТЭЦ, ГРЭС, АЭС, ГЭС, повышению ресурса и эффективности турбин, котлов и горелок, системам автоматизации и приборам КИП, оборудованию для вентиляции и газоочистки, водоподготовки и водоочистки, переработке отходов, промышленным ЛКМ для защиты от коррозии, изоляции и огнезащиты, решениям для усиления и восстановления зданий, сооружений и энергетического оборудования, современным насосам, арматуре, компенсаторам и другому оборудованию электростанций.

**Международная конференция «ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА»**

**ежегодно в сентябре с 2008 года**

межотраслевой форум по вопросам газоочистки в промышленности - технологии очистки отходящих и технологических газов и воздуха от пыли, золы, диоксида серы, окислов азота, сероводорода и других вредных веществ; оборудование установок газоочистки, пылеулавливания, аспирации и вентиляции: электрофильтры, рукавные фильтры, циклоны, скрубберы, промышленные пылесосы, дымососы и вентиляторы, конвейеры, насосы, компенсаторы, системы экологического мониторинга, пылемеры и газоанализаторы, АСУТП газоочистки, новые фильтровальные материалы, системы пылеподавления.

**Межотраслевая конференция «ВОДА В ПРОМЫШЛЕННОСТИ»**

**ежегодно в октябре с 2010 года**

технологии водоподготовки, водоотведения и водоочистки, различные способы обработки воды, подготовка и очистка промышленных сточных вод, замкнутые системы водопользования, решение проблем коррозии, приборы контроля качества и расхода воды, автоматизация систем водоочистки, современные реагенты, насосы, трубы, арматура, теплообменники, компенсаторы и другое оборудование систем водоснабжения.

**Межотраслевая конференция «АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА»**

**ежегодно в ноябре с 2010 года**

автоматизация предприятий всех отраслей промышленности, программы, приборы, контроллеры и информационные технологии, АСУТП, АСОДУ, ERP, MES, CRM, АСКУЭ, АИИСКУЭ, ПАЗ, SCADA и смежные направления, контрольно-измерительная техника, газоанализаторы, расходомеры, системы автоматизации, мониторинга, диспетчирования, учета и контроля различных технологических процессов.



**Межотраслевой научно-практический журнал  
«ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА» №17 (январь-июнь 2019г.)**

<b>1. ГАЗООЧИСТКА В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ ПРОМЫШЛЕННОСТИ. ОЧИСТКА ГАЗОВ ОТ ПЫЛИ, ЗОЛЫ, ДИОКСИДА СЕРЫ, СЕРОВОДОРОДА, МЕРКАПТАНОВ, ПАУ И ДРУГИХ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ. ГАЗООЧИСТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, ЭЛЕКТРОФИЛЬТРЫ, СКРУББЕРЫ, ЦИКЛОНЫ, РУКАВНЫЕ ФИЛЬТРЫ. ....</b>	<b>5</b>
Адсорбционные фильтры ПьюрАэр. Область применения (ООО «ОКС Групп») .....	5
Интенсификация процесса пылеулавливания на пластинчатом осадительном электроде посредством квазиоднородного электростатического поля (АО «Кондор-ЭКО»).....	10
Новые технологии очистки выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и их внедрение в качестве наилучших доступных технологий (НДТ) (АО «Кондор-Эко»).....	14
Основные направления деятельности компании ООО «Индастриал Восток Инжиниринг» в области газоочистки и пылеудаления (ООО «Индастриал Восток Инжиниринг»).....	18
Реконструкция устаревшего пылегазоочистного оборудования (ООО «ЭкоФилтър») .....	20
Технологии Хальдор Топсе – ваш путь решения экологических задач (ООО «Хальдор Топсе»)...	24
<b>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. ....</b>	<b>31</b>
Развитие производства тяжелых вентиляторов по лицензии Chicago Blower в России (ООО «ВЕЗА») .....	31
Текущая ситуация с развитием нормативной документации в отношении технических требований к системам автоматического мониторинга выбросов в России и ее перспективы (Buhler Technologies GmbH) .....	34
Обзор технических решений в области автоматизации, информационной безопасности и экологического мониторинга промышленных предприятий. (ООО «АКСИТЕХ»).....	38
Системы герметизации кабельных и трубных вводов Roxtec. (ООО «Рокстэк РУ»).....	42
Импульсный источник питания электрофильтра для очистки дымовых газов от твердых частиц (ВЭИ - филиал ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ им. академ. Е.И. Забабахина»).....	46
Инновационные решения в насосостроении. (ООО «Грундфос») .....	52

**XII МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ - ТЕХНОЛОГИИ ГАЗООЧИСТКИ  
В МЕТАЛЛУРГИИ, ЭНЕРГЕТИКЕ, НЕФТЕГАЗОВОЙ,  
ХИМИЧЕСКОЙ И ЦЕМЕНТНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**



**«ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА-2019»**

**г. Москва, 24-25 сентября 2019 г., ГК «ИЗМАЙЛОВО»**

Основная задача конференции - презентация новейших технологий и оборудования для установок газоочистки: решения для очистки газов и воздуха от пыли, золы, диоксида серы, окислов азота и других вредных веществ, электрофильтры, рукавные фильтры, скрубберы, циклоны, промышленные пылесосы, системы вентиляции и кондиционирования; современные фильтровальные материалы; вентиляторы и дымососы; конвейеры и пылетранспорт; пылемеры, системы экологического мониторинга, газоанализаторы и расходомеры, АСУТП газоочистки.

**В конференции ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА ежегодно принимают участие сотни делегатов от ведущих промышленных предприятий и производителей газоочистного оборудования.**

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

**Межотраслевой научно-практический журнал  
«ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА» № 17 (январь-июнь 2019г.)**

**Издатель:** ООО «ИНТЕХЭКО»

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: 28 января 2019 г. Формат: А4, 210х297

**Дополнительная информация:**

Межотраслевой журнал «ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА» подготовлен на основе материалов международных промышленных конференций, проведенных ООО «ИНТЕХЭКО» в ГК «ИЗМАЙЛОВО» за период с 2008 по 2018 годы.

При перепечатке и копировании материалов обязательно указывать сайт ООО «ИНТЕХЭКО» - [www.intecheco.ru](http://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](mailto:admin@intecheco.ru)

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

© ООО «ИНТЕХЭКО» 2008-2019. Все права защищены.

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

Директор по маркетингу - Ермаков Алексей Владимирович

тел.: +7 (905) 567-8767, эл. почта: [admin@intecheco.ru](mailto:admin@intecheco.ru) , [intecheco@yandex.ru](mailto:intecheco@yandex.ru)

сайт: [www.pilegazoochistka.ru](http://www.pilegazoochistka.ru) , [www.intecheco.ru](http://www.intecheco.ru) , <http://интехэко.рф/>

почтовый адрес: 105613, г. Москва, Измайловское ш., д. 71, к. 4Г-Д, стр. 5, эт. 1, помещ. V, ком. 1А, ООО «ИНТЕХЭКО»



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



## Адсорбционные фильтры ПьюрАэр. Область применения (ООО «ОКС Групп»)

*ООО «ОКС Групп», Царева Евгения Игоревна, Инженер-технолог,  
Свицков Сергей Владимирович, Генеральный директор*

При организации мероприятий по очистке выбросов многие предприятия сталкиваются с проблемой удаления неприятных запахов. Для человека запах является одним из основных показателей наличия посторонних примесей в воздушной среде. Даже приятные ароматы, такие как, например, запах кофе, выпечки или цветов, могут становиться раздражителями при длительном воздействии. Наличие запахов от близлежащих производств в спальнях районах неминуемо становится причиной недовольства и жалоб со стороны населения. Дополнительной проблемой является также и то, что запах многих веществ ощутим даже в тех случаях, когда ПДК вещества в воздухе не превышена.

Справиться с задачей глубокой очистки воздуха до устранения запаха способны адсорбционные системы очистки ПьюрАэр.

Адсорбцией называют концентрирование веществ на поверхности раздела фаз или в объеме пор твердого тела. В процессе адсорбции участвуют два агента: тело, на поверхности или в объеме пор которого происходит концентрирование поглощаемого вещества (его называют адсорбентом) и поглощаемое вещество. Адсорбция может быть физической или химической, последняя сопровождается реакцией между адсорбентом и поглощаемым веществом [1].

### Адсорбенты

Адсорбентами, применяемыми в фильтрах ПьюрАэр, служат специальные импрегнированные материалы (рис. 1), которые позволяют извлечь из выбросов не только летучие органические соединения (ЛОС), но и коррозионно-активные газы. На сегодняшний день доступны адсорбенты с повышенной сорбционной ёмкостью к таким газам как:

- Сероводород. Сорбционная ёмкость адсорбента по весу составляет до 70 %.
- Аммиак. Сорбционная ёмкость по весу - 12 %.
- Хлор. Сорбционная ёмкость по весу - 8 %.

Удельная поверхность адсорбентов составляет порядка 1250 м<sup>2</sup>/г.



Рис. 1. Адсорбенты фильтров ПьюрАэр

### Область применения

Основные области применения адсорбционных фильтров:

- Очистка выбросов химической и перерабатывающей отраслей промышленности от летучих органических соединений (производство клея, нанесение лакокрасочных покрытий, дубление в производстве бумаги и т.д.).
- Устранение запаха на очистных сооружениях.
- Устранение запаха на животноводческих фермах.
- Устранение запаха на предприятиях пищевой промышленности.
- Защита электрооборудования от коррозии (продление срока службы компьютеров, пультов, блоков управления, реле и т.д.).
- Защита от аварийных выбросов хлора.

### Преимущества

К основным преимуществам фильтров ПьюрАэр относятся:

- Высокая степень очистки, возможность снижения концентрации загрязняющих веществ до устранения запаха.
- Стабильность работы вне зависимости от залповых повышений концентраций загрязняющих веществ, что даёт возможность применения фильтров в качестве защиты от аварийных выбросов хлора, аммиака, сероводорода и прочих загрязнителей.
- Отсутствие образования побочных загрязняющих веществ в очищаемом воздухе.
- Влажность очищаемых газов не оказывает значительного влияния на эффективность очистки.
- Для работы адсорбционного фильтра не требуется подвод электроэнергии и воды.
- Корпус фильтра выполнен из антикоррозийного материала.
- Простая и надежная конструкция не требует привлечения специалистов для обслуживания фильтра.

### Конструкции фильтров

Конструкция адсорбционного фильтра ПьюрАэр подбирается индивидуально в зависимости от поставленной задачи с учетом расхода выбросов, концентрации загрязняющих веществ, места, предоставленного для размещения оборудования. Стандартными моделями фильтров являются фильтры серий ДС, ВБС, ВТС, АФКТ, также возможно изготовление фильтра на заказ. Дополнительно адсорбционный фильтр может быть оборудован фильтром предварительной очистки выбросов от аэрозольных загрязнений.

Наиболее простой конструкцией обладают фильтры серий ДС и ВБС (рис. 2). Загрязненные выбросы в них проходят через слой адсорбционной загрузки, расположенный в цилиндрическом вертикальном корпусе. Производительность фильтров - от 170 до 4 500 м<sup>3</sup>/ч.



Рис. 2. Фильтры модели ВБС

Горизонтальные адсорбционные фильтры серии ВТС (рис. 3) рассчитаны на большие расходы газового потока. Фильтр ВТС выполнен в виде прямоугольного корпуса, в котором расположены блоки с адсорбционной загрузкой. Блоки расположены в корпусе таким образом, чтобы потери давления на фильтре были минимальны. Производительность фильтров - от 8 200 до 68 000 м<sup>3</sup>/ч.



Рис. 3. Фильтр модели ВТС

Адсорбционные фильтры кассетного типа серии АФКТ (рис. 4) рассчитаны на удаление низких концентраций загрязнителей. Объем загрузки в них значительно меньше по сравнению с фильтрами серий ВБС и ВТС. Отличительной особенностью фильтров АФКТ служит простота обслуживания за счет размещения адсорбента в специальных кассетах (рис. 5), которые легко заменять по мере выработки адсорбента. Конструкция кассет позволяет увеличить площадь поверхности контакта слоя адсорбционной загрузки с газовым потоком, что даёт возможность значительно снизить потери давления на фильтре и повысить производительность газоочистной установки. Производительность фильтров АФКТ - от 860 до 13 490 м<sup>3</sup>/ч.



Рис. 4. Фильтр модели АФКТ

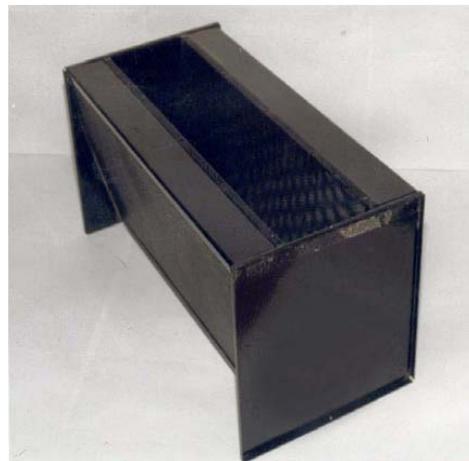


Рис. 5. Кассета с адсорбентом фильтра АФКТ

#### Системы рециркуляции воздуха в помещениях

Система рециркуляции воздуха в помещениях (рис. 6) представляет собой мобильный автономный адсорбционный фильтр, оборудованный вентилятором и финишным фильтром очистки от пылевых загрязнений. Данные системы используются для устранения запахов в помещениях аэропортов, магазинов, медицинских учреждений, зоопарков, музеев и архивов. А благодаря наличию адсорбционных материалов, предназначенных для улавливания коррозионно-активных газов, таких как аммиак, сероводород, меркаптаны и пр., отдельной областью применения адсорбционных систем рециркуляции воздуха является защита электрооборудования от коррозии в серверных помещениях газо- и нефтеперерабатывающих заводов, очистных сооружений.



Рис. 6. Адсорбционная система рециркуляции воздуха в помещениях

Системы защиты от коррозии дополнительно могут быть оборудованы датчиком контроля коррозионной активности воздушной среды.

Основные преимущества систем рециркуляции это – низкий уровень шума, возможность регулирования воздушного потока, простота в обслуживании и мобильность: при необходимости систему очистки можно легко перенести из одного помещения в другое. Производительность систем составляет от 425 до 10 200 м<sup>3</sup>/ч.

#### Индикатор износа адсорбента

Для определения износа адсорбционной загрузки в фильтрах, работающих с коррозионно-активными газами, могут быть использованы механический либо автоматизированный индикаторы износа адсорбента.

Механический индикатор износа адсорбента (рис. 7) представляет собой зонд, который устанавливается в тело адсорбционного фильтра, проходя через все слои адсорбционной загрузки. О степени износа адсорбента можно судить по изменению окраски зонда: часть зонда, соприкасающаяся с выработавшимися слоями адсорбента, окисляется и темнеет.



Рис. 7. Механический индикатор износа адсорбента

Автоматизированный индикатор износа адсорбента (рис. 8) даёт возможность вывода показаний индикатора на шкаф управления и организации мониторинга износа адсорбционной загрузки в автоматическом режиме.



Рис. 8. Автоматизированный индикатор износа адсорбента

### Опыт эксплуатации

Адсорбционные фильтры ПьюрАэр установлены и показали свою высокую эффективность работы на водоканалах России и Казахстана. Опыт внедрения фильтров включает в себя следующие объекты:

- ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» - установка адсорбционных фильтров на Василеостровской канализационной насосной станции.
- АО «Мосводоканал» - очистка выбросов от решеток механической очистки ила, очистка выбросов от столов илоподготовки.
- Очистные п. Новозавидово, МО - очистка выбросов от приемной камеры сточных вод.
- ГКП «Астана су арнасы», Казахстан, г. Астана - установка адсорбционных фильтров на 15-ти канализационных насосных станциях.
- АО «АКБУЛАК», Казахстан, г. Актюбинск - установка адсорбционного фильтра на канализационной насосной станции.

При установке адсорбционных фильтров ПьюрАэр на очистных сооружениях водоканала ГКП «Астана су арнасы», Казахстан, г. Астана, был организован ежедневный мониторинг концентрации сероводорода (основного маркерного вещества выбросов очистных сооружений и объектов канализации). Источниками загрязнения воздушной среды на очистных сооружениях были закрытые кожухами фильтр-пресса в цехе механического обезвоживания осадка сточных вод. Для очистки выбросов было решено организовать локальные отводы воздуха из-под кожухов фильтр-прессов на небольшие адсорбционные фильтры модели ДС, производительностью 170 – 300 м<sup>3</sup>/ч. Результаты проведённого мониторинга отражены на графиках, приведенных на рис. 9.

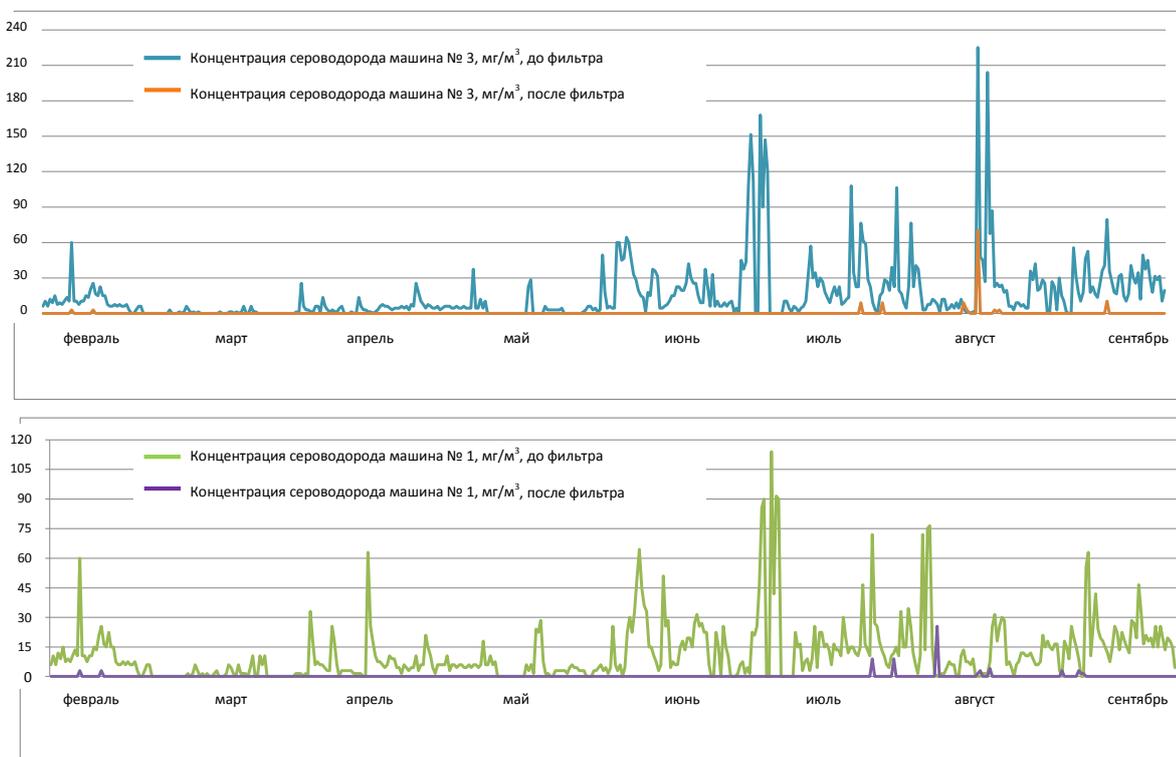


Рис. 9. Графики замеров концентрации сероводорода на входе и выходе из фильтров

Анализ данных показал очень высокую нестабильность концентрации сероводорода в подаваемом на очистку воздухе. Максимальная зафиксированная концентрация сероводорода на входе в фильтр составила

225 мг/м<sup>3</sup> (машина № 3, август). Средние концентрации сероводорода на входе в фильтры составили 11 мг/м<sup>3</sup> для машины № 1 и 15 мг/м<sup>3</sup> для машины № 3.

Фильтры ПьюрАэр показали эффективность удаления сероводорода более 99 %, а также стабильность очистки воздуха в условиях повышенной влажности и существенных скачков концентрации сероводорода на входе [2].

1. Кельцев Н.В., Основы адсорбционной техники, 2-е изд., перераб. и доп. – Москва, Химия, 1984 г. – 592 с.
2. Свицков С.В., Опыт эксплуатации адсорбционных фильтров PureAir на очистных сооружениях водоканала г. Астаны, статья НДТ № 1'2017.

*ОКС Групп, ООО*

*Россия, 125367, г. Москва, проезд Врачебный, д. 13, корп. 3, Э 1 ПО II КО 5 ОФ 1*

*т.: +7 (495) 518-6206*

*info@ecolo.ru www.ecolo.ru*



**XI Международная конференция**  
**МЕТАЛЛУРГИЯ-ИНТЕХЭКО 2019**  
г. Москва, 26 марта 2019г., ГК «ИЗМАЙЛОВО»

**ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ЭКОЛОГИЯ**

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

## Интенсификация процесса пылеулавливания на пластинчатом осадительном электроде посредством квазиоднородного электростатического поля (АО «Кондор-ЭКО»)

*АО «Кондор-ЭКО», Чекалов Л.В., Генеральный директор, д.т.н.,  
Гузаев В.А., к.т.н., Пикулик Н.В., к.т.н., Смагин К.А., н.с.*

Новые экологические требования к очистке газа от пыли требуют разработать и внедрить в производство усовершенствованные технологии процесса пылеулавливания в промышленных электрофильтрах [1].

Электронно-ионная технология, положенная в основу работы электрофильтров (ЭФ), включает в себя движение заряженных частиц пыли к осадительному электроду (ОЭ). Скорость дрейфа частиц пыли « $v$ » в электрическом поле ЭФ зависит от средней напряженности поля  $E_{cp}$  и напряженности вблизи ОЭ  $E_{o3}$ . Повышение  $E_{o3}$  возможно достигнуть оптимизацией геометрических размеров ОЭ. Средняя напряженность поля  $E_{cp}$  без пыли, при которой происходит пробой межэлектродного промежутка, равна порядка 20 кВ/см, соответствующие пробивные напряжения промежутков определяют предельные напряженности электрического поля, при котором могут ещё работать ЭФ. Представляется важной задачей разработать мероприятия по повышению  $E_{o3}$  и приближению её к предельному значению [2].

Применение квазиоднородного электростатического поля (КЭСП) в высокотемпературных ЭФ известно давно [3]. Задачей по интенсификации процесса пылеулавливания в пластинчатых ЭФ является исследование КЭСП вблизи ребристого пластинчатого ОЭ (РОЭ) и внедрение КЭСП в действующие ЭФ.

Промышленные испытания высокотемпературного ЭФ с КЭСП – диафрагменного электрофильтра (ДЭФ) показали, что  $E_{o3}$  возрастает до уровня 15 кВ/см [3]. В такой электродной системе действие электростатических сил усилено за счет гидродинамического эффекта, создаваемого зигзагообразной формой горизонтальных проходов, по которым движется пылегазовый поток в продольно поперечном направлении [4]. Но особенно важно то, что в активной зоне пылеулавливания создается КЭСП вблизи ОЭ, за счет чего  $E_{o3}$  резко возрастает до уровня 10 ÷ 15 кВ/см (в два и более раза выше средней напряженности  $E_{cp} = 3,6$  кВ/см), возникает еще одна дополнительная сила – сила от градиента напряженности КЭСП [5]. Данная технология пылеулавливания в КЭСП признана наилучшей доступной технологией и вошла в сборник информационного справочника ИТС НДТ-22 [6].

Исследования распределения электрического поля вблизи пластинчатых ОЭ показали равномерное распределение поля вдоль поверхности ОЭ. Выявлены локальные точки всплеска напряженности из-за острых углов сгиба «S» образных ОЭ [7], однако, принято это явление несущественным.

С целью интенсификации процесса пылеулавливания за счет создания КЭСП вблизи ОЭ и увеличения « $v$ » исследованы пластинчатые ОЭ различной геометрической конфигурацией. В основу исследования КЭСП положена математическая модель распределения напряженности поля коронного разряда разработанная профессором Верещагиным И.П. [2]. Проведены расчеты распределения напряженности КЭСП вблизи модернизированного ребристого ОЭ (РОЭ). Для расчёта параметров КЭСП использовалась физико-математическая модель, состоящая из уравнения Пуассона для потенциала электрического поля и уравнения неразрывности для плотности тока ионов.

РОЭ имеет вид цилиндриода, его кривые направляющие состоят из полукругов, полуэллипсов, прямых линий, объединенные соответствующим образом чередованием друг с другом в непрерывные кривые. Данные кривые направляющие создают ребристую осадительную поверхность РОЭ.

