



**МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ВОПРОСАМ ОЧИСТКИ ГАЗОВ
ПРЕДПРИЯТИЙ ЭНЕРГЕТИКИ, ЧЕРНОЙ И ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ
И ПРОМЫШЛЕННОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

«ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА-2008»



СБОРНИК ДОКЛАДОВ КОНФЕРЕНЦИИ

СОДЕРЖАНИЕ

Раздел №1 Инновационные технологии, решения и оборудование для установок пылегазоочистки: современные электрофильтры, рукавные фильтры, скрубберы, циклоны и другие газоочистные аппараты.	4
Расчеты, рассеивание и нормирование промышленных выбросов в атмосферу, (НП АВОК, Россия).....	4
Защита атмосферного воздуха - 60-летний опыт производства газоочистного оборудования для предприятий энергетики, металлургии и промышленности строительных материалов. (ЗАО «ФИНГО ИНЖИНИРИНГ», Россия).....	7
Современное газоочистное оборудование, (ОАО «НИИОГАЗ», Россия).....	12
Фильтровальные материалы компании WWF Envirotec (Германия) для систем газоочистки. Выбор оптимального фильтровального материала.....	16
Системы сухой газоочистки ФЛС (агломашины, производство окатышей, подготовка глинозема), (FLSmidth Airtech, Дания).....	20
Внедрение новейших разработок «ФИНГО» на цементном заводе ООО «Атакайцемент» (ЗАО «ФИНГО ИНЖИНИРИНГ», Россия).....	24
Новейшие российские и зарубежные фильтровальные материалы для газоочистных систем. Реконструкции эксплуатируемых газоочистных установок с применением современных технологий, (Албокос (Россия), ALBARRIE (Канада).....	28
Комбинированный струйно-инерционный мокрый пылеуловитель, (НП АВОК, Россия).....	29
Опыт внедрения рукавного фильтра ФРИР для очистки технологических газов бессемеровских конвертеров и неорганизованных выбросов миксерного и конвертерного отделения в условиях ОАО «Чусовской металлургический завод», (ООО НПП «Днепроэнергосталь», Украина).....	33
Техника пылеулавливания на коксохимических предприятиях, (ФГУП «ВУХИН», Россия).....	36
Опыт эксплуатации инерционных пылеуловителей ПВ ВЗП, (ООО «ПТБ ПСО Волгоградгражданстрой», Россия).....	41
Комплексное решение проблемы очистки газовоздушных выбросов, (ООО «Инновационные биотехнологии», Россия).....	45
Нетрадиционное оборудование для очистки газопылевых выбросов, (ООО «Планета-ЭКО», Россия).....	49
Экологический инжиниринг на базе эффективного теплообменного оборудования, (ЗАО «Ридан», Россия).....	52
Состояние и пути решения проблемы снижения выбросов диоксида серы в атмосферу,.....	54
(ООО «Газсертэк», Россия).....	54
Перспективные технологии очистки коксового газа от сероводорода, цианистого водорода и аммиака для российских предприятий, (ФГУП «ВУХИН», Россия).....	68
Современные высокотемпературные тканые материалы для пылегазоочистки, (Porshe, Франция).....	58
Применение ионообменных волокнистых фильтроматериалов.....	60
в процессах очистки воздуха, (Иматек и К, Беларусь).....	60
Применение гидроксида магния в качестве адсорбента для поглощения кислых токсичных газов (диоксида серы, окислов азота, галогеноводороды), (ООО «Русское горно-химическое общество», Россия).....	61
Технология очистки промышленных выбросов от бенз(а)пирена и других ПАУ, (ООО «Фотек – М», Россия).....	63
Природные марганцевые материалы для очистки газов от сероводорода, (ФГУП «ВИМС», Россия).....	67

Раздел №2 Высокоэффективное вспомогательное оборудование газоочистных сооружений..... 69

Тягодутьевые машины СИБЭНЕРГОМАШ, (ПК «Сибэнергомаш», Россия).....	69
Новые разработки тягодутьевого оборудования ЗАО «Русский вентилятор».....	73
Автоматизированные системы зачистки и разгрузки полувагонов. Автоматизированные системы очистки технологического оборудования, (ООО «Энерлинк», Россия).....	76
Наименование параметра.....	77
Автоматизированные системы очистки технологического оборудования.....	77
Компенсаторы компании Frenzelit-Werke (Германия) для систем пылегазоочистки и систем вентиляции предприятий тепловой энергетики, металлургии, цементных заводов...	80
Применение компенсаторов и компенсационных устройств компании BELMAN (Дания) при реконструкции и строительстве новых предприятий.	84

Раздел №3 Комплексная автоматизация установок газоочистки, АСУТП, приборы КИП, пылемеры и газоанализаторы. 86

Качественный и количественный анализ пылесодержания газовых потоков, (PPM Systems Oy, Финляндия).....	86
Стационарные газоанализаторы, измерители запыленности и ультразвуковые расходомеры фирмы SICK MAINAК GmbH (Германия) для измерений промышленных выбросов.	90
Современный подход к измерению пылевых выбросов на производстве, (ООО НПО "ЭКО-ИНТЕХ", Россия).	91

АВТОРСКИЕ ПРАВА НА ИНФОРМАЦИЮ И МАТЕРИАЛЫ:

Все материалы в данном сборнике докладов предназначены для участников конференции «ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА-2008», проводимой ООО «ИНТЕХЭКО» 29-30 сентября 2008 г., и не могут воспроизводиться в какой-либо форме и какими-либо средствами без письменного разрешения соответствующего обладателя авторских прав за исключением случаев, когда такое воспроизведение разрешено законом для личного использования.

Сборник распространяется бесплатно. Часть информации сборника докладов взята из открытых источников. Ни в каком случае оргкомитет конференции и ООО «ИНТЕХЭКО» не несут ответственности за любой ущерб, включая прямой, косвенный, случайный, специальный или побочный, явившийся следствием использования данного сборника.



ПО ВСЕМ ВОПРОСАМ ОБРАЩАЙТЕСЬ:

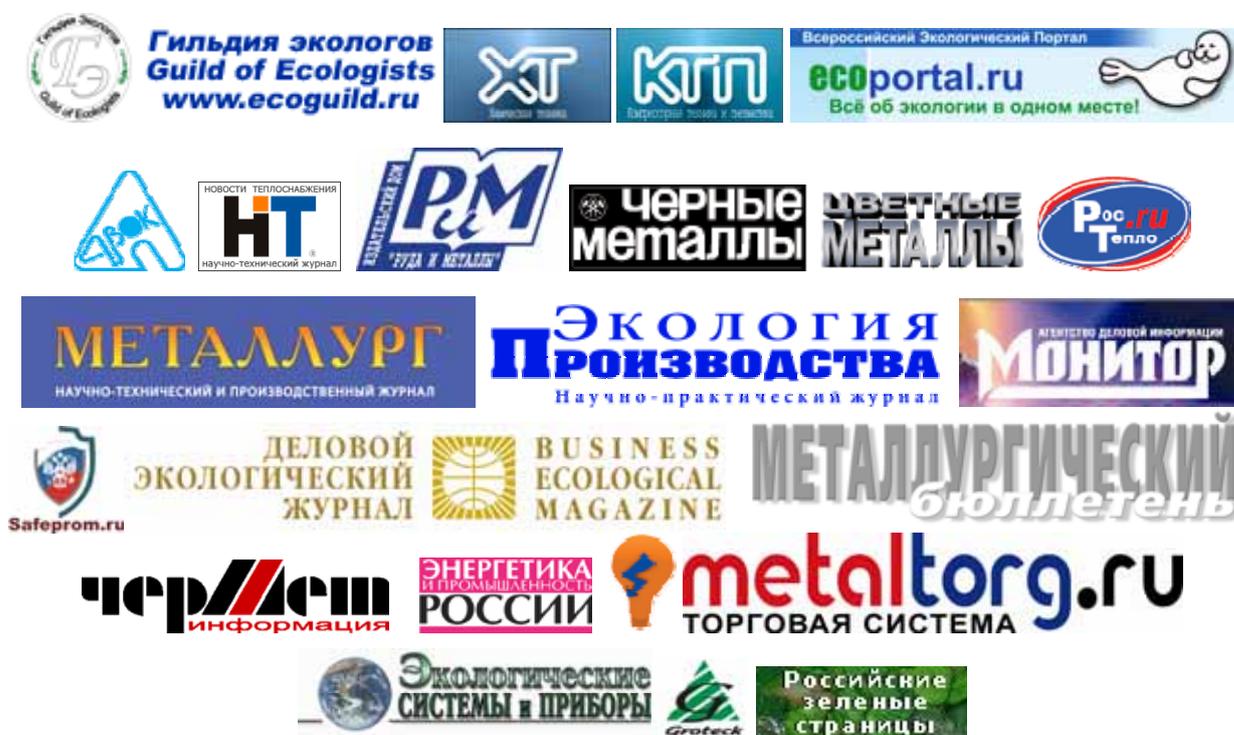
Председатель оргкомитета - Ермаков Алексей Владимирович,
тел.: +7 (905) 567-8767, факс: +7 (495) 737-7079
admin@intecheco.ru , www.intecheco.ru

СПОНСОРЫ КОНФЕРЕНЦИИ:



«ИРИМЭКС», «ФИНГО ИНЖИНИРИНГ», «ZVVZ a.s.»

Информационные спонсоры конференции:



ОАО «Черметинформация», НП «Гильдия Экологов»,
Издательский дом «Руда и Металлы», Издательство «Компрессорная и химическая техника»,
Издательство «Отраслевые ведомости»,
Издательство «Научтехлитиздат», компания «Гротек»

журналы:

Экология производства, Новости теплоснабжения, Металлург, Бюллетень Черная металлургия,
Черные металлы, АВОК, Экспозиция Энергетика, Деловой экологический журнал,
Металлургический Бюллетень, Экологические системы и приборы, Цветные металлы, Химическая
техника, Экологическая безопасность, Компрессорная техника и пневматика

интернет-порталы:

«РосТепло.ru», Промышленная безопасность Safeprom.ru, «MetalTorg.ru», Металл, Зеленые страницы,
Всероссийский экологический портал,
«Энергетика и Промышленность России».

Раздел №1 Инновационные технологии, решения и оборудование для установок пылегазоочистки: современные электрофильтры, рукавные фильтры, скрубберы, циклоны и другие газоочистные аппараты.

**Расчеты, рассеивание и нормирование промышленных выбросов в атмосферу,
(НП АВОК, Россия).**

*НП «АВОК», Квашинин Иван Михайлович, к.т.н.,
Председатель комитета "Инженерная защита атмосферного воздуха".*

Основной вопрос, возникающий при проектировании, реконструкции и эксплуатации пылегазоочистных установок, - какова должна быть их степень очистки, эффективность улавливания загрязняющих веществ? Ответ на этот вопрос не такой простой. Существует целый ряд нормативных документов, образующих систему расчетов (замеров), рассеивания и нормирования выбросов, подробно изложенную в [1,2,3]. Целью доклада является краткое описание этой системы с указанием недостатков и возможных путей совершенствования. В ней можно выделить четыре отдельных, но взаимосвязанных уровня:

- расчеты или замеры выделяющихся от технологического оборудования загрязняющих веществ, разработка инвентаризации для существующих предприятий;
- нормирование количества выбрасываемых загрязняющих веществ на основе расчетов рассеивания в приземном слое атмосферы; разработка проекта нормативов ПДВ для предприятия;
- проведение мероприятий по снижению загрязнения атмосферы; проектирование и строительство пылегазоочистных установок;
- государственный и производственный контроль за выбросами загрязняющих веществ непосредственно на источниках загрязнения и в атмосферном воздухе.

Загрязняющие вещества поступают в атмосферу через газоходы и воздухопроводы, как непосредственно от технологических установок, аппаратов, печей и другого оборудования, так и с выбрасываемым внутренним воздухом помещений. В последнем случае речь идет об аспирации и общеобменной вытяжной вентиляции помещений. Расчеты выделяющихся и выбрасываемых загрязняющих веществ необходимо проводить и в промышленной вентиляции и в промышленной экологии. Однако, подход к этим расчетам различен, страдает некоторый однобокостью и неполнотой. Общая картина в плане обеспечения нормируемых параметров воздушной среды внутри и снаружи помещений промышленных зданий имеет нестыковки и противоречия. Экологические методики по расчету выбросов, на наш взгляд, имеют общий недостаток: нет разделения выделяющихся загрязняющих веществ между местной вытяжной (технологической) и общеобменной вентиляцией при их выбросе в атмосферу. Это приводит к тому, что вредности считаются только через аспирационные системы, а общеобменные игнорируются. Опытные инженеры-экологи вручную самостоятельно досчитывают это разделение. В связи с вышеизложенным введено понятие коэффициента эффективности местного отсоса, который показывает какая доля от общей массы выделившегося загрязняющего вещества улавливается местным отсосом и выбрасывается в атмосферу местной вытяжной вентиляцией. Нами предпринята попытка [1] классифицировать и привести к единообразию наиболее часто употребляемые методики расчета выбросов:

- по характеристике оборудования;
- по удельным выделениям на единицу меры (массы, длины, площади, объема) используемого материала;
- по заданной интенсивности испарения с единицы поверхности;
- по балансу масс используемых материалов и загрязняющих веществ.

Кроме расчетного метода определения состава и количества выбросов в атмосферу, существует метод замеров: по утвержденным методикам производят замеры концентраций загрязняющих веществ непосредственно на источниках загрязнения атмосферы (ИЗА) в трубах и газоходах. Каждый из них имеет свои преимущества и недостатки, а в целом дополняют друг друга. Результаты расчетов и замеров представляют в виде таблиц инвентаризации или раздела проекта «Охрана окружающей среды».

Второй уровень – нормирование выбросов предприятия. Краеугольным камнем этой системы является утверждение, что в атмосферном воздухе может находиться определенное количество вредных (загрязняющих) веществ, при котором отсутствует вредное воздействие на окружающую природную среду. В связи с этим, Федеральным Законом “Об охране окружающей среды» введено понятие – экологический норматив качества атмосферного воздуха. В настоящее время достаточно подробно разработан его частный случай – гигиенический норматив качества атмосферного воздуха – критерий качества атмосферного воздуха, который отражает предельно допустимое содержание вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе и при котором отсутствует вредное воздействие на здоровье человека. Нормативы для животного и растительного мира находятся на стадии разработки. В качестве гигиенических нормативов выступают: предельно допустимая концентрация (ПДК) и ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) в атмосферном воздухе населенных мест. При нормировании выбросов существуют ограничения по достижению ПДК в различных точках местности. Во-первых, они определяются, как правило, только в

приземном слое атмосферы, т.е. на высоте 1,5...2,5м от поверхности земли. Вокруг территории предприятия устанавливается санитарно-защитная зона (СЗЗ), внутри границ которой допускается многократное превышение ПДК. Основное условие, чтобы внутри СЗЗ не находился жилой сектор. Установление границ СЗЗ для предприятий, по нашему мнению, зашло в некоторый тупик и имеют большой элемент субъективности. В зависимости от воздействия на среду обитания и здоровье человека для предприятия должен устанавливаться минимальный размер нормативной санитарно-защитной зоны от 50 до 1000м. Путем внесения ряда изменений в СанПиН минимальный размер СЗЗ допускалось сначала уменьшать на 50% (2001г.), а в настоящее время до нуля метров. Санитарное ведомство вправе самостоятельно назначать ширину СЗЗ. Объективность призваны создавать наличие соответствующих расчетов рассеивания выбросов и замеры концентраций в определенных точках местности, производимые тем же Роспотребнадзором. Мало изменилось и при введении в действие нового СанПиН по СЗЗ в 2008г. НИИ Атмосфера на перспективу ввел понятие экозащитной зоны.

Выбросы одних и тех же загрязняющих веществ от всех других предприятий оказывают влияние на определение концентраций от выбросов рассматриваемого предприятия, а соответственно и на установление нормативов этих выбросов. Учет этого влияния в настоящее время осуществляется посредством фоновых концентраций, устанавливаемых Росгидрометом, путем мониторинга на отдельных метеопостах с последующей обработкой результатов измерений по специальной методике. Определение фоновых концентраций, на наш взгляд, является слабым звеном при нормировании выбросов. Очевидно, в связи с этим НИИ Атмосфера разработал методику по квотированию выбросов предприятий. Региональные отделения Ростехнадзора будут устанавливать допустимые вклады в долях ПДК воздуха населенных мест для каждого предприятия. Такой подход уже реализован в нескольких городах России.

Для понимания механизма нормирования рассмотрим простейший случай. Предприятие имеет один источник (трубу) из которого выбрасывается одно загрязняющее вещество, имеющее значение максимального разового выброса M , г/с. Концентрация в устье источника выброса $C_{ИЗА} = M/L$, г/м³. Здесь L – объемный расход газовой смеси, м³/с. Ближайшая расчетная точка в приземном слое для которой концентрация не должна превышать ПДК находится на расстоянии x , м, на границе санитарно-защитной зоны. При направлении ветра от ИЗА к этой точке факел выброса будет рассеиваться, концентрация будет уменьшаться. Если полученная концентрация для данной точки местности будет меньше или равна ПДК ($C \leq \text{ПДК}$), то такой выброс M , г/с, считается допустимым и принимается за предельно допустимый выброс – ПДВ. В противном случае необходимо применять меры с тем, чтобы выполнялось условие $C \leq \text{ПДК}$. В качестве таких мероприятий может быть установка пылегазоочистного оборудования (увеличение степени очистки, если оно уже есть) с целью уменьшения значения M или замена технологии на более экологически чистую. В данном примере для простоты не учитываются выбросы ЗВ других предприятий.

Как видно нормируемый выброс M , г/с, и допустимая концентрация C , мг/м³, в приземном слое для заданной точки местности связаны не жестко, а опосредовано через рассеивание, которое зависит от двух групп факторов: характеристик ИЗА и метеорологических параметров переноса. Характеристики ИЗА: высота источника, диаметр устья, скорость и расход пылегазовоздушной смеси, ее температура, величина массового выброса, размер и плотность частиц пыли и другие. Метеорологические параметры переноса: температура наружного воздуха, скорость и направление ветра, стратификация атмосферы, наличие приподнятых инверсий, рельеф местности и другое. Даже из простого перечисления факторов видно, что процесс рассеивания выбросов – это сложное физическое явление. Изменение значения одного фактора приводит к изменению концентрации в приземном слое от выбросов ИЗА, а следовательно и к изменению величины ПДВ. Этим открывается широкое поле для злоупотреблений и подгонок результатов расчетов в нужную сторону. Существует несколько моделей, описывающих процесс рассеивания. В нашей стране принята модель разработанная ГГО им. Воейкова под руководством М.Е. Берлянда на основе теории атмосферной диффузии. Она легла в основу нормативного документа ОНД-86, существующего уже более 20 лет, вызывающего справедливую критику оппонентов. На основе ОНД-86 разработаны все отечественные компьютерные программы и по их результатам расчета производят нормирование выбросов. Учитываются уже не один, а все источники предприятия (города). Расчет производится в узловых точках сетки, шаг и размеры которой выбираются пользователем. Дополнительно задаются точки с любыми координатами, например на границе СЗЗ. Различное направление ветра определяет различные концентрации в расчетных точках. Поэтому, расчет производится при всех направлениях ветра через один градус. Т.е. для каждой точки получается 360 значений концентраций при определенной скорости ветра, а таких скоростей задается несколько (не менее трех). Т.о. количество значений увеличивается во столько же раз. Окончательно выбирается наибольшая полученная концентрация для каждой точки.

Удобно пользоваться не абсолютными, а относительными концентрациями – $C/\text{ПДК}$ – доли ПДК. При $C = \text{ПДК}$, $\rightarrow C/\text{ПДК} = 1,0$ – это наибольшая допустимая концентрация. Точки с равными концентрациями соединяют замкнутыми кривыми линиями, образующими изолинии концентраций, например 0,1; 0,2; 0,3; ... 1,0; 2,0; 3,0 и т.д. В итоге для каждого вещества получается карта изолиний концентраций, по которой делают анализ уровня загрязнения атмосферы выбросами предприятия. Приведенные кратные значения относительных концентраций лежат, как правило, не в узловых точках, а на прямой между ними. Их точное местоположение определяется интерполяцией. Максимальная концентрация в каждой узловой и другой расчетной точке местности определяется как сумма концентраций от каждого ИЗА, выбрасывающего данное

ЗВ. Алгоритм программы позволяет установить вклад каждого ИЗА. Тогда для тех точек в которых должно, но не выполняется условие $C/ПДК \leq 1$ можно определить на каком именно ИЗА нужно установить пылегазоочистной аппарат и какова должна быть его эффективность – степень очистки.

Основным документом для предприятия, определяющим допустимые максимально разовые, г/с, и годовые, т/год, выбросы в атмосферу является «Проект нормативов ПДВ». Он разрабатывается в соответствие с методическими пособиями [2,3] один раз в 5 лет. Выполнение данных проектов под силу только крупным предприятиям. Чаще они выполняются специализированными организациями и для этого требуются значительные затраты. Процесс согласования длительный в два и более этапа. Из-за нечеткости требований и возможности различного толкования документов привносится элемент субъективизма, что также выливается в дополнительные затраты. Объем отчетности растет: в пособии [3] введен дополнительный объем работ по сравнению с 2002г. Появилась целая индустрия компьютерных программ: даже незначительные изменения в требованиях по оформлению документов выливаются в их новую версию. Предприятия вынуждены часто содержать специально для этих целей эколога. В такой системе задержано большое количество чиновников. Заинтересованы в ее поддержании и раздувании все, кроме самих предприятий. Назрела пора внесения существенных упрощений в экологической отчетности.

Во многих странах производят ограничение на выброс загрязняющих веществ на самих источниках загрязнения. К примеру, в Италии для котельных агрегатов такое ограничение введено правительственными Декретами. Это стимулирует предприятия внедрять современные экологически чистые технологии и высокоэффективные пылегазоулавливающие установки. Усилия надзорных органов будут направлены не на «бумажный», а реальный инструментальный контроль за работой пылегазоулавливающих установок предприятий. Это позволит поднять на должную высоту четвертый уровень системы нормирования.

Третий уровень – проектирование, реконструкция или строительство пылегазоулавливающих установок, - наиболее затратный при нормировании выбросов. Еще несколько лет назад предприятиям хотя бы частично компенсировали потраченные на это финансовые средства за счет экологических платежей за выбросы. В настоящее время, к сожалению, это не практикуется.

Поднятые в данном материале вопросы нашли отражение в книгах автора [1,2], которые можно заказать на сайте www.abok.ru.