Выступы ребристой поверхности элемента РОЭ выполняют дополнительную функцию ребра жесткости для придания плоской поверхности РОЭ определенной стойкости на изгиб от воздействия внешних факторов. Это обеспечивает надежность и устойчивость к динамическим нагрузкам при ударной регенерации РОЭ, воздействия гидродинамических сил газового потока и температурных факторов.

Проведенные расчеты для наглядности представлены на Рис.1 в виде двумерного распределения напряженности в межэлектродном промежутке между коронирующими электродами (КЭ) и РОЭ. Расчеты показали, что при определенной геометрической совокупности параметров вблизи осадительной поверхности РОЭ образуется КЭСП. Коэффициент неоднородности такого поля принимает значение «3» и выше по всей длине РОЭ, величина напряженности КЭСП в зоне осаждения пыли  $E_{o3}$  получили больше средней величины напряженности межэлектродного промежутка  $E_{cp}$ .

На Рис.2 представлено распределение КЭСП между РОЭ и КЭ в межэлектродном промежутке при значениях величины выступа  $h=22$  мм. При расчетах учтен фактор снижения рабочего напряжения на КЭ при повышении  $h$  от 4 до 22 мм. Явно выделяются три зоны в межэлектродном промежутке: около КЭ зона коронного разряда, посередине в основном межэлектродном промежутке зона однородного электрического поля и зона КЭСП вблизи осадительной поверхности РОЭ. Значение напряженности  $E_{cp}$  в средней части равномерное и по величине одинаковое и равно порядка 3,6 кВ/см. Величина напряженности КЭСП вблизи осадительной поверхности  $E_{o3}$  при изменении  $h$  от 4 до 32 мм принимает значения от 9,1 до 8,2 кВ/см. Степень очистки газа зависит от скорости дрейфа частиц к осадительной поверхности, которая является прямолинейной функцией от средней  $E_{cp}$  напряженности и напряженности  $E_{o3}$  около осадительной поверхности. Отсюда следует вывод: при повышении второго фактора  $E_{o3}$ , повышается степень

пылеулавливания. Повышая значение  $E_{03}$ , мы интенсифицируем процесс пылеулавливания с помощью использования модернизированного РОЭ, создающего КЭСП вблизи осадительной поверхности.

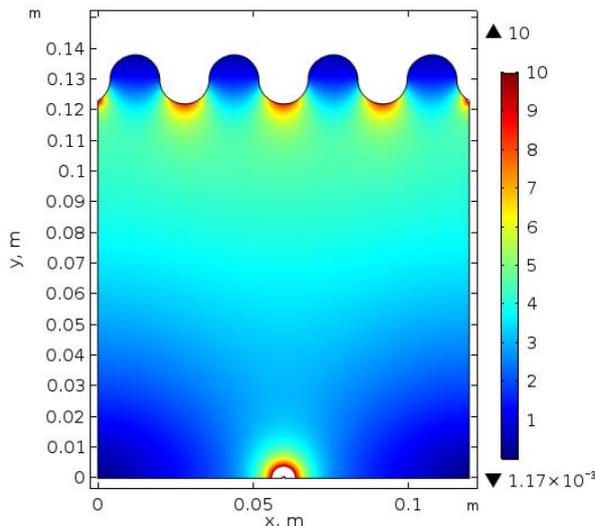


Рис.1. Распределение КЭСП между КЭ и РОЭ

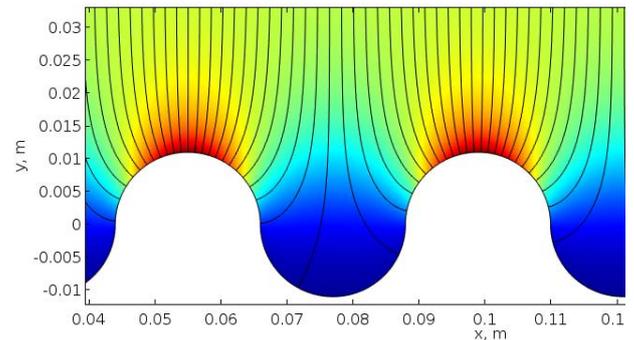


Рис.2. Распределение КЭСП вблизи РОЭ из полуокружностей  $d=22\text{мм}$

С целью определения влияния вида кривых направляющих РОЭ на степень пылеулавливания проведен расчет изменения удельной площади осадительной поверхности при изменении следующих геометрических параметров: «h»- расстояние между соседними стержнями элемента РОЭ, «R»- радиус окружности элемента РОЭ, «a»- малая полуось эллипса элемента РОЭ и «b»- большая полуось эллипса элемента РОЭ. Используются следующие соотношения:  $R=a=0,5h$ ,  $b=h$ ; h- изменяется от 8мм до 32мм. Длина окружности  $2\pi R$ . Длина эллипса равна  $\pi(a + b)$ . Длина поля электрофильтра  $L_{\Sigma}=2500\text{мм}$ .

Общая суммарная удельная длина РОЭ модернизированного поля  $L_{\Sigma}$  складывается из двух составляющих: длины криволинейной поверхности трубчатого элемента  $L_{кр}$  и длины прямолинейного участка  $L_{пр}$ .  $L_{\Sigma}=L_{кр}+L_{пр}$ . Для трубчатого элемента РОЭ  $L_{кр}=\pi R \times N$ , для эллипсоидного элемента РОЭ:  $L_{кр}=0,5 \times \pi(a + b)$ , для прямолинейных участков:  $L_{пр}=h \times N$ , где N – количество полуокружностей, полуэллипсов и прямых на длине поля:  $N=L_{\Sigma}/h$ .

Полученные результаты расчетов для РОЭ, набранного из полуокружностей при условии  $R=0,5h$ , приведены в Таблице 1. Как видно по результатам вычислений, геометрическая совокупность данных геометрических параметров не влияют на длину  $L_{\Sigma}$  модернизированного поля. При этом расстояние h существенно не влияет на величину напряженности КЭСП. Рассчитанный коэффициент  $K_{о.п}$  повышения удельной площади осаждения модернизированного РОЭ относительно базового поля электрофильтра при  $b=R=0,5h$  равен:  $K_{о.п.} = L_{\Sigma}/L_{пр} = 3207 / 2500 = 1,28$ . Для варианта  $b=0,75h$ :  $K_{о.п.} = L_{\Sigma}/L_{пр} = 3697 / 2500 = 1,48$ . Для варианта  $b=h$ :  $K_{о.п.} = L_{\Sigma}/L_{пр} = 4187 / 2500 = 1,67$ . Результаты представлены на Рис.3.

Таблица 1.

Результаты расчета коэффициента  $K_{ОП}$  удельного повышения площади осаждения ОЭ в зависимости от геометрических параметров направляющих ОЭ для длины поля 2500 мм

	b=R=0,5h			b=0,75h			b=h		
hмм	8	16	32	8	16	32	8	16	32
$L_{кр}$	1959	1959	1959	2449	2449	2449	2939	2939	2939
$L_{пр}$	1248	1248	1248	1248	1248	1248	1248	1248	1248
$L_{\Sigma}$	3207	3207	3207	3697	3697	3697	4187	4187	4187
$K_{ОП}$	1,28			1,48			1,67		

Наблюдается линейная зависимость (см. Рис.3) длины  $L_{\Sigma}$  (площади) модернизированного поля от высоты выступа b или радиуса R ребристой поверхности элемента РОЭ. При этом суммарная величина длины прямолинейных участков не изменяется. Чем больше величина ребра – тем больше площадь осадительной поверхности РОЭ. Очевидно, что при уменьшении высоты ребра b до нуля поверхность РОЭ возвращается в плоскую поверхность стандартного ОЭ, а при увеличении величины b более 2h коэффициент  $K_{о.п}$  стремительно возрастает и ребра выступов переходят в диафрагмы, перекрывающие каналы ЭФ как в ДЭФ.

Геометрический вид модернизированного элемента пластинчатого РОЭ (см. Рис.2) имеет вновь открытую закономерность: постоянный коэффициент повышения площади осадительной поверхности, независимый от совокупных геометрических параметров данного элемента. Это важный фактор в конструировании усовершенствованных модернизированных электрофильтров с целью повышения напряженности КЭСП вблизи осадительной поверхности. А именно, чем выше напряженность КЭСП, тем

больше скорость дрейфа и, естественно, выше степень пылеулавливания. Напряженность КЭСП в зоне осаждения на элементы РОЭ повышается в 3- 2,5 раз и более от значения в середине межэлектродного промежутка. Скорость дрейфа имеет квадратичный характер от напряженности поля, что приводит к повышению эффективности пылеулавливания ЭФ и РОЭ. Пределом увеличения размера ребра является возникновение обратной короны или пробой межэлектродного промежутка.

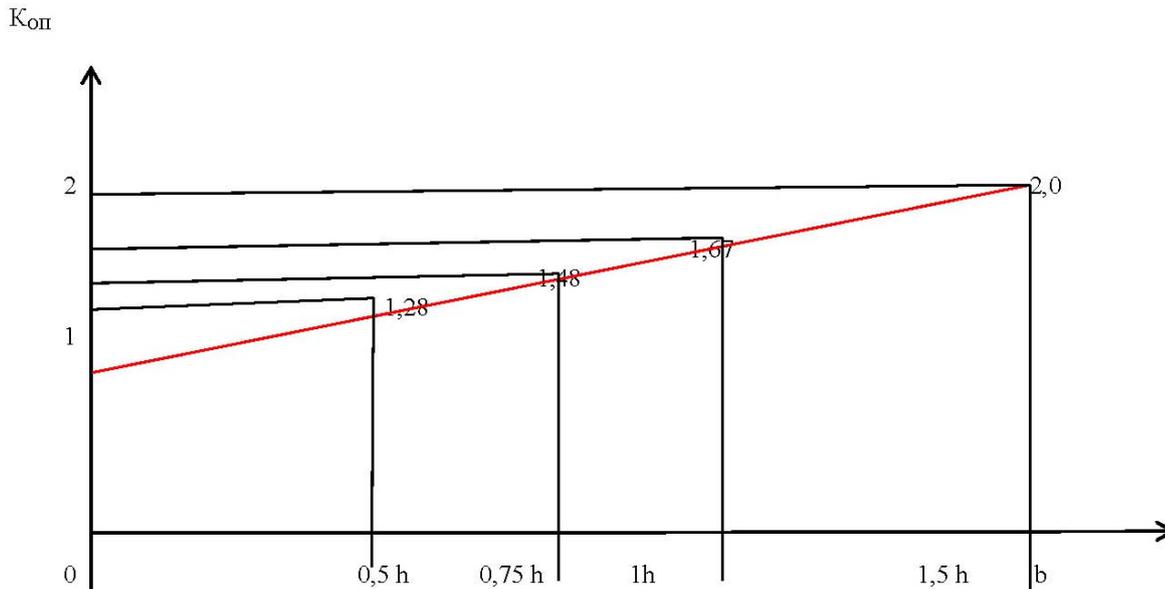


Рис.3. График изменения удельного коэффициента повышения осадительной поверхности ОЭ при изменении высоты выступа

Выступы ребристой поверхности РОЭ обеспечивают требуемую жесткость конструкции электрода от внешних факторов воздействия и выполняют роль ребер жесткости ОЭ электрофильтров типа УГ или ЭГА. Увеличивается площадь осаждения пыли в активной зоне поля электрофильтра в 1,25-1,67 раз без изменения габаритов ЭФ по длине или высоте.

Как известно, количество уловленной пыли в ЭФ определяется скоростью дрейфа частиц в момент осаждения, т.е. непосредственно у поверхности РОЭ. Поэтому при дальнейших расчетах эффективности пылеулавливания следует подставлять значения  $E_{03}$  непосредственно у поверхности РОЭ. На частицу пыли воздействует и дополнительная сила градиента КЭСП, что требует дополнительного изучения этого процесса. Движение частиц пыли в КЭСП вблизи РОЭ происходит по силовым линиям (Рис.2), так как создаются «мертвые зоны», где отсутствует влияние продольного движения газового потока в катале ЭФ. В этих зонах напряженность  $E_{03}$  соизмерима со средней напряженностью в канале ЭФ, происходит интенсивное пылеосаждение. Интенсивное уменьшение массы пыли  $d_m$  за счет осаждения в КЭСП за время  $dt$  на поверхность РОЭ  $2v dx$  равно  $d_m = - Z v x 2v dx dt$  [1]. Этот процесс очень сложный в силу дискретности распределения всплесков КЭСП по поверхности РОЭ и требует дальнейшего изучения экспериментальными и математическими методами.

Регенерация РОЭ является важной составляющей процесса пылеулавливания, режим встряхивания можно определить по вольтамперным характеристикам электродной системы [8]. Технический результат достигается тем, что в ЭФ сначала измеряют период времени от момента окончания регенерации КЭ до момента начала снижения тока короны, или до момента начала повышения напряжения на КЭ при отключенном механизме встряхивания на исследуемом поле ЭФ. На основании величины этого периода вычисляют период  $\tau_{кв}$  встряхивания коронирующих электродов исследуемого поля ЭФ. Далее рассчитывают удельное электрическое сопротивление (УЭС) пыли в исследуемом поле ЭФ и интервал времени встряхивания ОЭ исследуемого поля ЭФ. Далее с помощью программного блока автоматически устанавливают интервал регенерации ОЭ каждого исследуемого поля ЭФ. Такая последовательность действия осуществляют непрерывно по каждому полю ЭФ.

Вывод: Разработана усовершенствованная технология пылеулавливания для горизонтальных пластинчатых электрофильтров типа УГ, ЭГА и ЭГАВ за счет использования КЭСП. Технология пылеулавливания и конструкция модифицированных элементов РОЭ запатентована. Изготовление ребристых РОЭ создающих КЭСП не представляет трудностей на прокатном стане или прессованием пластин.

Данная технология пылеулавливания ЭФ с РОЭ и КЭСП соответствует принципам энергоэффективности и энергосбережению, в том числе ресурсосбережению.

1. Чекалов Л.В. «Экотехника». Защита атмосферного воздуха от выбросов пыли, аэрозолей и туманов. Ярославль: «Русь», 2004. 424 с.

2. Верещагин И.П., Левитов В.И., Мирзабекян Г.З., Пашин М.М. Основы электрогазодинамики дисперсных систем. М., «Энергия», 1974г.
3. Пикулик Н.В., Курносов В.В., Чекалов Л.В., Санаев Ю.И. Ибрагимов А.Ф., Назарец В.В. Промышленные испытания диафрагменного электрофильтра продольно – поперечного движения пылегазового потока в квазиоднородном электростатическом поле. Сборник докладов. VIII Международная конференция «Пылегазоочистка-2015». Москва. 2015г. ООО «ИНТЕХЭКО».
4. Патент № 2636488 от 20.02.2016 «Способ очистки газов от пыли и электрофильтр для его осуществления».
5. «Инновационный высокотемпературный диафрагменный электрофильтр квазиоднородного электростатического поля». АО «Кондор-Эко»: Пикулик Н.В., к.т.н., Чекалов Л.В., д.т.н., Член.корр. АЭН РФ, Гузаев В.А., к.т.н., Санаев Ю.И., к.т.н.; НИТУ «МИСиС», ООО «Инновации и энергосбережение»: Беленький А.М., д.т.н., Академик РИА, профессор; Курносов В.В., к.ф.м.н., профессор. Сборник докладов. X Международная конференция «Пылегазоочистка-2017». М. ООО «ИНТЕХЭКО» 2017г.
6. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. Информационно – технический справочник по наилучшим доступным технологиям. М. ИТС-22. 2016 г.
7. Левитов В.И. Дымовые электрофильтры. М. «Энергия». 1980г.
8. Санаев Ю.И. «Измерение удельного электрического сопротивления слоя пыли непосредственно в электрофильтре». Химическое и нефтегазовое машиностроение. 2011. №9.

*Кондор-ЭКО, АО*

*Россия, 152101, Ярославская обл., Ростовский р-он, р.п. Семибратово, ул. Павлова, д. 5*

*т.: +7 (48536) 53-008, 54-011*

*info@kondor-eco.ru kondore2000@mail.ru www.kondor-eco.ru*



4-5 июня 2019 г. в ГК «ИЗМАЙЛОВО» (г. Москва) состоится XI Всероссийская конференция «РЕКОНСТРУКЦИЯ ЭНЕРГЕТИКИ-2019», посвященная модернизации оборудования электростанций, ТЭЦ, АЭС, ГРЭС, ТЭС, повышению ресурса и эффективности турбин, котлов и другого энергетического оборудования, автоматизации, надежности, газоочистке, водоподготовке и водоочистке, антикоррозионной защите, восстановлению и усилению зданий и оборудования, экологии и промышленной безопасности энергетики.

Ежегодно в работе конференции принимают участие от 150 до 200 делегатов.



Условия участия, бланки заявок, сборники предыдущих конференций, а также другую информацию - см. на сайте [www.intecheco.ru](http://www.intecheco.ru)

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

**Новые технологии очистки выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и их внедрение в качестве наилучших доступных технологий (НДТ)  
(АО «Кондор-Эко»)**

*АО «Кондор - Эко», Чекалов Лев Валентинович, Генеральный директор, д.т.н.,  
Смирнов Михаил Евгеньевич, Исполнительный директор, к.т.н.,  
Гузаев Виталий Александрович, Начальник отдела, к.т.н.*

Указ Президента РФ от 07.05.2018г., № 204, п.7, поставил задачу в кратчайший временной период осуществить кардинальное снижение уровня загрязнения атмосферного воздуха. Для решения этой задачи могут быть применены информационно-технические справочники по наилучшим доступным технологиям (ИТС НДТ). При этом для очистки выбросов в атмосферный воздух вредных (загрязняющих) веществ (в объёме около 90%) предлагаются к использованию технология электрической очистки, осуществляемая электрофильтрами, и технология фильтрации, реализуемая рукавными фильтрами (Таблица 1).

Таблица 1.

**НДТ для очистки выбросов в различных отраслях промышленности.**

№ п.п.	Отрасль промышленности	ИТС НДТ	Требования к нормам выбросов твёрдых частиц, мг/м <sup>3</sup>	Газоочистное и пылеулавливающее оборудование в качестве НДТ
1.	<b>Металлургия</b>			
1.1.	Производство меди	3-2015	20...100	Рукавный фильтр
1.2.	Производство алюминия	11-2016	35...200	Электрофильтр
1.3.	Производство никелю, кобальта	12-2016	25...70	Электрофильтр
1.4.	Производство свинца, цинка, кадмия	13-2016	0,3...50	Рукавный фильтр
1.5.	Производство чугуна, стали и сплавов	26-2017	10...100	Рукавный фильтр Электрофильтр
2.	<b>Промышленность строительных материалов</b>			
2.1.	Производство цемента	6-2016	10...25	Электрофильтр Рукавный фильтр Гибридный фильтр
2.2.	Производство извести	7-2016	5...30	Рукавный фильтр Электрофильтр
3.	<b>Теплоэнергетика</b>	38-2017	5...30	Электрофильтр

Как следует из справочников, уровень выбросов, в основном, должен составлять от 5 до 30 мг/м<sup>3</sup>, что в 2...7 раз ужесточает существующие требования. Для обеспечения этого уровня выбросов повышение степени очистки должно составлять для электрофильтров 99,90%, для рукавных фильтров – 99,99%. При этом снижение габаритов электрофильтров и рукавных фильтров до 2-х раз и более должно обеспечить принцип энергосбережения, а повышение срока службы более чем в 2 раза – принцип ресурсосбережения.

В действующей технологической платформе «Экологически чистая тепловая энергетика высокой эффективности», в качестве ключевого направления своей деятельности определено развитие технологий газоочистки, которые обеспечат близкие к нулевым значениям выбросы частиц золы.

В утверждённом ИТС 22-2016 «Очистка выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух при производстве продукции (товаров), а также при проведении работ и оказании услуг на крупных предприятиях» содержится подробное описание газоочистного и пылеулавливающего оборудования. При этом ведущее место отводится тканевым (рукавным) фильтрам и электрофильтрам, как наиболее распространённым аппаратам, используемым для очистки выбросов. В справочнике отмечены основные достоинства и недостатки аппаратов, выделены основные требования, предъявляемые к оборудованию, и определены направления по интенсификации процессов пылеулавливания.

Таким образом, учитывая, что для большинства производств существующий уровень эффективности очистки газоочистными и пылеулавливающими аппаратами недостаточен, возникает необходимость проведения их модернизации, либо полной замены на высокоэффективное отечественное газоочистное и пылеулавливающее оборудование.

Так улучшение работы рукавных фильтров путём снижения нагрузки на ткань и уменьшения входной концентрации пыли предлагается осуществить (ИТС 22-2016) установкой перед фильтром предварительных пылеуловителей, а основные требования к фильтровальным материалам предлагается предъявлять в зависимости от специфики физико-химических свойств пылегазовых потоков, имеющих место на предприятиях различных отраслей промышленности. При этом обращено внимание, что электризация материала (например, полиэстера) заряженной пылью препятствует проникновению пыли в толщину ткани

материала рукавов, что, в свою очередь, улучшает отряхиваемость, снижает гидравлическое сопротивление и увеличивает срок службы рукавов.

Для электрофильтров также указываются различные методы интенсификации процесса пылеулавливания:

- совершенствование параметров распределения электрического поля в межэлектродном пространстве;
- разработка и совершенствование коронирующих и осадительных электродов;
- создание квазиродного электростатического поля на осадительных электродах;
- увеличение времени пребывания частиц в активной зоне электрофильтра;
- совершенствование газораспределительных систем пылегазового потока;
- адаптация режимов регенерации электродов применительно к условиям эксплуатации электрофильтра и свойств улавливаемой пыли;
- оптимизация алгоритма встряхивания электродных систем;
- оптимизация управления агрегатами питания;
- своевременная диагностика и возможности предупреждения о возможных проблемах эксплуатации.

В связи с дальнейшим совершенствованием оборудования газоочистного и пылеулавливающего следует выделить следующие НДТ ИТС 22-2016:

НДТ 1-4. Совершенствование систем очистки выбросов вредных (загрязняющих) веществ.

Подходы, составляющие НДТ, предусматривают:

1. Включение непосредственно в технологический процесс оборудования установок очистки выбросов, образующихся в технологическом процессе, в качестве конструктивного узла основного технологического оборудования.

При этом поставщик технологического оборудования несёт ответственность и за выбросы в атмосферу, что будет способствовать качественному выбору газоочистного и пылеулавливающего оборудования.

2. Автоматизацию технологического процесса очистки выбросов загрязнённых веществ в атмосферу. Этот подход находится в рамках развития цифровых технологий и наиболее актуален для электрофильтров, которым свойственна высокая чувствительность процесса электрической очистки к отклонениям от заданных параметров технологического режима.
3. Применение надёжных и герметичных аппаратов в целях предотвращения неорганизованных выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

Актуальность данного подхода заключается в том, что после «парадных» пусковых и наладочных испытаний (или после гарантийного срока эксплуатации) аппараты начинают работать с пониженной эффективностью и ряде случаев выбросы после 2-х лет эксплуатации возрастают в несколько раз. Например, механические повреждения и разрушения в электрофильтре, возникающие от ударного воздействия по электродным системам, приводят к повышенным выбросам более чем в 2 раза. При этом восстановление активной зоны может быть выполнено только в период прекращения работы аппарата, который, как правило, осуществляется при остановке основного технологического оборудования.

НДТ 2-1. Внедрение и постоянная поддержка принципов энергосбережения и ресурсосбережения при обращении с образующимися выбросами вредных (загрязнённых) веществ.

Под энергосбережением и ресурсосбережением применительно к оборудованию газоочистному и пылеулавливающему следует понимать снижение капитальных и текущих расходов на очистку от вредных выбросов единицы объёма пылегазового потока.

Для очистки больших объёмов технологических газов в чёрной и цветной металлургии, промышленности строительных материалов, в теплоэнергетике и других производствах наибольшее распространение получил фильтр электростатический или электрофильтр.

В отличие от рукавного фильтра газоочистные установки с использованием электрофильтра потребляют в 2-4 раза меньше энергии, не требуют периодической замены рукавов (в 2-5 лет), работают до температуры 450 °С и мало чувствительны к холодному пуску [1]. Имея явно выраженные преимущества по отношению к рукавным фильтрам, до последнего времени к недостаткам фильтра электростатического относили невозможность обеспечивать выбросы на уровне 5-30 мг/м<sup>3</sup> при соизмеримых габаритах и низкую эксплуатационную надёжность из-за необходимости остановки аппарата для обслуживания внутреннего механического оборудования.

К настоящему времени отечественная технология электрической очистки получила наибольшее развитие, что позволило создать производство новых высокоэффективных отечественных электрофильтров. Технология базируется на результатах научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ по следующим направлениям[2,3,4]:

#### 1) по интенсификации процессов электрической очистки:

- разработана технология снижения напряжения зажигания коронного разряда, позволяющая повысить напряженность электрического поля;
- разработана технология по выравниванию пучности напряженности и тока короны по поверхности осадительного электрода, позволяющие повысить пробивные напряжения;

- разработана технология пульсирующего коронного разряда в межэлектродном промежутке, позволяющая увеличить предельный заряд за счет увеличения мгновенной напряженности на фронте пульсаций объемного заряда;
- обоснована целесообразность увеличения межэлектродного расстояния с сохранением эффективности очистки и снижением удельной металлоёмкости;

**2) по конструктивному оформлению и производству элементов конструкции электрофильтра, созданных для реализации технологий по интенсификации электрической очистки:**

- обоснована конструкция новых элементов коронирующих электродов и создана технология их производства;
- обоснована конструкция новых элементов осадительных электродов и создана технология их производства
- разработаны принципы и технология производства электродов электрофильтров высотой до 18 метров;
- разработана оптимальная конструкция межэлектродного промежутка, обеспечивающая максимальные пробивные напряжения;
- обоснованы оптимальные конструктивные параметры электрофильтра (количество полей и межэлектродных промежутков, высота электродов и межэлектродное расстояние), обеспечивающие максимальную долговечность аппарата[5];

**3) по совершенствованию процессов, улучшающих электрическую очистку:**

- разработаны принципы и создана эффективная система встряхивания электродов;
- разработаны принципы и созданы долговечные конструкции узлов оборудования электрофильтров, а также регламент обслуживания работающих электрофильтров для сохранения эффективности очистки при длительной эксплуатации [6,7];
- разработана методика расчёта системы газораспределения и созданы конструктивные решения по повышению эффективности электрофильтра;
- разработана методика расчёта режимов встряхивания электродных систем по электрическим полям электрофильтра. Применение результатов расчётов обеспечивает работу электрофильтра на максимальных режимах электрического питания и долговечность механических конструкций.

В таблице 2. представлены результаты оценки влияния новых технологий электрической очистки (п. 1. и 2.), технологических (п. 3. и 4.) и конструктивных (п. 5,6,7) мероприятий на повышение эффективности электрофильтров.

Таблица 2.

**Новые технологии и меры по повышению эффективности электрофильтров в различных отраслях промышленности**

Технология, меры	Техническое исполнение, патенты	Увеличение скорости дрейфа частиц	Снижение выбросов
1.Технология снижения напряжения зажигания коронного разряда до 5... 15 кВ	1.Элемент коронирующего электрода с минимальным радиусом кривизны, RU2229939, RU2448779	до 20 %	в 2,8 раз
2.Технология повышения пробивного напряжения до 5%	2.1.Элемент осадительного электрода с минимальными отклонениями размеров, RU2377071, RU2423200 2.2.Оптимальное размещение элементов электродных систем, RU2655691	до 10% до 10%	в 1,7 раз в 1,7 раз
3.Оптимальное газораспределение по сечению электрофильтра	3.Математическое моделирование , конструктивное исполнение	до 5%	в 1,3 раз
4.Оптимизация режимов встряхивания электродов	4.Расчёт режимов встряхивания, регламент включения приводов	до 6%	в 1,4 раз
5.Увеличение высоты электродов до 15... 18 метров.	5.Разработаны и внедрены конструкции электрофильтров до 15 метров	-	-
6.Увеличение активной длины электрофильтра за счёт сокращения расстояния между полями	6.Перенос встряхивания коронирующих электродов из межполюсного пространства в верхнюю часть электрода, увеличение активной длины до 25%	-	-
7.Снижение полуактивных зон в конструкции коронирующего электрода	7.Конструктивное исполнение коронирующего электрода с минимальным количеством мест стыковок рам по высоте, RU 101943	до 15%	в 2,2 раз

Результаты внедрения новых электрофильтров показали уровень эффективности, который соответствует требованиям наилучших доступных технологий по очистке выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух (более чем в 10 раз снижаются выбросы по сравнению с известным оборудованием), а также соизмерим с уровнем очистки выбросов, достигаемый фильтрацией в

рукавном фильтре. Строительство и эксплуатация газоочистой установки на базе электрофильтра нового поколения являются менее затратными по сравнению с рукавными фильтрами.

Положительные результаты научно-технологической деятельности стали научной основой для создания новых способов очистки (RU 2619701) и нового перспективного класса газоочистного оборудования. Так для очистки газов от трудно улавливаемых в электрофильтрах пылей, впервые в отечественной практике была разработана конструкция комбинированного электрофильтра, состоящего из двух ступеней очистки: первая – электрофильтр в объёме одного поля с эффективностью очистки не менее 90 %, и вторая – рукавный фильтр также в объёме одного поля электрофильтра. В результате был получен синергетический эффект от слияния двух технологий очистки. При этом промышленный аппарат с высокой эффективностью очистки получился компактным и низко затратным при эксплуатации (RU 2419478). Дополнительно к этому, на основе расширения исследования электрических процессов очистки планируется создание оборудования с получением счётных концентраций частиц на выходе из аппаратов.

Таким образом, новые технологии электрической очистки, технологические и конструктивные меры позволяют повысить эффективность существующих и служат основой для создания перспективных электрофильтров. По результатам внедрения новых конструкций отечественных электрофильтров можно сделать вывод о том, что развитие технологического направления «оборудование газоочистное и пылеулавливающее» может быть обеспечено путём углублённого исследования процессов, имеющих место при электрической очистке промышленных газов.

Разработанные технологии и технические мероприятия по интенсификации электрической очистки вредных (загрязнённых) выбросов позволяют решать задачи по широкому и эффективному снижению уровня загрязнения атмосферного воздуха в различных отраслях отечественной промышленности и содействуют реализации принципов, заложенных в ИТС НДТ, а именно, максимальное снижение негативного воздействия на окружающую среду при одновременном обеспечении энергосбережения и ресурсосбережения.

1. С.Р.Лунд, Н.В.Педерсен, А.В. Гольцев. Выбор вариантов модернизации электрофильтров // Экология производства. 2009. №10. С.74-76.
2. Чекалов, Л. В. Научные основы создания электрогазоочистного оборудования нового поколения [Текст]: автореферат докторской диссертации /Л. В. Чекалов. - Москва, 2007. - 40 с.
3. Чекалов, Л. В. Анализ работы электрофильтров при высокой концентрации мелкодисперсной фазы [Текст] /Л. В. Чекалов. // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – Москва, 2016. - №3. - С. 27-30.
4. Чекалов, Л.В. Новые российские электрофильтры и модернизация действующих электрофильтров для повышения эффективности золоулавливания [Текст] /Л. В. Чекалов, В. А. Гузаев, М. Е. Смирнов, И. П. Верещагин, С. И. Хренов, К. А. Смагин, Е. М. Тимофеев. // Труды Международной научно-практической конференции «Уголь Эко – 2016» (Москва, 27-28 сентября 2016.). – Москва: Издательский дом МЭИ, 2016. - С.139-147.
5. Гузаев, В.А. Влияние долговечности механического оборудования на эффективность электрофильтров [Текст]/ В. А. Гузаев. // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – Москва, 2014. - №7. - С. 29-31.
6. Гузаев, В.А. Состояние и перспективы повышения надёжности электрофильтров. Обзорная информация. Серия ХМ-14. Промышленная и санитарная очистка газов. [Текст] / В.А. Гузаев. - Москва, ЦИНТИхимнефтемаш,1991. - 24 с.
7. Гузаев, В.А. Основные направления повышения долговечности электрофильтров [Текст]/ В. А. Гузаев. // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – Москва, 2013. - №11. - С. 46-48.

*Кондор-ЭКО, АО*

*Россия, 152101, Ярославская обл., Ростовский р-он, р.п. Семибратово, ул. Павлова, д. 5*

*т.: +7 (48536) 53-008, 54-011*

*info@kondor-eco.ru kondore2000@mail.ru www.kondor-eco.ru*

**Основные направления деятельности компании ООО «Индастриал Восток Инжиниринг» в области газоочистки и пылеудаления (ООО «Индастриал Восток Инжиниринг»)**

*ООО «Индастриал Восток Инжиниринг», Никоненко Сергей Григорьевич,  
Руководитель технического отдела*

Компания способна решать задачи различной степени сложности по замене (в том числе изготовление и поставка) комплектующих к импортным электрофильтрам европейских и американских производителей, например, «Lurgi» (Германия), «ВНА» (США), «ALSTOM Power Stavan» (Франция-Швеция), «FLS» (Дания) и др.;

Мы готовы к сотрудничеству с компаниями, имеющими в своём активе электрические фильтры разработок советского периода в части модернизации и реконструкции, а также совершенствовании периферийного и вспомогательного оборудования (систем питания и управления, механизмов и устройства исполнительного характера и пр.). Основным условием такой модернизации является установка разработанных ООО «Индастриал Восток Инжиниринг» запасных частей и расходных материалов вместо морально и технически устаревших;

Мы выполняем комплексное обследование промышленных предприятий с разработкой технических решений на модернизацию морально и технически устаревших электрофильтров, выполняем поставку необходимых узлов и элементов, а также выполняем весь комплекс работ до запуска модернизированного электрофильтра в эксплуатацию.

Так же компания выполняет работы по обследованию систем аспирации, вентиляторов, дымососов, разработке технических решений по их модернизации, ремонту и замене.

Компания постоянно ведёт работы по усовершенствованию способов газоочистки и пылеудаления как собственными силами, так и в сотрудничестве с передовыми научно-исследовательскими институтами. Примером такого сотрудничества может служить разработка систем очистки дымовых газов от  $SO_2$ ,  $SO_3$ ,  $NO_x$ . Разработана технология очистки дымовых газов ТЭС от оксидов азота по технологии селективного некаталитического восстановления оксидов азота с использованием карбамида, а также установка бисульфит-сульфитной сероочистки, предназначенной для очистки хвостовых газов от оксидов серы ( $SO_2$  и  $SO_3$ ) из цеха серной кислоты.

К каждой модернизации и реконструкции мы применяем индивидуальный подход с разработкой конкретного технического решения на основе полученных исходных данных.

На производственных площадях компании налажен выпуск оборудования собственного производства: фильтры для воды, рукавные и картриджные фильтры, дымососы, транспортёры, пыле выгрузные устройства, искрогасители и др. Ведутся работы по разработке мокрого электрофильтра собственного производства.

**ООО «Индастриал Восток Инжиниринг» предоставляет полный спектр услуг по модернизации и созданию систем очистки промышленных газов от твердых частиц:**

- полное обследование объекта, разработка и предоставление обоснованного технического решения;
- разработка проектов и конструкторской документации;
- изготовление изделий, узлов, элементов в соответствии с разработанной технической документацией;
- поставка, монтажные и пуско-наладочные работы на объекте;
- послепродажное обслуживание оборудования собственной сервисной службой.

Многолетний опыт работы в области очистки промышленных газов и наличие высококвалифицированного персонала позволяет компании решать задачи различного уровня сложности, а индивидуальный подход к потребностям каждого клиента, способен максимально удовлетворить требования заказчиков, предлагая наиболее оптимальные варианты. Такой подход имеет ряд преимуществ. А именно, оптимальный подбор вариантов замены узлов и элементов электрического фильтра устаревшего образца на современные аналоги производства ООО «Индастриал Восток Инжиниринг», подкрепленные теоретическими расчетами; профессиональная разработка модели электрического фильтра с новой активной частью в рамках имеющихся габаритов и с сохранением всех установленных параметров и норм газоочистки.

ООО «Индастриал Восток Инжиниринг» имеет уникальный опыт разработки и производства коронирующих электродов различной конфигурации (от спиралевидных до пилообразных), которые показали отличные результаты совместной работы с осадительными электродами «S»-образного профиля, так же являющимися разработкой компании.

Прокатные станы, имеющиеся в арсенале компании, делают поверхности электродов максимально гладкими, обеспечивая тем самым высокую напряженность поля, а используемые особые полости позволяют удалять пыль с поверхности с минимальным вторичным уносом.

Использование высокоточного оборудования и инструментария, качественного исходного сырья, а также высокая квалификация работников предприятия являются залогом высокого качества продукции, предлагаемой ООО «Индастриал Восток Инжиниринг».

Производственные мощности способны удовлетворить потребности в электродах любого крупного предприятия, выпуская их в точном соответствии с габаритными размерами.

Для действующих электрофильтров зарубежных производителей, в рамках программы «Импортозамещение», наша компания разрабатывает и выпускает запасные части собственного производства, полностью адаптированные к использованию в этих электрофильтрах и комплектующие к ним, качество и технические характеристики которых полностью соответствуют всем международным требованиям и нормам, что подтверждено практикой на металлургических предприятиях.

ООО «Индастриал Восток Инжиниринг»  
Россия, 117246, г. Москва, Научный проезд, д. 19  
Тел.: + 7 (495)-401-9092; + 7 (495) 401-9093  
office@ive-co.ru www.ive-co.ru



Десятая Межотраслевая конференция

**«ВОДА В ПРОМЫШЛЕННОСТИ-2019»**

29-30 октября 2019г., г. Москва, ГК «ИЗМАЙЛОВО»

Межотраслевой форум ежегодно собирающий 150-200 делегатов для обсуждения вопросов водоснабжения промышленных предприятий, технологий для водоочистки, водоподготовки и водоотведения в энергетике, металлургии, машиностроении, цементной, химической, нефтегазовой и других отраслях промышленности.

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

## Реконструкция устаревшего пылегазоочистного оборудования (ООО «ЭкоФильтр»)

ООО «ЭкоФильтр», Стрельцов Дмитрий Владимирович.  
Руководитель отдела продаж

### I. Общие принципы реконструкции газоочистного оборудования.

Компания «ЭкоФильтр» имеет большой опыт в реконструкции различного пылеулавливающего оборудования и повышении его эффективности. Самым распространенным типом реконструкции является переделка существующего устаревшего рукавного или электрофильтра в современный рукавный фильтр с регенерацией фильтровальных рукавов сжатым воздухом.

Отличительными особенностями и достоинствами рукавных фильтров марки СРФ®, производимых нашей компанией, является полностью разборная конструкция, позволяющая занести фильтр практически любой производительности через стандартный дверной проем 900x2000 и осуществить сборку рукавного фильтра непосредственно на месте его установки, а также возможность выбора стороны сервисного обслуживания для замены фильтровальных элементов (сверху или сбоку) в стандартной комплектации фильтра.

При реконструкции зачастую используется корпус и система пылевыгрузки старого фильтра. Данное решение позволяет исключить затраты на изготовление корпуса и бункера нового фильтра, минимизировать перетрассировку газоходов, использовать существующее месторасположение фильтровального и тягодутьевого оборудования, а также использовать существующие системы выброса очищенного газа в атмосферу (дымовые трубы).

#### Типовой перечень работ по реконструкции рукавного или электрофильтра:

- Получение от заказчика технического задания на реконструкцию с характеристиками новой фильтровальной установки (производительность, температура газопылевого потока, дисперсный и химический состав и т.д.);
- Обследование существующего фильтра для определения объемов и границ проведения реконструкции;
- Проектно-конструкторские работы по установке чистых камер с фильтровальными рукавами в корпус электрофильтра, организация входа загрязненного и выхода очищенного газа, перетрассировка газоходов, подвод сжатого воздуха, АСУ ТП;
- Изготовление чистых камер, металлоконструкций, фильтровальных рукавов и другого оборудования, необходимого для проведения реконструкции;
- Демонтаж и очистка внутренней части корпуса электрофильтра, отсоединение газоходов;
- Монтаж металлоконструкций для установки чистых камер, установка чистых камер с фильтровальными рукавами;
- Монтаж новых газоходов подсоединения к фильтру, подвод сжатого воздуха к системе регенерации фильтровальных рукавов;
- Монтаж АСУ ТП;
- Испытания и запуск в эксплуатацию.

Среди работ по реконструкции компании «ЭкоФильтр» хочется отметить следующие:

1. Реконструкция системы газоочистки цементных мельниц ООО «производственная компания «Кузнецкий цементный завод». Проводилась реконструкция старых электрофильтров: переделка их в рукавные фильтры с использованием корпусов электрофильтров. В рамках этих работ были установлены рукавные фильтры производства компании «ЭкоФильтр». После установки были произведены испытания и замеры эффективности очистки, которые показали полное соответствие эффективности очистки требованиям экологических стандартов и требованиям заказчика. Остаточная запыленность составила не более 10мг/м<sup>3</sup>. Сотрудниками компании «ЭкоФильтр» был оказан весь спектр шеф-монтажных и пусконаладочных работ, оказана полная инженерная поддержка на протяжении всех выполняемых работ в ходе реализации проекта.
2. На предприятии «Ачинский цемент» ГК «Базэл Цемент» на одной из цементных мельниц была произведена реконструкция рукавного фильтра РФГ с регенерацией вибровстряхиванием в современный рукавный фильтр с регенерацией импульсной продувкой сжатым воздухом. В рамках реконструкции были произведены следующие работы:
  - Обследование объекта и разработка рабочих чертежей на оборудование;
  - Подготовка корпуса существующего фильтра РФГ к реконструкции: демонтаж системы регенерации и внутренней части фильтра, очистка и усиление корпуса;
  - Поставка и монтаж нового фильтра СРФ600 производства «ЭкоФильтр» в корпус существующего фильтра РФГ, перетрассировка газоходов, монтаж системы автоматического управления, пуск и наладка смонтированного фильтра. Все работы были проведены оперативно в 2-х месячный срок.

## II. Основные проблемы реконструкции газоочистных систем на действующих предприятиях.

Согласно полученного опыта работы наши специалисты выявили несколько серьезных проблем, которые являются препятствием при проведении работ по реконструкции устаревшего газоочистного оборудования или при монтаже новых газоочистных систем в существующих производственных корпусах.

Во-первых, поскольку новые рукавные фильтры устанавливаются, в основном, на места установки старого газоочистного оборудования, большой проблемой является занос и монтаж нового рукавного фильтра к месту его установки. Зачастую размер существующих монтажных проемов является недостаточным или монтажный проем находится далеко от места установки рукавного фильтра и путь к месту установки преграждает существующее технологическое оборудование. Иногда рукавные фильтры располагаются на верхних отметках помещений. Во всех этих случаях требуется организация большого объема проектных и строительно-монтажных работ только для обеспечения заноса рукавного фильтра к месту его установки. Зачастую необходимы такие мероприятия как разборка части кровли, расширение существующих проемов или организация новых проемов в стенах и перекрытиях. Данные работы помимо того, что создают существенное неудобство и мешают технологическим процессам на действующих предприятиях, являются дорогостоящими и намного увеличивают стоимость реализации проекта по реконструкции газоочистных систем.

Наша компания изготавливает рукавные фильтры марки СРФ®, которые возможно поставлять как в собранном состоянии, в виде фильтровальных модулей, имеющих габариты под перевозку автотранспортом, так и в разобранном виде, что позволяет существенно сократить транспортные расходы, позволяет применить контейнерную перевозку для доставки оборудования в отдаленные регионы.



При поставке в разобранном виде фильтр практически любой производительности можно занести через стандартный дверной проем 900x2000. Детали корпуса представляют собой точно изготовленные панели с отверстиями и ребрами жесткости. Так как фильтры имеют модульную конструкцию, наращивание производительности осуществляется путем добавления необходимого количества модулей. Чистые камеры для каждого модуля поставляются в сборе, их габариты также позволяют занести их в стандартный проем.

Сборка рукавного фильтра осуществляется прямо на месте установки. Детали корпуса, бункера и чистой камеры скрепляются посредством болтовых соединений. Для примера, сборка шестисекционного рукавного фильтра СРФ22х6 производительностью до 80 000м<sup>3</sup>/ч занимает около пяти рабочих дней.

Во-вторых, при замене устаревшего газоочистного оборудования на новое существует проблема обеспечения достаточного места для сервисного обслуживания новых рукавных фильтров. Зачастую наблюдается дефицит места над рукавным фильтром или сбоку от него.

Отличительной особенностью рукавных фильтров СРФ® является возможность выбора стороны сервисного обслуживания в стандартной комплектации фильтра. Доступ к фильтровальным рукавам может осуществляться, по выбору, сверху или сбоку фильтра. Корпус фильтра в стандартной комплектации оснащен сервисными дверями как сверху, так и сбоку. Каркасы фильтровальных рукавов имеют специальную запатентованную конструкцию крепления, позволяющую рукав с каркасом вынимать, или устанавливать, как со стороны чистой камеры сверху, так и со стороны грязной камеры сбоку.

Данная особенность рукавных фильтров производства «Экофильтр» позволяет легко адаптировать стороны сервисного обслуживания исходя из наличия свободного места сверху или сбоку от рукавного фильтра.

#### **ПЕРВЫЙ ВАРИАНТ СЕРВИСНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ:**

Замена фильтровальных элементов через **верхнюю сервисную дверь**.

Для данного вида обслуживания требуется **наличие свободного места над фильтром**, равное длине каркаса рукава, место для обслуживания сбоку фильтра не требуется.



#### **ВТОРОЙ ВАРИАНТ СЕРВИСНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ:**

Замена фильтровальных элементов через **боковую сервисную дверь** с отсоединением рукавов из камеры загрязненного воздуха.

Для данного вида обслуживания требуется **наличие свободного пространства для открывания сервисной двери сбоку фильтра**, место для обслуживания сверху фильтра не требуется.



### **Ш. Двухступенчатые рукавно-картриджные фильтры СРФ-КР для повышения эффективности очистки реконструируемых систем аспирации.**

В некоторых случаях, особенно при нахождении производств в черте города или в непосредственной близости от него, обычной степени очистки, которую обеспечивают рукавные фильтры, оказывается недостаточно для соблюдения экологических требований по чистоте промышленных выбросов. Специально

для таких случаев наша компания разработала двухступенчатые рукавно-картриджные фильтры СРФ-КР, которые являются высокоэффективными пылеулавливающими устройствами для существенного повышения эффективности очистки по сравнению с рукавными фильтрами (в 10 и более раз) или для возврата очищенного воздуха в помещение.

Высочайшая эффективность очистки (концентрация пыли на выходе из фильтра не более 1 мг/м<sup>3</sup>) достигается за счет конструктивного размещения в одном корпусе двух фильтров: рукавного и картриджного. Очистка воздуха производится двухступенчато: сначала в рукавном фильтре, затем в картриджном. Обе ступени имеют встроенный механизм регенерации фильтровальных элементов импульсной продувкой сжатым воздухом для обеспечения непрерывной работы фильтра.

Конструкция двухступенчатых фильтров СРФ-КР защищена патентом. Она была разработана в 2011 году и с тех пор внедрялась на ряде производств, где на практике доказала свою эффективность очистки и надежность в работе.

Применение двухступенчатых фильтров СРФ-КР для возврата очищенного воздуха в цех позволяет в короткие сроки окупить их установку благодаря:

- снижению затрат на систему отопления в зимнее время года;
- снижению затрат на нагрев и увлажнение приточного воздуха;
- снижению или исключению затрат на систему приточной вентиляции;
- исключению контроля экологических организаций, т.к. выбросы вредных веществ наружу отсутствуют.

#### IV. Заключение.

Подводя итог, следует отметить, что оборудование компании «ЭкоФильтр» имеет ряд существенных преимуществ в сравнении с установками других производителей. При разработке конструкций рукавных фильтров специалисты проектно-конструкторского отдела учитывали накопленный нашей компанией опыт и опыт других компаний, а также специфику различных производств и условий эксплуатации. Мы постарались сделать конструкцию максимально удобной, исключить недостатки, присущие рукавным фильтрам других производителей и максимально учесть и применить отработанные решения в конструкции, проверенные на практике и улучшающие технические характеристики рукавных фильтров.

Такие особенности, как:

- полностью разборная конструкция, позволяющая занести фильтр практически любой производительности через стандартный дверной проем 900x2000 и осуществить сборку рукавного фильтра непосредственно на месте его установки;
- возможность выбора стороны сервисного обслуживания (сверху или сбоку) в стандартной комплектации фильтра;
- возможность использования в реконструируемых системах аспирации двухступенчатых рукавно-картриджных фильтров для существенного увеличения эффективности очистки или возврата очищенного воздуха в цех;

позволяют провести реконструкцию систем газоочистки в короткие сроки, обеспечить оптимизацию стоимости оборудования, транспортных услуг и монтажных работ, а также соответствовать самым жестким экологическим требованиям по выбросам очищенного воздуха в атмосферу.