1. Квашнин И.М. Промышленные выбросы в атмосферу. Инженерные расчеты и инвентаризация / И.М.Квашнин – М.: АВОК-ПРЕСС, 2005. – 392 с.
2. Квашнин И.М. Предельно допустимые выбросы предприятия в атмосферу. Рассеивание и установление нормативов / И.М.Квашнин. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2008. – 200 с.
3. Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух (дополненное и переработанное). – СПб.: НИИ Атмосфера, 2005.

Защита атмосферного воздуха - 60-летний опыт производства газоочистного оборудования для предприятий энергетики, металлургии и промышленности строительных материалов. (ЗАО «ФИНГО ИНЖИНИРИНГ», Россия).

*ЗАО «ФИНГО ИНЖИНИРИНГ», Пятигорский Александр Наумович, Главный инженер,
Ермаков Алексей Владимирович, Директор по маркетингу.*

Загрязнение природной среды газообразными, жидкими и твердыми веществами, вызывающее деградацию среды обитания и наносящее ущерб здоровью населения, является одной из наиболее острых проблем России.

Как показывают данные государственного доклада «О состоянии и охране окружающей среды Российской Федерации» [1], на протяжении последних лет сохраняется тенденция ежегодного увеличения объемов выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. К сожалению, превышение разрешенных норм выбросов в атмосферу допускается многими предприятиями. В такой ситуации основной задачей предприятий становится достижение экологических требований путем модернизации существующих или строительства новых очистных установок.

Технических трудностей для обеспечения экологических нормативов практически нет, однако большая часть существующих газоочистных установок, эксплуатирующихся в настоящее время, построена еще в советское время и их модернизация или замена не может быть осуществлена за короткий промежуток времени в виду значительных финансовых затрат и большого объема выполняемых работ.

Реальная потребность в газоочистном оборудовании в России неуклонно растет. Для удовлетворения этой потребности необходим поиск новых современных технических решений и технологий, объединение усилий людей, способных генерировать и воплощать в жизнь идеи и новые разработки, создавать новые виды и образцы пылегазоочистного оборудования.

Исходя из реальных потребностей предприятий, можно утверждать, что рост рынка пылеулавливающего оборудования будет обеспечиваться увеличением спроса на два основных типа аппаратов пылегазоочистки - электрофильтры и рукавные фильтры. Однако замена электрофильтров на аналогичные аппараты электростатической очистки в ряде случаев нецелесообразна, особенно если речь идет о полной замене изношенного оборудования или новом строительстве.

Одной из определяющих тенденций в разработке и производстве пылегазоочистного оборудования является существенное расширение использования рукавных фильтров для различных отраслей. По своим свойствам (температура, стойкость к агрессивным средам, надежность) рукавные фильтры практически не уступают электрофильтрам, а по обеспечиваемой остаточной запыленности значительно их превосходят.

В то время как электрофильтры практически достигли планки максимальных возможностей по повышению эффективности работы, рукавные фильтры позволяют достигать стабильного уровня остаточной запыленности до 5 мг/м³ и менее и практически для всех видов пыли (при правильном выборе фильтрующих элементов и системы регенерации).

Одним из крупнейших российских производителей электрофильтров и рукавных фильтров является Экологическая машиностроительная группа «ФИНГО», имеющая собственное производство - Семибратовский завод газоочистной аппаратуры ОАО «ФИНГО», мощный инжиниринговый центр в Москве - ЗАО «ФИНГО ИНЖИНИРИНГ», сервисную компанию ООО «ФИНГО СЕРВИС» и представительство за рубежом - FINGO Eco Oy.

<p>ЗАО «ФИНГО ИНЖИНИРИНГ»</p> <p>Инжиниринговый центр.</p> <p>Курирование переговоров с Заказчиком и заключение договоров. Разработка технических решений, базовый и детальный инжиниринг, комплектация и поставка оборудования, ведение авторского надзора, обследование установок, выдача рекомендаций, поставка запасных частей.</p>	<p>ОАО «ФИНГО»</p> <p>Семибратовский завод газоочистной аппаратуры.</p> <p>Завод имеет более чем 55-летнюю историю производства пылегазоочистного оборудования (электрофильтры, рукавные фильтры, циклоны, скрубберы и др.) и запасных частей. Кроме того, осуществляет изготовление опытных образцов оборудования и широкий спектр металлоконструкций.</p>
<p>FINGO ECO OY</p> <p>Представительство в Финляндии.</p> <p>Международный маркетинг. Комплектация газоочистного оборудования импортными комплектующими, системами автоматизации установок очистки, отдельными узлами пылетранспорта, поставка оборудования в страны Западной Европы.</p>	<p>ООО «ФИНГО СЕРВИС»</p> <p>Сервисная компания.</p> <p>Технический контроль при производстве оборудования, технический надзор за ходом строительных и монтажных работ, проверка соответствия качества, проведение пуско-наладочных работ, ремонт, гарантийное и сервисное обслуживание газоочистного оборудования, обучение персонала.</p>

За более чем 57-летний период существования производства «ФИНГО» выпущено более миллиона тонн электрофильтров, рукавных фильтров и прочих аппаратов очистки. Оборудованием «ФИНГО» оснащены тепловые электростанции, металлургические комбинаты, цементные заводы, предприятия химической промышленности, расположенные на территории России, стран содружества, а также в Голландии, Дании, Норвегии, Турции, Финляндии, Индии, Китае и других странах мира.



Установка золоулавливания на теплоэлектростанции в г. Пурсиала (Финляндия)



Электрофильтр ФИНГО для газоочистки доменной печи №5 ОАО «НЛМК»

Специалисты «ФИНГО» разработали и активно внедряют на промышленных предприятиях комплекс решений по реконструкции существующих и строительству новых установок газоочистки, отвечающих современному техническому уровню по эффективности, надежности и безопасности эксплуатации. По нашему мнению, оптимальным способом снижения затрат для достижения требуемого экологического результата является индивидуальный подход к выработке технических решений для каждого источника пылевыведения опытными специалистами при взаимодействии с заводскими службами. Следует особо оговорить необходимость обязательного участия квалифицированных специалистов в монтаже и наладке установок пылегазоочистки для обеспечения высокого качества выполняемых работ.

Основным способом повышения эффективности установок очистки газов является их коренная реконструкция. ЗАО «ФИНГО ИНЖИНИРИНГ» предлагает реконструкцию установок электрофильтров с максимальным сохранением существующих постаментов, фундаментов, использованием существующих корпусов при замене внутреннего механического оборудования электрофильтров на новое. При этом могут быть применены варианты увеличения высоты осадительных электродов с наращиванием корпуса и увеличения длины активной части электрофильтра. Выбор оптимального решения обусловлен многими обстоятельствами, характерными для каждого предприятия. В ряде случаев эффективным решением может быть установка на существующих постаментах двух-трех рядом стоящих электрофильтров одного нового электрофильтра, существенно превосходящего по технической характеристике заменяемые аппараты.

Экономически выгодным способом резкого уменьшения выбросов вредных веществ в атмосферу в некоторых случаях является реконструкция электрофильтров на рукавные фильтры с использованием существующих корпусов и вспомогательного оборудования. Выбор оптимального решения для каждого предприятия производится с учетом конкретных условий и технологических параметров работы установок газоочистки.

Повышение эффективности работы любой установки газоочистки напрямую связано со степенью автоматизации всех производственных процессов. В идеале, это обеспечивается единой информационно-управляющей системой, объединяющей технологические и организационные процессы, от датчика или исполнительного механизма до бизнес-планирования на предприятии. Компания «ФИНГО» оснащает установки газоочистки современными контрольно-измерительными приборами (датчиками, пылемерами, газоанализаторами), современным оборудованием электропитания, АСУТП нижнего и верхнего уровня. Для транспортировки уловленных веществ компания применяет различные типы современного оборудования: отсекающие устройства; дозирующие устройства; винтовые конвейеры; скребковые конвейеры; трубчатые конвейеры; пневмотранспорт; вакуумный транспорт; аэрожелоба и др.



Современные электрофильтры «ФИНГО»

В компании уделяется большое внимание разработке нового пылегазоочистного оборудования. На установках электрической очистки газов Экологическая машиностроительная группа «ФИНГО» внедряет современные конструкции электрофильтров 5-го поколения ЭГБМ с межэлектродным шагом 400 мм и высотой электродов до 15 м ((18, 21 м и более для двухярусных электрофильтров).

Электрофильтры ЭГБМ характеризуются более низкой металлоемкостью по сравнению с аналогичными типоразмерами аппаратов ЭГА и ЭГБМ, имеющих соответственно шаг между электродами 300 и 350 мм.

Конфигурация профиля электродов обеспечивает оптимальное распределение по поверхности осадительного электрода и высокий уровень напряженности электрического поля в межэлектродном пространстве.

Электрофильтры «ФИНГО» комплектуются импортными приводами механизмов встряхивания, опорно-проходными изоляторами производства ведущих европейских фирм, агрегатами питания напряжением 100÷110 кВ и системами управления фирмы «KRAFT» (Швеция), что обеспечивает высокую надежность и эксплуатационную эффективность установок газоочистки, а также позволяет значительно экономить электроэнергию (до 50% на некоторых установках). Электрофильтры пятого поколения позволяют обеспечивать остаточную запыленность менее 30 мг/м³.

Устанавливаемые агрегаты питания оснащены современной микропроцессорной системой управления, которая автоматически поддерживает оптимальный уровень напряжения и тока в полях электрофильтра. Шкафы управления имеют соответствующее количество входов и выходов для контроля различных параметров работы электрофильтров (температуры, давления, запыленности, уровня пыли в бункерах и др.) и оборудования, входящего в состав установки очистки газов, управления механизмами встряхивания, пылеудаления и пылетранспорта, а также для подключения к АСУТП. Имеется возможность передачи данных о работе установки с использованием сети Интернет.

Конструкция электрофильтров «ФИНГО» предусматривает возможность проведения внутренних осмотров и ремонтных работ, что некоторые зарубежные аналоги осуществить не позволяют.

Электрофильтры пятого поколения типа ЭГБМ «ФИНГО» поставлены и успешно эксплуатируются на десятках предприятий различных отраслей промышленности России, стран СНГ, Финляндии, Швеции, Ирландии и других.



*Рукавный фильтр "ФИНГО"
в ОАО «Новоросцемент»(Россия)*



*Современный электрофильтр "ФИНГО"
на ТЭС Европит (Ирландия)*

Рукавные фильтры

Расширяется и применение рукавных фильтров - этому способствует появление на рынке новых фильтровальных материалов с повышенной температурной и химической стойкостью. «ФИНГО» поставляет рукавные фильтры разных типоразмеров с обратной продувкой и импульсной регенерацией рукавов, производительностью от 500 м³/ч до 1000000 м³/ч и более.

Электрофильтры в значительной мере уступают рукавным фильтрам по конструктивным особенностям, связанным с выносом пыли при встряхивании с последних полей, невозможностью достижения высокой эффективности при улавливании высокоомных пылей и др. При этом следует отметить, что энергетические затраты с учетом энергопотребления высоковольтными источниками питания при эксплуатации рукавных фильтров и электрофильтров, отличаются незначительно.

Кроме того, при строительстве рукавные фильтры требуют меньших капитальных затрат и возводятся быстрее. Стойкость фильтровальных элементов обеспечивает работоспособность рукавных фильтров без замены рукавов не менее 3-5 лет, а в некоторых случаях и более. Рукавные фильтры просты в обслуживании и управлении.

Перечисленные преимущества рукавных фильтров объясняют повышенный интерес к ним во всем мире. Так, к 2009 г. прогнозируется увеличение объема мирового рынка рукавных фильтров на 34% [2].

Использование рукавных фильтров в России стабильно набирает обороты, однако они требуют большего внимания и контроля со стороны эксплуатационных служб.

В России используются рукавные фильтры, в основном, с импульсной продувкой, однако, это не единственная существующая конструкция рукавных фильтров. Внимания заслуживают рукавные фильтры с обратной продувкой: они имеют ряд положительных показателей, среди которых - возможность изготовления рукавных фильтров с повышенной поверхностью фильтрации (10 000-20 000 м² и более); замена рукавов и регенерация фильтровальных элементов в таких фильтрах осуществляется проще, чем в аппаратах с импульсной регенерацией.

Ключевые характеристики рукавных фильтров «ФИНГО»:

- Очистка газов как от высокоабразивных пылей, так и от пылей с пониженной насыпной плотностью 0,2-0,5 т/м³
- Возможность отключения секций по газу (вход и выход) для проведения профилактических работ и замены рукавов без остановки производства.
- Различные методы регенерации фильтровальных рукавов, электронные блоки контроля и управления регенерацией.
- Комплектация дополнительным оборудованием, в том числе отсекающими устройствами на бункерах (мигалками, шлюзовыми питателями), встроенными в бункера винтовыми конвейерами, опорами, компрессорами, воздухооборниками, и т.д.

При проведении реконструкций электрофильтров компанией «ФИНГО» часто используются существующие корпуса электрофильтров, в которые устанавливается внутреннее оборудование рукавных фильтров; при этом габариты рукавного фильтра, встраиваемого в существующий корпус электрофильтра, меньше габаритов корпуса электрофильтра. За счет этого достигается существенная экономия финансовых средств на проведение реконструкции, а также происходит резкое сокращение сроков реконструкции.

Большое количество рукавных фильтров разных типоразмеров, в том числе, специально разработанных под условия заказчиков, ежегодно вводятся в эксплуатацию при участии специалистов «ФИНГО». В сумме это многие тысячи тонн предотвращенных выбросов пыли в атмосферу.

Среди наиболее важных работ последних лет:

- Для коксохимических производств Новолипецкого и Западно-Сибирского металлургических комбинатов специалисты ЗАО «ФИНГО ИНЖИНИРИНГ» спроектировали и ввели в эксплуатацию установки газоочистки комплексов беспылевой выдачи кокса (БВК) с применением рукавных фильтров производства «ФИНГО». Впервые в России в компактной установке БВК были использованы рукавные фильтры с импульсной регенерацией и встроенным в рукавный фильтр искрогасителем. Наличие смолистых веществ в очищаемых газах потребовало принятия новых технических решений для использования рукавных фильтров – фильтровальные элементы напылялись определенным образом перед началом эксплуатации. За четыре года эксплуатации не был заменен ни один фильтровальный элемент. Аппараты надежно обеспечивают проектную эффективность с остаточной запыленностью менее 20 мг/м³.
- При внедрении установок десульфурации чугуна в конвертерных цехах № 1 и 2 ОАО «НЛМК» применены новые рукавные фильтры ФРИ 2-2900, разработанные ЗАО «ФИНГО ИНЖИНИРИНГ».
- В последние годы введено в эксплуатацию значительное количество установок электрофильтров на литейных дворах и бункерных эстакадах: на ОАО «Северсталь» введены в эксплуатацию 4 электрофильтра Доменной печи (ДП) №4, проведена реконструкция 6 электрофильтров на ДП №5; на Нижнетагильском металлургическом комбинате поставленные группой компаний «ФИНГО» 8 электрофильтров также успешно пущены в эксплуатацию на доменных печах №5 иб; на Новолипецком металлургическом комбинате эксплуатируются 4 электрофильтра на ДП №6 и 2 электрофильтра на ДП №5; электрофильтр системы аспирации шихтоподачи Доменной печи №6 ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат». На всех вышеуказанных аспирационных системах, каждая из которых имеет производительность более 1 млн. м³/час, электрофильтры обеспечивают проектную эффективность очистки газов.
- В настоящее время, осуществляется изготовление электрофильтров «ФИНГО» которые будут поставлены на установках очистки аспирационного воздуха литейных дворов и бункерной эстакады новой Доменной печи №7 ОАО «НЛМК». Установки электрофильтров литейных дворов и бункерной эстакады Доменной печи №7 будут оснащены новейшими системами автоматизации технологических процессов (АСУТП), что в совокупности с современными пылемерами и приборами КИП, позволит не только осуществлять управление всеми параметрами, но вести и экологический мониторинг.

- В 2008 году ЗАО "ФИНГО ИНЖИНИРИНГ" и ОАО "ФИНГО" выполняют проект реконструкции и комплексную поставку рукавных фильтров ФРИ-1900 для системы газоочистки электросталеплавильной печи ДСП-100 АПО «Узбекский металлургический комбинат».
- Впервые в России в 2007г. специалистами ЗАО «ФИНГО ИНЖИНИРИНГ» разработан и внедрен на цементном заводе Пролетарий ОАО «Новоросцемент» рукавный фильтр ФРИ 2000 специальной конструкции для очистки аспирационного воздуха клинкерного холодильника при температуре газов до 250 °С, поставлено оборудование для реконструкции электрофильтра УГ2-3-37 на рукавный фильтр для таких же условий. Кроме того, за последние несколько лет компания «ФИНГО» разработала проекты установок и поставила пылегазоочистное оборудование на ведущие предприятия промышленности строительных материалов России и стран СНГ: ОАО «Мордовцемент», ОАО «Магнитогорский цементно-огнеупорный завод», ОАО «Central Asia Cement» (Казахстан), ОАО «Михайловцемент», АО «Акмянес цементос» (Литва), АО «Карадагцемент» (Азербайджан), ОАО «Семейцемент» (Казахстан) и многие другие.
- Стоит также отметить, что впервые в России электрофильтр вращающейся печи ООО Атакайцемент, работающей по «сухому» способу производства, заменен на отечественный рукавный фильтр «ФИНГО».
- За последние 10 лет группа компаний «ФИНГО» разработала технические решения и изготовила газоочистное оборудование для десятков предприятий теплоэнергетики России и европейских стран: ТЭС в г. Калве (Швеция), ТЭС в г. Панкакоски (Финляндия), Абаканская ТЭЦ, ТЭС в г. Мартагуа (Португалия), Владивостокская ГРЭС, Харанорская ГРЭС, ТЭС в г. Фербан (Ирландия), Новочеркасская ГРЭС, ТЭС в г. Саала (Швеция), ТЭС в г. Шковде (Швеция), Омская ТЭЦ-5, ТЭС в г. Европит (Ирландия), ТЭС в г. Лукселе (Швеция), ТЭС г. Торнио (Финляндия). ТЭС в г. Халмштад (Швеция), Бобруйская ТЭЦ-1 (Республика Беларусь) и другие,

Руководствуясь обширным опытом работы, компания «ФИНГО» предлагает свои услуги по проведению предпроектных обследований имеющегося пылегазоочистного оборудования на территории Заказчика для сбора исходных данных, выработки технических решений и подготовки задания для проектирования. Компания «ФИНГО» готова предоставлять Заказчику не только аппараты очистки, но и комплекс консалтинговых и инжиниринговых услуг, а также сервисное обслуживание оборудования. Испытанные методы расчетов и использование новейших разработок, позволяют специалистам «ФИНГО» создавать высокоэффективные установки, которые полностью отвечают требованиям Заказчика и соответствуют мировому техническому уровню.

С основными техническими решениями и газоочистным оборудованием «ФИНГО» можно будет ознакомиться на международной конференции по вопросам охраны атмосферного воздуха, проводимой 25-26 сентября 2008 года в г. Москве. Организаторы конференции - Агентство Экологической Безопасности при поддержке Экологической машиностроительной группы «ФИНГО».

Подробная информация о направлениях деятельности «ФИНГО» - на сайте www.fingo.ru

Контакты: т: +7 (495) 688-1346, 688-3581 , факс: +7 (495) 688-8838, e-mail: info@fingo.ru

Список литературы:

1. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды Российской Федерации в 2006 году».
2. A growing fabric filter market, Pollution Engineering, March 2006.

Современное газоочистное оборудование, (ОАО «НИИОГАЗ», Россия).

*ОАО «НИИОГАЗ», Васьков С.А., Главный инженер,
Борисов Б.В. Зам. Главного инженера.*

Научно-исследовательский институт по промышленной и санитарной очистке газов – ОАО «НИИОГАЗ» с 1931г. занимается разработкой и внедрением установок пылегазоочистки. Все годы институт был ведущей организацией в стране, решающей задачи и технологической очистки газов, и защиты воздушного бассейна от выбросов вредных веществ.

С самого начала своей деятельности работы института развивались по трем главным направлениям:

- очистка отходящих газов от аэрозолей с использованием сильных электрических полей;
- механические методы удаления аэрозолей из потока газа под действием центробежных сил и фильтрацией через пористые перегородки;
- химические методы очистки газов от вредных компонентов.

Кратко об этих направлениях.

Работа технологического оборудования основных и вспомогательных цехов заводов черной и цветной металлургии, цементных заводов, предприятий стройиндустрии, теплоэлектростанций сопровождается выбросами в атмосферу большого количества загрязнителей в виде пыли и газов, содержащих сернистый ангидрид, оксид и диоксид углерода, окислы азота, сероводород и др. Количество, состав и содержание присутствующих в газах ингредиентов определяются технологией переработки сырья, принятой технологической схемой процесса, используемым оборудованием, параметрами технологического процесса.

Современное состояние технологий и техники газоочистки позволяет очистить до санитарных норм газы практически любого исходного состава, а достигаемая степень извлечения компонента определяется санитарно-гигиеническими требованиями и стоимостью процесса.

На металлургических предприятиях основными источниками выбросов являются участки подготовки сырья и шихты, плавильные, отражательные и фьюминговые печи, агломерационные машины, охладители агломерата и другие агрегаты. На цементных заводах и предприятиях стройиндустрии - сушильные барабаны, мельницы, смесители, вращающиеся печи обжига клинкера, силоса. В теплоэнергетике - котлоагрегаты, работающие на газе, сернистых углях и мазуте.

Очистка серосодержащих газов.

При переработке сульфидных руд основными загрязнителями дымовых газов являются пыль и диоксид серы. С очисткой от пыли проблемы практически решены. Освоенных промышленностью методов извлечения диоксида серы из отходящих газов в настоящее время существует много: мокрые, полусухие и сухие, щелочными растворами и суспензиями, циклические и нециклические, с получением в качестве конечного либо утилизируемого, либо товарного продукта.

В мировой практике основным стал известняковый метод, использующий дешевый реагент - природный известняк. Метод реализован впервые в мире на Магнитогорском металлургическом комбинате на установке производительностью 3 млн. м³/ч. В 2005г. ОАО «НИИОГАЗ» разработал Регламент на реконструкцию сероулавливающей установки №4 аглофабрики №3 ММК с использованием щелочных растворов, по которому институт «Гипрогазоочистка» выполнил проект на реконструкцию установки производительностью 350 тыс. м³/ч.

За последнее время разработан ряд регламентов на проектирование газоочистных установок по очистке от пыли электрофильтрами и диоксида серы мокрым известняковым методом для Кедамжайского сурьмяного комбината, Новосибирского оловянного комбината, ПО «Уфалейникель», Алаверского медеплавильного завода ЗАО «Эй-Си-Пи» (Республика Армения).

Испытания стендовой установки по очистке обжиговых газов Костомукшского ГОКа сухим методом совместно с финской фирмой «Тампелла» явились основой для разработки Регламента на установку очистки производительностью по газу 1 225 000 нм³/ч.

Очистка от сероводорода.

ОАО «НИИОГАЗ» может предложить технические решения по очистке организованных выбросов практически от любых вредных компонентов, присутствующих, как в виде взвешенных частиц, так и в газообразном состоянии.

На предприятиях черной металлургии существует неорганизованный источник выброса такого опасного компонента, как сероводород, при выгрузке кокса из камеры коксования в тушильный вагон и в процессе тушения раскаленного кокса водой или инертным газом. Определенные концентрации сероводорода присутствуют также на промплощадках нефтеперерабатывающих и химических

предприятий. В таких случаях единственной возможностью снизить вредное воздействие сероводорода на персонал и электронную технику является очистка подаваемого в помещения вентиляционного воздуха.

Для таких систем очистки «НИИОГАЗ» может предложить угледсорбционный фильтр с использованием в качестве сорбента разработанного в институте и защищенного патентом России активированного угля АУ-644, превосходящего по своим сорбционным характеристикам зарубежные аналоги и успешно прошедшего полутора годовые промышленные испытания. При этом фильтр может применяться как в приточных, так и в вытяжных системах.

Рукавные фильтры.

С развитием технологических процессов, требующих очистки газов при высоких температурах, возникла необходимость разработки новых термостойких материалов из синтетических волокон. Разработаны фильтровальные материалы на основе оксалоновых волокон термостойкостью до 220⁰С, а затем совместно с институтом нетканых материалов - иглопробивной фильтровальный материал из фенилоновых волокон на каркасе.

Одновременно «НИИОГАЗом» решалась проблема очистки горячих газов с температурой до 500⁰С. В результате испытаний ряда термостойких материалов были созданы высокотемпературные фильтры ФВУ с фильтрующими элементами из металлической сетки, на основе которых разработан типоразмерный ряд фильтров ФРОС, эксплуатировавшиеся длительное время на Чирчикском электрохимическом, Кадамжайском сурьмяном и Никитовском ртутном комбинатах.

За последние годы создан ряд рукавных фильтров во взрывозащищенном исполнении типа ФРБИ, ФРИЦ, которые можно эксплуатировать в помещениях класса В-1а.

Широкое распространение получили разработки, включающие высокотемпературную очистку газов на основе использования керамики, металлокерамики, тефлоновых волокон.

Сохраняя традиции, в настоящее время ОАО «НИИОГАЗ» выполняет комплекс работ по очистке газов с использованием рукавных фильтров: обследование установок рукавных фильтров с выдачей рекомендаций по ремонту и реконструкции, поставка фильтровальных рукавов из отечественных и импортных материалов, изготовление и поставка фильтров во взрывозащищенном исполнении для помещений класса В-1а и В-11а, изготовление и поставка фильтров, работающих под давлением очищаемого газа до 0,6 МПа, расчет и поставка предохранительных мембран для рукавных фильтров отечественных и фирмы «Elfab» (Англия), разработка конструкций фильтров с импульсной регенерацией, оснащаемых керамическими элементами фирмы «Madison Filter», способных работать при температуре до 900⁰С с одновременным удалением диоксида и оксидов азота, разработка патронных и малогабаритных панельных фильтров.

Исследования аппаратов **сухой инерционной** очистки газов «НИИОГАЗом» провели к созданию серии циклонных аппаратов. За счет накопленного обширного экспериментального материала и промышленных испытаний разработано несколько серий циклонов типа ЦН (Циклоны НИИОГАЗа), получивших широкое распространение в самых различных отраслях промышленности.

Циклоны цилиндрические (ЦН-11, ЦН-15, ЦН-15у, ЦН-24) высокопроизводительны, могут применяться для очистки газов объемом от нескольких сотен до сотен тыс. м³/ч при содержании твердых частиц в газе размером от 8 мкм. Диаметр циклонов – от 200 до 2000мм. При больших объемах газа могут объединяться в группы от 2 до 14 шт.

Циклоны типа ЦН-15 могут быть выполнены во взрывозащищенном исполнении с эффективностью очистки 80%.

Спирально-конические циклоны типа СДК-ЦН-33, СДК-ЦН-34, СДК-ЦН-22, СДК-ЦН-19 широко применяются в производстве технического углерода. Частицы сажи размером 0,02-0,04 мкм улавливаются циклонами на 80-85%.

Аппараты электростатической очистки газов – **электрофильтры** – получили широкое применение в промышленности благодаря их универсальности и высокой степени очистки при сравнительно низких энергозатратах. Физические процессы при электрической очистке газов хорошо поддаются автоматическому регулированию, гидравлическое сопротивление не превышает 100-150 Па.

В «НИИОГАЗе» разработаны и сконструированы все основные типоразмеры электрофильтров (УГ, ЭГА, ЭГБ, ЭГВ), которые сегодня эксплуатируются в цементной промышленности, промышленности строительных материалов, в черной и цветной металлургии и других. На базе существующего оборудования мы можем разработать проект реконструкции установки с целью её модернизации, поставить необходимое оборудование, провести шефмонтаж и пуско-наладку. При необходимости в существующем оборудовании могут быть модернизированы отдельные узлы (коронирующие или осадительные электроды, системы встряхивания и т.п.), что позволяет при минимальных затратах сократить выбросы в атмосферу.

ОАО «НИИОГАЗ» в ноябре 2004 г. получило патент на новый тип коронирующего электрода, сочетающего в себе достоинства игольчатого (зубчатого) и спирального электрода. Токовые нагрузки полей

удалось поднять с 10-30 мА при 44-47 кВ до 60-170 мА при 30-32 кВ. Электроды этого типа были поставлены для сухих электрофильтров ОАО «Вольскцемент» и ОАО «Подольскцемент»

При участии института разработаны современные **системы автоматического управления и контроля** за работой электрофильтра, обеспечивающие поддержание оптимального режима очистки газов при колебаниях технологических параметров. Современной системой управления электрофильтром типа «МЭФИС – 03» оснащаются отечественные агрегаты питания.

За последнее время осуществлены поставки сухих электрофильтров на ОАО «Боровичский завод огнеупорных материалов», ОАО «Электроцинк».

В этом году на ОАО «Челябинский цинковый завод» принят в эксплуатацию новый высокотемпературный электрофильтр ЭГТ. Электрофильтр заменил устаревший ГК-30 и предназначен для очистки от пыли газов с температурой до 450 °С, отходящих от шахтных печей обжигового цеха. Электрофильтр трехпольный, с прутковыми осадительными электродами и ленточно-зубчатыми коронирующими. Основная разработка узлов проведена в «НИИОГАЗе», рабочие чертежи выполнены ООО «ИЦ «УЦМГО». В последний период эксплуатации концентрация пыли на выходе не превышала 60 мг/м³ при стабильных электрических показателях полей. Электрофильтр может применяться для очистки и других высокотемпературных газов.

В конце 2007 года на ОАО «Уралэлектромедь» при непосредственном участии специалистов «НИИОГАЗа» была пущена в эксплуатацию вторая линия **газоочистки плавильных печей**.

Новые газоочистные сооружения химико-металлургического цеха (ХМЦ) обеспечивают прием и высокоэффективную очистку газов отделения переработки шламов ХМЦ с переводом всех очищаемых компонентов газа в промпродукты, удобные для извлечения ценных компонентов.

Газы двух отражательных плавильных печей, перерабатывающих медеэлектролитные (анодные) шламы, а также лом и отходы драгоценных металлов с выплавкой серебряно-золотого сплава (металла Доре), очищаются в двух независимых системах (от плавильной печи № 1 и плавильной печи № 2), выполненных по одинаковой схеме. Горячие печные газы поступают в пылесадительную камеру, в которой смешиваются с атмосферным воздухом. Камера разделена вертикальной перегородкой, изменяющей направление движения газового потока со сверху-вниз на снизу-вверх. При изменении направления движения газового потока из него выделяются наиболее крупные и тяжелые частицы пыли, которые оседают на дне камеры.

Из пылесадительной камеры смесь охлажденного газа и воздуха с температурой 250 – 400° направляется в два последовательно установленных «мокрых» аппарата (первый - полый скруббер, второй - скруббер Вентури с циклонным каплеуловителем), в которых происходит дальнейшее снижение температуры до 45 – 55° и основная очистка от пыли.

Скруббер охлаждения представляет собой полый цилиндрический аппарат диаметром 2,75 м и высотой 15 м. Форсунки орошения расположены в два яруса, по 4 штуки в каждом ярусе.

Скруббер Вентури (СВ) установлен наклонно с углом к горизонтали ~ 30° и выполнен из стеклопластика, диаметр горловины выбран 210 мм. СВ оснащен двумя форсунками, расположенными с двух сторон в начале конфузора. За СВ установлен типовой каплеуловитель КЦТ-1000, изготовленный из титана. Слив раствора с уловленной в СВ пылью осуществляется напрямую в бак без гидрозатвора.

Далее газ с содержанием пыли до 0,25 г/м³ подается центробежным вентилятором (один - основной, второй - резервный) в две параллельно работающие секции мокрого полимерного электрофильтра ЭТМ2-7,2-3,8-482 СПТФ. В электрофильтре газ очищается от пыли и тумана до остаточной концентрации 3 – 5 мг/м³. Уловленный в электрофильтре туман вместе с осажденной пылью стекает в отдельный бак (БОЭ). Из этого же бака осуществляется периодическая промывка электродов от шламовых отложений подогретой до температуры 55 – 60 °С водой через установленные на крышках секций форсунки. Номинальный расход орошающей жидкости составляет 28 м³/час при давлении 2,0 кгс/см².

Питание секций электрофильтра током высокого напряжения осуществляется от двух агрегатов типа ОПМД-250 с регуляторами «МЕФИС-02», установленными в преобразовательной подстанции. Управление агрегатами, контроль тока и напряжения на электрофильтре, управление вентиляторами, задвижками, насосами, показания датчиков расхода, разрежения, температуры выведены на

экран монитора ПК рабочего места оператора газоочистки.



Рис. № 1.
Монтаж осадительной
системы электрофильтра
ЭТМ2-7,2
на ОАО «Уралэлектромедь»

Мокрые электрофильтры типа ЭТМ широко применяются в нефтеперерабатывающей и химической промышленности, цветной и черной металлургии, производстве минеральных удобрений. Электрофильтры разработаны под руководством заслуженного изобретателя СССР Мошкина А.А.. В отличие от иностранных аналогов в электрофильтрах применяется теплоэлектропроводящий материал, что позволяет конструировать из него не только осадительную, но и коронирующую систему. Дочерняя фирма «НИИОГАЗа» - ООО «Промгазоочистка-АКС» - изготавливает, поставляет, осуществляет шеф-монтаж и пуско-наладку



Рис. № 2.
Монтаж коронирующей системы электрофильтра ЭТМ2-11,6 ООО «Медногорский МСК»

высокоэффективных электрофильтров из полимерного материала вместо металлических электрофильтров типа ШМК. На данный момент только ООО «Промгазоочистка-АКС», производит коронирующие электроды из полимерного материала. Фирма имеет патенты на материал, конструкцию и технологию изготовления полимерных мокрых электрофильтров.

ООО «Промгазоочистка – АКС» может не только поставить новые электрофильтры, но и провести модернизацию существующих с целью повышения эффективности их работы. Проведя необходимое обследование существующей газоочистки, предлагаем полную или частичную замену внутреннего оборудования на полимерный вариант в имеющийся корпус.

Предлагаются различные варианты конструктивного оформления электрофильтров. Осадительные системы могут быть выполнены в моноблочном и подвесном вариантах в зависимости от

требуемой степени очистки и технологического процесса. Моноблок собирается на специальном стапеле и поставляется Заказчику в готовом виде.

Коронирующая система выполняется также в нескольких вариантах в зависимости от технологии, нужной степени очистки, ступени электрофильтра. Основная идея конструкции при этом сохраняется - электрод представляет собой гирлянду из зубчатых элементов, нанизанных на несущий стержень из стали, титана или освинцованного провода. Конструкция коронирующих электродов позволяет в несколько раз увеличить рабочие токи электрофильтра и избежать обрыва электродов, что повышает эксплуатационную надежность.



Рис. № 3.
Осадительная система электрофильтра перед отгрузкой заказчику.

Используемый в конструкциях специальный полимерный композиционный материал обладает высокой теплоэлектропроводностью, химической стойкостью, формоустойчивостью и технологичностью.

Полимерные электрофильтры в среднем на 30% дешевле аналогичных по габаритам металлических. Имеется в виду только механическое оборудование без учета косвенных затрат (транспортировка, монтаж, свинцово-паяльные работы). Монтаж полимерного внутреннего оборудования занимает две недели, аналогичного металлического – два месяца. Исключаются вредные для здоровья свинцово-паяльные работы. Электрофильтр удобен в эксплуатации. Внутреннее полимерное оборудование практически не зарастает технологическим шламом за счет гидрофобной поверхности полимера, конструкции из полимерных материалов не подвержены коррозии.

ООО «Промгазоочистка-АКС» осуществляет гарантийное и послегарантийное обслуживание электрофильтров.

За 2007 г. поставлено оборудование полимерных электрофильтров на ООО «Медногорский медно-серный комбинат», ОАО «Уралэлектромедь», ОАО «Челябинский цинковый завод», ОАО «Сумыхимпром».

На ОАО «Уралэлектромедь» и ООО «Медногорский медно-серный комбинат» применена моноблочная самонесущая конструкция осадительной системы. При этом максимизируется активная площадь электрофильтра, и полностью отсутствуют «паразитные» зоны. Электрофильтры такой конструкции демонстрируют высокие цифры по эффективности - до 99%. В этой конструкции отсутствует трубная решетка, что снижает металлоёмкость и сроки монтажа электрофильтра.

На ОАО «Челябинский цинковый завод» (в 2008 году пущено четыре электрофильтра ЭТМ1-9,75 на реконструированной 4-й системе СКЦ, а всего 12 электрофильтров) и ОАО «Сумыхимпром» (в 2008 году - два электрофильтра) применена подвесная осадительная система, которая проста в сборке, обладает высокой ремонтопригодностью. Оборудование смонтировано в стальных корпусах, футерованных кислотоупорным кирпичом по подслою из полиизобутилена. Такая конструкция корпуса наиболее часто применяется для крупногабаритного оборудования.

Коронирующие электроды выполнены из зубчатых элементов, нанизанных на свинцовую основу.

Полимерные электрофильтры успешно эксплуатируются на ОАО «ПО Гродно-Азот», ОАО «Аммофос», Комбинате «Североникель», ОАО «Новосибирский аффинажный завод», ОАО «Газпромнефть -

Омский НПЗ», ОАО «Челябинский цинковый завод», ОАО «ГМК Норильский никель», ООО «Киришинефтеоргсинтез», ОАО «Уралэлектромедь», ГМК «Болеслав» в Польше и других.

«НИИОГАЗ» всегда самостоятельно проводил все обследования с целью определения количества и состава газа и эффективности очистки на основе разработанных институтом ГОСТов. В 1996г. в институте была создана эколого-аналитическая лаборатория, аккредитованная в ассоциации аналитических центров «Аналитика» в системе Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии.



**Рис. № 4.
Анализ проб в эколого-
аналитической
лаборатории.**

Основные направления работы лаборатории – инвентаризация источников выбросов в атмосферу, оценка эффективности работы пылегазоочистного оборудования, разработка технологических схем очистки и исходных данных на проектирование пылегазоочистных установок (ПГУ) для организаций различных отраслей промышленности.

Продукция лаборатории – регламенты на проектирование ПГУ, тома на выбросы в атмосферу (ПДВ), лимиты на размещение отходов (ПНООЛР), паспорта на пылегазоочистные установки.

Лаборатория располагает штатом квалифицированных сотрудников и оборудованием, позволяющим определять ингредиенты в промышленных выбросах и атмосферном воздухе.

Лаборатория аттестована на определение различного вида взвешенных частиц и газовых компонентов, в том числе аэрозоли серной, фтористой и фосфорной кислот, аэрозоль щелочи, газообразные оксиды серы и азота, хлор- и фторид - ионы, аммиак, формальдегид, фенол, сероводород, меркаптаны.

Фильтровальные материалы компании BWF Envirotec (Германия) для систем газоочистки. Выбор оптимального фильтровального материала.

*BWF Envirotec GmbH & Co.KG (Германия),
Баев Андрей Анатольевич, Представитель по России и СНГ.*

Компания BWF Envirotec (Германия) является мировым лидером в области разработки и производства нетканых фильтровальных материалов и фильтровальных рукавов для промышленной газоочистки. Компания предлагает широкий спектр материалов из различных типов синтетических волокон, выпускаемых под торговой маркой needlona. Материалы отличает оптимальное соотношение «цена-качество» и долгий срок службы.

Области применения – черная и цветная металлургия, производство цемента, асфальта, строительных материалов, пищевая промышленность, мусоросжигательные заводы.

Краткое руководство компании BWF Нетканые фильтровальные материалы needlona Выбор оптимального фильтровального материала

Высокотехнологичные фильтровальные материалы приобрели в последнее время особую значимость в промышленном пылеулавливании. Причинами этого являются все более строгие законодательные требования к выбросам в атмосферу и наша общая социальная и моральная ответственность за сохранение окружающей среды.

Компания BWF предлагает Вам фильтровальные материалы, отвечающие всем современным техническим характеристикам и требованиям к длительности эксплуатации. Эти материалы созданы нами на основе многолетних научно-исследовательских работ и экспериментальных наблюдений.

Наша компания считает своей основной задачей помочь клиенту сделать правильный выбор фильтровального материала, принимая во внимание одновременно технические и экономические показатели.

Критерии выбора:

1. Свойства газа и температура
2. Свойства пыли
3. Способ регенерации

Остальные критерии должны определяться исходя из допустимых показателей выбросов в атмосферу и срока службы фильтровального материала.

Газ и температура

Химические и физические свойства волокон являются определяющими факторами эффективности и долговечности фильтровального материала. Химическая среда, температура и механическое воздействия по-разному влияют на волокна.

Знание основных свойств волокон позволяет правильно выбрать фильтровальный материал применительно к особенностям каждого процесса. Приведенная ниже таблица свойств волокон может служить кратким справочным руководством.

Также необходимо учитывать:

Во время эксплуатации фильтровальной установки необходимо поддерживать температуру выше точки росы. Падение температуры ниже определенного значения приводит к конденсации паров и образованию капель воды, способных попадать на фильтровальный материал. Также вода может вступить в реакцию с компонентами газового потока, что, в свою очередь, чревато образованием кислот.

Еще одним последствием эффекта «точки росы» может быть образование влажного и липкого слоя пыли. Это приводит к существенному снижению эффекта регенерации и падению давления в фильтре.

Образовавшиеся кислоты также могут привести к химическому разрушению фильтровального материала, коррозии каркаса рукава и корпуса фильтровальной установки.

Критерии выбора:

Пыль

Для специалиста термин «пыль» не может быть неопределенным понятием.

Помимо знаний о происхождении пыли и имеющих место химических процессах, перечисленные далее параметры также представляются крайне важными:

1. Концентрация пыли

- Содержание газа в пылевом потоке

2. Состав пыли

- Размер частиц
- Химический состав пыли

3. Характеристики пыли

- Электростатичность
- Тенденция к аггломерации
- Склонность к слипанию
- Скорость вертикального осаждения
- Абразивные свойства
- Плотность осаждения

**СБОРНИК ДОКЛАДОВ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА-2008»**

Свойства пыли	Обработка Code 1	Code 4 glaze	x-surf Si Code 9	CS17 [®]	CS 18 [®]	CS29	CS30 CS31	CS42 at NO, NX	FireGuard [®]	MPS [®]	Epi,as, NWC ExCharge [®]
Свободный поток	*										
Склонность к аггломерации		*									
Тонкодисперсная										*	
Абразивная	*		*								
Влажная				*		*		*			
Липкая		*		*	*		*				
Электростатическая											*
Способная к образованию искр									*		
Кислотная/щелочная						*		*			

Code 1:	Опаленный с лицевой стороны	CS18[®]:	Поверхностное покрытие из Тefлона	FireGuard[®]:	Поверхностный слой устойчив к попаданию искр
Code4:	Каландрированный с лицевой стороны	CS29:	Стойкая по отношению к умеренно агрессивной химической среде	MPS[®]:	Micro Pore Size Тонкодисперсная пыль, фильтруемые с помощью микроволокон
Glaze:	Каландрированный, особо гладкий	CS30:	Пропитка Тefлоном	Epi:	антистатическая
x-surf, Si, Code 9	Антиадгезивная обработка	CS31:	Пропитка Тefлоном в сочетании с масло-водоотталкивающей пропиткой	as, NWC	Повышенные проводящие свойства благодаря добавкам специальных стальных волокон
CS17[®]	Масло-и водоотталкивающая обработка	CS42:	Стойкая по отношению к кислотам и гидролизу	ExCharge[®]:	Придает постоянные проводящих свойства

Критерии выбора:

Способ регенерации

Каждый процесс пылеулавливания индивидуален. Исходя из параметров процесса подбираются фильтровальные материалы определенного удельного веса и воздухопроницаемости.

Практический метод:

Чем эффективнее способ регенерации, тем больший удельный вес может иметь фильтровальный материал и более плотной его набивка.