*ЭкоФильтр, ООО*

*Россия, 195220, г. Санкт-Петербург, пр. Непокоренных, д. 49, лит. А, оф.204*

*т.: +7 (812) 363-1600, (495) 544-5140, (800) 500-9040*

*info@e-f.ru www.e-f.ru*

**Технологии Хальдор Топсе – ваш путь решения экологических задач  
(ООО «Хальдор Топсе»)**

*ООО «Хальдор Топсе», Тарасенко А.В., к.х.н., Руководитель департамента новых технологий,  
Кетов Н.С., Руководитель отдела маркетинга*

Актуальность задачи по очистке воздуха от газообразных вредных веществ является одной из приоритетных в работе Правительства России. Согласно экспертным оценкам, опубликованным в программе «Охрана окружающей среды» на 2012-2020 гг., общий объем выбросов в воздух от стационарных источников в 2007 г. составил около 20 млн. тонн вредных веществ. При этом в городах, где проживает около 55 млн человек (фактически каждый третий человек России), степень загрязнения воздуха оценивается как очень высокая и высокая. За период 2007-2012 гг. накопленный экологический ущерб в России привел к росту патологических заболеваний эндокринной системы, крови, нервной системы в 2-2,5 раз у детей и взрослых.

Правительство России принимает меры, направленные на снижение экологической нагрузки существующих предприятий, а также на стимулирование строительства новых производств с современными системами очистки. Программа по «Охране окружающей среды» нацелена на снижение выбросов к 2020 г. от стационарных источников газообразных вредных веществ на 77,4% в сравнении в 2007 г., т.е. с 20 млн тонн до 5 млн тонн в год.

Осталось несколько лет до завершения программы. В 2018 году планируется увеличить коэффициенты платы за выбросы, превышающие установленные нормы, в 2019 г. – установить запрет на ввод в эксплуатацию новых объектов, чьи выбросы не соответствуют нормам, к 2021 г. - запрет планируется ввести для существующих предприятий. Для достижения цели по снижению выбросов предлагается использовать наилучшие доступные технологии. И это ключевой пункт.

Датская компания Хальдор Топсе (Haldor Topsoe A/S) предлагает наиболее энергоэффективные и экономичные технологии по очистке выбросов от летучих химических веществ. Более 40 лет технологии успешно работают по всему миру, включая Россию, на более, чем 450 предприятий из различных отраслей — химической, металлургической, лакокрасочной, нефтехимической и др. Одной из наиболее известных в мире технологий Хальдор Топсе является САТОХ.

Технология САТОХ включает в себя оборудование и катализатор для процесса каталитического окисления, основанного на рекуперативном теплообмене. Отходящий газ направляется газодувкой в теплообменник (Рис.1), где он нагревается до температуры около 280-300°C. Далее отходящий газ проходит через катализатор в реакторе, где летучие химические вещества окисляются с выделением тепла и повышением температуры. Температура повышается пропорционально концентрациям летучих химических веществ в исходном газе. Основными продуктами окисления являются углекислый газ, азот.

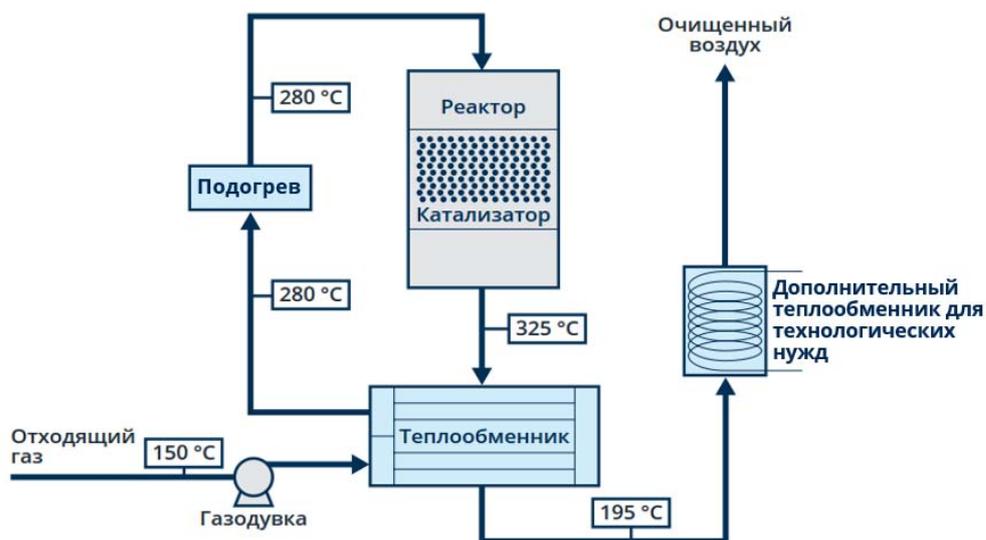


Рис. 1. Принципиальная схема САТОХ.

Горячий очищенный газ проходит по вторичной стороне теплообменника, где отдает часть тепла поступающему на очистку газу. Другая часть тепла через дополнительный теплообменник используется для технологических нужд - подогрева воздуха, воды, получения пара (см. рис.1)

Энергоэффективность САТОХ составляет около 80%. Для того, чтобы процесс был автотермическим, т.е. протекающий без использования энергоносителей для подогрева газа, необходимое содержание летучих веществ в газе должно быть не менее 2 г/нм<sup>3</sup>.

В случае более низких концентраций веществ <2 г/нм<sup>3</sup>, отходящий газ автоматически подогревается до попадания в реактор с катализатором. Подогрев может быть газовый, электрическим, паровым.

Таким образом, технология САТОХ позволяет очистить газ наиболее энергоэффективным способом за счет использования тепла от окисления газообразных химических веществ.

Какие преимущества имеет САТОХ перед традиционной технологией термического сжигания в пламени?

В табл. 1 представлено сравнение этих двух технологий окисления.

Технология термического сжигания в пламени происходит при температурах 800-1000 °С, что создает ряд сложностей. Прежде всего, для поддержания высокой температуры требуется значительное количество топлива, что приводит к дополнительным расходам и образованию углекислого газа. При этом образуются вторичные загрязнители СО и NO<sub>x</sub>, мешающие полной очистке газа. Оборудование для термосжигания изготавливается из специальных огнеупорных материалов и является тяжелым и громоздким. Более того, окисление в открытом пламени и высокие температуры создают риски при оценке безопасности основного производства.

Как упоминалось выше, технология каталитического окисления САТОХ протекает при более низких температурах 200-400 °С с максимальной энергоэффективностью. При этом оборудование является легким и компактным. Например, установка каталитического окисления САТОХ до 16000 нм<sup>3</sup>/ч имеет размеры 20 футового контейнера – 2,5 м х 2,5 м х 6,0 м.

Таблица 1.

**Сравнение технологий очистки газа от химических газообразных веществ.**

Каталитическое окисление	Термическое дожигание
Экономия энергии за счет понижения температуры до 200-400°С	Высокое энергопотребление (800-1000 °С)
Меньше выбросов CO <sub>2</sub>	Увеличенные выбросы CO <sub>2</sub>
Возможность использования легированной стали в конструкции реактора (< 500°С)	Требуется использование нержавеющей стали и/или футеровки реактора (> 800°С)
Отсутствует образование вторичных загрязнителей NO <sub>x</sub> и СО (возможность очистки газов с примесями 50 ppm)	Образование вторичных загрязнителей NO <sub>x</sub> и СО
Сокращается время пуска до 1 часа	Дольше время пуска ввиду высокой температуры эксплуатации и теплоемкости материалов
Компактная установка	Необходим реактор большего размера
Более легкая установка	Тяжелая и громоздкая установка из-за кирпичной изоляции
Срок работы больше благодаря снижению температуры эксплуатации	Меньше срок службы из-за более высокой температуры эксплуатации
Эксплуатация с небольшим избытком кислорода	Требуется не менее 10% избытка кислорода в газе
Экономия на топливе	Увеличенный расход топлива на вспомогательные горелки
Беспламенная технология	Окисление в пламени
Риск отравления катализатора (возможность переработки катализатора)	Нет риска отравления катализатора
Перепад давления по катализаторной полке	Ниже перепад давления в реакторе

Таким образом, технология каталитического окисления имеет ряд преимуществ перед термосжиганием, которые дают клиенту существенную экономию:

- Высокая энергоэффективность с возможностью рекуперации тепла
- Существенная экономия на операционных и капитальных затратах (топливо, электроэнергия, персонал, материалы изготовления)
- Безопасность за счет низкой температуры процесса и беспламенной технологии
- Компактность, легкость монтажа и эксплуатации
- Очистка газов с низкими концентрациями

Доверяя решение по очистке отходящих газов компании Хальдор Топсе, наши клиенты получают преимущества, связанные с:

- Экономией на закупках катализаторов
- Высоким сроком службы катализаторов
- Стойкостью к ядам и стабильностью в работе
- Широким спектром экономически эффективных катализаторов
- Анализом работы катализатора и рекомендациям по оптимизации, предсказуемостью работы катализатора в заданных условиях
- С возможностью индивидуального инжиниринга оборудования
- С технической сервисом и шеф-монтажом

Таблица 2.

**Основные сферы применения SATOX**

Отрасль	Производство	Количество референсов
<i>Химия, нефтехимия, нефтепереработка</i>	Производство акрилонитрила, фталевого и малеинового альдегидов, терефталевой кислоты, олефинов, каучуков, формальдегида, полимеров, очистка сточных вод, очистка выбросов резервуаров хранения нефтепродуктов и масел и др.	310
<i>Полиграфия, окраска,</i>	Офсетная печать, покрытие лаками и полимерными покрытиями металла и прочих материалов	115
<i>Металлургия</i>	Агломерационные процессы, окомкование. Процесс прямого восстановления железа. Печи плавки цветных металлов. Печи обжига, нейтрализация стоков. Очистка отходящего воздуха от паров смазок (в т.ч. прокатное производство)	30
<i>Очистка газовых выбросов от CO, NOx, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S, HCN</i>	Работа с газовыми турбинами и газопоршневыми установками. Решения для очистки отходящих газов ТЭЦ. Мусоросжигательные производства	10

**Примеры практического применения технологии SATOX Хальдор Топсе в России**

**Производство полиэтилентерефталата, Россия**

- Установка твердофазной поликонденсации
- Расход газа 6250 Нм<sup>3</sup>/ч
- Температура 370 °С

**Состав ЛОС:**

- Ацетальдегид, этиленгликоль, диэтиленгликоль, ПЭТФ, уксусная кислота, СО
- Общая концентрация, ppm : 1500-2000

**Работа катализатора:**

- Пуск в 2014 г.
- Конверсия > 99,5 %
- Срок службы катализатора > 5 лет



<p><b>Прямое восстановление железа, Россия</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Горячее брикетирование железа</li><li>• Расход газа 2 x 17 000 Нм<sup>3</sup>/ч</li></ul> <p><b>Состав ЛОС:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• СО, водород, сероводород</li><li>• Общая концентрация 1,5 г/нМ<sup>3</sup></li></ul> <p><b>Работа установки и катализатора:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Пуск в 2000 г.</li><li>• Конверсия &gt; 99,99 %</li><li>• Срок службы катализатора &gt; 5 лет</li></ul>	
<p><b>Производство мин. удобрений, Россия</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Реконструкция цеха производства карбамида</li><li>• Очистка технологического газа СО<sub>2</sub> от водорода</li><li>• Расход газа 28500 Нм<sup>3</sup>/ч</li><li>• Температура 197 °С</li></ul> <p><b>Состав ЛОС:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Водород 0,8% об.</li></ul> <p><b>Работа катализатора:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Пуск в 2017 г.</li><li>• Конверсия &gt; 99%</li></ul>	

Дополнительная информация доступна по ссылке [info.topsoe.com/catox\\_ru](http://info.topsoe.com/catox_ru):

Будем рады сотрудничеству!

*С уважением,  
Тарасенко Артем Владимирович  
Руководитель департамента новых технологий  
art@topsoe.com, info@topsoe.com*

*Haldor Topsoe  
Хальдор Топсе, ООО  
Россия, 125009, г. Москва, Большой Гнезниковский пер., д. 1, стр. 2, этаж 3  
т.: +7 (495) 956-3274  
info@topsoe.com www.topsoe.ru*

**ООО «ИНТЕХЭКО»**

**Международная конференция**

# **«МЕТАЛЛУРГИЯ-ИНТЕХЭКО»**

**г. Москва, ежегодно в марте**

**с 2008 года**

## **ОСНОВНЫЕ ТЕМЫ КОНФЕРЕНЦИИ:**

- Современное состояние и методы решения проблем минимизации вредных выбросов, актуальные вопросы повышения экологичности металлургических производств.
- Практический опыт реализации природоохранных мероприятий и решение экологических проблем различных металлургических производств.
- Наилучшие доступные экологические технологии для черной и цветной металлургии.
- Новые решения и оборудование для систем водоснабжения, водоподготовки и водоочистки.
- Газоочистное оборудование - электрофильтры, рукавные фильтры, скрубберы, циклоны, системы пылеподавления, промышленные пылесосы, дымососы и вентиляторы.
- Системы экологического мониторинга и автоматизация контроля промышленных выбросов.
- Современные газоанализаторы, пылемеры, расходомеры и другие приборы КИП.
- Переработка отходов и металлургических шлаков, технологии рециклинга.
- Примеры модернизации существующих и строительства новых установок газоочистки, водоочистки и переработки отходов на металлургических заводах России и стран СНГ.
- Экономика замкнутого цикла - повышение эффективности металлургических производств с целью минимизации отходов и сокращения вредного воздействия на окружающую среду.

## **УЧАСТНИКИ КОНФЕРЕНЦИИ «МЕТАЛЛУРГИЯ-ИНТЕХЭКО»:**

1. Руководители предприятий черной и цветной металлургии России и стран СНГ, Технические директора, Главные инженеры, Главные энергетики, Главные технологи, Главные металлурги, Главные механики, Главные экологи, начальники управлений, начальники цехов и служб, начальники проектных и конструкторских отделов, начальники отделов охраны окружающей среды, начальники установок газоочистки и водоочистки, ответственные за модернизацию, реконструкцию и ремонты, промышленную безопасность и экологию металлургических предприятий.
2. Представители компаний, производящих современное экологическое оборудование, приборы и материалы для предприятий металлургии.
3. Ведущие эксперты проектных институтов, инжиниринговых, монтажных и сервисных организаций металлургической отрасли.

## **ОРГАНИЗАТОР - ООО «ИНТЕХЭКО» ПРИ ПОДДЕРЖКЕ ОТРАСЛЕВЫХ СМИ**

Подробную информацию, все варианты участия, формы заявок, фотографии, видео, программы и сборники докладов конференций ООО «ИНТЕХЭКО» с 2008 г. - см. на сайте [www.intecheco.ru](http://www.intecheco.ru)

[www.intecheco.ru](http://www.intecheco.ru)    [admin@intecheco.ru](mailto:admin@intecheco.ru)    +7 (905) 567-8767

ООО «ИНТЕХЭКО»



[www.intecheco.ru](http://www.intecheco.ru)



## МЕЖОТРАСЛЕВАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ **«АНТИКОРРОЗИОННАЯ ЗАЩИТА»** ежегодно в марте с 2010 года

### ТЕМЫ ДОКЛАДОВ КОНФЕРЕНЦИИ:

- Актуальные задачи противокоррозионной защиты в промышленности.
- Промышленные лакокрасочные материалы отечественных и зарубежных производителей.
- Новейшие технологии и материалы огнезащиты, изоляции и антикоррозионной защиты строительных конструкций зданий, сооружений, эстакад, газоходов, трубопроводов, дымовых труб, емкостей и другого технологического оборудования промышленных предприятий.
- Лучшие образцы красок для защиты от коррозии, изоляции и огнезащиты.
- Опыт применения различных материалов для предупреждения аварий, усиления и восстановления промышленных зданий и технологического оборудования.
- Подготовка поверхности. Окраска изделий из различных материалов.
- Современное окрасочное оборудование.
- Оборудование для систем электрохимической защиты.
- Современные приборы для контроля качества лакокрасочных материалов и покрытий.
- Приборы неразрушающего контроля. Ультразвуковые дефектоскопы и толщиномеры, видеоскопы, бороскопы, XRF и XRD анализаторы, промышленные сканеры.
- Обследование и экспертиза промышленной безопасности.
- Конструкции и устройство монолитных полимерных полов в промышленном строительстве.
- Защита бетона и восстановления железобетонных конструкций.
- Примеры программ и сборников докладов конференций - см. на сайте [www.intecheco.ru](http://www.intecheco.ru)

Место проведения конференции - ГК «ИЗМАЙЛОВО» (г. Москва).

### УЧАСТНИКИ КОНФЕРЕНЦИИ:



Ежегодно в марте с 2010 года в работе конференции «АНТИКОРРОЗИОННАЯ ЗАЩИТА» принимают участие руководители предприятий энергетики, металлургии, цементной, нефтегазовой, химической и других отраслей промышленности: главные инженеры, главные механики, главные энергетики, начальники подразделений, ответственных за промышленную безопасность, защиту от коррозии, ремонты и капитальное строительство; ведущие специалисты инжиниринговых и проектных организаций, занимающихся противокоррозионной защитой; руководители, технологи и эксперты компаний-производителей красок и лакокрасочных материалов, приборов электрохимической защиты, приборов контроля качества покрытий, разработчиков различных решений для защиты от коррозии, огнезащиты, изоляции, усиления и восстановления зданий и оборудования.

[www.intecheco.ru](http://www.intecheco.ru)    [admin@intecheco.ru](mailto:admin@intecheco.ru)    +7 (905) 567-8767



# Всероссийская конференция «РЕКОНСТРУКЦИЯ ЭНЕРГЕТИКИ»

г. Москва, ежегодно в июне

ООО «ИНТЕХЭКО»

Место проведения конференции - ГК «ИЗМАЙЛОВО» (г. Москва).

## ТЕМАТИКА ДОКЛАДОВ:

- Проектирование и строительство различных объектов электроэнергетики.
- Инновационные разработки для повышения ресурса и эффективности котлов, турбин и другого технологического оборудования ТЭЦ, ТЭС, ГРЭС, АЭС, ГЭС.
- Автоматизация предприятий энергетики - системы управления, учета и контроля.
- Технологический и экологический мониторинг: расходомеры, уровнемеры, пылемеры, газоанализаторы, спектрофотометры, различные датчики и приборы учета и контроля.
- Электрофильтры, рукавные фильтры, скрубберы, циклоны для установок газоочистки.
- Технологии и оборудование водоподготовки, водоочистки и водоснабжения электростанций.
- Материалы для огнезащиты, изоляции, защиты от коррозии, усиления и восстановления зданий, сооружений и технологического оборудования.
- Современные градирни, теплообменники, компенсаторы, насосы, конвейеры, муфты, арматура и другое оборудование электростанций.

## УЧАСТНИКИ КОНФЕРЕНЦИИ:

- Руководители и главные специалисты предприятий электроэнергетики (главные инженеры ТЭЦ, ГРЭС, ТЭС, ГЭС, АЭС, ОГК и ТГК, начальники конструкторских и производственно-технических отделов, ПКО, ПТО, начальники и главные специалисты отделов развития, начальники отделов охраны окружающей среды, начальники котельных и турбинных цехов, начальники отделов энергоэффективности и инноваций, ответственные за техническое перевооружение, эксплуатацию и ремонт различного оборудования, реконструкцию, модернизацию и капитальные ремонты, экологию, автоматизацию, эффективность и промышленную безопасность электростанций).
- Руководители, главные и ведущие специалисты проектных, научных, инжиниринговых, сервисных и монтажных организаций.
- Представители отечественных и зарубежных компаний, производящих современное основное и вспомогательное оборудование для электростанций.
- Журналисты профильных СМИ.

Конференция ежегодно проводится ООО «ИНТЕХЭКО» с 2009 года.

[www.intecheco.ru](http://www.intecheco.ru)   [admin@intecheco.ru](mailto:admin@intecheco.ru)   +7 (905) 567-8767

**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.**



**Развитие производства тяжелых вентиляторов по лицензии Chicago Blower в России (ООО «ВЕЗА»)**

*ООО «ВЕЗА», Андронов Федор Игоревич, Технический директор,  
ООО «ВЕЗА-Санкт-Петербург», Буряков Николай Сергеевич, Руководитель проекта*

Вентиляторы разработки СССР – отличаются простотой конструкции и крайне малым выбором доступных решений, что не позволяет получить индивидуальное решение, строго под запрос клиента. Количество производителей классических «советских» серий выросло, но качество продолжает снижаться. Испытательной базы для стендовых тестов в России фактически нет, за редким исключением. Необходимость прорыва в технологии разработки, производства и тестирования вентиляторов осознается и финансируется в компании ВЕЗА.

В 2018 году завод ВЕЗА-Брянск увеличил площади для выпуска тяжелых промышленных вентиляторов до 7000Мкв. Гражданские изделия для «легкой» гражданской вентиляции перенесены на новую площадку ВЕЗА-Карачев. В Карачеве ВЕЗА строит новый испытательный комплекс 1000 Мкв для полного набора тестов вентиляторов. Акустика, Прочность, Сейсмика – новые тесты, помимо аэродинамики. Освободившиеся площади завода ВЕЗА-Брянск переданы под вентиляторы серий ВИР 800, ВИР 600, ВИР 400 ВИР 300 – «Вентиляторы Индустриальные Радиальные», размер колес до 1600мм. План 2018 года более 1000 штук ВИРов, плановый рост выпуска ВИР до 3000 шт к 2020 году. Аэродинамические схемы вентиляторов серии ВИР – построены на прототипах FERRARI и CBI. В 2017 году ВЕЗА прекратила сотрудничество с FERRARI, полностью освоив серию ВИР до №14 по прототипам FERRARI.



Практически 95% вентиляторов ВИР производится по индивидуальным заданиям клиентов ВЕЗА с массой дополнительных опций по требованию клиента. Заметная разработка ВЕЗА – вентиляторы для горелок фирмы Поликрафт. Традиционно часть заказов ВЕЗА комплектует из Европейских узлов, при невозможности собственного производства - например рабочие колеса сложного дизайна. Поставщик ВЕЗА – фирма Well Technology – производит вентиляторы специального назначения в Эстонии в русскоязычном городе Нарва (160 км от Санкт Питербурга).

Завод Well Technology (WT) достаточно старое предприятие в 2015 году было выкуплено новыми Российскими владельцами. В 2017 году WT получил новое здание 8000Мкв и самый современный парк станков, для производства тяжелых вентиляторов с колесами до 5000мм. Поставки с WT идут в Европу, но основной рынок страны бывшего СССР химические, металлургические, нефтегазовые, энергетические предприятия. Красный Котельщик, АРСЕЛОР-Караганда, БЕЛКАЛИЙ, Норникель, Старый Оскол, Карельский окатыш, Еврохим – клиенты WT в 2017-2018 гг.



Применение современных аэродинамических схем и конструктивных решений – требует доступа к ноу-хау, до 2017 году ВЕЗА использовала опыт Европейских разработчиков, так как технологии СССР используемые в настоящее время не соответствуют требованиям иностранных заказчиков по ресурсу, эффективности, ремонтпригодности, срокам ШИР и ПНР. Осмотр Китайских заводов подтвердил непригодность – технологии тяжелых вентиляторов из СССР, применяемой для рынка Китая и поставок на внешний рынок. В 2018 году были проведены новые переговоры и подписано лицензионное соглашение с американской вентиляторной компанией Chicago Blower. Американская фирма работает с 1947, с конца 50хх продает лицензию на свою продукцию другим производителям вне территории США. Соглашение о лицензии подписано между Chicago Blower и Европейской Эстонской фирмой WT, фактически в лицензии оговорен рынок сбыта – страны бывшего СССР включая Эстонию. Соглашение подписано в самый разгар санкционной борьбы США с Россией – август 2018.



**Chicago Blower Fans are also manufactured worldwide:**

- Argentina
- Australia
- China
- Colombia
- India
- Indonesia
- Israel
- Italy
- Korea
- Mexico
- Netherlands
- Norway
- Saudi Arabia
- Singapore
- South Africa
- Spain
- Taiwan
- Thailand
- Turkey
- Brazil



2011卓尔能获得美国芝加哥风机中国区唯一生产销售权  
2011 Drennan becomes CHICAGO BLOWER China Licensee



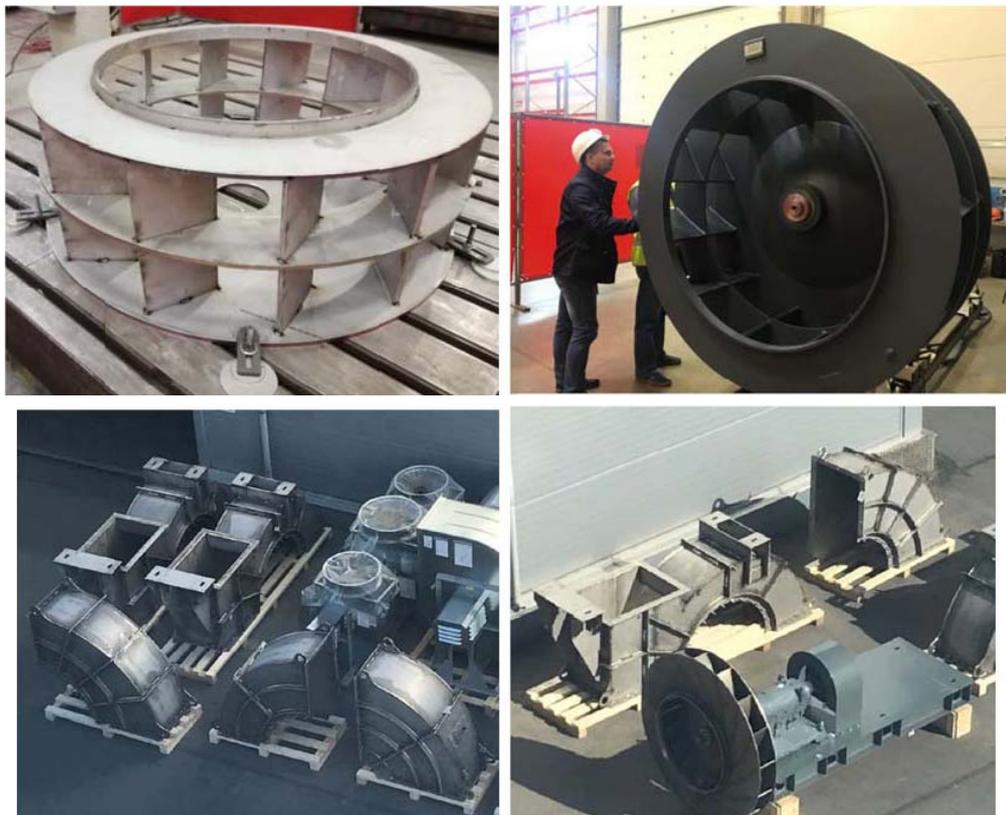
**CCBlower** was established in 1983 for the production of industrial fans as licensee of **Chicago Blower Corporation**.

PT. Super Andalas Steel has been entrusted as a licensee and as a sole agent of CHICAGO BLOWER in indonesia since 1981.

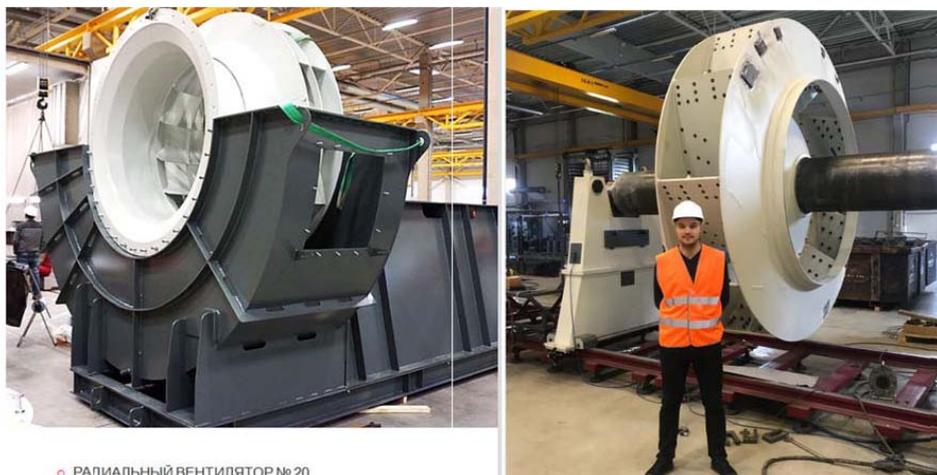
В мире существует 20 фирм заключивших лицензионное соглашение с Chicago Blower, одна из известных в Европе - CBI-Chicago Blower Italiana. Практически лицензия Chicago Blower позволяет получать в режиме он-лайн чертежи на все детали вентиляторов с гарантией аэродинамики, акустики, эффективности и прочности. Весь опыт Chicago Blower проверенный и подтвержденный массой тестов и заказов – можно применить для выпуска индивидуального заказа. Именно позаказное проектирование – отличает владельцев лицензии от фирм с крупно серийным производством. На продукцию лицензиата обязательно наносится знак «Chicago Blower licensee» так как гарантию за параметры вентилятора несет в том числе Американская стороны. Производитель получивший лицензию, проходит аудит производства и отчитывается за каждый произведенный вентилятор, через лицензионные отчисления.

Для получения лицензии нужно подтвердить наличие полного цикла производства, включая специальные станки для производства вентиляторов, конструкторский отдел и аттестацию сварщиков под

все возможные типа сварки и металлы. Фактически лицензия это и есть прорыв который позволяет уже существующему производителю вентиляторов быстро перейти на новый уровень заказов.



Унификация конструктивных решений в рамках единого электронного архива Chicago Blower – позволяет производить запчасти к любым вентиляторам по всему миру, с сохранением или повышением проектных параметров. Все серии ВДН ВМ ВД ВВДН – классика СССР – легко заменяются на более компактные, надежные и экономичные установки по чертежам Chicago Blower.



РАДИАЛЬНЫЙ ВЕНТИЛЯТОР №20

В 2018 году возможности Chicago Blower стали доступны заказчикам стран бывшего СССР через продукцию фирм ВЕЗА и Well Technology - Chicago Blower licensee. Рабочая программа расчета установлена в офисе фирма ВЕЗА-СПб, срок предварительного расчета и подбора вентилятора 2-5 дней. Других компаний с правом легально представлять продукцию по лицензии Chicago Blower на территории бывшего СССР не может быть – таковы условия лицензии.

**ВЕЗА, ООО**

Россия, 142460, Московская обл., Ногинский район, пос. Воровского, ул. Рабочая, д. 10А

т.: +7 (495) 223-0192, 223-0188; veza@veza.ru www.veza.ru

Андронов Федор Игоревич, Технический директор, andronoff@list.ru

ВЕЗА-Санкт-Петербург, ООО

Буряков Николай Сергеевич, Руководитель проекта, buriakov.ns@veza-spb.ru

## Текущая ситуация с развитием нормативной документации в отношении технических требований к системам автоматического мониторинга выбросов в России и ее перспективы (Buhler Technologies GmbH)

*Buhler Technologies GmbH, Сулима Михаил Валентинович,  
Руководитель представительства в России и СНГ,*

*Глава Российской Ассоциации Производителей Автоматических Измерительных Систем.*

### 1. Введение.

Историю изучают для того, что бы циклически, раз за разом, не повторять ошибки совершенные ранее, тем самым обеспечивая надежный фундамент для дальнейшего положительного развития. Собранный опыт наилучших решений является дорожной картой выбора последующего направления в исследованиях и разработках.

Начало мировой практики внедрения автоматических систем мониторинга выбросов было положено в 1965 году в США, а первым документом, обязывающим природопользователей устанавливать такие системы, был САА. Благодаря умелому маркетингу и усилиям продавцов, использовавших популярный, на то время, маркетинговый прием: «наши системы самые правильные для вашего случая», за 10 лет, а именно до 1975, года было продано порядка 17 000 систем автоматического мониторинга. В 1975 году анализ отчетов, о работе систем мониторинга, проведенный US EPA показал: что за 10 лет из всей массы систем в работе остались всего 8-10%.

### 2. История формирования нормативной документации для АИС и мониторинга выбросов.

Оценив ущерб (на тот момент оценивали финансовый ущерб, а именно списание средств на внедрение систем в расходную часть и не уплату налогов на прибыль) нанесенный за эти годы, а так же подход производителей к методам продвижения систем на рынке, US EPA сформировало базовый постулат: «не существует единого универсального решения, системы или подхода к анализу для каждого случая». Иными словами, невозможно для каждого конкретного случая, закрепить какой либо один метод измерений или тип системы, как наиболее подходящий для всех других подобных технологических процессов.

Опираясь на вышесказанное, US EPA разработали требования к системам мониторинга и опубликовали их, сведя воедино в 45 CFR 60, позже в рамках развития требований сформировали и опубликовали 45 CFR 75.

Дополнительно были выпущены краткие методические пособия: по выбору точек для контроля, построению систем и литературе с общей справочной информацией, которые представлены на рисунке 1.

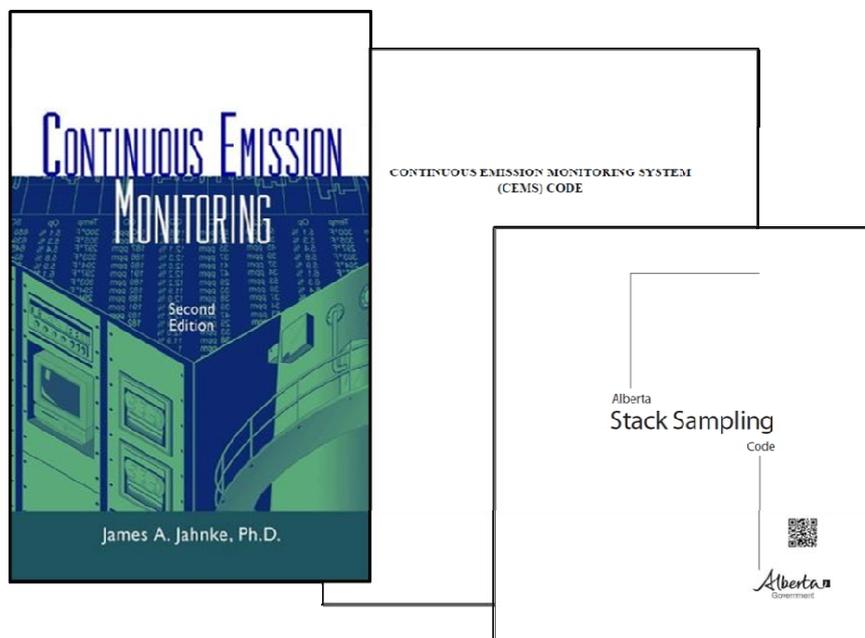


Рис. 1. Материалы по базовым требованиям к системам.

Все исследования EPA велись совместными с исследовательскими институтами Германии, поэтому параллельно с разработкой 45 CFR 60, в Германии начали проработку и сформировали свой пакет стандартов которые сейчас мы знаем как: DIN EN 14181, DIN EN 15259, DIN EN 15267-1, DIN EN ISO 14956. Схематически, с развитием нормативной документации, можно ознакомиться на рисунке 2.

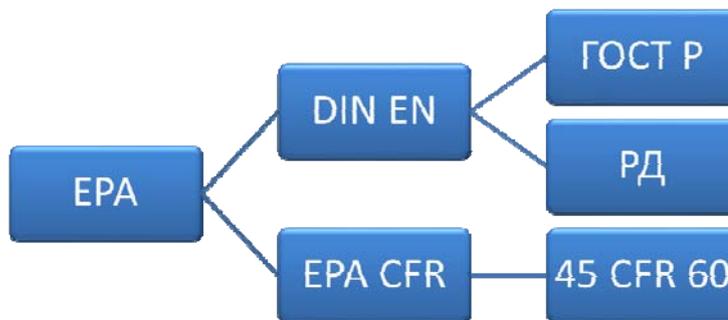


Рис. 2. Развитие нормативной документации.

### 3. Российская нормативная документация в отношении АИС и мониторинга выбросов.

Массовое внедрение поточного анализа в России началось относительно недавно и активно внедряется только последние 10-15 лет. Техническая база поточных анализаторов в России - в меньшей мере это наследие СССР (такие приборы, как правило, были копии зарубежных аналогов) и в значительной мере импортные приборы. Нормативная база была хорошо разработана только на лабораторный анализ, и полностью отсутствовала для поточного анализа. Отсутствие собственного опыта и необходимость внедрения систем мониторинга привела к переводу и адаптации стандартов DIN EN, а так же параллельному применению старых стандартов для лабораторных методов измерений.

Особенность: ранее мониторинг дымовых/отходящих газов в 99% служил целям оптимизации технологических процессов, и достаточно много труб в России уже оснащена такими системами измерения, - которые по сути и являются частью системы мониторинга выбросов, остается лишь дооснастить такие системы измерителями объемного расхода для получения массы выбросов. Действующие сейчас стандарты приведены на рисунке 3.

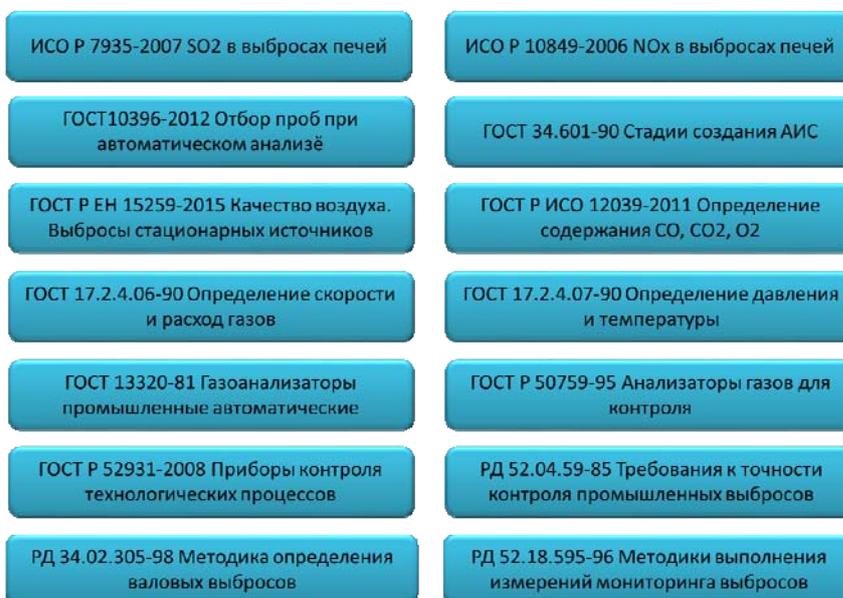


Рис. 3. Действующие стандарты в отношении мониторинга выбросов.

### 4. Документы, регулирующие требованиями к системам Экологического мониторинга выбросов.

В данном докладе не рассматриваются нормативные документы, согласно которых определяется необходимость оснащения системами мониторинга для того или иного природопользователя или их групп. Сейчас, мы остановимся на документах, самого верхнего уровня, регулирующих, требования к таким системам. Прежде всего, это:

- (Проект) ПОСТАНОВЛЕНИЕ ПРАВИТЕЛЬСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

«О требованиях к автоматическим средствам измерения и учета показателей выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ, техническим средствам фиксации и передачи информации о показателях выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ в Государственный реестр объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду»

- ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЗАКОН N 252-ФЗ

«О внесении изменений в федеральный закон «об охране окружающей среды» и статьи 1 и 5 федерального закона «о внесении изменений в федеральный закон «об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты российской федерации» в части создания систем автоматического контроля выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ

- (Проект) РАСПОРЯЖЕНИЕ ПРАВИТЕЛЬСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

«Во исполнение Федерального закона «Об охране атмосферного воздуха» и Федерального закона «Об охране окружающей среды утверждение видов технических устройств, оборудования или их совокупности (установок) на объектах I категории, выбросы загрязняющих веществ которых подлежат автоматическому контролю, виды технических устройств, оборудования или их совокупности (установок) на объектах I категории, сбросы загрязняющих веществ которых подлежат автоматическому контролю.

### 5. Недобросовестные маркетинговые приемы сомнительных производителей.

На сегодняшний день, по мимо вышеописанных, регламентирующих требований и наработанного пакета Национальных стандартов, появляется большое количество справочников и другой вспомогательной и просветительской литературы. Один из таких, весьма спорных и сомнительных изданий, является справочник ИТС 22.1 «Общие принципы производственного экологического контроля и его метрологического обеспечения». В настоящее время, в нем выявлен ряд критических, существенных недоработок, которые в ближайшее время будут скорректированы Бюро НДТ.

Не смотря на это, узкий круг лиц и компаний, принимавших либо непосредственное, либо косвенное участие в написании некоторых разделов данного справочника, естественно, без стеснения в пользу защиты продвигаемых ими методов измерений, выдают природопользователям данный справочник, не как просто просветительско-информационное издание, а уже как безусловное требование к системам мониторинга.

По многочисленным обращениям природопользователей за разъяснениями, нашей Ассоциацией был направлен запрос в Минпромторг с просьбой, пояснить, является данный справочник, и иные подобные издания требованиями к системам мониторинга выбросов. Был получен однозначный ответ: «нет». На рисунке 5, вы можете увидеть внешний вид самого справочника и пояснительное письмо Минпромторга.

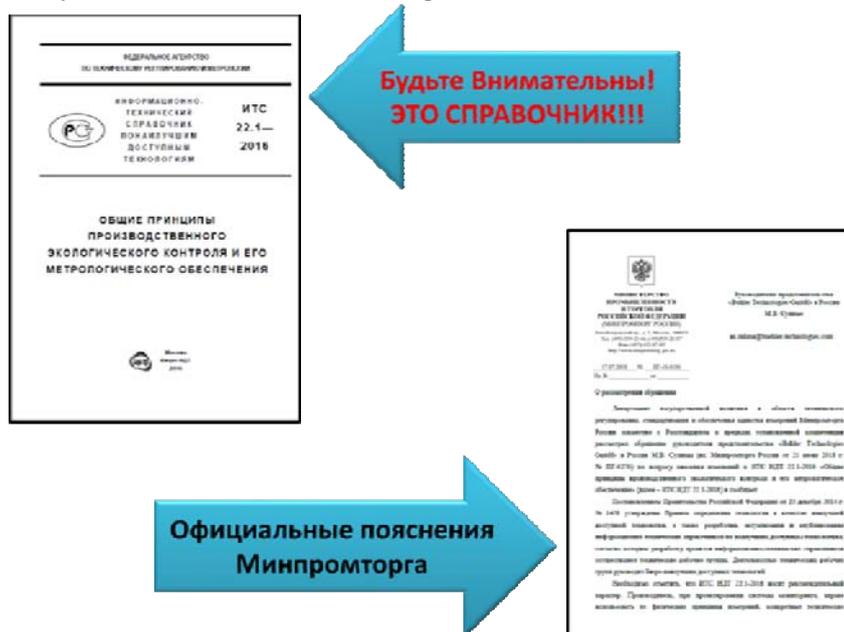


Рис. 5. Справочники и разъяснения Минпромторга.

### 6. Попытки ввода искусственных ограничений на применение видов систем мониторинга.

Попытки недоброкачественных производителей использовать подмену понятий и ввести природопользователей в заблуждение, направив их по ложному пути, в итоге приводит к выбору неоптимального и нелогичного технического решения в каждом конкретном случае.

Навязанное природопользователям какое-то одно, конкретное решение или метод во всех аналогичных случаях, отрезает им доступ к действительно наилучшим, самым современным и оптимальным техническим решениям и методам.

Именно по этому, мировая практика внедрения систем мониторинга выбросов, осознанно, не имеет ограничений и жестких рекомендаций по применению тех или иным методов или способов измерений. На рисунке 6, представлена часть многообразия типов различных систем мониторинга выбросов.

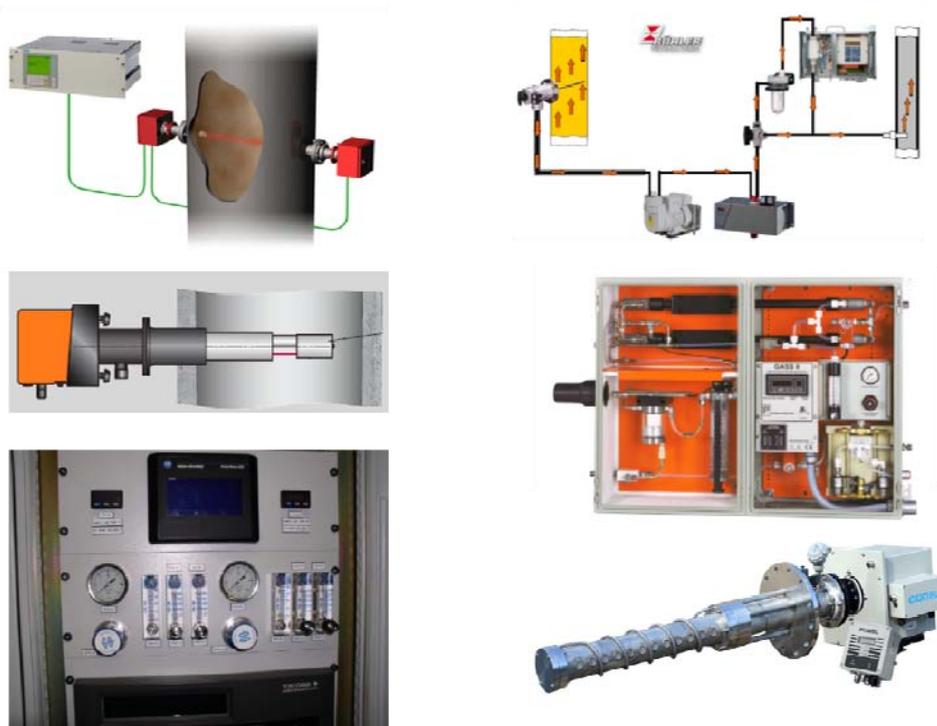


Рис. 6. Используемые виды систем мониторинга выбросов.

#### 7. Выводы.

Опираясь на вышеизложенное исследование, необходимо сделать лишь один вывод касательно выбора методов и подходов к измерениям:

**«Единственным критерием выбора того или иного метода измерения, может являться только способность того или иного метода или технического решения, в конкретном частном случае, выполнить метрологические требования к измерениям».** И уже только после выбора наиболее оптимального технического решения или метода, наиболее важным критерием предъявляемым к системе мониторинга в целом, должно быть - наличие в системе механизма автоматического, непрерывного гарантирования достоверности выдаваемых данных.

ГОРИЗОНТ™ (ЛОГОСГРУПП, ООО)

Россия, 105264, г. Москва, ул. Парковая 10-я, д.18, офис 24

т.: +7 (499) 110-4221

info@horizon-cems.com www.horizon-cems.com

## Обзор технических решений в области автоматизации, информационной безопасности и экологического мониторинга промышленных предприятий. (ООО «АКСИТЕХ»)

*ООО «АКСИТЕХ», Толицнов Юрий Васильевич,  
Заместитель директора по развитию по техническим вопросам*

ООО «АКСИТЕХ» - российский разработчик, производитель средств автоматизации и поставщик технических решений для удаленного мониторинга и дистанционного управления различным технологическим оборудованием. На сегодняшний день компанией введено в эксплуатацию более 4000 объектов (80% из них – в газовой промышленности) в России и странах СНГ. Центральный офис Компании расположен в г. Москве, региональные хозяйствующие субъекты находятся в Костроме, Краснодаре, Нижнем Новгороде. Штат сотрудников «АКСИТЕХ» составляет около 250 человек.

На территории Технопарка «Слава» в г. Москве располагаются производственные мощности компании: конструкторское бюро с опытным производством, отдел программных разработок, сборочное производство, складские помещения и пр. В настоящий момент мы заканчиваем подготовку еще одного отдельно стоящего здания для расширения производственных мощностей, в частности для выпуска интеллектуального датчикового оборудования.



*Фото 1. Конструкторское бюро и производство «АКСИТЕХ»*

Компания «АКСИТЕХ» – участник отраслевых выставок, в том числе и международных, а также правительственных заседаний Президиума Совета при Президенте РФ по модернизации экономики и инновационному развитию страны.

Сферы деятельности компании «АКСИТЕХ» довольно обширны, но сконцентрированы в области внедрения систем автоматизации, программно-технических решений – мы имеем все возможности для выполнения работ «под ключ» - от момента изысканий до передачи в эксплуатацию и последующего обслуживания. Деятельность компании осуществляется в рамках требуемых сертификатов и разрешительных документов. Несмотря на первоначальную газовую направленность Компании (значимые проекты: автоматизация группы газовых объектов для Зимних Олимпийских игр 2014, г. Сочи; участие в реализации проекта Автоматизированной системы коммерческого учета газа (АСКУГ) ООО «Газпром межрегионгаз»; участие в Программе реконструкции газораспределительных сетей ОАО «Газпром газораспределение»), мы имеем опыт в автоматизации и в других отраслях – приведем реализованные нами наиболее крупные проекты: внедрение систем автоматизации и диспетчерского пульта инженерных систем Южноуральской ГРЭС 2-й очереди; внедрение автоматизированных систем учета и потребления воды, автономных систем контроля загрязнений и систем автоматизации технологических процессов КНС и водозаборных узлов для ОАО «Мосводоканал» и др.