Способ регенерации	Вес (г/м ²)	Воздухопроницаемость л/дм ² мин @ 200 Па
Механическое встряхивание	300 - 350	400-600
Механическое встряхивание в сочетании с импульсом низкого давления	350 - 450	250-400
Импульс низкого давления	400-500	150-350
Импульсная регенерация	500-650	50-150



**Примеры применения фильтровального материала *needlona*[®]
в цветной металлургии**

Страна	Источник пыли	Материал	Площадь фильтрации	Объем газа, температура	Скорость фильтрации уровень выбросов	Справ. номер
Германия	Печь по закалке охлаждением в жидком металле	DT/DT 604 CS 31	155 м ²	6.090 Нм ³ /час 40 °С	1,20 м ³ /м ² мин < 10 мг/ Нм ³	342
Индия	Ферросилициевая печь	NO/NO 504 bt	4.132 м ²	177.000 Нм ³ /час 180 °С	1,20 м ³ /м ² мин < 20 мг/ Нм ³	416
Швеция	Ферросилициевая печь	PE/PE 451 Epi CS 17	1.900 м ²	110.000 Нм ³ /час 140-150 °С	1,30 м ³ /м ² мин < 3 мг/ Нм ³	740
Германия	Смесительный барабан для формовочного песка	PE/PE 551 CS 17	4.362 м ²	265.000 Нм ³ /час 30 °С	1,80 м ³ /м ² мин < 10 мг/ Нм ³	216
Норвегия	Электролизер	PE/PE 551 MPS	47 м ²	2.507 Нм ³ /час 100-150 °С	1,28 м ³ /м ² мин < 3 мг/ Нм ³	703
Швеция	Печь по выплавке свинца	PE/PE 601 MPS leadsurf	5.355 м ²	160.000 Нм ³ /час 120 °С	0,68 м ³ /м ² мин < 1 мг/ Нм ³	741
Франция	Плавильная печь	PE/PE 609/1 MPS leadsurf	2.042 м ²	135.000 Нм ³ /час 80 °С	1,40 м ³ /м ² мин < 1 мг/ Нм ³	244
Германия	Cooper stone converter	PE/PE 709/1 MPS	4.916 м ²	100.000 Нм ³ /час 70 °С	0,90 м ³ /м ² мин < 0,5 мг/ Нм ³	773
Франция	Ротационная мельница	PI/PI 554 CS18/17	3.335 м ²	122.500 Нм ³ /час 130-150 °С	0,80 м ³ /м ² мин < 5 мг/ Нм ³	621
Корея	Производство свинца	PI/PTFE 504 CS29	2.521 м ²	60.000 Нм ³ /час 200-230 °С	0,72 м ³ /м ² мин < 30 мг/ Нм ³	659



**Примеры применения фильтровального материала *needlona*[®]
в черной металлургии**

Страна	Источник пыли	Материал	Площадь фильтрации	Объем газа, температура	Скорость фильтрации уровень выбросов	Справ. номер
Тайвань	Колокол	DT-PE/DT-PE 554 CS 17	2.860 м ²	157.000 Нм ³ /час 60-110 °С	1,2 м ³ /м ² мин < 10 мг/ Нм ³	503
Германия	Электродуговая печь и колокол	DT/ DT-PE 404 CS18	4.942 м ²	206.000 Нм ³ /час 80-120 °С	1,0 м ³ /м ² мин < 20 мг/ Нм ³	180
Индия	Десульфуризация	NO/NO 501 ferrosurf	2.431 м ²	237.000 Нм ³ /час 190 °С	2,80 м ³ /м ² мин < 25 мг/ Нм ³	113
Тайвань	Вагранка	NO/NO 501 ferrosurf	670 м ²	45.300 Нм ³ /час 120-180 °С	1,80 м ³ /м ² мин < 20 мг/ Нм ³	121
Турция	Электродуговая печь и колокол	NO/NO 551	9.872 м ²	326.000 Нм ³ /час 130 °С	0,8 м ³ /м ² мин < 50 мг/ Нм ³	250
США	Электродуговая печь	PE/PE 451 ferrosurf	48.552 м ²	1.970.000 Нм ³ /час 130 °С	1,0 м ³ /м ² мин < 12 мг/ Нм ³	110
Нигерия	Электродуговая печь	PE/PE 451 ferrosurf	14.916 м ²	592.000 Нм ³ /час 130-150 °С	1,0 м ³ /м ² мин < 10 мг/ Нм ³	111
Германия	Электродуговая печь и колокол	PE/PE 521 ferrosurf	10.912 м ²	708.000 Нм ³ /час 50-150 °С	1,50 м ³ /м ² мин < 20 мг/ Нм ³	112
Швейцария	Электродуговая печь	PE/PE 524 FB	10.635 м ²	1.000.000 Нм ³ /час 130 °С	1,20 м ³ /м ² мин < 5 мг/ Нм ³	804

Системы сухой газоочистки ФЛС (агломашины, производство окатышей, подготовка глинозема), (FLSmidth Airtech, Дания).

FLSmidth Airtech (Дания), Гольцев Андрей Васильевич, Менеджер по развитию продаж.

Системы сухой газоочистки FLSmidth (FLS)

Подразделение сухой газоочистки компании **FLSmidth** производит и реализует современные системы пылеудаления:

- электрофильтры FLSmidth Airtech
- рукавные фильтры с импульсной регенерацией
- теплообменники
- импульсные установки COROMAX
- микропроцессорные контроллеры PIACS

Промышленные фильтры **FLSmidth (FLS)** известны и надежны в работе, благодаря следующим преимуществам:

- гарантированная норма остаточной запыленности
- возможность проведения технического обслуживания в режиме реального времени без остановки оборудования
- отключаемые секции
- компьютерный контроль параметров работы в каждой секции
- расчет газораспределения и скорости миграции частиц внутри фильтра на основе многолетних наблюдений за процессом
- инновационные решения по изменению направления газового потока внутри фильтра
- низкие эксплуатационные затраты
- высокий коэффициент работоспособности
- низкий расход воздуха
- длительный срок службы оборудования

FLSmidth предлагает сотрудничество в техническом перевооружении. Специалисты **FLSmidth** ведут проекты по реконструкции существующих электрофильтров и по монтажу новых. Являясь производителем полного цикла и правообладателем на патентованные технологии собственной разработки **FLSmidth** предлагает самые современные системы пылеудаления для предприятий металлургической промышленности.

За последние 30 лет промышленные фильтры **FLSmidth** установлены на более 1000 предприятиях металлургической промышленности по всему миру.

Получить ценовую информацию, описание оборудования для запланированных тендеров и консультации по осуществлению проектов технического перевооружения можно, обратившись в российское представительство **FLSmidth**.

**Системы сухой газоочистки ФЛС (FLSmidth)
(агломашины, производство окатышей, подготовка глинозема)**

Для сухой газоочистки на агломерационных производствах, ГОК и в процессах подготовки глинозема FLSmidth (ФЛСМИДТ) использует электрофильтры ФЛС. Гарантированная норма остаточной запыленности электрофильтра ФЛС для агломашины может составлять до 10 мг/нм³.

Использование современных разработок, высоковольтных агрегатов питания и электронных систем управления собственной разработки (PIACS, COROMAX) позволяют ФЛСМИДТ достигать уровень остаточной запыленности, сравнимый с рукавными фильтрами. Электрофильтры ФЛС с гарантированной нормой остаточной запыленности 10 мг/нм³ установлены в Корее (POSCO).

На эффективность работы фильтра оказывает влияние, прежде всего, правильно рассчитанный размер полей, высота и тип электродов, система управления питанием. Покупатели электрофильтров ФЛС не зависят от сторонних разработчиков электронных систем контроля за работой фильтров. Электронные системы управления (контроллер PIACS) интегрируются в общезаводскую систему и имеют возможности дистанционного контроля. Специалисты ФЛСМИДТ имеют возможность тестировать состояние фильтра на объекте заказчика удаленно, что способствует быстрому решению текущих вопросов.

Электрофильтры ФЛС разрабатываются индивидуально для потоков газа до 2 000 000 м³/ч при температуре до 400С. Приведем некоторые особенности конструкции электрофильтров ФЛС.

Электрофильтр ФЛС (FLSmith Airtech тип E)

Межэлектродное пространство 400 мм

Корпус ЭФ представляет собой цельносварную стальную конструкцию из сборных секций обшивочных листов, приваренных к жесткому каркасу. Электрофильтр ФЛС подготовлен для работы в условиях высоких температур, низкого или высокого давления, ветровых, снеговых и сейсмических нагрузок.

Электрофильтр ФЛС оснащен продольными или пирамидальными бункерами. Для отдельных процессов ЭФ может иметь плоское дно. Бункеры оборудованы нагревательными элементами. Из-за высоких рабочих температур ЭФ установлен на опоре так, чтобы обеспечить минимальные нагрузки на корпус и опору во время повторных тепловых расширений и сжатий. Если используется жесткая опора из бетона или стали, ЭФ устанавливается на роликовых опорах.

На входных и выходных отсеках установлены настраиваемые газораспределительные решетки для обеспечения равномерного распределения газа проходящего через поля. Корпус ЭФ, включая нижние бункеры, входные и выходные переходные отсеки, изолирован минеральной ватой, чтобы избежать образования конденсата, вызывающего коррозию. Изоляция также предотвращает неконтролируемое тепловое расширение, которое может вызвать опасное напряжение конструкции.

Система осадительных электродов состоит из пластин, которые подвешены к крыше ЭФ, формируя ряды, состоящие из 5-9 пластин, в зависимости от длины поля. Система коронирующих электродов представляет собой систему жестких электродов подвешенных к двум С-образным рамам. Так называемые жесткие коронирующие электроды, RDE, помещены в центре системы сбора. RDE состоит из двух несущих электродов соединенных с трубами рамы. Электроды типа Fibulax помещены между трубами рамы. Система коронирующих электродов электрически изолирована от остальных частей ЭФ, подвешенная к четырем изоляторам расположенным на крыше фильтра. Эти изоляторы помещены в коробки изоляторов, одна из которых присоединена к источнику высоковольтного питания фильтра.

Встряхивание осадительных и коронирующих электродов производится сверху. Интервалы встряхивания на полях регулирует электронный контроллер. При разработке фильтра для вязкой и трудноулавливаемой пыли иногда используется встряхивание снизу. Приводы встряхивания установлены на крыше или сбоку фильтра.

Обычно используется единый бункер для всех полей с внутренней системой пылетранспорта и воздушным шлюзом (шлюзовым затвором) для выгрузки пыли со стороны первого поля для минимизации подсосов воздуха через устройство выгрузки пыли. По желанию заказчика, ФЛС устанавливает собственную систему пылетранспорта уловленной пыли или систему возврата пыли в производство.

Корпус электрофильтра ФЛС

Несущая опорная конструкция корпуса электрофильтра ФЛС состоит из ряда порталных рам, так называемых каркасов, по одному на каждом конце поля. Каждая порталная рама состоит из верхней рамы подвеса, двух колонн и нижней рамы подвеса. Стойки размещены между верхней рамой и колонной и между колонной и нижней рамой, соответственно. Все элементы порталной рамы заварены, кроме колонн, которые сделаны из конструкционной стали.

Каркасная конструкция соединена сборными секциями обшивочных листов, торцевой верхней частью, боковыми панелями и панелями крыши, оснащенными внешними ребрами жесткости, приваренными к порталным рамам газонепроницаемым швом. Для очень широких ЭФ корпус будет оснащен центральными колоннами. Смотровые люки установлены перед каждым отсеком, на выходе и на крыше.

Система газораспределения электрофильтра ФЛС

ЭФ оснащен двумя настраиваемыми газораспределительными решетками. Каждая решетка состоит из ряда вертикальных U-образных профилей, в которых пробиты отверстия специальной формы. В пространстве между профилями вставлены направляющие пластины. Эти пластины могут передвигаться без использования инструментов для получения оптимального процента открытия для всего экрана или любого участка экрана, обеспечивается наилучшее возможное распределение газа.

Обычно выходной переходный отсек ЭФ оснащен только одной решеткой, и сконструирован так же, как и входной отсек. Входные газораспределительные решетки и, если необходимо, решетки на выходе оснащены системой встряхивания, если пыль особенно трудная для удаления и липкая.

Система осадительных электродов

Когда осадительные электроды превышают 10 м, пластины соединяются в ряды при помощи направляющих, что предотвращает вибрацию или скручивание пластин. Снизу каждый осадительный электрод контролируется при помощи нижней рамы встряхивания. Эта направляющая обеспечивает отдельное вертикальное движение, которое предотвращает деформацию из-за теплового расширения.

Профиль осадительного пластинчатого электрода сконструирован с учетом получения максимальной жесткости одновременно с минимальным риском искрения, и с учетом достижения максимального уровня ускорения. Между колоннами порталных рам и крайними рядами пластин установлены гибкие полотна сит перед каждым отсеком, чтобы газы не проходили отсек без очистки. Внизу бункера устанавливается решетка, чтобы газы не проходили под полями.

Система сбора пыли, встряхивание.

Осадительные электроды установлены между плоскими рамами встряхивания, которые поддерживаются опорной металлоконструкцией и контролируются при помощи пружинного элемента на направляющем угле. Так как вертикальное движение рам встряхивания не подвергается влиянию перепадов температуры, молотки точно ударяют в заданную точку на наковальне, обеспечивая таким образом эффективную передачу силы встряхивания.

Молотки, вес которых зависит от высоты осадительных пластин и/или технологического процесса, изготовлены из штампованной закаленной стали, чтобы избежать изменения формы в точке удара. Благодаря “фиксированной” позиции балок встряхивания и благодаря удару молотков в заданную точку, обеспечивается отсутствие реакции в центре вращения молотков и уменьшение износа до минимума.

Запатентованный механизм встряхивания обеспечивает максимальную эффективность встряхивания осадительных электродов и долгий срок службы различных компонентов. Качающиеся молотки устанавливаются на валу, каждый молоток повернут примерно на 30° относительно предыдущего молотка, чтобы одновременно могли ударять только несколько молотков. Интервал поворота валов молотков регулируется при помощи таймера. Валы, оснащенные необходимыми разжимными муфтами, вращаются в чугунных подшипниках. Вал с подшипниками установлен в “обойме подшипника”.

Обойма подшипника, изготовленная из железных уголков, поддерживается при помощи приспособлений установленных на боковой стенке корпуса. Эта конструкция предотвращает повреждение встряхивающего механизма в случае деформации корпуса ЭФ, например, выгибания из-за нагревания.

Система коронирующих электродов

Система коронирующих электродов подвешена на двух С-образных рамах для каждой секции. Каждый RDE (жесткий коронирующий электрод) состоит из двух опорных электродов, труб рамы и электродов Fibulax, и расположен в центре в проходах между осадительными электродами. Снизу жесткие коронирующие электроды направляются поперечно при помощи направляющих металлоконструкций.

В зависимости от высоты фильтра, две или три трубы рамы приварены между несущими электродами. Трубы рамы и несущие электроды изготовлены из стандартных труб. Электроды Fibulax установлены между трубами рамы. Электроды закреплены с одного конца и управляются на другом конце, учитывая возможность расширения при изменении температуры.

Жесткие коронирующие электроды изготовлены из овальных труб, которые оснащены приваренными излучателями в направлении параллельном потоку газа. Овальная форма электродов обеспечивает, чтобы возможная вибрация любого электрода происходила в направлении потока газа, не вызывая таким образом расстояние пониженного напряжения, которое может привести к появлению искр.

Верх коронирующего электрода привинчен к трубе рамы, другой конец направляется при помощи направляющего штифта приваренного на противоположной нижней трубе каркаса, расположенным соответственно над коронирующим электродом. Эта конструкция позволяет свободное тепловое расширение отдельных коронирующих электродов и таким образом эффективно предотвращает деформацию коронирующих электродов во время нагревания или охлаждения ЭФ.

Система коронирующего электрода, встряхивающее устройство.

В системе коронирующих электродов на входе каждого отсека установлены приспособления С-образной рамы, удерживающие вал молотка. Молотки ударяют верх несущих электродов, у которых встряхивающий конец неподвижен. Сила встряхивания передается прямо на несущий электрод и через трубы рамы на другие электроды типа Fibulax.

Несущий электрод подвешен на и-образном кронштейне, который имеет размеры как для статической, так и для динамической нагрузки, так что кронштейн функционирует как пружина. Таким образом, сила встряхивания не передается на С-образную балку и опорный изолятор.

Качающиеся молотки сделаны из штампованной закаленной стали, и радиус изгиба обеспечивает отсутствие реакции в центре вращения молотков, уменьшая этим износ до минимума. Вал, на котором установлены качающиеся молотки, оснащен необходимыми разжимными муфтами и вращается в чугунных подшипниках.

Между приводным механизмом и валом встряхивающего устройства вставлен вал изолятора. Этот вал предназначен для того, чтобы избежать осевых сил, которые могут вызвать смещение системы коронирующих электродов. Специальные муфты вала изолятора сделаны с учетом максимальной гибкости как в радиальном, так и в осевом направлении.

Камера изолятора

Система коронирующих электродов подвешивается к крыше корпуса при помощи четырех конических опорных изоляторов. Опорные изоляторы установлены на специальных фланцах с прокладками сверху и снизу, компенсирующими различные коэффициенты расширения стали и материала изолятора во избежание поломок изолятора.

Опорные изоляторы имеют верхнюю крышку, что дает возможность очищать изоляторы изнутри, не входя в ЭФ. Между опорными изоляторами и системой коронирующих электродов существует гибкое соединение, чтобы боковые силы не оказывали давление на изоляторы.

Все опорные изоляторы помещены в камеры изоляторов, которые имеют теплоизоляцию и оснащены нагревательными элементами, а также датчиком Pt 100 для регулирования температуры во избежание конденсации на изоляторах и внутри них. В отдельных технологических процессах применяется так называемый продувочный воздух, предотвращающий осаждение электропроводящей пыли на изоляторах. Воздух вдувается в камеру изолятора через установленный нагревательный элемент, затем нагретый воздух проходит через верхний фланец опорного изолятора в ЭФ и в то же время в камере изолятора поддерживается небольшое положительное давление. Такая система предотвращает осаждение пыли на внутренней поверхности опорных изоляторов.

Модуль привода, установленный на крыше

Коробка узла привода приварена газонепроницаемым швом к крыше. Там где вал проходит через газонепроницаемую зону, установлены специальные, не требующие обслуживания, уплотнительные кольца, чтобы не допустить нагнетания воздуха в ЭФ. Уплотнение состоит из регулируемого чугунного подшипника, к которому прижимается кольцевое уплотнение при помощи стальной мембраны, обеспечивая саморегулирование всего уплотнительного устройства. Коробка узла привода имеет теплоизоляцию и смотровые двери.

В привод системы коронирующих электродов может подаваться продувочный воздух, который после нагревания нагнетается к валу изолятора и в ЭФ. Эта система предотвращает скапливание пыли на вале изолятора. Вертикальный приводной вал идет вниз в ЭФ, где через привод цевочного колеса соединен с горизонтальным приводом молотка системы встряхивания. Дополнительные приводные установки могут быть помещены на стене ЭФ.

Резюме:

Правильно подобранный размер фильтра влияет на величину ПДВ, энергопотребление и эксплуатационные затраты. FLSmidth Airtech использует данные о процессах, накопленные за 125 лет работы в цементной и металлургической промышленности, при дизайне размеров фильтров, подборе длины электродов и величины межэлектродного пространства. Основопологающим показателем является скорость миграции частиц в корпусе фильтра. Специалисты ФЛСМИДТ используют уникальную формулу расчета миграции частиц, с различной переменной для процессов металлургического производства, основываясь на положении о том, что от входного отсека до выхода из фильтра мигрируют частицы неодинаковой массы. Это означает, что в последнем отсеке фильтра скапливается более тонкая пыль, которую сложнее уловить. Изменение напряжения и встряхивание производится не одновременно, а с учетом типа и заряда пыли, скапливаемого в определенном отсеке.

При выборе типа фильтра следует определить, какие цели преследуются: экономия средств или потребность снижения эксплуатационных и трудовых затрат в будущем. Например, рукавный фильтр позволяет сэкономить средства на начальном этапе, т.к. его цена будет на 25-30% ниже. Однако, при рассмотрении пятнадцатилетнего периода эксплуатации, затраты на текущий ремонт рукавного фильтра будут в три раза больше.

Референц-лист по электрофильтрам ФЛС для агломерационных производств приведен в презентации на CD.

ФЛСМИДТ проводит работы по оценке состояния существующего пылеулавливающего оборудования и выработке рекомендации по краткосрочным и долгосрочным мерам для снижения остаточной запыленности (модернизация фильтров в существующем корпусе, установка новых фильтров с сохранением фундамента, оптимизация системы электропитания, установка электронных контроллеров агрегатов питания).

**Внедрение новейших разработок «ФИНГО» на цементном заводе ООО «Атакайцемент»
(ЗАО «ФИНГО ИНЖИНИРИНГ», Россия).**

ЗАО «ФИНГО ИНЖИНИРИНГ», Чумаков Владимир Николаевич, Ермаков Алексей Владимирович,

Производство цемента долгие годы считалось вредным для экологии. В советское время жители многих городов не раз «любовались» облаками из дыма и пыли, вырывающимися из труб цементных заводов - необходимы были модернизация и установка новых фильтров на печах, устройство обеспыливающих устройств на участках погрузки цемента, на цементных и клинкерных силосах.

За последние пять лет экологическая ситуация в районах расположения предприятий промышленности строительных материалов улучшилась - у многих заводов появились собственники, кровно заинтересованные в стабильной, эффективной и экологически чистой работе производства. Технических трудностей для обеспечения современных экологических нормативов практически нет, однако большая часть существующих газоочистных установок, эксплуатирующихся в настоящее время, построена еще в 70-80-х годах прошлого столетия и их модернизация или замена, не может быть осуществлена за короткий промежуток времени.



Рис. 1. Чистый воздух над предприятиями ОАО «Новоросцемент», после внедрения рукавных фильтров и электрофильтров Семibrатовского завода ОАО «ФИНГО».

Учитывая технологические особенности отечественного производства цемента и более чем 55 летний опыт производства газоочистного оборудования специалисты ЗАО «ФИНГО ИНЖИНИРИНГ» разработали и активно внедряют на предприятиях комплекс решений по реконструкции существующих и строительству новых установок газоочистки за минимально возможный период проведения реконструкции. При этом модернизированные и новые установки газоочистки «ФИНГО» полностью отвечают мировым техническим стандартам по уровню эффективности, надежности и безопасности эксплуатации. По нашему мнению, оптимальным способом снижения затрат для достижения требуемого экологического результата является индивидуальный подход к выработке технических решений для каждого источника пылевыведения опытными специалистами «ФИНГО» при взаимодействии с заводскими службами.

Экономия финансовых средств предприятий и существенное сокращение сроков модернизации газоочистного оборудования возможны при реконструкцию установок электрофильтров с максимальным сохранением существующих постаментов, фундаментов, использованием существующих корпусов при замене внутреннего механического оборудования электрофильтров на новое. Экономически выгодным способом резкого уменьшения выбросов вредных веществ в атмосферу (для установок газоочистки помола клинкера и вращающихся печей, работающих по «сухому способу») является реконструкция электрофильтров в рукавные фильтры с использованием существующих корпусов и вспомогательного оборудования. Выбор оптимального решения для каждого предприятия производится нами с учетом конкретных условий и технологических параметров работы установок газоочистки.

В качестве одного из примеров использования современных рукавных фильтров вместо электрофильтров может быть приведен завод ООО «Атакайцемент». Руководство завода, учитывая современные требования к природоохранной деятельности и повышению эффективности производства, проводит последовательную политику глубокой модернизации технологического процесса, используя передовой отечественный и зарубежный опыт.

Цементный завод ООО «Атакайцемент» работает по «сухому» способу производства. В 2007-2008 годах в соответствии с планом реконструкции действующих производств руководство завода приступило к модернизации технологических линий и аспирационных устройств. Согласно плана реконструкции были

произведены ремонтные работы и замена устаревшего оборудования на всех участках: от добычи сырья в карьерах до систем автоматизации производственных процессов.

Особое внимание при реконструкции цементного производства было уделено вопросам охраны окружающей среды. Благодаря использованию современных технических решений ЗАО «ФИНГО ИНЖИНИРИНГ» на цементной печи ООО «Атакайцемент», работающей по «сухому» способу производства вместо электрофильтров были установлены рукавный фильтр, обеспечивающий высокоэффективную очистку газов от печи обжига клинкера, и рукавный фильтр для очистки аспирационного газа клинкерного холодильника и мельниц помола сырья.