Не для кого не секрет, что именно развитие IoT/Industrial Internet of Things – индустриального или промышленного интернета вещей провоцирует переход промышленного уклада на очередной, уже 4-й уровень – более известный как Индустрия 4.0. И если цифровизация и автоматизация промышленности, начавшаяся в конце прошлого века, носит локальный характер, т.е. реализуется на уровне отдельного предприятия, то Индустрия 4.0 предполагает глобальный характер, формируя промышленные сети за пределами обособленной структуры, преобразуя экономику и общество.

Главным ожидаемым эффектом от использования решений в области Интернета вещей должен стать рост производительности и снижение себестоимости производства, за счет качественного изменения логистики, организации закупок, сбыта продукции, управления производством и прочих процессов деятельности.

Воздержусь, от оценок прогнозируемого количества конечных устройств, с одной стороны - индустрия развивается достаточно быстро, с другой стороны (особенно в рамках наших реалий) – промышленные предприятия могут быть и не готовы, как по финансовым, так и по кадровым соображениям.

Что же «АКСИТЕХ» может предложить?

Прежде всего – это модульный контроллер серии КАМ – серийное производство которого запущено нами в 2011 году. Стоит отметить, что и годом начала развития индустрии Интернета вещей принято считать 2011. Но это скорее совпадение.

В настоящий момент в производстве находятся две серии контроллеров:

KAM100 – общепромышленное применение;

KAM200 – взрывозащищенное исполнение.

Хочу остановиться на основных функциональных возможностях, заложенных нами в контроллер и которые позволяют ориентировать его использование в рамках «промышленного интернета вещей»:

- использование беспроводного канала сотовой связи в качестве основного;
- наличие несколько режимов работы контроллера: активный, энергосберегающий, энергосберегающий с внешней активацией по каналу связи, что позволяет использовать контроллер в автономных комплексах и системах, т.е. с применением встроенных источников питания – первичных элементов, аккумуляторных батарей и альтернативных источников энергоснабжения;
- модульность конструкции контроллера для реализации гибкой масштабируемости решений;
- самостоятельная реакция на возникновении аварийной ситуации по измерительным каналам (выход параметра за пределы т.н. уставок) как по дискретным, так и по показаниям аналоговых датчиков и цифровых интерфейсов;
- уровень взрывозащиты типа «искробезопасная цепь» обеспечивает использование контроллера в системах, размещаемых непосредственно во взрывоопасной зоне, что актуально для топливно-энергетического комплекса;



Фото 2. Автономные модульные контроллеры серии KAM200



Процессорный модуль KAM200-15



Модуль криптозащиты KAM200-80

Таблица 1

**Технические характеристики**

Параметр	Величина
Напряжение внешнего источника питания	<b>3,4...4,2В</b>
Среднее значение потребляемого тока в активном режиме	не более 0,4 А
Среднее значение потребляемого тока в режиме «сна» с контролем GSM канала	5 мА
Ток потребления в энергосберегающем режиме	не более 8 мкА
Время установления рабочего режима после подачи питающего напряжения	не более 10 с

Стоит заметить, что модульная линейка контроллера включает в себя не только модули с набором стандартных сигналов ввода-вывода, таких как потенциальные, токовые или дискретные вводы. Также в состав контроллера входят непосредственно модули автономного питания, выполненные на базе LiPo-технологии и также имеющие взрывозащищенное исполнение. Кроме того, для достижения высокой автономности для типовых (серийных) решений выпускаются специальные модули с заказной конфигурацией каналов ввода-вывода, например, модуль аппаратной поддержки станций катодной защиты. Еще одна категория модулей – это первичные преобразователи, датчики – сегодня в серийном производстве находится газоанализатор метана KAM200-97, планируется выпуск датчиков давления, температуры и датчиков оперативного анализа загрязнений.

Что касается устройств, работающих по цифровым протоколам, их поддержка осуществляется с помощью реализации т.н. драйвера – расширения для базового программного обеспечения контроллера. В настоящий момент доступна как поддержка стандартных протоколов (MODBUS RTU, HART и др.), так и проприетарных протоколов приборов учета энергоносителей, включая корректоры-вычислители газа, теплоэнергоконтроллеры и электросчетчики.

Линейка модулей постоянно обновляется, улучшаются их характеристики и расширяются выполняемые задачи, так в 2019 году мы готовим серийное производство процессорного модуля KAM200-15, который выполнен на базе отечественного процессора BE-T1000 (Baikal-T1) компании «Байкал-Электроникс» и операционной системе семейства Linux. Кроме этого, в процессорном модуле устанавливается система логического программирования MasterSCADA 4D, разработки российской компании «Инсат». Таким образом, в результате мы получим контроллер, использующий только отечественные средства в своем составе критически важных компонентов, что наиболее полно соответствует решению задач по импортозамещению.

## Технические характеристики

Процессор	BE-T1000 (Байкал-T1)
ОЗУ	2 Гб
ПЗУ	2 Гб
Внешний интерфейс RS-232	1 шт
Внешний интерфейс RS-485	2 шт
Ethernet-порт	2 шт
USB-Host	1 шт
SD-карта	1 шт
Terminal	1 шт
Модем встроенный	GSM/GPRS/3G/LTE
Количество цифровых входов	4 шт
Количество выходов «открытый коллектор»	2 шт
Шина расширения контроллера	КАМ
Входное напряжение	от 9 до 36 В
Рабочий температурный диапазон	от -40 до +60 В
Протокол обмена данных с уровнем управления	OPC DA / OPC UA

Для интеграции контроллера серии КАМ в системы диспетчеризации, контроля и управления, используется коммуникационное ПО – OPC сервер стандарта OPC UA, также есть более старая реализация сервера под OPC DA 2.05/3.0.

Стоит сказать, что основу решений для Индустриального интернета вещей в большей степени составляют решения для организации уровня сбора и управления данными – т.е. специализированное программное обеспечение, позволяющее выполнять как функции диспетчеризации (аналогично SCADA), так и функции управления данными (MES), конечно, в ограниченной мере.

Именно таким функционалом обладает программное обеспечение «Web-Телеметрия» - «облачная» платформа с встроенными функциями сбора, отображения и обработки технологических данных, получаемых от конечных устройств и систем локальной автоматизации. Система имеет модульный принцип построения – наряду с базовыми модулями для реализации диспетчерского контроля в состав системы входят модули отчетности, паспортизации объектов, рассылки уведомлений, учета обслуживания, аналитики и др. Данный принцип позволяет встраивать в систему и модули под заказ – т.е. для реализации обработки данных по собственным алгоритмам Заказчика. В плане коммуникационных возможностей, система имеет поддержку популярных протоколов и шин обмена данными – OPC DA/UA, MQTT, JSON RPC и пр. Клиентский доступ к системе как пользователя так разработчика – студия разработки встроена в платформу – возможен с любого устройства, имеющего web-браузер.

В настоящее время система эксплуатируется рядом Заказчиков в качестве SaaS-сервиса. Также возможна установка системы на технические средства Заказчика – для использования в корпоративной сети. Приведем несколько реализованных примеров на программной платформе «Web-Телеметрия»: Автоматизированная система дистанционного управления запорной арматурой для АО «Газораспределение» (филиалы), Автоматизированная система коммерческого учета поставки и потребления воды для АО «Мосводоканал», Система автоматизации весовых площадок для ГБУ МО «Мосавтодор», Система мониторинга дизельных электростанций для ООО «КЭС Плюс» и др.

При всеобщем распространении мобильных устройств, а уж тем более устройств, контролирующих технологические процессы, вопрос обеспечения информационной безопасности становится критически важным! Тем более со стороны государства вступили в силу ремонтирующие данный вопрос законы, включая 187ФЗ и подзаконные распоряжения ФСТЭК, регулирующего данное направление. Именно для этих целей компанией АКСИТЕХ разработан программно-технический комплекс «КРИПТАКС».

В состав ПТК «КРИПТАКС» входит модуль КАМ200-80, также представляющего собой модуль контроллера автономного КАМ200, а инфраструктура управления криптографическими функциями выполнена на базе продукта VIPNet, разработки компании «ИнфоТеКС».

Основным преимуществом ПТК «КРИПТАКС» является возможность т.н. «выборочной криптозащиты»

в этом случае обеспечивается защита не всего потока данных обмена, а только критически необходимых, например, команд на управление оборудованием, запись настроечных параметров и т.п. Это существенно снижает скорость выполнения криптографических функций и объем данных обмена, что, в свою очередь, позволяет применять ПТК и в автономных системах управления.

Еще одним техническим решением, выполненным на базе платформы контроллера КАМ, относящимся

к сфере экологического мониторинга стала - Автоматизированная система автономного контроля промышленных стоков (АСАКС). Прежде всего – это система оперативного контроля – т.е. система фактически отвечает требованиям ФЗ №219 от 21 июля 2014 г. О внесении изменений в ФЗ «Об охране окружающей среды», который вступает в силу с 01.01.2019 г.

Система также имеет автономное исполнение и достаточно мобильна – т.е. может быть использована для контрольных функций – например, система используется в АО «Мосводоканал» именно для этих целей – уже имеются прецеденты выставления штрафных санкций по несоблюдению режимов сбросов.

В зависимости от состава датчикового оборудования система контролирует следующие параметры: мутность, ЕМ/дм<sup>3</sup>; содержание взвешенных веществ, мг/л; цветность, град.; нитраты/нитриты, мг/л; сульфаты/сульфиды (сероводород), мг/дм<sup>3</sup>; нефтепродукты, мг/дм<sup>3</sup>; маслянистая пленка, мкм; химическое потребление кислорода, мг/дм<sup>3</sup>; солесодержание/удельная электропроводность, См/см.

Сбор данных, и их обработка также выполняются по каналам GSM /GPRS с помощью системы Web-телеметрии.



*Фото 3. Председатель совета директоров ООО «АКСИТЕХ» А.В. Базулев демонстрирует «АСАКС» Председателю Правительства РФ Д.А. Медведеву*



*Фото 4. Испытания Автоматизированной системы автономного контроля промышленных стоков (АСАКС) в АО «Мосводоканал»*

В заключении хочу остановиться на не менее важном аспекте, а именно, сервисном сопровождении и технической поддержке автоматизированных систем. Данные, получаемые при эксплуатации сложных технических систем, кроме оперативного характера все больше несут статистическую составляющую – т.е. это именно тот случай, когда количество перерастает в качество, а именно математическая обработка этого объема данных уже позволяет прогнозировать события, в том числе и предотвращать аварийные ситуации, а также планировать связанную с этим операционную деятельность. Постоянно увеличивающийся объем информации – Big Data – уже требует других подходов к хранению и обработке. Именно для этих целей мы сейчас проводим работы по использованию в составе платформы «Web-телеметрия» распределённой системы управления базами данных Apache Cassandra, относящаяся к классу NoSQL-систем. В частности, с данной проблемой мы столкнулись при реализации проекта Информационно-диагностической системы состояния сельхозтехники, в рамках которого с каждого, например, зерноуборочного комбайна собираются данные в объеме около 50 технологических параметров и с частотой до 1 раза в минуту, а для критически важных параметров – период опроса может составлять до 1 раза в 3 с.

В дальнейшем, по мере накопления статистики и выработки алгоритмов машинной обработки получаемых данных, мы планируем предложить модель обслуживания техники «по необходимости», а не «по регламенту» как это сейчас принято, что должно привести к экономическому эффекту в плане уменьшения затрат на ремонт и в конечном итоге - продления сроков службы техники.

Внедрение «промышленного интернет вещей» и «машинного интеллекта», позволит посмотреть Заказчику на свой бизнес с иной точки зрения – что в конечном счете и подразумевает такое понятие как «цифровая трансформация бизнеса» и реальный переход к Индустрии 4.0.

*АКСИТЕХ, ООО*

*Россия, 117246, г. Москва, проезд Научный, д. 19, этаж 5 комн. 4-7*

*т.: +7 (499) 700-0222*

*info@axitech.ru www.axitech.ru*

## Системы герметизации кабельных и трубных вводов Roxtec. (ООО «Рокстэк РУ»)

*ООО «Рокстэк РУ», Пономарев Игорь Вячеславович,  
Руководитель направления «Энергетика и Нефтегазовый сектор»*

Современные тенденции развития электросетевого хозяйства приводят к постоянному увеличению количества электронного оборудования на объектах. Технологии цифровых подстанций и использование современного электрического оборудования, такого, например, как распределительные устройства, или электрические шкафы, предъявляют определенные требования к микроклимату на объекте. Несоблюдение требований может служить причиной сокращения сроков эксплуатации оборудования, отказа производителей от гарантийных обязательств, или возникновения ошибок в передаваемых данных.

Одним из основных параметров, характеризующих микроклимат на объекте, является относительная влажность. Ее высокие показатели способствуют начальному развитию частичных разрядов на поверхности изоляционных материалов. Их длительное воздействие приводит к катастрофическому разрушению изоляции, что может послужить причиной электрического пробоя с последующей заменой дорогостоящего оборудования.

Попадание влаги в помещение является одной из главных причин повышения относительной влажности на объекте. По этой причине любые отверстия в перегородках помещения, в том числе места захода кабелей или труб, становятся важными узлами обеспечения микроклимата в помещении, и требуют должного уровня герметизации.

Помимо этого, к местам ввода кабелей или труб могут быть предъявлены следующие требования, в зависимости от категории помещения:

- Защита от попадания в помещение грязи, пыли и вредителей;
- Применимость к разным наружным диаметрам кабелей и труб;
- Центровка кабеля или трубы в месте прохода;
- Функционирование в заданных условиях окружающей среды;
- Возможные требования по огнестойкости проходки;

Используемые в настоящее время компаунды, для заделки проемов кабельных и трубных вводов, зачастую не функционируют. Этому есть множество причин: температурное расширение и вызванные этим подвижки кабелей или труб, высыхание и постепенное выкрашивание компаунда, просадки грунта с внешней стороны помещения, плохая адгезия используемых в местах захода ПНД труб с бетоном.

Указанные проблемы можно решить с помощью использования модульных проходок Roxtec. Модульные кабельные и трубные проходки состоят из стандартного набора компонентов. В общем случае данный набор включает в себя раму, резиновые модули, через которые проходят кабели, опорные пластины и компрессионный блок, и позволяет на этапе проектирования включить в спецификацию только необходимую для конкретного случая номенклатуру.

Каждая труба или кабель, проходящий через проходку, устанавливается в модуль, изготовленный из специальной безгалогенной резины Roxylon, основанной на этилен-пропиленовом каучуке (EPDM). Механические свойства данного материала позволяют осуществить равномерную компрессию и герметизацию вокруг каждого кабеля в проходке за счет компрессионного блока. Используемый материал также обладает длительным жизненным циклом и является огнестойким. Стандартная продукция Roxtec функционирует в диапазоне температур окружающей среды от  $-60^{\circ}\text{C}$  до  $+80^{\circ}\text{C}$ , а решение Roxtec сертифицировано в соответствии с требованиями EI/60, EI/120 и EI/180, в зависимости от конфигурации. Конфигурация проходки подразумевает автоматическую центровку кабеля, и облегчает его маршрутизацию, а фиксация кабелей в месте прохода позволяет избежать проблем, вызванных просадкой грунта.

Модульная структура проходок позволяет избежать ошибок со стороны монтажного персонала, так как качество монтажа легко контролируется визуально, а также многократно разбирать и собирать проходку, внося изменения в ходе эксплуатации объекта. Таким образом, применение модульных проходок Roxtec позволяет субъектам электросетевого хозяйства минимизировать риски при сокращении эксплуатационных расходов.

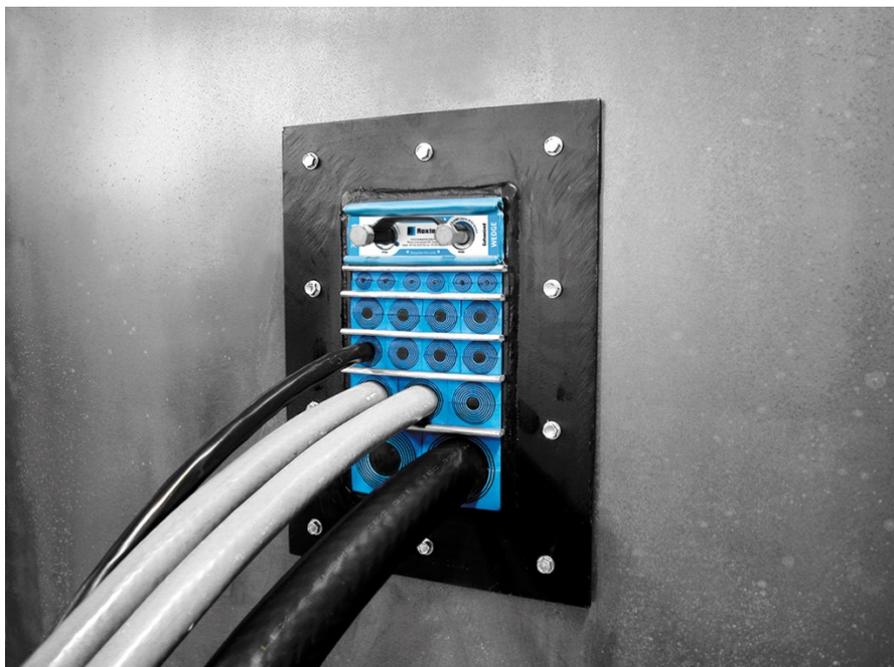


Рис. 1. Модульная кабельная проходка Roxtec с рамой типа G, прикручиваемой болтами

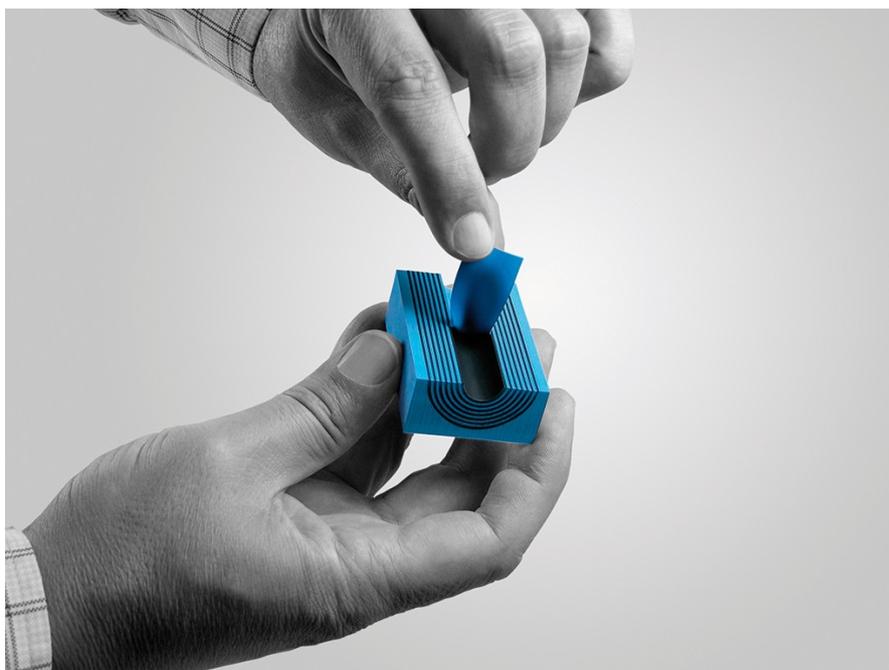


Рис. 2. Модуль Roxtec с удаляемыми слоями

Компания Roxtec вкладывает значительные инвестиции в разработку и производство новой продукции, опираясь на тесное взаимодействие с заказчиками. Так, для предотвращения рисков подтопления и проникновения грунтовых вод была разработана и внедрена новая линейка продукции для подземных сооружений Roxtec UG™. С помощью решений Roxtec UG можно создавать герметичные вводы как для одиночных, так и для нескольких кабелей и труб. Изделия отличаются простотой монтажа даже при наличии повышенной влажности и проточной воды. Способность данных модулей выдерживать нагрузки, вызванные изгибом кабеля и другими силами, обеспечивает возможность работы в условиях статического давления воды, а это служит гарантией от возникновения частичных разрядов. Данные уплотнения обеспечивают герметичность и стойкость при постоянном давлении воды до 0,3 Бар, выдерживает нагрузки массой до 1000 кг при экстремальном изгибе кабеля.



*Рис. 3. Муфта Roxtec UG при уплотнении футляров для кабелей.*

Инновационная выбивная гильза Roxtec UG™ позволяет эффективно планировать использование проемов под кабелепроводы и трубы, а также получать при этом выгоду, так как герметизация резервных или неиспользуемых каналов не требует никаких дополнительных расходов. На ранней стадии проектирования необходимо определиться, с какой стороны стены - внутренней или наружной – будет находиться герметичная крышка, чтобы повернуть выбивную гильзу в ее сторону. Затем надо будет установить гильзы в основание, а когда будет нужно – достаточно их просто выбить.



*Рис. 4. Roxtec UG для ввода силовых кабелей.*

Решения Roxtec UG отлично подходят для уплотнения уже проложенных кабелей и труб. Уплотнения предназначены для вставки не только в выбиваемые гильзы, но и в кабелепроводы, а также отверстия в бетоне.

Благодаря мягкой, но прочной резине уплотнения Roxtec UG™ идеально закрывают неровные края проемов и поверхность кабелепроводов с овальным сечением.



Рис. 5. Разборные конструкции гильз позволяют уплотнять уже проложенные кабели и трубы

Решения компании Roxtec широко применяются на объектах энергетического сектора в России, как капитального строительства, так и реконструкции. Инженерно-технические специалисты ООО «Рокстэк РУ» готовы сопровождать весь проект по уплотнению кабельных и трубных вводов от стадии проектирования до шеф-монтажа.

*Рокстэк РУ, ООО*

*Россия, 115035, г. Москва, Космодамианская набережная,*

*д. 40-42, стр.3, этаж 1, помещение XVII, комната 1в*

*т.: +7 (495) 221-6220*

*info@ru.roxtec.com www.roxtec.com/ru/*

## Импульсный источник питания электрофильтра для очистки дымовых газов от твёрдых частиц (ВЭИ - филиал ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ им. академ. Е.И. Забабахина»)

*ВЭИ - филиал ФГУП «РФЯЦ-ВНИИТФ им. академ. Е.И. Забабахина»,  
Щербаков Александр Владимирович, Заместитель начальника отдела, д.т.н.*

Энергетическая стратегия России на период до 2020 года предписывает повышение энергетических мощностей тепловых электростанций преимущественно за счёт ввода угольных ТЭС.

В энергетическом балансе России уголь занимает значительно меньше места, чем в среднем в мире. В России доля угля в энергобалансе в целом и в производстве электричества, в частности, примерно равны и в том и в другом случае составляют, по различным статистическим отчётам, не более 18%.

К началу 1990-х гг. уголь отошёл на второй план, а затем, в результате ценовой политики дешёвого газа, энергетики совсем потеряли интерес к угольной генерации, требующей дополнительных мероприятий для снижения вредных выбросов. В результате за последние более 15 лет в России не было введено ни одной угольной электростанции, кроме 2-го блока Харанорской ГРЭС мощностью 430 МВт, а значительная часть действующих станций была переведена на газ.

Из обращения президента (2009 г.) Д.А. Медведева от 20.06.09: Россия должна к 2020 г. снизить выбросы промпредприятий на 20% (на 30 млрд тонн в год).

Из обращения президента В.В. Путина Интернет ([rg.ru 2012/12/21/ugli.html](http://rg.ru/2012/12/21/ugli.html), Российская газета. Экономика №5968 №295). Энергетическая стратегия России на период до 2020 года предписывает повышение энергетических мощностей тепловых электростанций преимущественно за счёт ввода новых угольных ТЭС.

В России в связи с постоянно нарастающей интенсивностью продажи газа за рубеж доля угольного топлива будет нарастать, поэтому актуальность использования высокоэффективных дымовых фильтров также останется ещё на долгое время.

Выбор очистного оборудования наряду с оптимизацией режима топливо-подготовки и режимов сжигания, также имеет значение. Например, в последние годы наиболее популярным стало использование рукавных фильтров (РФ), обеспечивающих минимальное значение пылевых выбросов в дымовых газах. Основные недостатки – малая производительность, большое аэродинамическое сопротивление воздушному потоку дымовых газов, малый срок службы, аварийность при внезапном большом уровне выбросов, проблемы с утилизацией рабочего материала фильтра. Поэтому, для использования в условиях больших пылевых потоков, наиболее предпочтительно применение электрофильтров (ЭФ), лишённых этих недостатков или, как альтернатива, совместное последовательное включение в очищаемый поток дымососа ЭФ и РФ.

Применение ЭФ позволяет процесс пылеочистки превратить в непрерывный цикл с большой производительностью, хотя предельная степень пылеочистки получается меньше, чем при использовании РФ. Наиболее экономичным способом повышения степени пылеочистки по сравнению с оптимизацией конструкции ЭФ, является оптимизация режимов электрического питания коронирующих электродов (КЭ).

Классическая, наиболее распространённая, форма напряжения питания КЭ – униполярная, при отрицательном напряжении. Для улучшения степени удаления высокоомных зол угля Кузнецкого бассейна (сопротивлением около 109 Ом\*м), нами проводятся многолетние (1990...2010 г.) исследования по улучшению степени пылеочистки ЭФ, например, типа ЭГА–35-9-5-3 (электрической ёмкостью 0,15 мкФ) от твёрдых частиц пыли угольных тепловых электростанций. Результаты исследования показали, что наиболее простым и наименее затратным способом улучшения является изменение формы напряжения питания отличной от униполярной. Наименее затратным способом существенного (в разы) повышение степени пылеочистки достигается путём применения дополнительно к любому виду питания импульсного, например, от высоковольтной источника импульсного питания (ИИП) микросекундной длительности, работающего в режиме приставки, наложенного на любое штатное, например от униполярного источника питания (УИП).

Экспериментальные исследования показали, что введение дополнительно к униполярному импульсному питанию (рис. 1) только на одном из трёх полей, при амплитуде импульса составляющем 30...40 % от униполярного, от ИИП амплитудой 20...30 кВ, током 300...400 А, длительности 40...60 мкс, частоте повторения 300...400 Гц на нагрузку, ёмкости ЭФ, около 0,15 мкФ в режиме вольтодобавки к основному напряжению питания (практически -40...-80 кВ при среднем токе УИП до 0,6 А) обеспечивает, более 5-кратное снижение уровня пылевых выбросов.

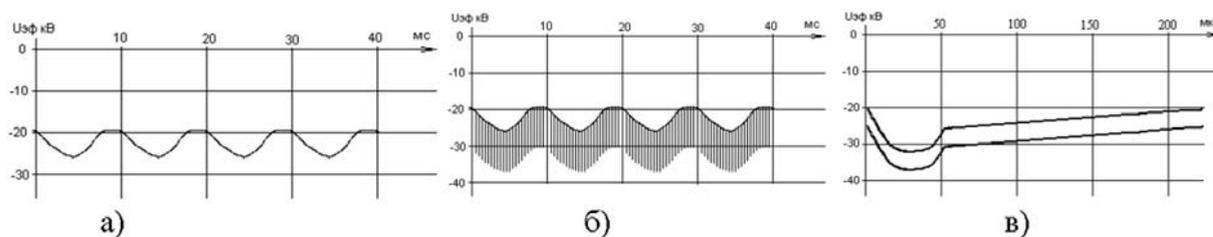


Рис. 1. Осциллограммы напряжения на КЭ ЭФ при подключении ИИП в качестве приставки к штатному УИП

- а) при униполярном питании,
- б) совместном униполярном и импульсном,
- в) форма импульса на КЭ при питании от УИП и ИИП (при уменьшенном на 3 порядка времени развёртки).

Оптимизация электрических параметров ИИП (рис. 2) заключается в определении минимального значения амплитуды, частоты и длительности импульса, при которых обеспечивается снижение уровня запылённости дымовых газов. Эксперимент проводился при напряжении на коронирующем электроде около  $U_{кор} = -40$  кВ от источника питания АТФ 600.

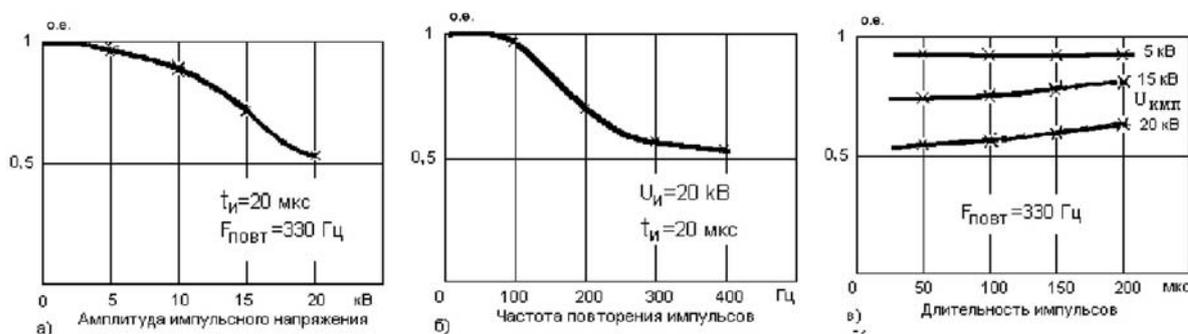


Рис. 2 Оптимизация электрических параметров ИИП

- а) при увеличении амплитуды импульса
- б) при увеличении частоты повторения
- в) при увеличении длительности импульса

Определение степени уменьшения запылённости определяется по диаграмме регистрации запылённости с помощью оптического пылемера. Осуществляется поочерёдное включение и отключение УИП и ИИП поля. Проводятся три измерения запылённости:

- 1 штатный режим – включён только УИП,
- 2 отключается УИП,
- 3 включается штатный УИП и ИИП.

В результате из диаграммы (рис. 3) видно, что улучшение степени пылеочистки при включённом ИИП аналогично снижению повышению уровня запылённости при отключённом УИП. Возникает эффект улучшения степени пылеочистки аналогичный появлению как бы ещё одного 4-го поля ЭФ.

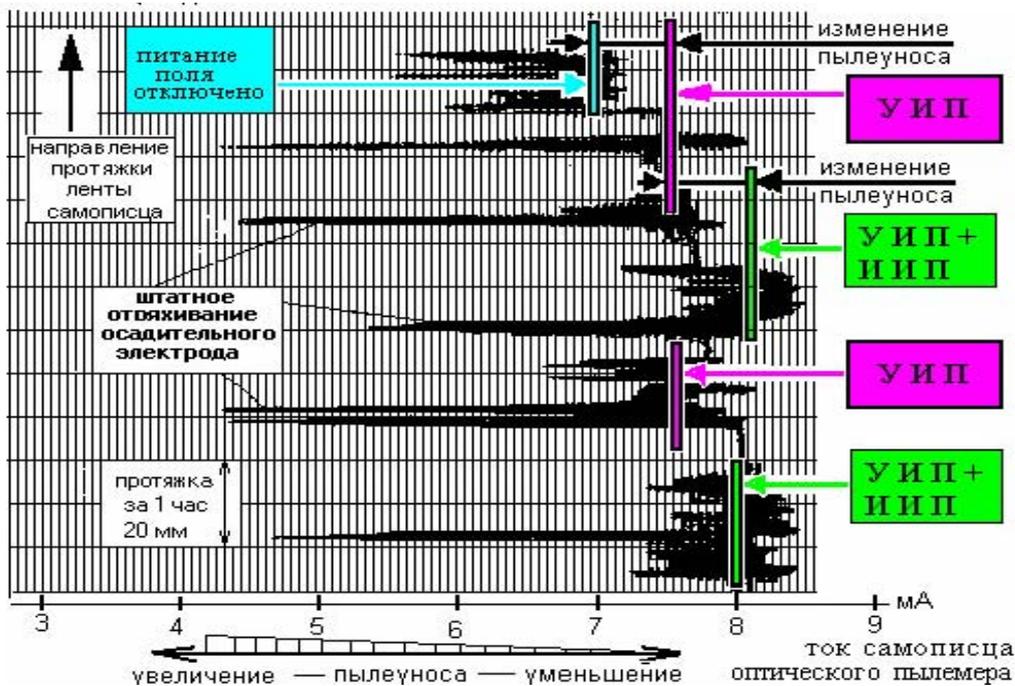


Рис. 3. Диаграмма выходного напряжения оптического пылемера

В макетном варианте экспериментального ИИП в качестве коммутатора использовался «мягкий по управлению» водородный тиратрон ТГИ-2500/35 (2500 А, 35 кВ). Основной недостаток используемого коммутатора – не достаточный срок службы (до 1000 ч) в номинальном режиме работы и не возможность работы в «жестком» режиме управления.

Поэтому, в дальнейшем, работа проводимая в направлении повышения срока службы ИИП, сводилась к применению высоковольтного коммутатора, способного коммутировать с выше указанными параметрами, в течение большого (не менее 30 тыс. час.) срока службы.

Анализ номенклатуры современных высоковольтных коммутирующих устройств, обладающих высоким напряжением, надёжностью и долговечностью показал, что наиболее предпочтительными являются высоковольтные электронно-лучевые вентили типа ЭЛВ, разработанные в 1990-е...2000-е годы в ФГУП ВЭИ г. Москвы и выпускаемые ранее малыми партиями в НИИ «Контакт» г. Саратов.

Полученные экспериментальные исследования режимов работы ЭФ показали, что в ИИП оптимальная длительность импульсов соответствует 20...60 мкс, при скважности 200. При этом минимальный период повторения будет 4 мс (250 Гц). Поэтому основным направлением работы по исследованию ЭЛВ стало повышение его срока службы его термокатодов в импульсном режиме. Для исследования используется универсальный статико-импульсный стенд (рис. 4). Результаты исследования представлены в Табл. 1.

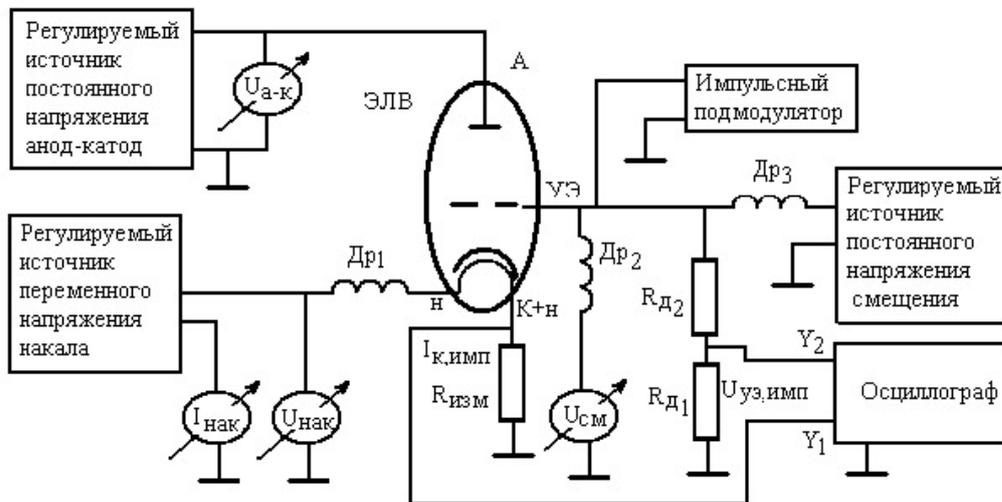


Рис. 4. Блок схема стенда для исследования вольт-амперных характеристик ЭЛВ.

Таблица 1.

## Параметры электронно-лучевых вентиляей

Тип ЭЛВ	ЭЛВ 2/200 Катод 1 шт. аксиально- симметричный	ЭЛВ 4/40 Катоды 8 шт. ленточные «Тираж»	ЭЛВ 50/100 Катоды 24 шт. ленточные «Тираж»
Коммутируемое напряжение, кВ	200	60	100
Падение напряжения, В	300	500	1000
Ток в непрерывном режиме, А	2	8	50
Ток в импульсном режиме, А	4...10	50	500
Мощность накала, Вт	90	450	1400
Первеанс $P$ , мкА/В <sup>3/2</sup>	8,7	88	200
Торможение $U_a/U_{уэ}$ , %	40	25	-
Токо перехват $I_{уэ}/I_k$ , %	1	4,6	5,5
Коммутируемая мощность нагрузки $P_n$ , Вт	100	420	1600
Крутизна $S$ , мА/В	0,72	5	6,5
Внутреннее сопротивление, Ом	15	10(имп)...100	2(имп)...20
Высота/диаметр, мм	435/170	480/290	500/400
Масса, кг	13	25	40

Для возможности работы высоковольтного вакуумного прибора типа ЭЛВ 50/100 в конкурентоспособных технологических установках пыле-очистки ИИП должны быть выполнены следующие основные научно обоснованные технические требования:

1. срок службы более .....30 тыс.час;
2. анодное напряжения не менее..... 100 кВ:
3. прямое падение напряжения не более.....1000 В;
4. максимальный средний ток не менее ..... 50 А,
5. максимальный импульсный ток не менее ..... 500 А,
6. минимальная себестоимость и материалоёмкость;
7. входная и выходная ёмкость ЭЛВ не более.....150 пФ;
8. собственная индуктивностей вводов не более.....10 мкГн.

Первым этапом разработки электрической схемы приставки ИИП является её упрощённое моделирование в схемотехнической программе, например, EWB (рис. 5). Моделированию подлежит работа активного коммутатора «1» (тиратрона или ЭЛВ) и коммутатора «2» (пассивного, высоковольтного импульсного диода).

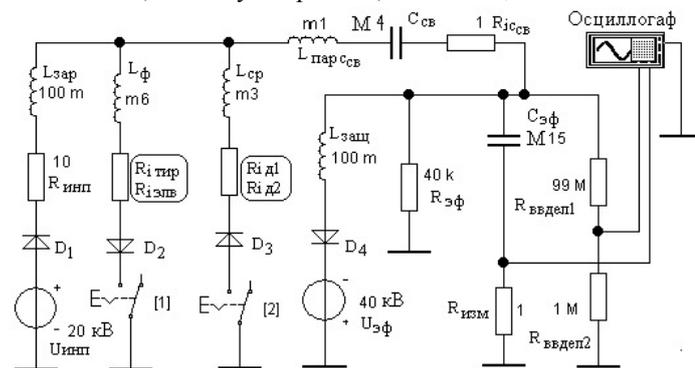


Рис. 5. Модельная электрическая схема ИИП в режиме приставки к УИП

$U_{инп}$  – напряжение источника питания;  $R_{инп}$  – сопротивление источника напряжения питания;  $R_{тир}$  – внутреннее сопротивление тиратрона;  $R_{элв}$  – внутреннее сопротивление ЭЛВ;  $R_{д1}$  и  $R_{д2}$  – внутреннее сопротивление диода, формирующего «обратный» ток;  $C_{св}$  – ёмкость конденсатора связи;  $C_{эф}$  – электрическая ёмкость ЭФ;  $R_{иссв}$  – внутреннее сопротивление конденсатора связи;  $R_{эф}$  – внутреннее сопротивление ЭФ;  $R_{изм}$  – сопротивление измерительного токового резистора;  $R_{ввдел1}$  и  $R_{ввдел2}$  – сопротивление верхнего и нижнего плеча высоковольтного делителя;  $D1...D4$  – модельные функциональные диоды.

Результаты множества итерации совмещаются на одной осциллограмме при развёртке 20 мкс/дел. Сравнения модельные осциллограммы тока и напряжения ЭФ, представлены на рис. 6. Как видно из

осциллограмм, фронт импульсного напряжения, наложенного на отрицательное, униполярное ЭФ, например, -40 кВ, формируется активным коммутатором «1», а срез – пассивным «2».

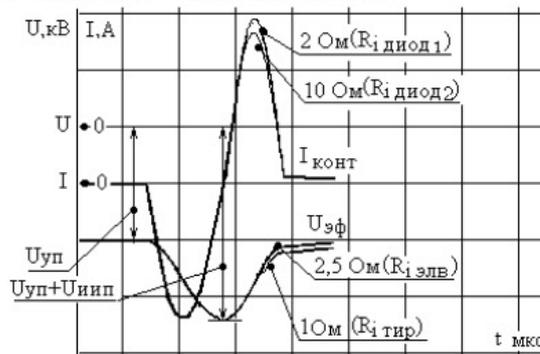


Рис. 6. Результирующая модельная осциллограмма

На осциллограмме «I» нулевые значения тока контура; «U» нулевые значения напряжения ЭФ;  $U_{уп}$  – штатное отрицательное постоянное напряжение на ЭФ;  $U_{уп} + U_{инп}$  – напряжение суммы напряжения от УИП на ЭФ и от приставки ИИП;  $R_i$  – внутреннее сопротивление коммутаторов и обратного диода

Как видим, замена тиратронного коммутатора на электронно-лучевой, при формировании фронта импульса напряжения вольтодобавки, практически не влияет на параметры выходного импульса напряжения на ЭФ. Превышение импульсного напряжения вольтодобавки по отношению к напряжению питания источника постоянного напряжения вольтодобавки, говорит о том, что добротность формирующего контура ИИП в режиме приставки больше единицы. Небольшой спад тока силового разрядного контура «I<sub>конт</sub>» заметен только при формировании среза импульсного напряжения «U<sub>эф</sub>» при замене импульсных диодов на ЭЛВ. Практически падение импульсного напряжения на тиратроне при формировании импульса составляет около 300 В, а на ЭЛВ около 700...1000 В.

Электрическая схема ИИП в режиме приставки представляет собой формирователь, у которого коммутатор работает только при напряжении анод-катод вольтодобавки, а конденсатор связи (C<sub>св</sub>) работает при постоянном напряжении, равном сумме напряжений на ЭФ от УИП и вольтодобавки от ИИП (рис. 7).

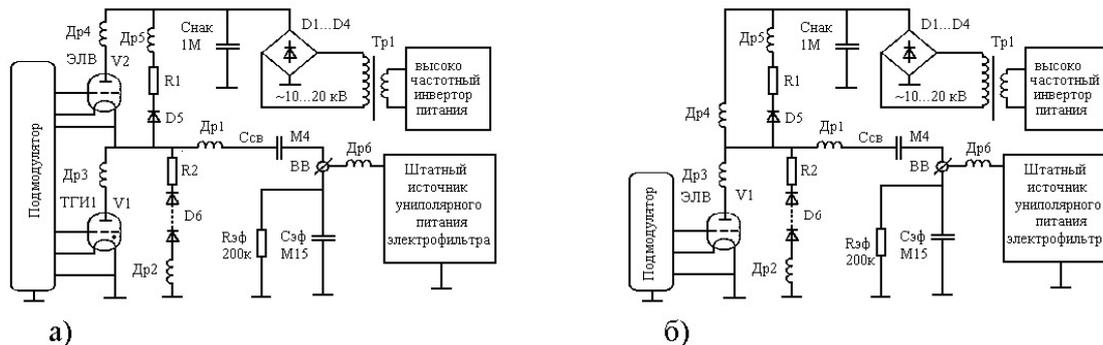


Рис. 7. Электрическая схема ИИП, работающего в режиме приставки

а) Схема экспериментальной, на основе тиратрона ТГИ-2500/35;

б) Схема перспективной, на основе вентиль ЭЛВ 50/100

На рис. 8. представлена схема подключения ИИП в режиме приставки к штатному УИП ЭФ. Где, разрядная индуктивность L<sub>разр</sub> это Др<sub>1</sub>, защитная индуктивность L<sub>защ</sub> это Др<sub>6</sub>.

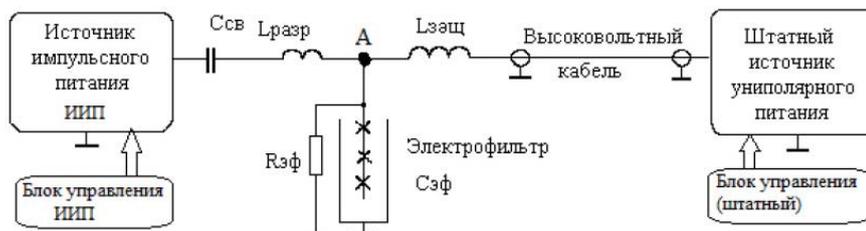


Рис. 8. Электрическая схема подключения ИИП к штатному УИП ЭФ

C<sub>св</sub> – конденсатор связи; L<sub>разр</sub> – разрядная индуктивность; L<sub>защ</sub> – защитная индуктивность;

C<sub>эф</sub> – собственная электрическая ёмкость электрофильтра; R<sub>эф</sub> – активное сопротивление электрофильтра

Формирование импульсного напряжения от ИИП в режиме приставки осуществляется благодаря резонансу в силовом контуре, содержащем индуктивность L<sub>разр</sub>, L<sub>защ</sub> и ёмкость C<sub>эф</sub> включённую последовательно с ёмкостью C<sub>св</sub>. Ёмкость C<sub>эф</sub> изменить нельзя – это собственная ёмкость ЭФ, определяемая

его типом. Индуктивность  $L_{\text{защ}}$  – защищает выходные цепи штатного источника питания от высоковольтного воздействия напряжения приставки. Поэтому основным элементом позволяющим менять параметры импульса является  $L_{\text{разр}}$ .

Подключение ИИП в режиме приставки к штатному УИП ЭФ осуществляется на подстанции электрофильтровой или на крышке ЭФ, через дополнительный защитный дроссель и не требует более никаких дополнительных высоковольтных коммутаций. Режимы работы ИИП (напряжение, длительность импульса, частота повторения) подбираются экспериментально, индивидуально для каждой приставки на конкретном поле ЭФ по минимальному значению пылевых выбросов дымохода, измеряемых с помощью, например, оптического пылемера.

#### Заключение

1. Применение ИИП в режиме приставки к любому виду штатного источника питания ЭФ позволяет существенно повысить степень пылеочистки дымовых газов ТЭС высокоомных зол при минимальных затратах.
2. Электрическая схема ИИП, формирующей импульсы микросекундной длительности (40...60 мкс), на основе водородного тиратрона ТГИ1-2500/35 не позволяет получить долговечный прибор.
3. Модельные исследования электрической схемы показали возможность замены водородного тиратрона ТГИ1-2500/35 на вакуумный вентиль ЭЛВ 50/100.
4. Применение высоковольтного универсального стенда для исследования термокатодов позволило определить максимальную длительность импульса, при которой коммутатор (ЭЛВ) работает в импульсном режиме, она составляет 100...120 мкс при частоте повторения не более 350 Гц.
5. Применение ЭЛВ 50/100 на максимальный импульсный ток до 500 А, при длительности импульса до 100 мкс (при использовании металлопористых катодов покрытых осмием), позволит создать приставку ИИП ЭФ с долговечностью не менее 30 тыс. час.

*Всероссийский электротехнический институт (ВЭИ) – филиал ФГУП РФЯЦ–ВНИИТФ им. академ. Е.И. Забабахина  
Россия, 111250, г. Москва, ул. Красноказарменная, д. 12  
т.: +7(495) 361-9202, 361-9132  
vei@vniitf.ru www.vei.ru*



**X Межотраслевая конференция  
АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА-2019  
27 ноября 2019 г., г. Москва**

27 ноября 2019 г. в ГК «ИЗМАЙЛОВО» (г. Москва) состоится Десятая Межотраслевая конференция «АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА-2019», посвященная демонстрации новейших разработок для автоматизации предприятий машиностроения, энергетики, металлургии, нефтегазовой и цементной промышленности, информационных технологий, АСУТП, ERP, CRM, MES-систем, контрольно-измерительной техники, газоанализаторов, расходомеров, систем мониторинга и контроля различных технологических процессов.

[www.intecheco.ru](http://www.intecheco.ru) , т.: (905) 567-8767, ф.: (495) 737-7079, [admin@intecheco.ru](mailto:admin@intecheco.ru)

## Инновационные решения в насосостроении. (ООО «Грундфос»)

*ООО «Грундфос», Жеков Кирилл Евгеньевич,  
Ведущий инженер по работе с промышленными предприятиями*

### IE4 или IE5: будущее всё ближе

В «Справочном сценарии ЕС до 2050 г.», опубликованном в прошлом году Еврокомиссией, отмечается, что европейские требования по энергоэффективности будут ужесточаться. Связано это с несколькими факторами.

Во-первых, ожидается падение общего уровня энергопроизводства. При этом сильно возрастет доля возобновляемых источников энергии в энергетическом балансе: с 21% в 2020 году до 24% – в 2030 году и 31% – в 2050-м. Это, в свою очередь, потребует снижения числа энергоёмких потребителей, особенно не связанных с промышленностью, (то есть в основном речь идёт о ЖКХ и аграрном секторе).