К основным особенностям рукавных фильтров «ФИНГО» для промышленности строительных материалов относятся:

- возможность очистки высокотемпературных газов вращающихся печей;
- очистка газов от высокоабразивной пыли за клинкерным холодильником.
- возможность установки рукавных фильтров в существующие корпуса электрофильтров;
- низкая остаточная запыленность газов после рукавных фильтров (10 – 20 мг/м³ в зависимости от конкретных условий эксплуатации).

Технические решения ЗАО «ФИНГО ИНЖИНИРИНГ» позволили сократить стоимость и сроки работ по внедрению газоочистного оборудования на цементном заводе до нескольких месяцев.

Рукавные фильтры для очистки газов вращающихся печей промышленности строительных материалов

Стоит отметить, что впервые в России электрофильтр вращающейся печи, работающей по «сухому» способу производства, заменен на отечественный рукавный фильтр.



Рис. 2. Рукавный фильтр ФРИ 3400 газоочистки вращающейся печи ООО «Атакайцемент»

Для обеспечения безопасной и эффективной работы рукавного фильтра в условиях эксплуатации технологического оборудования вращающейся печи – предусмотрена комплексная система (из нескольких ступеней) защиты фильтровальных элементов:

- Совместно с немецкой компанией LECHLER разработан и внедрен узел кондиционирования газов, обеспечивающий автоматический контроль охлаждения и поддержания перепада температуры печных газов установки производства цемента по «сухому» способу. Система охлаждения обеспечивает гарантированное снижение температуры отходящих газов до 150-160 С в зависимости от режима работы. Подключение к АСУТП позволяет осуществлять дистанционный контроль

процесса системы увлажнения, в том числе дает возможность (в случае необходимости) настройки параметров системы специалистами из Германии через сеть Интернет.

- Еще один элемент защиты – узел подсоса воздуха, установленный перед рукавным фильтром, который работает в автоматическом режиме.
- Фильтровальные материалы подобраны под конкретные условия эксплуатации (обеспечивают работоспособность фильтровальных рукавов вплоть до температуры 240 С).

В комплексе газоочистки ООО «Атакайцемент» реконструкция охладителя с установкой индивидуального газораспределения газового потока по сечению колонки охлаждения с установкой пневмоводяных самоочищающихся форсунок, что позволяет отказаться от узла сбора влажной пыли при пусках, т.к. система форсунок позволяет очень точно регулировать количество подаваемой воды и соответственно температуру газа.

Дополнительно в зоне форсунок и в бункерной зоне предусмотрены автоматизированные системы очистки, предназначенные для предупреждения образования отложений и налипания на рабочих металлических поверхностях.



Рис. 3. Автоматическая система очистки (АСО) в бункерной зоне



Рис. 4. Блок управления АСО в бункерной зоне

Очистка газов от клинкерной пыли

Оборудование рукавного фильтра для газоочистки на «горячем» конце печи смонтировано в существующем корпусе электрофильтра УГ-3-37 и предусматривает работу фильтра в 2 рабочих режимах:

- 1 режим - очистка газов от клинкерной пыли;
- 2 режим – газоочистка от вертикальных мельниц помола сырья.

Специалистами «ФИНГО» совместно с ООО «Атакайцемент» выбран оптимальный режим работы с рециркуляцией газов для двух режимов.

При реконструкции установок газоочистки использовался успешный опыт, полученный при внедрении и эксплуатации новейшего газоочистного оборудования «ФИНГО» на заводах ОАО «Новоросцемент».



Рис.4. Рукавный фильтр, смонтированный в корпусе электрофильтра УГ

При внедрении рукавных фильтров специалисты ЗАО «ФИНГО ИНЖИРИНГ» дополнительно предлагают:

- установку приборов контроля прорыва рукавов каждой секции;
- контроль остаточной запыленности на газоходе после рукавного фильтра или на дымовой трубе с использованием современных пылемеров импортного производства.

Экологическая машиностроительная группа «ФИНГО» готова поставлять высокоэффективные рукавные фильтры для любых вновь строящихся технологических линий по производству цемента (мокрый, полусухой и сухой способ производства) с учетом пожеланий Заказчиков и производителей технологического оборудования, включая любые западные технологии.

Рукавные фильтры производства «ФИНГО» успешно работают на цементных заводах России и стран СНГ: ОАО «Новоросцемент», ОАО «Мордовцемент», Карадагцемент (Азербайджан), ОАО «Себряковцемент», ОАО «Магнитогорский цементно-огнеупорный завод», Central Asia Cement (Казахстан), ОАО «Щуровский цемент», ОАО «Липецкцемент», ОАО «Подольск-Цемент», ОАО «Михайловцемент» и многих других.



Установка газоочистки вращающихся печей №5,6
ОАО «Себряковцемент», 2006 год



Общий вид на установку современных электрофильтров ЭГБ1М1
в ОАО «Щуровский цемент», 2007 год

Справка:

В настоящее время, для цементных заводов, работающих по «сухому» способу производства, Экологическая машиностроительная группа компаний «ФИНГО» внедряет рукавные фильтры для всех переделов: обжиг клинкера, помол клинкера, выбросы от силосов, узлы погрузки.

Для заводов, работающих по «мокрому» способу производства, «ФИНГО» внедряет как рукавные фильтры, так и электрофильтры.

**Новейшие российские и зарубежные фильтровальные материалы для газоочистных систем.
Реконструкции эксплуатируемых газоочистных установок с применением современных технологий, (Албокос (Россия), ALBARRIE (Канада)).**

*ALBARRIE (Канада), ООО «Албокос», Косинов Валерий Владимирович,
директор по инновациям и развитию.*

Общеизвестно, что самыми активными загрязнителями атмосферы являются предприятия металлургического комплекса – это порядка 65%, теплоэнергетики – около 15%, остальное приходится на предприятия, производящие цемент, известь, дорожно-строительные и сыпучие материалы и др. предприятия. В прошлом столетии в СССР на предприятиях черной и цветной металлургии для очистки промышленных выбросов от загрязняющих веществ широко применялись электрофильтры, а начиная с 70-х годов стали применяться рукавные фильтры. Значительная часть находящихся длительное время в эксплуатации фильтров в настоящее время является физически и морально устаревшей.

На многих предприятиях фильтры эксплуатируются более 15 лет, и оборудование на них пришло в негодность, а также не позволяют достичь установленных норм выбросов.

Кроме того, на многих предприятиях существует проблема с увеличением выпуска объема продукции на существующем оборудовании, однако это связано с увеличением объемов очищаемого газа, с которым существующие газоочистки уже не смогут справиться, а следовательно возрастет выбросы в атмосферу готового цемента, причем самой мелкой, а значит и самой дорогой марки.

Реконструкция таких устаревших электрофильтров и рукавных фильтров в современные рукавные фильтры позволяет существенно снизить капитальные затраты, полностью автоматизировать работу данного оборудования, увеличить площадь фильтрации в рукавном фильтре, а также увеличить эффективность улавливания пыли в 10-16 раз, что приводит к снижению платы за негативное воздействие на окружающую среду.

ООО «Албокос» разработало и внедряет технические решения по реконструкции устаревших газоочистных аппаратов.

Производство рукавов фильтровальных и каркасов металлических.

Степень очистки запыленного газа, а также надежную работу всей газоочистной установки обеспечивают такие основные элементы, как рукава фильтровальные и каркасы металлические. От их качества зависит эффективность работы всего фильтра в целом. ООО «Албокос» специализируется на разработке и производстве именно этих двух элементов рукавных фильтров.

Мы поставляем каркасы для рукавных фильтров таким компаниям, как SMS-DEMAG (Германия), ALSTOM (Норвегия), DANIELI (Италия), ОАО «Трест «Уралцветметгазоочистка» (Россия, Челябинск), ОАО «Гипрогазоочистка» (Россия, Москва). Каркасы изготавливаются любой конструкции по чертежам заказчика.

Большое разнообразие нетканых материалов, выпускаемых канадской компанией ALBARRIE Canada Ltd., единственным российским представителем которого является наше предприятие, позволяет подобрать материалы для фильтрации под условия, в которых работают фильтры конкретного потребителя. Фильтровальные материалы производства компании ALBARRIE Canada Ltd. изготовлены из синтетических полиэфирных, полипропиленовых и высокотемпературных волокон, таких как оксалон, метаарамид, полифениленсульфид, полиимид, они эффективно работают как в условиях низких, так и высоких температур (до 290⁰С), и обладают следующими преимуществами:

- длительный срок службы;
- отличная механическая, химическая, температурная стойкость;
- высокая эффективность фильтрации, в том числе и при улавливании мелкодисперсных частиц размером менее 1 мкм;
- отличные регенерирующие свойства.

Полный текст доклада представлен на CD.

**Комбинированный струйно-инерционный мокрый пылеуловитель,
(НП АВОК, Россия).**

НП АВОК, Чистякова А.Н., Квашнин И.М.

Одной из причин негативного влияния промышленных предприятий на состояние воздушного бассейна является неудовлетворительная работа пылегазоочистного оборудования. Это происходит вследствие недостаточно эффективной работы установок, износа оборудования, а во многих случаях его полного отсутствия. В связи с чем, очевидна актуальность научно-исследовательских работ, направленных на совершенствование уже известных конструкций пылеуловителей и создание принципиально новых, отличающихся простотой изготовления и эксплуатации, надежной работоспособностью, компактностью, низкой металлоемкостью, небольшим аэродинамическим сопротивлением и высокой эффективностью.

Для пылеулавливания, в зависимости от физико-химических свойств очищаемых газов, необходимой эффективности и экономики процесса, получили распространение сухой и мокрый методы очистки [1].

Предлагаемый новый **струйно-инерционный дисковый пылеуловитель** [2], сочетающий преимущества аппаратов сухого инерционного и мокрого пылеулавливания, направлен на повышение степени очистки газа от мелкодисперсной пыли, снижение аэродинамического сопротивления установки, а также экономичный расход воды.

Преимуществом данного устройства является проведение очистки в две ступени отдельно от крупно- и мелкодисперсной пыли, достигая при этом высокой степени очистки на каждом этапе.

Зачищенный газ, попадая в аппарат, подвергается инерционной очистке с использованием эффекта Коанда. Суть эффекта состоит в том, что плоская двумерная струя прилипает к твердой поверхности и распространяется по ней непрерывно, отклоняясь от первоначального направления на срезе сопла. Отрыв струи от поверхности происходит в точке, соответствующей углу поворота потока φ_0 от начального направления на срезе сопла. Толщина струи возрастает вниз по течению, что связано с ее торможением и вовлечением в движение окружающего неподвижного воздуха. В пределах участка струи φ_0 на полидисперсную систему частиц пыли действуют следующие силы: гравитационные, инерционные и центробежные. Эти силы определяют траектории движения частиц в струе и вероятность их выхода из очищаемого потока.

По результатам исследований эффекта Коанда получены следующие зависимости:

- уравнение максимальной скорости в сечении потока, соответствующей текущему углу поворота струи φ , при $\varphi \leq \varphi_0$:

$$U_m = U_0 \left(1 - k \frac{\varphi}{\pi} \right), \quad (1)$$

где U_0 - скорость потока на срезе сопла, м/с;

$k=0,83$ – экспериментальный коэффициент;

- уравнение ширины струи, соответствующей текущему углу поворота струи φ , при $\varphi \leq \varphi_0$:

$$b = b_0 + \frac{1}{4} \varphi R_0, \quad (2)$$

где b_0 - ширина сопла, м;

R_0 - радиус кривизны выпуклой твердой поверхности, м.

- уравнение угла выхода частиц из струи, при $\varphi_k \leq \varphi_0$:

$$\varphi_k^3 - A\varphi_k^2 + B\varphi_k + C = 0, \quad (3)$$

$$\text{где } A = \frac{\pi}{0.4} \left(1 - 9 \frac{\rho}{\rho_4} \frac{\nu}{d^2} \frac{R_0}{U_0} + \frac{0.2}{\pi} \right); \quad B = \frac{\pi}{0.4} \left(36 \frac{\rho}{\rho_4} \frac{\nu}{d^2} \frac{b_0}{U_0} - \frac{0.8}{\pi} \frac{b_0}{R_0} + \frac{1}{2} \right); \quad C = 5\pi \frac{b_0}{R_0}.$$

ρ - плотность воздуха, кг/м^3 ;

ρ_4 - плотность частиц, кг/м^3 ;

ν - кинематическая вязкость, $\text{м}^2/\text{с}$;

d_4 - диаметр частиц, м;

Основными факторами, влияющими на условие сепарации из струи, являются плотность, размер частиц, ширина сопла, радиус кривизны выпуклой поверхности, а также начальная скорость потока на срезе сопла. Таким образом, на первой ступени происходит сепарация крупных и средних частиц пыли при распространении плоской турбулентной струи вдоль криволинейной поверхности.

Далее после отрыва от криволинейной поверхности струя, увлекая за собой мелкодисперсные частицы, попадает в зону фильтрации, где фильтрующей средой является вода. Система на данном этапе «промывает» загрязненный воздух смоченными дисками. Здесь улавливание частиц пыли осуществляется под воздействием нескольких механизмов осаждения одновременно - это инерции, зацепления и диффузии.

Определяющими факторами являются плотность и размер частиц, скорость и площадь фильтрации, скорость вращения дисков, характеризующая качество образующейся пленки.

На рис.1 схематически изображен продольный разрез опытно-промышленного образца установки. Струйно-инерционный дисковый пылеуловитель содержит корпус 1 с входным 2 и выходным 3 патрубками, выпуклую криволинейную поверхность 4, регулируемое щелевое сопло 5, вращающиеся диски 6, частично погруженные в жидкость 7.

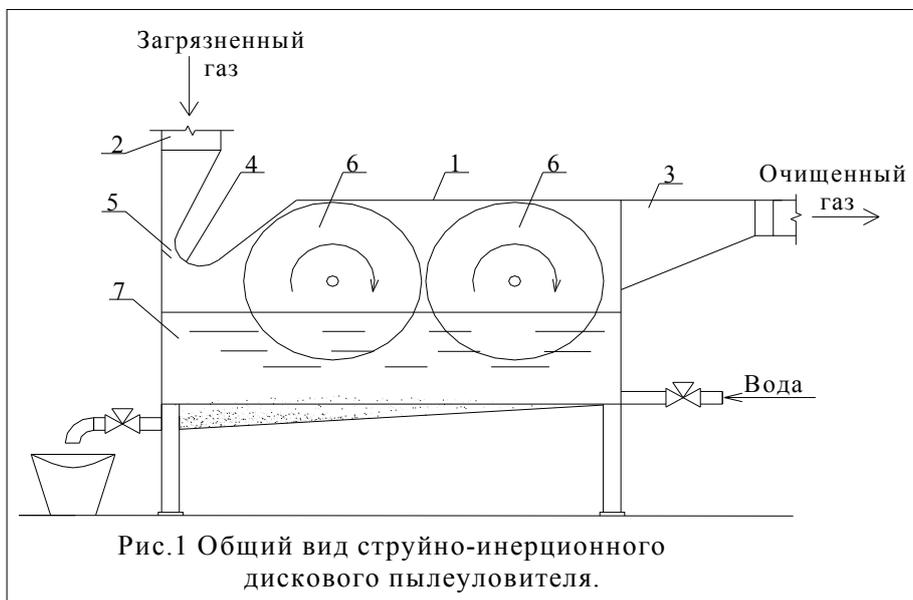


Рис.1 Общий вид струйно-инерционного дискового пылеуловителя.

Работа пылеуловителя осуществляется следующим образом. Запыленный газ через входящий патрубок 2 попадает в устройство 1 и истекает из щелевого сопла 5, ориентированного вниз тангенциально к выпуклой криволинейной поверхности 4, расположенной с прилеганием к верхней части сопла 5. При этом поток газа «прилипает» к выпуклой криволинейной поверхности 4 и распространяется в окружном направлении согласно эффекту Коанда. Под действием сил инерции вылетевшие частицы попадают в жидкость 7. Далее вторая ступень очистки от мелкодисперсной пыли осуществляется в междисковом пространстве при контактном взаимодействии потока газа с потоком жидкости, стекающей в виде пленки по поверхности вращающихся дисков 6. Для увеличения площади контактируемой поверхности вращения дисков 6 производится по ходу газового потока.

Преимущества использования жидкости (воды или минерального масла) в струйно-инерционном дисковом пылеуловителе очевидны. Во-первых, она является камерой осаждения при инерционной очистке средне- и крупнодисперсной пыли, исключая возможность вторичного загрязнения газового потока. Во-вторых, является фильтрующей средой второй ступени очистки, что не требует использования дорогостоящих сменных фильтров. В-третьих, использование пленочной фильтрации снижает гидравлическое сопротивление установки, за счет отсутствия каплеуловителей, и, в-четвертых, многократное использование жидкости обеспечивает ее минимальный расход.

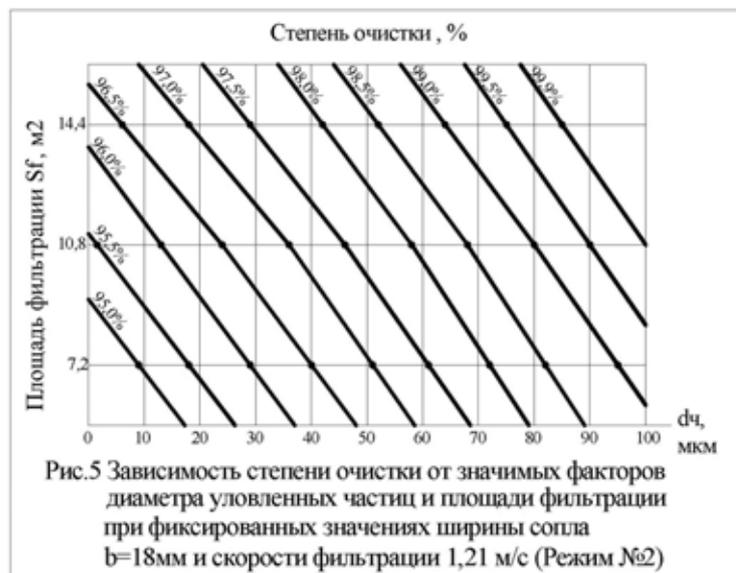
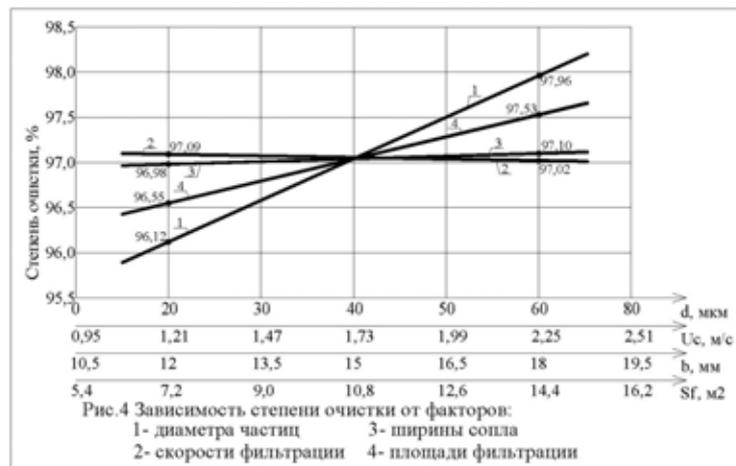
Проведены экспериментальные исследования новой конструкции пылеуловителя (рис.2), которые базировались на общепринятой методике [3]. Для визуального изучения процесса одна торцевая стенка и верхняя крышка аппарата были изготовлены из органического стекла. Пылеуловитель работал на всасывающей сети аспирационной системы. Все эксперименты проводились на тонкоразмолом кварцевом песке стандартной дисперсности ($\rho=2650 \text{ кг/м}^3$).



Рис.2 Струйно-инерционный дисковый пылеуловитель в работе.

Составлена программа для расчета угла выхода частиц из струи по уравнению (3) с помощью Microsoft Excel и Mathcad 14. Анализ полученных результатов угла выхода частиц кварцевой пыли показал следующее:

- область φ_k , которая характеризует улавливание частиц на первой ступени очистки, составляет от $71,4^\circ$ до $86,7^\circ$ в зависимости от режима исследования (рис.3);
- угол выхода частиц φ_k уменьшается при уменьшении ширины сопла b ;
- угол выхода частиц φ_k незначительно зависит от скорости на срезе сопла ;



В ходе изучения процессов пылеулавливания и предварительных наладочных испытаний установки было выявлено нескольких факторов оказывающих существенное влияние на коэффициент очистки η : диаметр пылевых частиц (\bar{d}), ширина сопла (\bar{b}), скорость в междисковом пространстве (Re_f), площадь фильтрации (S_f). Для оценки влияния каждого из них был спланирован двухуровневый четырехфакторный эксперимент. Проведено 16 опытов по 4 повторения в каждом.

После проведения обработки экспериментальных данных получено уравнение регрессии:

$$\eta = 79,76 + 39704 \cdot \bar{d} + 0,018 \cdot Re_f + 53,28 \cdot \bar{b} + 1,04 \cdot S_f - 26,05 \cdot \bar{d} \cdot Re_f - 134500 \cdot \bar{d} \cdot \bar{b} - 3258,7 \cdot \bar{d} \cdot S_f - 0,049 \cdot Re_f \cdot \bar{b} - 0,001 \cdot Re_f \cdot S_f - 2,31 \cdot \bar{b} \cdot S_f + 2,41 \cdot \bar{d} \cdot Re_f \cdot S_f + 12454 \cdot \bar{d} \cdot \bar{b} \cdot S_f$$

Анализ уравнения показал, что наибольшее влияние на эффективность пылеулавливания оказывают факторы - диаметр частиц и площадь фильтрации, при увеличении которых увеличивается и коэффициент пылеулавливания. На рис. 4 приведены однофакторные зависимости для определения вклада в степень очистки отдельно каждого фактора. Причем, полученные в основном эксперименте данные эффективности пылеулавливания хорошо согласуются с расчетными значениями. То есть, чем крупнее частицы, больше ширина сопла, меньше скорость фильтрации и больше площадь фильтрации, тем выше эффективность (рис.5).

Достижение высоких показателей пылеулавливания дает возможность внедрения схем рециркуляции с возвратом очищенного воздуха в помещение, экономя при этом энергию на подогрев наружного приточного воздуха в холодный период года.

Потери полного давления в струйно-инерционном дисковом пылеуловителе, отнесенные к динамическому давлению на срезе сопла составляют от 100 Па при ширине сопла 18мм до 400 Па при ширине сопла 12мм.