Во-вторых, планируется рост издержек в энергетической отрасли, связанных с прогнозируемым в ближайшей перспективе повышением цен на ископаемое топливо. Они стабилизируются не раньше 2030 г. Предполагается, что в связи с этими факторами общие затраты на энергосистемы увеличатся примерно до 12,3% ВВП ЕС к 2020 году. Как следствие, средние розничные цены на электроэнергию будут неуклонно повышаться – до 18% (по сравнению с уровнем 2010 года) к 2030-му. В период 2030 –2040 годов рост стабилизируется на 20% ежегодно.

По различным оценкам, именно на долю моторов приходится до 46% от общемирового потребления электроэнергии. 70% от этого количества «съедают» двигатели промышленного назначения (до 80% — асинхронные моторы). При этом усреднённый КПД электродвигателей составляет около 70%. Очевидно, что повышение доли энергоэффективного оборудования, выведение из технологических схем устаревших моделей и разработка новых конструктивных решений помогут заметно сократить энергозатраты.

Чтобы стимулировать и гармонизировать этот процесс, Международная электротехническая комиссия (International Electrotechnical Commission; IEC, МЭК) в 2014 году предложила ввести обновлённую систему классификации электродвигателей по уровню энергоэффективности. Это добровольный стандарт, принятый на основе консенсуса интересов производителей и потребителей разных стран.

Стандарт IEC 60034-30-1 ed1.0:2014 «Электрические машины вращательного действия – Часть 30-1: Классы эффективности электродвигателей переменного тока с питанием от сети (код IE)» принят взамен прежней редакции от 2008 года.

Настоящий стандарт распределяет электродвигатели по КПД на четыре класса:

- IE1 – стандартная энергоэффективность (Standard);
- IE2 – высокая энергоэффективность (High);
- IE3 – энергоэффективность уровня «премиум» (Premium);
- IE4 – энергоэффективность уровня «суперпремиум» (Super Premium).

В настоящее время разрабатывается ещё один уровень энергоэффективности – IE5, который, возможно, уже в недалёкой перспективе сменит категорию «суперпремиум».

С января 2017 года уже все двигатели мощностью от 0,75 до 375 кВт должны быть классом не ниже IE3 (ограничения для IE2 продолжают действовать). Россия также присоединилась к решению МЭК и разработала на основе предложенной классификации свой стандарт – ГОСТ IEC 60034-1-2014 «Машины электрические вращающиеся». На практике в странах ЕС к настоящему моменту уже преобладают электродвигатели класса IE3, а производители активно выпускают на рынок моторы IE4, хотя регламенты для класса Super Premium ещё находятся в стадии утверждения в МЭК.

Синхронные двигатели на постоянных магнитах, которые можно отнести к классу выше, чем IE4, и маркировать, как IE5, уже появились на мировом рынке. Их выпускает компания GRUNDFOS, ведущий мировой производитель насосного оборудования.

Новые электродвигатели MGE, которые будут устанавливаться на большинстве промышленных моделей компании, имеют более высокие характеристики, чем класс IE4. Этого удалось добиться благодаря улучшению микропроцессорных составляющих встроенного частотного преобразователя мотора, уменьшению потерь в обмотке статора, пластинах статора и ротора, а также сведению к минимуму потерь при прохождении тока через пазы и контактные кольца ротора и на трение в подшипниках.

Обновлёнными электродвигателями уже комплектуются одни из самых востребованных линеек оборудования GRUNDFOS — вертикальные многоступенчатые насосы CRE, CRNE и установки повышения давления на их основе Hydro Solo-E, Hydro Multi-E, Hydro MPC-E. Моторы MGE также устанавливают на насосы серий TPE, NBE, NKE, которые предназначены для центральных тепловых пунктов, котельных и мини-ТЭС. Все эти модели выпускаются на российском заводе концерна в Истринском районе Подмосковья, серийно оснащаются электродвигателями класса IE5.

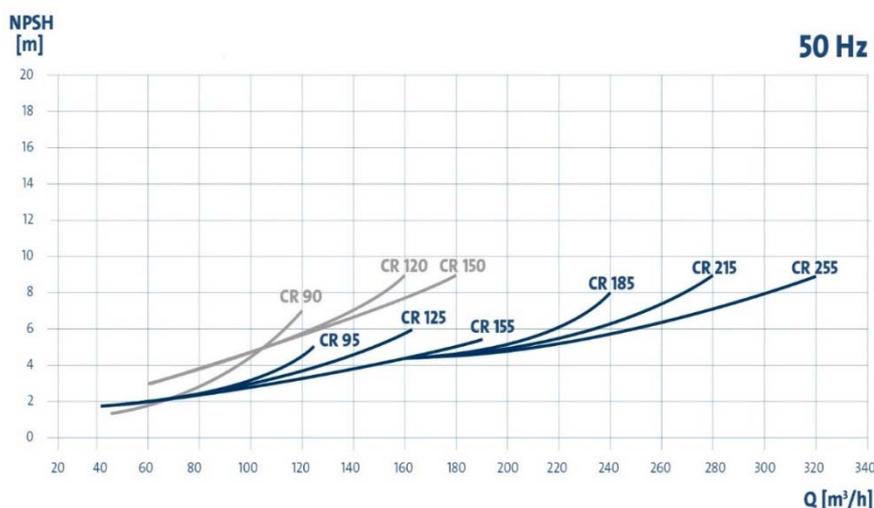
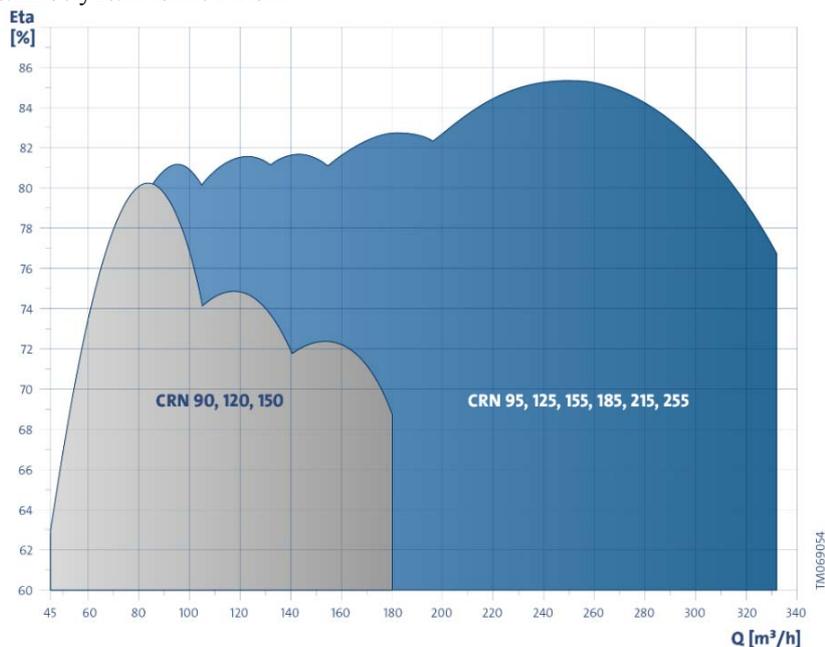
Зачастую насосное оборудование работает практически круглосуточно, и чтобы сократить затраты на электроэнергию, необходимо оптимизировать его работу. Новые двигатели позволяют существенно снизить финансовые затраты на оплату коммунальных счетов. По предварительным данным исследований

GRUNDFOS, при использовании насосов с двигателями класса IE5 затраты на электричество сократятся до 10% по сравнению с оборудованием класса IE3, самого распространённого на сегодняшний день.

Компания «Грундфос» является мировым лидером и законодателем моды в насосостроении. GRUNDFOS постоянно работает над созданием новых насосов позволяющих перейти на новый уровень энергосбережения и надежности в эксплуатации. В июле 2018 года Мы представили новые насосы CR, CRE 95-125 типоразмеров.

**Новые насосы обладают следующими преимуществами:**

- увеличенное гидравлическое КПД на 4-9% за счет абсолютно новой оптимизированной конструкции проточной части.
- увеличенный срок службы подшипников электродвигателя за счет уникального устройства компенсации вертикальных осевых нагрузок в основании насоса.
- увеличенная вариативность компоновки за счет модульности конструкции.
- Значительное увеличение NPSH



Это позволяет нам предлагать насосы для решения задач любой сложности, для любых существующих систем предприятий и муниципальных образований. При необходимости, для оптимизации работы насосного оборудования, специалисты компании «Грундфос» готовы провести аудит насосных систем и предложить наилучшее решение.

Ценность любого аудита во многом связана с беспристрастностью проверяющей стороны. Это гарантирует непредвзятый подход к проблеме и достоверность полученных результатов.

Почти 20% мирового потребления электроэнергии приходится на насосные системы. От 40% до 60% электроэнергии, потребляемой насосными системами, может быть сохранено. Поэтому аудит насосных систем (АНС), предлагаемый GRUNDFOS, способен стать ключом к радикальному снижению энерго- и ресурсопотребления. Такой аудит достаточно сложен и состоит из анализа режимов работы насосных систем и потребления электроэнергии, а также проведения, в случае необходимости, измерений на объекте с

помощью специального оборудования. Полученные данные накапливаются, анализируются, после чего подготавливаются соответствующие рекомендации.

По оценке специалистов GRUNDFOS за 10 лет эксплуатации финансовые расходы на насосы распределяются следующим образом: 5% составляет начальная стоимость оборудования, 10% – это затраты на техническое и сервисное обслуживание и 85% – расходы на электричество. Именно поэтому при модернизации объектов теплоснабжения важно предусматривать меры по оптимизации потребления электроэнергии. Для этого специалистами GRUNDFOS разработан специальный инструмент – аудит насосных систем, позволяющий проанализировать потенциал энергосбережения, найти новое решение и рассчитать срок его окупаемости.

Как один из примеров реконструкция насосной станции в Подольске.



За первые 7 месяцев эксплуатации электропотребление снизилось на 1 333 624 кВтч. Экономия в денежном выражении составила 3 187 361 руб.

*Таким образом, главной целью Аудита насосных систем является поиск возможностей для энергосбережения и надёжной работы системы. Поэтому данный инструмент становится всё более востребованным среди отраслевых предприятий, а накопленный опыт проведения АНС – полезным в реализации будущих проектов. На практике при проведении реконструкции после аудита средний срок окупаемости составляет от 1 до 3-х лет.*

Grundfos, ООО  
Россия, 109544, г. Москва, ул. Школьная, 39-41, стр.1  
т.: +7 (495) 737-3000, 564-8800  
grundfos.moscow@grundfos.com <https://ru.grundfos.com/>



# Всероссийская конференция «РЕКОНСТРУКЦИЯ ЭНЕРГЕТИКИ»

г. Москва, ежегодно в июне

ООО «ИНТЕХЭКО»

Место проведения конференции - ГК «ИЗМАЙЛОВО» (г. Москва).

## ТЕМАТИКА ДОКЛАДОВ:

- Проектирование и строительство различных объектов электроэнергетики.
- Инновационные разработки для повышения ресурса и эффективности котлов, турбин и другого технологического оборудования ТЭЦ, ТЭС, ГРЭС, АЭС, ГЭС.
- Автоматизация предприятий энергетики - системы управления, учета и контроля.
- Технологический и экологический мониторинг: расходомеры, уровнемеры, пылемеры, газоанализаторы, спектрофотометры, различные датчики и приборы учета и контроля.
- Электрофильтры, рукавные фильтры, скрубберы, циклоны для установок газоочистки.
- Технологии и оборудование водоподготовки, водоочистки и водоснабжения электростанций.
- Материалы для огнезащиты, изоляции, защиты от коррозии, усиления и восстановления зданий, сооружений и технологического оборудования.
- Современные градирни, теплообменники, компенсаторы, насосы, конвейеры, муфты, арматура и другое оборудование электростанций.

## УЧАСТНИКИ КОНФЕРЕНЦИИ:

- Руководители и главные специалисты предприятий электроэнергетики (главные инженеры ТЭЦ, ГРЭС, ТЭС, ГЭС, АЭС, ОГК и ТГК, начальники конструкторских и производственно-технических отделов, ПКО, ПТО, начальники и главные специалисты отделов развития, начальники отделов охраны окружающей среды, начальники котельных и турбинных цехов, начальники отделов энергоэффективности и инноваций, ответственные за техническое перевооружение, эксплуатацию и ремонт различного оборудования, реконструкцию, модернизацию и капитальные ремонты, экологию, автоматизацию, эффективность и промышленную безопасность электростанций).
- Руководители, главные и ведущие специалисты проектных, научных, инжиниринговых, сервисных и монтажных организаций.
- Представители отечественных и зарубежных компаний, производящих современное основное и вспомогательное оборудование для электростанций.
- Журналисты профильных СМИ.

Конференция ежегодно проводится ООО «ИНТЕХЭКО» с 2009 года.

[www.intecheco.ru](http://www.intecheco.ru)   [admin@intecheco.ru](mailto:admin@intecheco.ru)   +7 (905) 567-8767

**ООО «ИНТЕХЭКО»**  
с 2008 года

# Международная конференция **«ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА»** г. Москва, ежегодно в сентябре



## **ОСНОВНЫЕ ТЕМЫ КОНФЕРЕНЦИИ:**

- Промышленные технологии очистки газов и воздуха от пыли, золы, диоксида серы, окислов азота, сероводорода, бензапирена, меркаптанов и других вредных веществ.
- Современные конструкции электрофильтров, рукавных, карманных, картриджных и кассетных фильтров, скрубберов, циклонов, адсорберов, охладителей, вихревых пылеуловителей, скрубберов Вентури, волокнистых и ионитных фильтров, каплеуловителей, плазменно-каталитических реакторов, устройств дожигания газов и нестандартизированного газоочистного оборудования.
- Системы взрывозащиты и пылеподавления.
- Промышленные вентиляторы, дымососы и тягодутьевые машины различных типов и конструкций.
- Комплексная автоматизация установок очистки газов и аспирационного воздуха.
- Системы экологического мониторинга промышленных предприятий.
- Современные газоанализаторы, расходомеры, пылемеры.
- Системы сбора, удаления, транспортировки и переработки уловленных материалов – скребковые и трубчатые конвейеры, пневмотранспорт, аэрожелоба.
- Компенсаторы, насосы, арматура и другое вспомогательное оборудование установок газоочистки.
- Средства индивидуальной защиты персонала - аварийные души и фонтаны.
- Антикоррозионная защита газоочистного оборудования.

**Место проведения конференции - ГК «ИЗМАЙЛОВО» (г. Москва).**

## **УЧАСТНИКИ КОНФЕРЕНЦИИ:**

Ежегодно с 2008 года в сентябре в конференции «ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА» принимают участие руководители и ведущие специалисты предприятий металлургии, электроэнергетики, нефтегазовой, целлюлозно-бумажной, химической, цементной и других отраслей промышленности: генеральные и технические директора, главные инженеры, главные энергетики, главные технологи, главные экологи, начальники установок газоочистки, начальники отделов охраны окружающей среды, руководители и специалисты сервисных служб, конструкторских и производственно-технических отделов, ответственные за экологию, реконструкцию и капитальные ремонты, руководители инжиниринговых компаний и предприятий, производящих современное основное и вспомогательное оборудование для установок очистки газов и аспирационного воздуха.

сайт: [www.intecheco.ru](http://www.intecheco.ru) , тел.: (905) 567-8767, эл.почта: [admin@intecheco.ru](mailto:admin@intecheco.ru)



# Межотраслевая конференция «ВОДА В ПРОМЫШЛЕННОСТИ»

г. Москва, ежегодно в октябре

[www.intecheco.ru](http://www.intecheco.ru)  
ООО «ИНТЕХЭКО»

## Основные темы докладов:

- Наилучшие доступные технологии водоподготовки, водоснабжения, водоотведения и водоочистки.
- Механические, электрические, биологические и химические методы очистки воды.
- Примеры внедрения различного оборудования для водоподготовки, водоочистки и водоснабжения на предприятиях энергетики, металлургии, химической, нефтегазовой и других отраслей.
- Повышение качества воды, доочистка. Замкнутые системы водопользования.
- Проектирование и эксплуатация канализационных очистных сооружений.
- Инновационные решения для трубопроводных систем. Полимерные трубы.
- Решение проблем накипеобразования, коррозии и биообрастания в системах водопользования.
- Непрерывный экологический мониторинг воды на промышленных предприятиях.
- Анализ качества воды - от индикаторных полосок до современных спектрофотометров.
- Отечественные и зарубежные расходомеры.
- Автоматизация систем водоснабжения, водоподготовки и водоочистки.
- Антикоррозионная защита зданий и оборудования водоочистных сооружений.
- Современные теплообменники, насосы, арматура, компенсаторы, градирни.

## Участники конференции «ВОДА В ПРОМЫШЛЕННОСТИ»:

Ежегодно с 2010 года в конференции принимают участие руководители и ведущие специалисты водоканалов и предприятий энергетики, металлургии, машиностроения, нефтегазовой, химической, целлюлозно-бумажной, цементной и других отраслей промышленности: генеральные и технические директора, главные инженеры, главные энергетики, главные технологи, главные механики, главные экологи, начальники цехов водоподготовки и водоочистки, начальники ремонтных служб, начальники ПКО и ПТО, ответственные за эксплуатацию и ремонты водозаборов, трубопроводов, установок водоснабжения, канализации и водоотведения, руководители и специалисты инжиниринговых и сервисных организаций, эксперты компаний разработчиков и производителей основного и вспомогательного оборудования для систем водопользования, водоподготовки и водоочистки.

## Место проведения конференции - ГК «ИЗМАЙЛОВО» (г. Москва).





[www.intecheco.ru](http://www.intecheco.ru)

# Межотраслевая конференция «АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА» г. Москва, ежегодно в ноябре

Межотраслевая конференция «АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА» ежегодно проводится ООО «ИНТЕХЭКО» с 2010 года для презентации современных систем автоматизации, программ и контрольно-измерительной техники для заводов, фабрик, комбинатов, электростанций, водоканалов, металлургических, машиностроительных, химических, цементных, нефтегазовых и электрогенерирующих компаний.

## ОСНОВНЫЕ ТЕМЫ ДОКЛАДОВ:

- Актуальные задачи, программные и технические средства для автоматизации предприятий.
- Информационно-управляющие системы промышленной автоматизации (АСУТП, АСОДУ, ERP, CRM, MES, АСКУЭ, АИИСКУЭ, ПАЗ, РЗА, SCADA и смежные направления).
- Решения для повышения автоматизации, эффективности и безопасности предприятий.
- Практический опыт автоматизации предприятий электроэнергетики, металлургии, машиностроения, нефтегазовой, цементной, химической и других отраслей промышленности.
- Автоматизированные системы мониторинга, учета и контроля технологических процессов.
- Автоматизация электроснабжения предприятий. Системы энергоменеджмента.
- Отечественные и зарубежные контрольно-измерительные приборы: расходомеры, газоанализаторы, пылемеры, спектрометры, дефектоскопы, толщиномеры, системы виброконтроля и вибродиагностики.
- Системы экологического мониторинга.
- Программные средства поддержки проектирования, измерений и испытаний.
- Теория и практика управления информационной безопасностью.

## ВАРИАНТЫ УЧАСТИЯ:



Докладчик



Место для стенда



Участник

## УЧАСТНИКИ КОНФЕРЕНЦИИ:

К участию в конференции приглашаются: Главные инженеры, Главные метрологи, Главные энергетики, Технические директора, Директора по информационным технологиям, руководители и ведущие специалисты отделов автоматизации, АСУ, АСУТП, ТАИ, КИПиА, ИТ, ПТО предприятий энергетики, машиностроения, металлургии, химической, нефтегазовой, цементной и других отраслей промышленности, эксперты в области автоматизации и информационной безопасности, разработки АСУТП, САПР, АСКУЭ, ERP, CRM, MES-систем, руководители IT компаний, поставщиков и производителей контрольно-измерительных приборов, инжиниринговых и сервисных компаний.

[www.intecheco.ru](http://www.intecheco.ru)   [admin@intecheco.ru](mailto:admin@intecheco.ru)   +7 (905) 567-8767



**Международная конференция «МЕТАЛЛУРГИЯ-ИНТЕХЭКО»**

**ежегодно в марте с 2008 года**

конференция по экологии предприятий черной и цветной металлургии: экологические технологии, газоочистка и водоочистка, переработка отходов и металлургических шлаков, приборы экологического мониторинга - пылемеры, газоанализаторы, решения для повышения уровня экологической безопасности.

**Межотраслевая конференция «АНТИКОРРОЗИОННАЯ ЗАЩИТА»**

**ежегодно в марте с 2010 года**

конференция по промышленным ЛКМ, технологиям противокоррозионной защиты, краскам и материалам для защиты от коррозии, огнезащиты и изоляции, электрохимическим методам защиты металлов, приборам контроля качества покрытий, оборудованию для подготовки поверхности и окраски, решениям для усиления и восстановления зданий, сооружений и технологического оборудования предприятий металлургии, энергетики, химической, нефтегазовой и других отраслей промышленности.

**Всероссийская конференция «РЕКОНСТРУКЦИЯ ЭНЕРГЕТИКИ»**

**ежегодно в июне с 2009 года**

конференция по проектированию и строительству различных объектов электроэнергетики, модернизации ТЭЦ, ГРЭС, АЭС, ГЭС, повышению ресурса и эффективности турбин, котлов и горелок, системам автоматизации и приборам КИП, оборудованию для вентиляции и газоочистки, водоподготовки и водоочистки, переработке отходов, промышленным ЛКМ для защиты от коррозии, изоляции и огнезащиты, решениям для усиления и восстановления зданий, сооружений и энергетического оборудования, современным насосам, арматуре, компенсаторам и другому оборудованию электростанций.

**Международная конференция «ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА»**

**ежегодно в сентябре с 2008 года**

межотраслевой форум по вопросам газоочистки в промышленности - технологии очистки отходящих и технологических газов и воздуха от пыли, золы, диоксида серы, окислов азота, сероводорода и других вредных веществ; оборудование установок газоочистки, пылеулавливания, аспирации и вентиляции: электрофильтры, рукавные фильтры, циклоны, скрубберы, промышленные пылесосы, дымососы и вентиляторы, конвейеры, насосы, компенсаторы, системы экологического мониторинга, пылемеры и газоанализаторы, АСУТП газоочистки, новые фильтровальные материалы, системы пылеподавления.

**Межотраслевая конференция «ВОДА В ПРОМЫШЛЕННОСТИ»**

**ежегодно в октябре с 2010 года**

технологии водоподготовки, водоотведения и водоочистки, различные способы обработки воды, подготовка и очистка промышленных сточных вод, замкнутые системы водопользования, решение проблем коррозии, приборы контроля качества и расхода воды, автоматизация систем водоочистки, современные реагенты, насосы, трубы, арматура, теплообменники, компенсаторы и другое оборудование систем водоснабжения.

**Межотраслевая конференция «АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА»**

**ежегодно в ноябре с 2010 года**

автоматизация предприятий всех отраслей промышленности, программы, приборы, контроллеры и информационные технологии, АСУТП, АСОДУ, ERP, MES, CRM, АСКУЭ, АИИСКУЭ, ПАЗ, SCADA и смежные направления, контрольно-измерительная техника, газоанализаторы, расходомеры, системы автоматизации, мониторинга, диспетчирования, учета и контроля различных технологических процессов.





# ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА

МЕЖОТРАСЛЕВОЙ ЖУРНАЛ

выпускается с 2011 года

[WWW.PILEGAZOOCHISTKA.RU](http://WWW.PILEGAZOOCHISTKA.RU)



## ОСНОВНЫЕ РУБРИКИ

Инновационные технологии и решения для установок промышленной очистки газов и воздуха

Высокоэффективное вспомогательное оборудование газоочистных сооружений

Экологический мониторинг газовых выбросов, системы контроля и управления систем газоочистки

## СПЕЦИАЛЬНО ДЛЯ

Руководителей и ведущих специалистов предприятий черной и цветной металлургии, электроэнергетики, цементных заводов, машиностроения, нефтегазовой, целлюлозно-бумажной, химической и других отраслей промышленности



## БЕСПЛАТНАЯ ПОДПИСКА!

Заполните анкету с сайта [www.pilegazoochistka.ru](http://www.pilegazoochistka.ru) и отправьте ее на электронную почту [admin@intecheco.ru](mailto:admin@intecheco.ru)

## ПО ВОПРОСАМ РЕКЛАМЫ

обращайтесь в ООО "ИНТЕХЭКО"  
+7 (905) 567-8767  
[Admin@intecheco.ru](mailto:Admin@intecheco.ru)

105613, г. Москва, Измайловское ш., д. 71, к. 4Г-Д,  
ООО "ИНТЕХЭКО"