Предлагаемая установка прошла комплексные испытания в «НПП Энергомеханика» (г.Пенза) по очистке аспирационного воздуха от заточных станков в качестве индивидуального пылеуловителя.

Таким образом, предлагаемый мокрый струйно-инерционный дисковый пылеуловитель, отличающийся надежностью и простотой конструкции, компактностью агрегата, сравнительно низкими эксплуатационными расходами, малым гидравлическим сопротивлением и высокой степенью очистки от мелкодисперсной пыли, рекомендуется использовать для очистки вентиляционных и промышленных газов от различных минеральных пылей.

Полученное уравнение регрессии позволяет оценить степень очистки для реального струйно-инерционного дискового пылеуловителя на стадии проектирования для любых исходных данных. Результаты разработки аппарата имеют практическую ценность, и могут быть широко внедрены в производство.

1. Вальдберг А.Ю., Андрианов Е.И., Борисова Н.С. Экологические требования к установкам очистки газов. Методическое пособие.-С-Пб.:СИМЭК,1996.-58с.
2. Пат. 2264844 РФ С2 В01 D47/02, 45/10 Струйно-инерционный дисковый пылеуловитель/ Квашнин И.М., Чистякова А.А., Моисеев С.В., Хохлов Д.В. – 2004102117/15; заявлено 28.01.2004; Оpubл. 27.11.2005. Бюл.№33.
3. Коузов П.А., Иофинов Г.А. Единая методика сравнительных испытаний пылеуловителей для очистки вентиляционного воздуха. - Л.:ВЦНИИОТ,1967.-103с.

**Опыт внедрения рукавного фильтра ФРИР для очистки технологических газов
бессемеровских конвертеров и неорганизованных выбросов миксерного и конвертерного
отделения в условиях ОАО «Чусовской металлургической завод», (ООО НПП
«Днепроэнергосталь», Украина).**

*ООО НПП «Днепроэнергосталь» (Украина), Безбабный Сергей Григорьевич,
Технический директор.*

Обеспечение высокоэффективной очистки газов, образующихся в основных технологических процессах конвертерного производства—актуальная и достаточно сложная задача. Интенсивность выделения технологических газов и кратковременность неорганизованных не позволяет обеспечить своевременную локализацию с последующей очисткой типовыми решениями характерными для различных технологических процессов.

В миксерном отделении дуплекс цеха ОАО «ЧМЗ» основными источниками образования вредных веществ являются: миксер (в качестве топлива используется мазут), в конвертерном отделении — три бессемеровских конвертера емкостью 22 т. . Массовый выброс пыли при работе данного технологического оборудования в обычном режиме составляет 0,5—0,6 т/ч и вопрос полной локализации и очистки выбросов носил актуальный характер как с экологической так и экономической точек зрения.

При одновременной работе двух конвертеров образуется большое количество мест пылеобразования: горловины двух конвертеров, ковш для слива чугуна, ковш подачи чугуна, ковш для полупродукта, слив чугуна из миксера, что затрудняет эффективное удаление запыленных газов из помещения цеха. Положение усугубляется разным способом проведения технологических операций. Интенсивность пылевыведения в конвертерном и миксерном отделении зависит от исходного химического состава чугуна, от продолжительности продувки, количества и давления воздуха и кислорода подаваемого в конвертер. Поэтому оптимизировать работу газоочистки в таких условиях являлось достаточно сложной задачей

НПП «Днепроэнергосталь» в 2006г. выполнен проект газоочистки технологических газов конвертеров и неорганизованных выбросов технологического оборудования миксерного и конвертерного отделения дуплекс цеха ОАО «Чусовской металлургической завод». Основные технические решения, положенные в основу проектирования, предусматривали не только использование высокоэффективного пылеулавливающего оборудования, средств автоматики и управления, но и внесение изменений в технологический процесс получения чугуна с целью обеспечения оптимальных условий для полной локализации образующихся выбросов. Принципиальная схема очистки представлена на рис. 1.

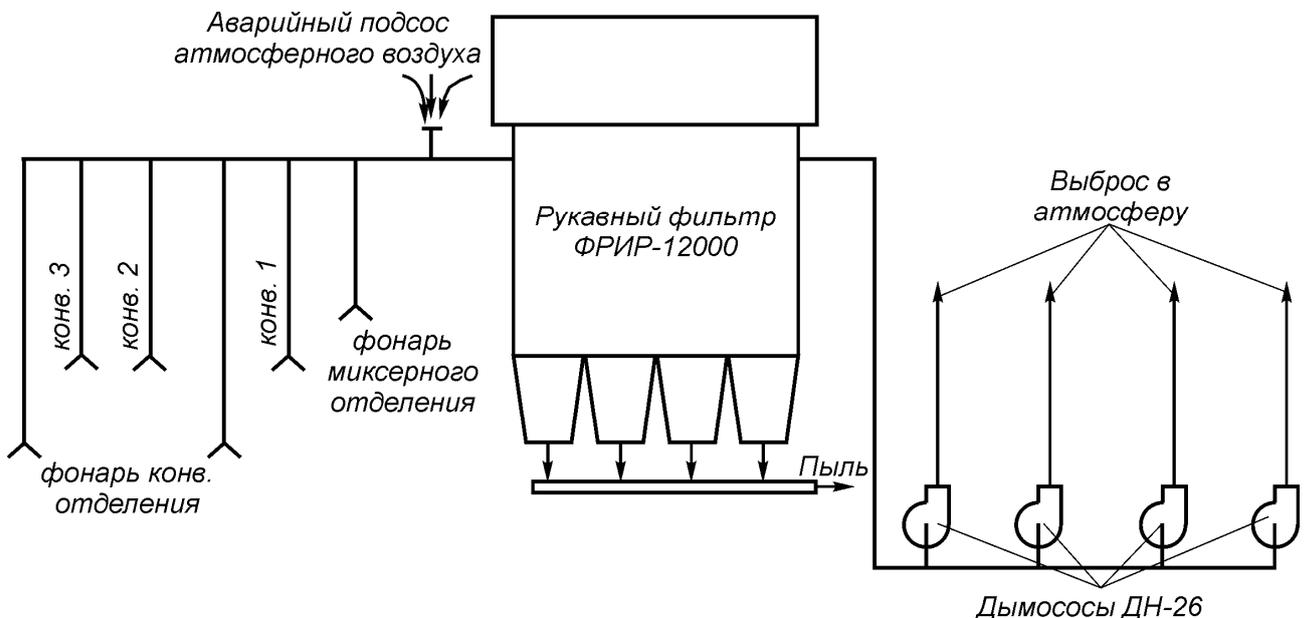


Рис. №1. Схема очистки газов дуплекс цеха

Технологические газы от каминов конвертеров при помощи вытяжных шахт и подключенных к ним воздуховодов поступают в общий коллектор. Аспирационные газы от фонарей миксерного и конвертерного отделения при помощи воздуховодов и общего коллектора смешиваются с технологическими, и далее, направляются на очистку в рукавный фильтр. Проектом предусмотрено, что температура дымовых газов, поступающих на очистку в рукавный фильтр, не должна превышать 135 °С. В случае аварийного превышения температуры в системе установлен клапан подсоса атмосферного воздуха. Регулирование

**СБОРНИК ДОКЛАДОВ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА-2008»**

количества газов, отбираемых от каждого источника выделения вредных веществ, осуществляется перекидными трехстворчатыми клапанами и клапанами дроссельного типа. Побудителем тяги в системе служат четыре дымососа ДН-26. Выброс газов осуществляется в атмосферу индивидуально от каждого дымососа через дымовые трубы.

Проект предусматривает два варианта работы системы: первый—наличие продувки на одном из конвертеров, и второй вариант — при отсутствии продувки конвертера.

При первом варианте работы — газы отбираются от камина конвертера, и частично от фонаря конвертерного и миксерного отделения с последующим отключением камина и увеличением отбора газов от фонаря конвертерного отделения. При втором варианте (межпродувочный период) — газы отбираются только от фонарей миксерного и конвертерного отделений.

Во время выполнения пуско-наладочных работ были определены оптимальные параметры работы газоочистки обеспечивающие максимальную локализацию образующихся пылегазовых выбросов и последующую очистку до требуемых норм. Результаты представлены в таблице №1.

Таблица 1.

Оптимальные режимы работы газоочистки конвертерного и миксерного отделений

Параметры работы газоочистки в период продувки конвертера				
№ п/п	Наименование параметров	Единицы измерений	Значение величин	Положение клапанов
1	Количество газов: перед фильтром от камина	тыс. м ³ /ч	<u>1200÷1280</u>	клапан открыт на 50-100% в зависимости от работы соответствующего конвертера
		тыс. нм ³ /ч	1100÷1175	
		—//—	<u>580÷630</u> 530÷580	
	от фонаря конвертерного отделения от фонаря миксерного отделения	—//—	<u>300÷350</u> 275÷320	клапан открыт на 50%
		—//—	<u>70÷100</u> 65÷90	клапан открыт на 15%
		—//—	<u>150÷200</u> 130÷180	клапан открыт на 50-100% в зависимости от работы соответствующего конвертера
Параметры работы газоочистки в беспродувочный период				
2	Количество газов перед фильтром	тыс. м ³ /ч	<u>1150÷1250</u>	
		тыс. нм ³ /ч	1055÷1150	
	от фонаря конверторного отделения (дополнительный газоход) от фонаря конверторного отделения (газоход) от фонаря миксерного отделения	—//—	<u>250÷350</u> 230÷320	клапан открыт на 100%
		—//—	<u>500÷550</u> 460÷500	клапан открыт на 100%
		—//—	<u>150÷250</u> 135÷230	клапан открыт на 35%
		—//—	<u>30÷35</u> 27÷32	клапан открыт на 5-10%

Максимальное количество пыли содержащейся в газозвушной смеси от конвертеров составляет 0,7-1,2 г/нм³. При этом, концентрация пыли в общем газоходе перед рукавным фильтром находится в пределах 0,39- 0,64 г/нм³.

Запыленность аспирационного воздуха, выбрасываемого в атмосферу, составляет 0,011-0,013 г/нм³, что соответствует требованиям технической характеристики рукавного фильтра типа ФРИР и установленным нормативам для предприятия.

Эффективность газоочистной установки технологических газов конвертеров и неорганизованных выбросов технологического оборудования дуплекс цеха составляет 97-98 %.

Система автоматизации газоочистки построена на двух независимых программируемых логических контроллерах. Один отвечает за технологию работы электрического и пневматического оборудования газоочистки: управление отсечными клапанами, регенерацию и транспортирование уловленной пыли. Второй контроллер обеспечивает управление режимами продувки конвертеров: дозирование воздуха и регистрацию параметров.

Система автоматизации выполнена на базе аппаратного и программного обеспечения фирмы Siemens, что позволило применить комплексный подход к автоматизации, и исключить проблемы аппаратной и программной совместимости отдельных компонентов системы автоматизации.

На рис. 2 представлен экран общего вида оператора газоочистки.

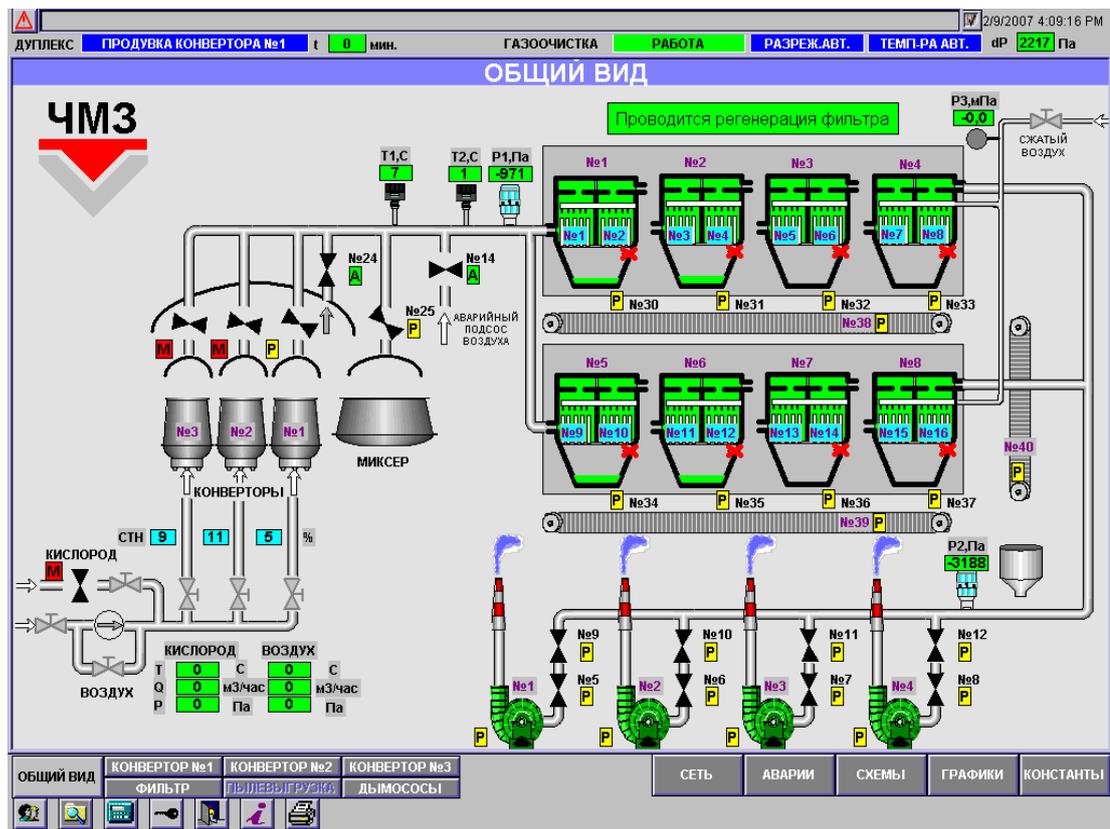


Рис. № 2 . Экран общего вида оператора газоочистки.

Выводы

1. Впервые на постсоветском пространстве за технологическим оборудованием конвертерного производства внедрена сухая очистка с использованием рукавного фильтра. Газоочистка обеспечивает полную локализацию и эффективную очистку вредных выбросов до величин не более 20 мг/нм³, что удовлетворяет современным требованиям в области охраны атмосферного воздуха.

2. Практический опыт, полученный в ходе проектирования, строительства и более чем годичной эксплуатации позволяет утверждать, что использование сухих методов очистки газов с применением высокоэффективных пылеулавливающих аппаратов является одним из наиболее перспективных направлений для локализации и очистки газов конвертерного производства.

3. Эффективное решение проблемы локализации и очистки газов конвертерного производства должно реализовываться одновременно в двух направлениях:

создание непосредственно системы очистки газов, удовлетворяющей требованиям технологического процесса;

совершенствование способов ведения технологических операций с целью снижения объемов как технологических, так и неорганизованных выбросов.

Техника пылеулавливания на коксохимических предприятиях, (ФГУП «ВУХИН», Россия).

ФГУП «ВУХИН», Стефаненко Валерий Тимофеевич, Заведующий лабораторией.

Проблема борьбы с выбросами пыли представляет собой неотъемлемую составляющую экологических проблем на КХП. Особую остроту эта проблема приобрела с распространением УСТК, в комплексе которых появились новые источники пылевыведения, такие как загрузка и разгрузка камер тушения, а существующие источники (сортировка, транспортирование и отгрузка кокса) резко ухудшили санитарное и экологическое состояние производства. Расчеты рассеивания пылевых выбросов при инвентаризации и нормировании на КХП с УСТК в большинстве случаев показывают превышение допустимых концентраций пыли в приземном слое воздуха селитебных зон, что представляет опасность для здоровья населения.

Анализ состояния проблемы на всех КХП с УСТК показал, что проблема пылевых выбросов в первую очередь связана с выбором аппаратов для улавливания коксовой пыли. Применяемые циклоны при достаточно высоких технологических показателях подвержены абразивному износу и быстро выходят из строя. Мокрые пылеуловители в ряде случаев работают не в оптимальных режимах по расходам воды и воздуха, тоже подвержены абразивному износу. Существует весьма сложная проблема замыкания циклов орошения. В этих условиях становится необходимым поиск и обоснование надежных и эффективных аппаратов для улавливания коксовой пыли. При этом, исходя из достаточно эффективной работы существующих циклонов и имея в виду необходимость ликвидации водно-шламового хозяйства пылеулавливания, сделан вывод о том, что предпочтение следует отдать сухим методам и аппаратам.

Проведен сбор и анализ известных сведений и проведены специальные исследования физико-химических свойств угольной и коксовой пыли. В частности впервые получены данные о дисперсном составе пылей в газовых потоках (рис. 1). Сделан вывод о возможности применения сухих методов очистки и имеющихся ограничениях использования мокрых пылеуловителей.

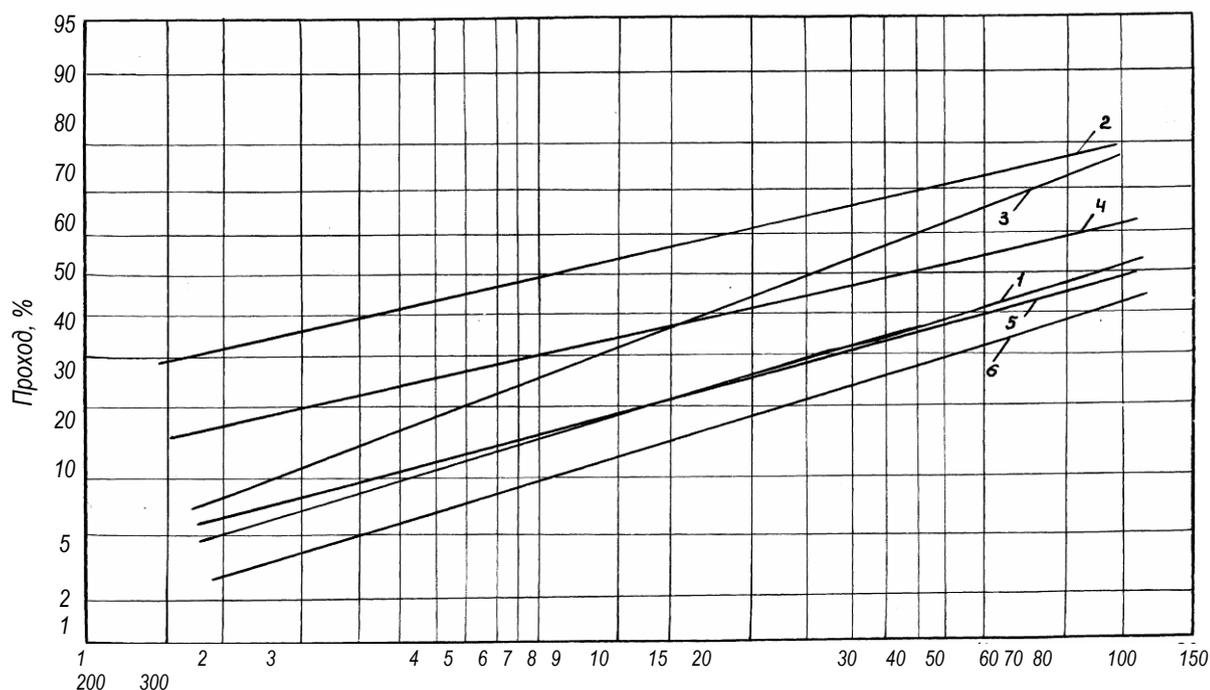


Рис.1. Дисперсный состав коксовой пыли

1 – от узла выгрузки УСТК бат. № 5 ККХЗ; 2 – от узла выгрузки УСТК бат. № 6 ЗСМК (разгрузочное устройство); 3 – от узла выгрузки УСТК бат. № 6 ЗСМК (кожух транспортера); 4 – от узла выгрузки УСТК, цех №2 ЧерМК; 5 – от узла перегрузки 29к ЧерМК; 6 – от грохота "Гризли", цех № 2 ЧерМК.

Исходя из анализа существующих и перспективных конструкций сухих пылеуловителей, для проведения исследований отобраны типовые циклоны СДК-ЦН-33 и СЦН-40, нетиповые конструкции: циклоны НВГ, СДКН, СДКН-33, инерционные пылеуловители, электроциклон ЭНВГ, электрофильтр, компактный трехпольный трубчатый электрофильтр ТТЭФ, электроскруббер и зернистый фильтр со слоем кокса.

Проведен комплекс исследований различных пылеулавливающих аппаратов с определением их технологических параметров, определяющих область применения. Одной из целей исследований являлось определение условий надежной работы пылеуловителей, прежде всего – отсутствие абразивного износа. Главная особенность всех исследований на стендовых и промышленных установках заключается в прове-

дении измерений дисперсного состава пыли в потоке и оценке фракционных степеней очистки пылеуловителей.

В результате стендовых исследований циклонов СДК-ЦН-33, СДКН и НВГ получены их технологические характеристики, которые определяют области их применения. Сравнительные испытания циклонов СДК-ЦН-33 и СДКН в полузаводских условиях подтвердили результаты стендовых исследований.

Опытно-промышленные испытания циклонов СДК-ЦН-33-2000 на Кемеровском КХЗ подтвердили правильность расчетов, сделанных по результатам стендовых исследований.

Разработана конструкция циклона СДКН-33, сочетающая достоинства высокоэффективного противоточного циклона СДК-ЦН-33 и прямоточного циклона НВГ. Проведено исследование зависимости степени очистки и гидравлического сопротивления от геометрических параметров циклона СДКН-33, определены оптимальные соотношения размеров аппарата.

В результате стендовых исследований получены характеристики процесса улавливания коксовой пыли в электроциклоне ЭНВГ, которые позволяют рекомендовать его применение на КХП.

Проведено исследование процесса электрогазоочистки, в результате чего получены характеристики процесса улавливания коксовой пыли в электрофильтре, которые могут использоваться для расчета промышленных аппаратов. Выбраны типовые электрофильтры, которые могут применяться для улавливания коксовой пыли, и рассчитаны их ожидаемые технологические характеристики.

Результаты испытаний малогабаритного электрофильтра ТТЭФ и электроскруббера при улавливании коксовой пыли позволяют рекомендовать скрубберный вариант аппарата для установки на второй ступени очистки, что может позволить использовать очищенный воздух в качестве приточного, но требует организации оборотного цикла орошения.

Одним из перспективных способов сухого улавливания коксовой пыли является фильтрация через слой зернистого материала, в качестве которого предложено применять фракции кокса. На КХП имеется неограниченное количество материала для загрузки фильтра и нет проблем с регенерацией запыленного слоя.

Проведено исследование зернистого фильтра с различной крупностью коксовой загрузки, получены технологические характеристики процесса улавливания. Изучены зависимости степени очистки и гидравлического сопротивления от крупности кокса и скорости фильтрации. Предложено объяснение полученных результатов на базе физических представлений о процессе.

Полученные результаты неочевидны и обладают новизной. В первую очередь это относится к высокой степени очистки при относительно небольших потерях напора при обычных скоростях фильтрации или достаточной степени очистки при повышенных скоростях фильтрации (Рис.2). Выявлена большая пылеемкость коксовой загрузки, достигающая для различных условий от 25 до 100 г/кг и даже выше. Кроме того, обнаружен эффект высокой степени очистки в глубоких слоях крупных фракций кокса, что исключает необходимость специальной подготовки фильтрующего материала и позволяет проводить процесс фильтрации в бункерах кокса фракции 10÷25 мм без сооружения специальных аппаратов. Специальные исследования показали, что коксовый орешек с уловленной пылью может без ограничений использоваться по прямому назначению в электротермических производствах.

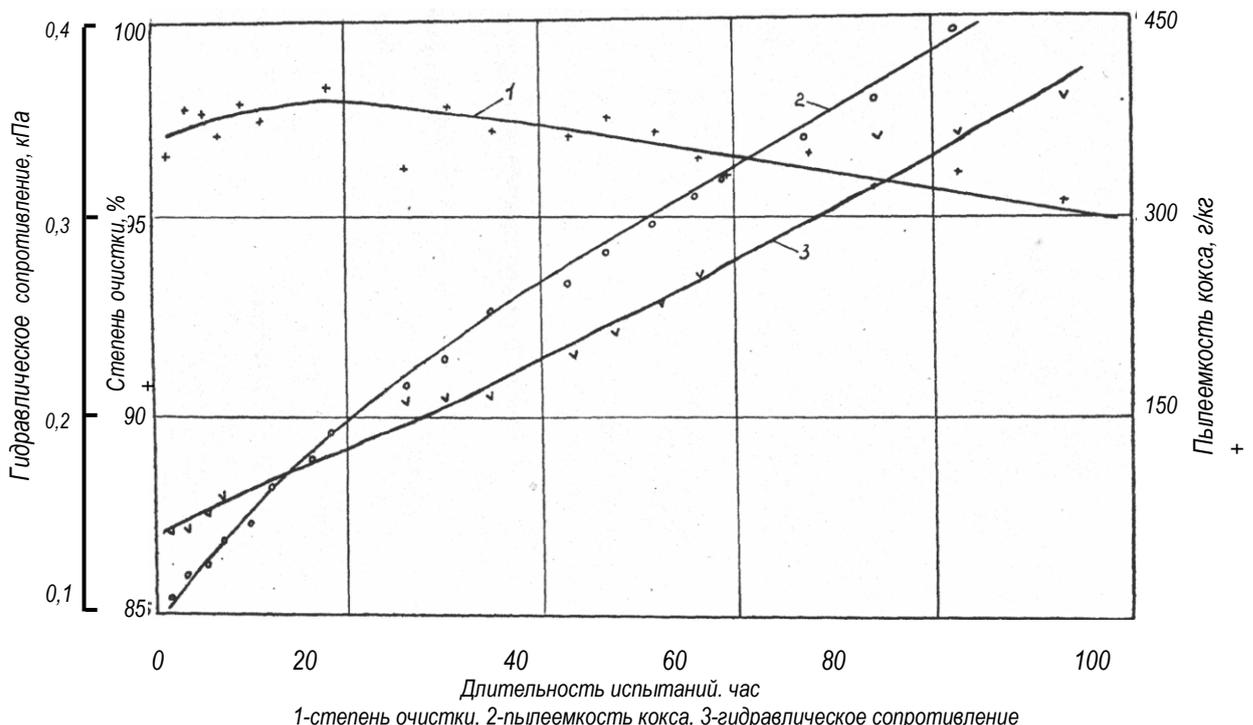


Рис.2. Характеристика процесса фильтрации через слой кокса фракции 10+25 мм

На основе результатов исследований выполнены проектные проработки промышленных аппаратов.

Для обеспечения нормативов выбросов при высокой запыленности очищаемых газов необходимо применение двухступенчатых схем пылеулавливания. На основе анализа способов предварительной очистки запылённых потоков с повышенной концентрацией пыли сделан вывод о том, что наилучшие перспективы применения на первой ступени очистки имеют простые инерционные пылеуловители. В результате стендовых испытаний трёх типов инерционных пылеуловителей, в том числе одной специально разработанной конструкции, показано, что инерционные пылеуловители обеспечивают предварительное улавливание коксовой пыли с эффективностью до 50-60%.

Проведены стендовые испытания двухступенчатых систем пылеулавливания с инерционными пылеуловителями и циклонами, в результате которых показано, что при начальной запылённости до 10 г/м^3 их применение позволяет обеспечить остаточную концентрацию пыли менее 100 мг/м^3 .

Исследованы режимы работы циклона типа СЦН-40. Показано, что он имеет высокие технико-экономические показатели. Новый циклон рекомендован для использования на второй ступени двухступенчатых систем обеспыливания аспирационного воздуха. Определены оптимальные технологические показатели, позволяющие прогнозировать эксплуатационные характеристики этого циклона.

Разработаны рекомендации по аппаратному оформлению процессов улавливания коксовой пыли из аспирационного воздуха, включающие двухступенчатые системы из циклонов при начальной запылённости до 4 г/м^3 и трёхступенчатые системы с установкой на первой ступени инерционного пылеуловителя при повышенных начальных концентрациях пыли. Дано обоснование применению одиночных циклонов вместо групповых. На основе рекомендаций разработано типовое технологическое задание "Аппараты и схемы сухого обеспыливания аспирационного воздуха УСТК, коксосортировки и газов выдачи кокса".

Промышленная реализация рекомендаций по сухому улавливанию коксовой пыли включает:

- двухступенчатые установки (две системы) очистки аспирационного воздуха узла перегрузки кокса "4К" на Кемеровском КХЗ (рис.3). Эксплуатационные характеристики работы достаточно близки к расчётным

значениям. Общая фактическая степень очистки составила 97,5% (расчётная 97,43%). При неоднократном обследовании и контроле работы двухступенчатых систем циклонов подтверждалось практически полное соответствие расчётных и фактических показателей. Обе системы циклонов отработали около 20 лет без абразивного износа и при постоянных эксплуатационных показателях.

- в установке беспылевой выдачи кокса (УБВК) батарей №3-4 Кузнецкого меткомбината (КМК) на первой ступени установлена группа из двух типовых циклонов СК-ЦН-34 диаметром по 3,6 м. Для УБВК батарей №3-4 Орско-Халиловского меткомбината (ОХМК) применена двухступенчатая система из двух последовательно установленных групп по два таких же циклона СК-ЦН-34-3600. По результатам обследования установлено, что эксплуатационные показатели работы циклонов близки к расчётным. При объеме очищаемых газов 98 тыс. $\text{м}^3/\text{ч}$ общая степень очистки составила 96,6%, потери напора 4,39 кПа, остаточная концентрация на выходе в атмосферу в момент выдачи 250 мг/м^3 , а с учетом требуемого ГОСТ 17.2.3.02-78 (п.4.3) осреднения за 20 минут – 18 мг/м^3 . В дальнейшей эксплуатации эффективность очистки практически не изменялась. На КМК и ОХМК циклоны в составе УБВК отработали уже более 20 лет без существенных замечаний.

- разработано ТЛЗ "Система очистки в электрофильтрах аспирационного воздуха объектов беспылевой выдачи кокса, сухого тушения и рассева кокса коксовой батареи №11 Череповецкого меткомбината (ЧерМК)". Основу технических решений и расчетов при разработке ТЛЗ составили результаты исследований процесса электрогазоочистки в ВУХИНе. На основе ТЛЗ спроектирована и сооружена установка из двух электрофильтров ЭГБМ1-17-7,5-4-4 для очистки газов выдачи кокса батарей

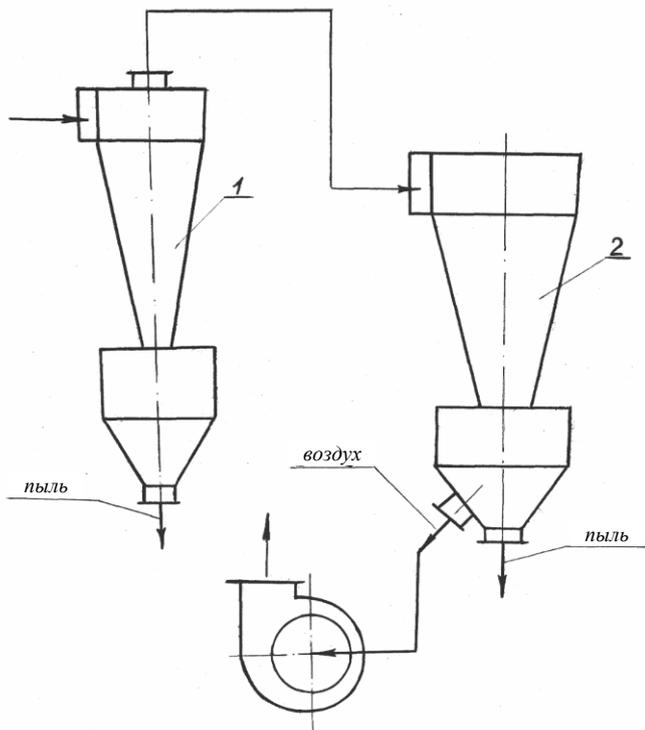


Рис.3. Схема двухступенчатой очистки аспирационного воздуха узла перегрузки кокса "4К" Кемеровского КХЗ
1- циклон СДК-ЦН-33; 2 - циклон СДКН-33.

5-6 ЧерМК. При обследовании были установлены следующие эксплуатационные характеристики работы электрофильтров: производительность по газу 220 тыс. м³/ч; температура газа перед фильтром 20°C; запыленность газа средняя за 20 мин до очистки – 0,48 г/м³, после очистки – 0,030 г/м³; степень очистки от пыли средняя 94,37%. По результатам обследования сделан вывод о том, что фактические характеристики режимов работы электрофильтров соответствуют проектным показателям. За 12 лет эксплуатации показатели работы электрофильтров практически не изменились.

- до ввода электрофильтров на батареях №№5 и 6 ЧерМК по разработкам автора были сооружены две опытно-промышленные установки беспылевой выдачи кокса, отличающиеся конструкциями зонта с одинаковой локальной очисткой в специальных циклонах СК-НВГ-1400. Эти установки отработали около двух лет до пуска стационарной УБВК с электрофильтрами. С учетом полученного опыта разработана конструкция и выполнен рабочий проект УБВК для батарей №№3-4 Московского коксоголового завода (МКГЗ). Расчетный объем аспирации 11 тыс. м³/ч, очистка от пыли предусмотрена в циклоне СК-НВГ-1400 с расчетной степенью очистки 89,1%. Установка принята к реализации и полностью изготовлена.

- в комплексе батарей №№9-10 Нижнетагильского меткомбината (НТМК) Гипрококк по нашим рекомендациям и расчетам спроектировал двухступенчатую систему пылеулавливания из одиночных циклонов большого диаметра СДК-ЦН-33-4400 и СК-ЦН-34-4100 расчетной производительностью 100 тыс. м³/ч. Одиночные циклоны таких размеров в мировой практике не встречались. После наладки расход воздуха на выходе из системы составил 93,7 тыс. м³/ч, гидравлическое сопротивление - 3,4 кПа, а степень очистки при начальной концентрации 9,6 г/м³ составила 95,71%, что близко к проектным показателям. С 1989 года система работает удовлетворительно, показатели остаются стабильными, абразивного износа циклонов не обнаружено.

- для НТМК Свердловский институт охраны труда (СИОТ) с участием автора разработал рабочую документацию на систему аспирации узлов разгрузки камер №1-3 УСТК. В системе на первой ступени очистки применен одиночный крупногабаритный циклон СДК-ЦН-33-3800. Проектная производительность 70 тыс. м³/ч, степень очистки 90%, гидравлическое сопротивление 2,2 кПа. По результатам обследования этот циклон при производительности около 45 тыс. м³/ч обеспечивает степень очистки 92% при гидравлическом сопротивлении 1,9 кПа. Циклон уже отработал более 10 лет без каких-либо проблем.

- для Магнитогорского меткомбината (ММК) по разработкам автора выполнена рабочая документация на установки очистки газов в составе систем аспирации коксортировки батареи №9 (узлы выгрузки УСТК, загрузка камер УСТК и УБВК, установка обеспыливания, валковые и инерционные грохоты коксортировки, транспортеры, тетки, бункера коксортировки, погрузка кокса в ж.д. вагоны). Завод провел реконструкцию на двух системах: В-1 (выгрузка УСТК) и В-2 (загрузка камер УСТК и беспылевая выдача кокса). В системе В-1 применен циклон СК-ЦН-34-3500, в системе В-2 – СДК-ЦН-33-4200. Циклоны работают уже более 15 лет.

Особенностью всех результатов промышленного внедрения является практическое совпадение расчетных и фактических характеристик аппаратов, что связано с использованием в расчетах дисперсного состава пыли, измеренного в потоке.

Рекомендации по сухому пылеулавливанию использованы в ряде проектов систем аспирации для многих заводов. Известны ряд случаев самостоятельного применения заводами (ЧерМК, Новолипецкий МК, Кемеровский КХЗ, Алчевский КХЗ и др.) разработок ВУХИНа по сухому пылеулавливанию.

На основе анализа характеристик работы различных аспирационных систем показано, что во многих случаях объемы аспирации не имеют достаточного обоснования, что приводит к неоправданным энергетическим потерям и сооружению громоздких пылеулавливающих установок.

Решение проблемы очистки аспирационного воздуха связано с необходимостью оптимизации объемов аспирации, т.е. определении такого объема отсоса, при котором прекращается выделение взвешенных частиц пыли через неплотности укрытия. Эффект от оптимизации может выражаться в значительном (от 30% до трех раз) сокращении объемов отсоса с соответствующим уменьшением запыленности аспирационного воздуха и размеров частиц, что обуславливает снижение требований к пылеуловителям.

Проведен промышленный эксперимент, в результате которого показано (рис.4), что существует оптимальный объем аспирации, при котором решаются проблемы уменьшения запыленности воздуха производственных помещений и очистки выбросов аспирационного воздуха от пыли. Полученная информация дала основание изменить существующий подход к определению расходов воздуха в аспирационных системах на стадии их проектирования и обеспечить получение значительного экономического и экологического эффекта.

Выводы:

1. Проведен комплекс исследований процессов улавливания коксовой пыли в различных аппаратах (циклонах, электроциклонах, электрофильтрах, зернистых фильтрах и др.), получены новые данные, позволяющие рассчитывать промышленные пылеуловители. Впервые получены данные о дисперсном составе частиц в газовых потоках. Дано обоснование применения сухих методов улавливания коксовой пыли и разработаны рекомендации по системам пылеулавливания.

2. Проведены исследования работы промышленных пылеуловителей, подтвердившие достоверность использованных подходов и расчетных зависимостей.

3. Исследованы процессы аспирации объектов транспортирования и рассева кокса сухого тушения, установлены условия оптимизации объемов аспирации по экологическим и экономическим показателям.

4. Результаты исследований внедрены в широком масштабе в промышленных условиях, получен большой экономический и экологический эффект.

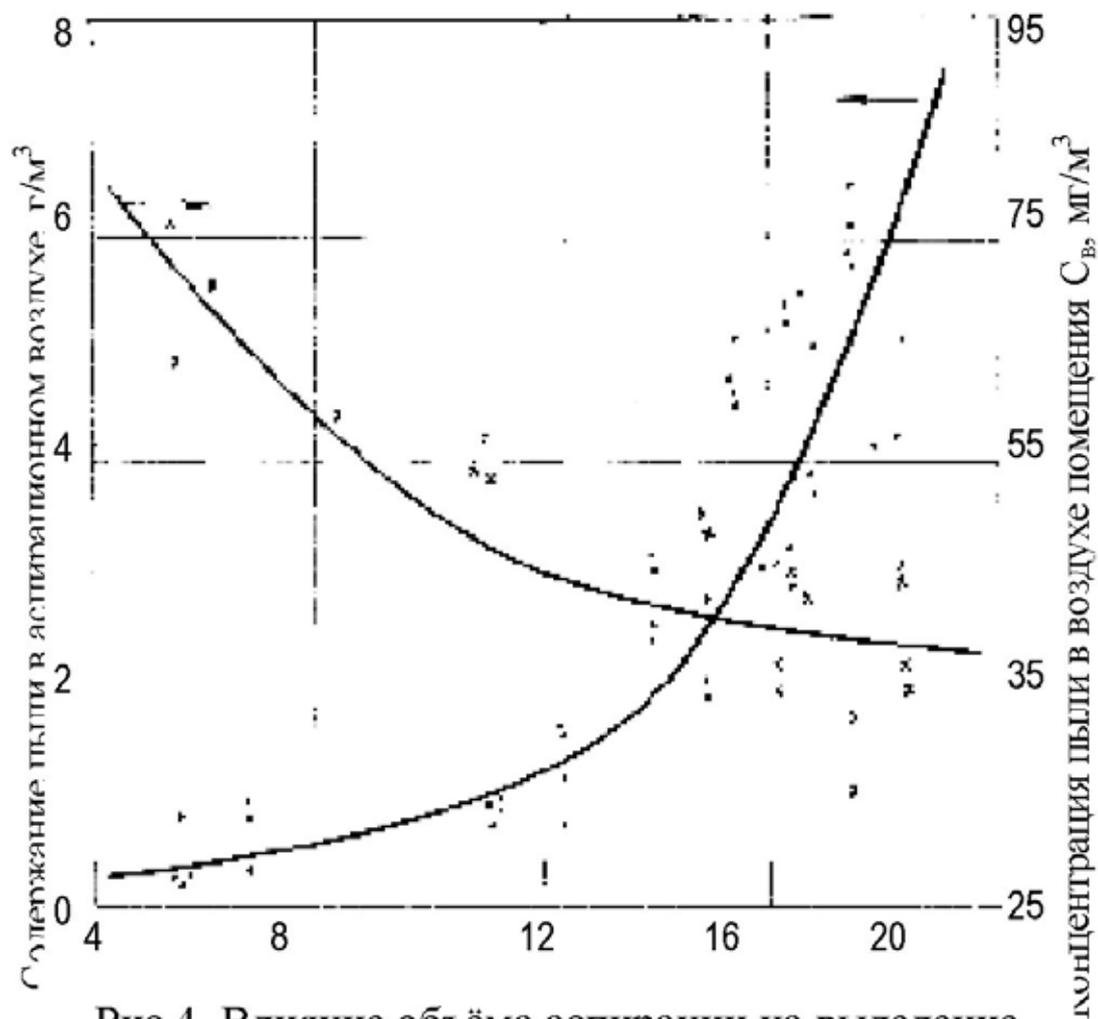


Рис.4. Влияние объёма аспирации на выделение пыли при перегрузке кокса

Опыт эксплуатации инерционных пылеуловителей ПВ ВЗП, (ООО «ПТБ ПСО
Волгоградгражданстрой», Россия).

ООО «ПТБ ПСО Волгоградгражданстрой», д.т.н., профессор, заслуженный эколог РФ
Азаров Валерий Николаевич, Директор,
к.т.н. Лукьянсков Александр Станиславович, руководитель группы наладки.

Инерционный вихревой пылеуловитель на встречных закрученных потоках является усовершенствованной конструкцией высокоэффективного циклона, имеющий разделенные потоки и работающий в струйном режиме (рис. 1). Данные пылеуловители наряду с циклонами относятся к категории инерционной очистки газов.

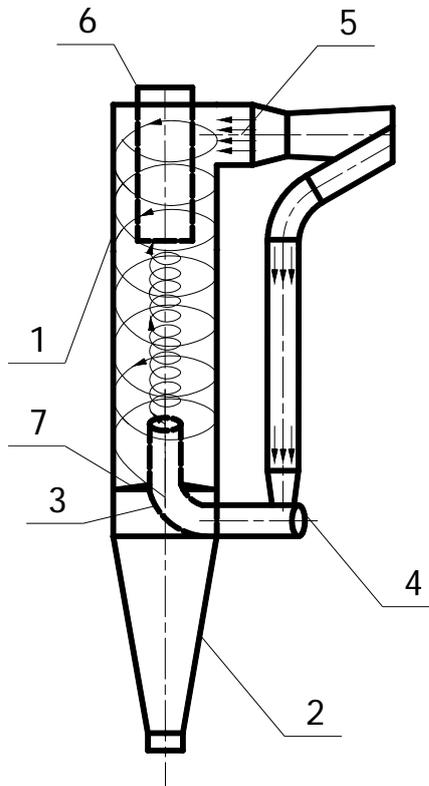


Рис. № 1. Вихревой пылеуловитель со встречными закрученными потоками: 1 – корпус; 2 – пылесборник; 3 – осевой патрубок; 4 - завихритель; 5 – тангенциальный патрубок; 6 - вывод очищенного газа.

Запыленный газ поступает в аппарат по двум вводам одновременно: первичный поток – по осевой патрубку в нижней части аппарата (3), снабженному завихрителем (4), вторичный поток – по патрубку, расположенному в верхней части аппарата (5), где находится также осевой вывод очищенного газа (6). Поступивший в пылеуловитель запыленный газ закручивается завихрителем, под действием центробежных сил частички пыли перемещаются к стенкам цилиндрического аппарата, где попадают в зону вращения вторичного закрученного потока. Взаимодействие потоков газа усиливает центробежные силы, действующие на частицы пыли, которая эффективно отбрасывается и, достигая стенки цилиндрического корпуса, направляется в нижнюю часть аппарата (пылесборник) под отбойную шайбу. Очищенный газ выводится через осевой коаксиальный вывод вверху аппарата. Вращение потоков внутри аппарата имеет одно направление. Аппарат имеет регулировочные устройства для регулирования соотношения расходов воздуха первичного и вторичного потоков.

Данные пылеуловители предназначены для улавливания средне и мелкодисперсной пыли в системах аспирации, пневмотранспорта, газотранспорта и пневмоуборки. Основное преимущество аппаратов ПВ ВЗП перед циклонами — большая эффективность улавливания твердых частиц, которая составляет 90-95%.

Кроме того, инерционные пылеуловители на встречных закрученных потоках (ПВ ВЗП) обладают следующими достоинствами:

- высокая степень улавливания частиц тонкодисперсной пыли;
- слабая чувствительность эффективности пылеулавливания к колебаниям нагрузки по газу, концентрации пыли в газе и подсосам воздуха в бункерную часть аппарата;
- меньшие потери давления в аппарате по сравнению со всеми видами циклонов при одинаковых нагрузках;
- возможность регулирования процесса пылеулавливания путем изменения соотношения расходов газа по каналам;
- меньшие габаритные размеры в плане, чем у циклонов равной производительности;
- эффективная работа в групповых установках.

Результаты экспериментальных исследований работы аппаратов ВЗП приведены на рис. 2 - зависимость эффективности пылеулавливания аппарата ВЗП от относительной концентрации очищаемой пылевоздушной смеси.

Концентрации очищаемой пылевоздушной смеси оказывает влияние на эффективности пылеулавливания аппарата ВЗП: при увеличении концентрации пыли повышается и эффективность работы ВЗП. Это можно объяснить увеличением столкновений пылевых частиц, в результате чего происходит некоторое их укрупнение.

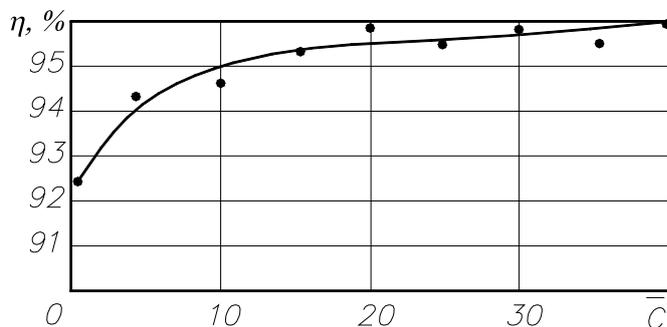


Рис. № 2. Зависимость эффективности пылеулавливания аппарата ВЗП от относительной концентрации очищаемой пылевоздушной смеси.

Фракционная эффективность улавливания твердых частиц аппаратом ПВ ВЗП Показана на рис. 2.

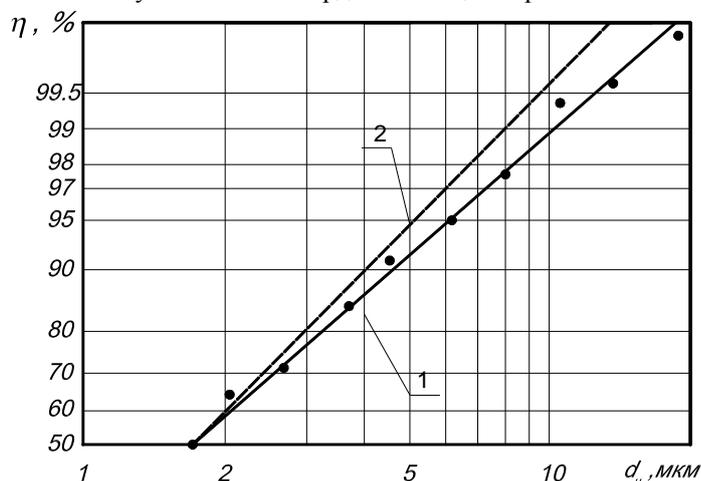


Рис. № 3. Фракционная эффективность аппарата ПВ ВЗП при улавливании частиц песка ($\rho = 2650 \text{ кг/м}^3$): 1 – экспериментальные данные; 2 - теоретический расчет.

Для сравнения эффективностей пылеулавливания ВЗП и циклонов на рис. 3 представлены зависимости эффективности пылеулавливания циклонов НИИОГАЗ и ПВ ВЗП от условной скорости потока в поперечном сечении аппарата. Зависимости потерь давления в циклонах и аппарате ВЗП от условной скорости потока в плане аппарата показаны на рис. 4.

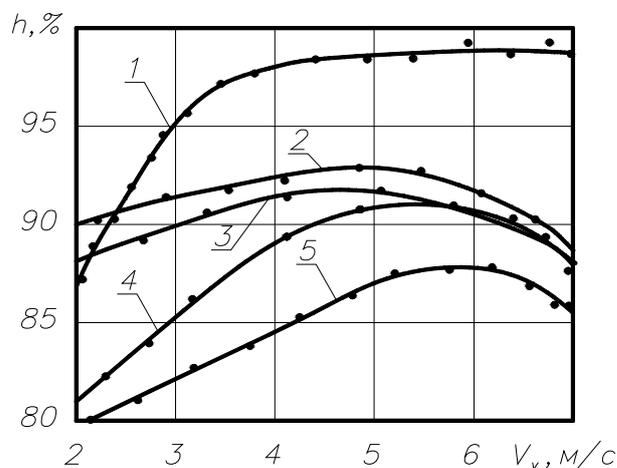


Рис. № 4. Зависимости эффективности пылеулавливания инерционных пылеуловителей от условной скорости потока в поперечном сечении аппарата: 1- ПВ ВЗП-400; 2 - СДК-ЦН-34; 3 - СДК-ЦН-33; 4 – ЦН-11; 5 – ЦН-15

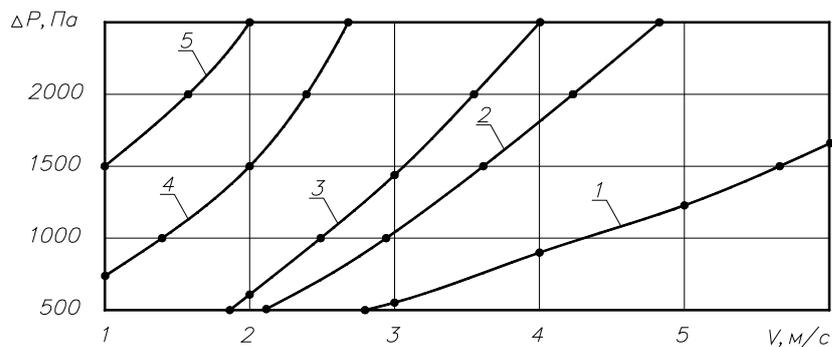


Рис. № 5. Зависимости потерь давления в пылеуловителях от условной скорости потока в плане аппарата: 1 – ПВ ВЗП; 2 – ЦН-15; 3 – ЦН-11; 4 – СДК-ЦН-33; 5 – СДК-ЦН-34.

На основе анализа рисунка 4 можно заключить, что повышение расхода воздуха через пылеуловитель и средней скорости по его сечению способствует увеличению эффективности улавливания пыли, поступающей как по верхнему, так и нижнему вводам. При этом у аппаратов ВЗП наиболее эффективный режим работы наблюдается при условной скорости потока в плане аппарата свыше 4,7 м/с. Уменьшать среднеосевую скорость менее 4,5 м/с не рекомендуется, так как при этом происходит существенное падение эффективности пылеулавливания. В отдельных случаях (при улавливании крупных частиц) можно уменьшить осевую скорость до значений менее 4 м/с, при этом потери давления, а, следовательно и энергозатраты, уменьшатся).

Анализируя данные рисунков 4 и 5 можно сделать вывод о том, что аппараты ПВ ВЗП являются низкоэнергоемкими по сравнению с циклонами. Большинство циклонов при условной скорости в сечении 4,7 м/с (оптимальной для ПВ ВЗП) имеют аэродинамическое сопротивление превышающее сопротивление ПВ ВЗП более чем в 2 раза. Кроме того, максимальная эффективность улавливания циклонов значительно ниже чем у ПВ ВЗП и составляет 93% и 98% соответственно. Аэродинамическое сопротивление при максимальной эффективности составило 1,1 кПа и 2,7 кПа для ПВ ВЗП и наиболее эффективного циклона (из представленных) соответственно.

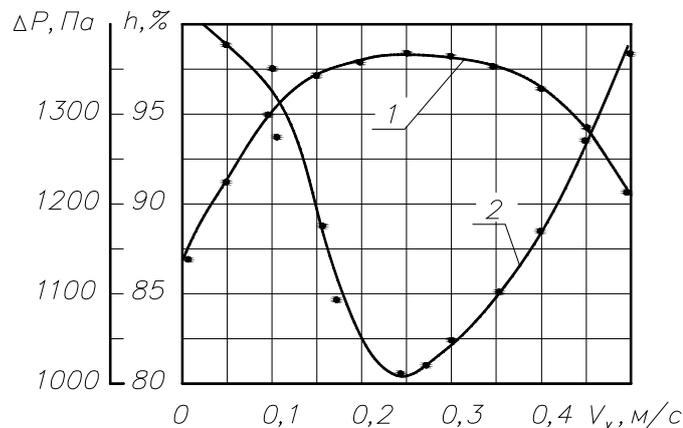


Рис. № 6. 1 - Зависимости эффективности улавливания аппарата ПВ ВЗП от соотношения расходов воздуха вторичного и первичного потоков; 2 - Зависимости потерь давления в аппарате ПВ ВЗП от соотношения расходов воздуха вторичного и первичного потоков;

Из данных рисунка 6 можно сделать вывод, что соотношение расходов весьма существенно влияет на пылеулавливающую способность аппарата и на потери давления при очистке воздуха. При соотношении расхода воздуха, подаваемого в нижний ввод, к общему расходу очищаемого воздуха, равному 0,24, значения эффективности пылеулавливания в аппарате ВЗП достигают максимальных значений за счет роста эффективности улавливания пыли, поступающей в аппарат с нижним потоком газа, входная скорость и крутка которого возрастают с повышением L_{II} . При этом потери давления в аппарате минимальны. Поэтому такой режим работы аппарата ВЗП можно считать оптимальным как с точки зрения аэродинамических характеристик, так и по эффективности пылеулавливания.

В промышленных условиях важным фактором является стабильность работы пылеуловителей. Известно, что теоретические и практические значения эффективности центробежных аппаратов существенно отличаются друг от друга. Это происходит по ряду причин, определяющими из которых являются разные условия пылеулавливания в теории и практике. Например, в реальных производственных условиях практически всегда происходит подсос воздуха в бункерную часть аппарата, расход очищаемого воздуха варьируется в широком диапазоне, дисперсный состав пыли также меняется стохастически.

На рис. 7 для сравнения представлены зависимости изменения эффективности улавливания твердых частиц циклонами и аппаратами ПВ ВЗП от доли подсоса воздуха через бункер.

Анализ рис. 7 позволяет сделать вывод о том, что падение эффективности пылеулавливания у аппаратов ПВ ВЗП при подсосе воздуха в бункерную часть происходит с меньшей интенсивностью, чем у циклонов, что является очень важным фактором для производственных условий.

Кроме того, аппараты ПВ ВЗП имеют возможность регулирования соотношения расходов воздуха, подаваемого на верхний и нижний ввод, что обеспечивает более высокую эффективность улавливания твердых частиц при различных газовых нагрузках на аппарат.

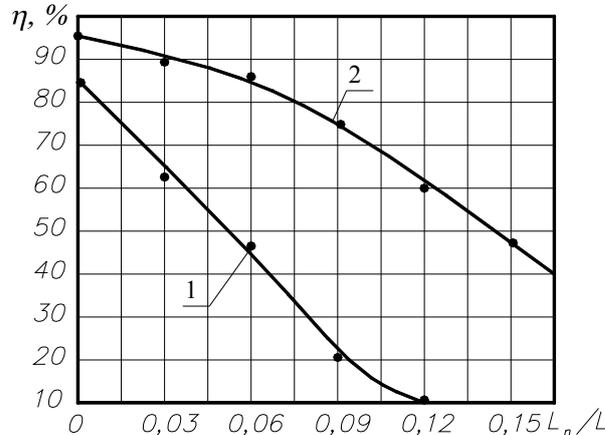


Рис. № 7. Зависимости эффективности пылеулавливания центробежных аппаратов от доли подсоса воздуха в бункерную часть: 1- циклон ЦН-11; 2 – аппарат ВЗП (аппараты установлены перед вентилятором).

Аппараты ПВ ВЗП успешно внедряются по всей территории Российской Федерации на протяжении уже более 10 лет. Аппараты применяются во многих отраслях промышленности, таких как производство строительных материалов (гипсовые и цементные заводы, заводы по производству силикатного кирпича и др.), металлургии, зерноперерабатывающих отраслях, на заводах техуглерода и во многих других отраслях, при этом показывая высокие показатели по пылеулавливанию.

Пылеуловители выпускаются «Л» - левого и «П» - правого исполнения, материального оформления «У» - углеродистая сталь и «К»- коррозионностойкая сталь. Климатическое исполнение пылеуловителя – У.

Категория размещения 1 по ГОСТ 15150-69*. Аппараты ПВ ВЗП выпускаются 4-х типоразмеров ПВ ВЗП-400, ПВ ВЗП-600, ПВ ВЗП-800, ПВ ВЗП-1200, а также группы аппаратов на основе этих типоразмеров.

Таблица 1.

Технические характеристики пылеуловителей ПВ ВЗП

Характеристика	ВЗП-400	ВЗП-600	ВЗП-800	ВЗП-1200
1. Производительность, (Н.У.), м ³ /ч	2200	4000	8000	16000
2. Соппротивление аппарата, кПа	0,7-1,1	0,7-1,1	0,7-1,1	0,7-1,1
3. Запылённость, г/м ³ , не более				
- на входе в нижний подвод	500	500	500	500
- на входе в верхний подвод	1000	1000	1000	1000
4. Температура на входе, С° не более	200	200	450	450
5. Масса аппарата, кг	295	490	685	1042
6. Габаритные размеры, мм				
диаметр	400	600	800	1200
высота	2600	3900	4700	7200
Ширина	350	500	610	850
7. Степень улавливания, %	91-96	91-96	92-96	90-95
8. Срок службы, лет	10	10	10	10

Примечание: масса аппарата указана при толщине стенки 3 мм.

**Комплексное решение проблемы очистки газовоздушных выбросов,
(ООО «Инновационные биотехнологии», Россия).**

ООО «Инновационные биотехнологии», Веприцкий Андрей Александрович, Руководитель подразделения, Институт биохимии им. А.Н.Баха РАН, Жуков Виталий Георгиевич, старший научный сотрудник, к.б.н.

ООО «Инновационные биотехнологии» образовано в 1991 году для разработки и внедрения в производство новых технологий, в частности, в области охраны окружающей среды. Учредителем ООО «Инновационные биотехнологии» является Институт биохимии имени А.Н.Баха РАН - одно из старейших научных учреждений России, имеющее более чем 75-летнюю историю. Главными задачами ООО «Инновационные биотехнологии» являются развитие отечественного научно-технического и производственного потенциала, продвижение передовых российских технологий и разработок на мировых рынках, а также внедрение на российском рынке новых зарубежных технологий и высокотехнологичных продуктов.

ООО «Инновационные биотехнологии» успешно работает над проблемой очистки вентиляционных выбросов и предлагает заказчикам комплексный подход к решению проблемы очистки воздушных выбросов от летучих органических соединений, дурнопахнущих веществ и душистых примесей. В настоящее время предприятие обладает целым набором технологий очистки воздушных выбросов, что позволяет использовать технологические решения, полностью отвечающие особенностям конкретного производства, очищать как концентрированные, так и разбавленные и среднеконцентрированные газовоздушные выбросы большого объема.

Микробиологическая очистка газовоздушных выбросов

ООО «Инновационные биотехнологии» является лидером российского рынка в области биологических методов очистки промышленных вентвыбросов от паров летучих органических соединений (ЛОС). Специалистами предприятия была разработана уникальная технология БИОРЕАКТОР, которая выгодно отличается от существующих методов очистки промышленных выбросов, как по техническим параметрам, так и по капитальным и эксплуатационным затратам.

Технология БИОРЕАКТОР обеспечивает высокоэффективную (80-99%) биodeградацию разнообразных ЛОС, например, ароматических углеводородов, карбонильных, хлорорганических и многих других соединений. БИОРЕАКТОР эффективен для удаления неприятных запахов.

Установки БИОРЕАКТОР обладают высокой адаптивностью, работают эффективно и стабильно в течение длительного времени, что подтверждается опытом их эксплуатации, например на заводе ОАО «РТИ-Каучук» и предприятии «Парижская коммуна» (обе установки введены в эксплуатацию в 1996 году для очистки вентиляционных выбросов от этилацетата, ацетона и бензина).

За разработку технологии БИОРЕАКТОР коллектив авторов удостоен Премии Правительства России в области науки и техники за 1997 год. Технология БИОРЕАКТОР защищена рядом отечественных патентов.

В августе 1997 года в Великобритании на предприятии VIP Ltd. (Бирмингем) совместными усилиями специалистов фирмы Waterlink Sutcliffe Croftshaw Ltd. и ООО «Инновационные биотехнологии» была введена в эксплуатацию первая в Западной Европе промышленная установка БИОРЕАКТОР для очистки вентвыбросов от паров формальдегида мощностью 17000 м³/час. Опыт эксплуатации в течение 18 месяцев подтвердил высокие технические параметры установки, которая полностью соответствует требованиям ЕС в области очистки ЛОС (директива ЕС 97/С 99/02). Проект отмечен в 1998 году первой премией британской Ассоциации инженеров-химиков за достижения в области охраны окружающей среды.

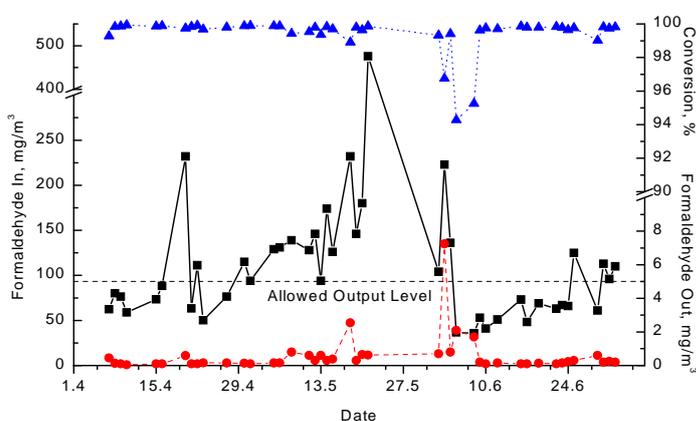


Рис. № 1 Установка БИОРЕАКТОР на предприятии фирмы VIP Ltd. (Бирмингем). Эффективность удаления формальдегида (▲) в зависимости от его концентрации на входе в биореактор (■); (●) – концентрация формальдегида на выходе из биореактора

В 1999 году фирме HanKi Industrial Ltd. (Республика Корея), проводившей совместно со специалистами ООО «Инновационные биотехнологии» разработку новой конструкции биофильтра для очистки воздушных выбросов был вручен Диплом «За создание высокоэффективной современной технологии в области защиты окружающей среды» Государственного комитета Республики Корея по новым технологиям. Сама технология БИОРЕАКТОР была внесена в реестр технологий, пользующихся официальной поддержкой Правительства Республики Корея.

В 2004 году ООО «Инновационные биотехнологии» приступило к разработке нового поколения установок по технологии БИОРЕАКТОР. Принципиальными отличиями установки БФК-02 являются быстрая настройка под особенности выбросов заказчика, двойная фильтрация на биокатализаторе, возможность создания систем очистки большой производительности за счет объединения стандартных модулей.

Стандартный модуль имеет производительность до 10000 м³/ч и представляет собой мобильный утепленный контейнер, включающий все необходимые узлы и агрегаты. Габариты стандартного 20-футового морского контейнера позволяют использовать для перевозки БИОРЕАКТОРА стандартный грузовой транспорт. Модуль биофильтра на площадке заказчика легко и быстро подключается к системе водоснабжения, канализации и электросети.

Эффективное использование объема фильтра, специально подобранные штаммы микроорганизмов-биодеструкторов и работа системы автоматики обеспечивают быстрый вывод БИОРЕАКТОРА на рабочий режим.

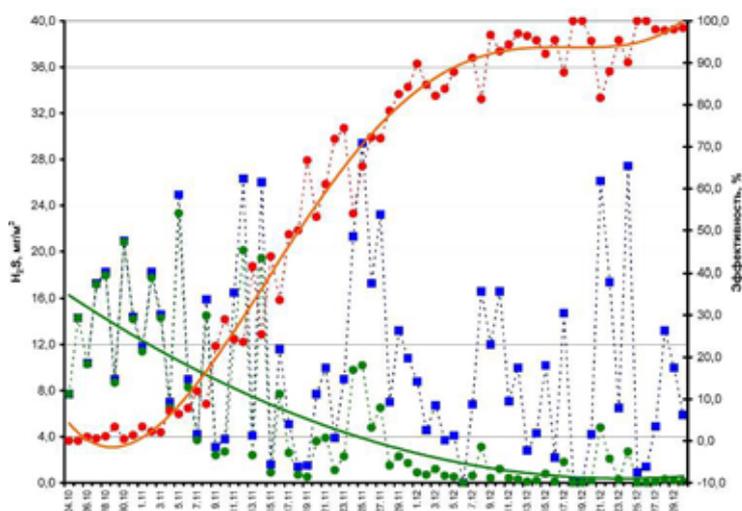


Рис. № 2 Установка БФК-02 на Курьяновских очистных сооружениях МГУП «Мосводоканал», Москва.

Эффективность удаления сероводорода (●) в зависимости от его концентрации на входе в биореактор (■); (■) – концентрация сероводорода на выходе из биореактора



ООО «Инновационные биотехнологии» осуществляет поставку установок БИОРЕАКТОР на условиях «под ключ» (начиная с разработки технологии для конкретного производства и заканчивая обслуживанием установки в течение всего срока ее эксплуатации).

В настоящее время проектируются и изготавливаются установки микробиологической фильтрации воздушных выбросов для очистных сооружений МГУП «Мосводоканал», предприятий табачной, полиграфической промышленности, предприятий по производству изделий из пластмасс и др.

Адсорбционная очистка газозвудушных выбросов

ООО «Инновационные биотехнологии» поставляет на российский рынок промышленные адсорберы производства фирмы MEGTEC Environmental Limited (Великобритания). В предлагаемой линейке оборудования представлены адсорберы различной емкости, используемые для очистки воздуха, как в системах низкого, так и высокого давления (адсорберы с тангенциальным потоком воздуха).

ООО «Инновационные биотехнологии» работает над проектами, в которых адсорберы различной конструкции используются для регулирования атмосферных выбросов на химических и нефтехимических заводах, предприятиях пищевой, лакокрасочной, целлюлозно-бумажной промышленности и других промышленных предприятиях, а также на очистных сооружениях.

В конце 2005 года ООО «Инновационные биотехнологии» запустило уникальную, не имеющую аналогов в Европе, систему фильтрации воздуха от смеси душистых веществ на фабрике по производству жевательной резинки ООО «Дирол Кэдбери» в г. Великий Новгород. Производительность системы - 210 тыс. куб. метров в час. Инвестиции в проект составили 1 млн. 300 тыс. долларов. За счет ввода системы в эксплуатацию была решена проблема обонятельного дискомфорта, преследовавшая жителей близлежащих жилых районов в течение нескольких лет.

Специалисты ФГУП ВНИИМ им.Д.И.Менделеева, проводившие независимую экспертизу эффективности работы системы, подтвердили высокую степень очистки выбросов фабрики.

В 2006-2007 годах были проведены работы по значительному расширению и модернизации системы фильтрации воздушных выбросов фабрики в связи с расширением ее производства. В частности, производительность системы была увеличена до 280 тыс. куб. метров в час. Была разработана и введена в эксплуатацию системы фильтрации воздушных выбросов на складе ароматизаторов (помещение класса «А» по пожарной опасности).



Рис. № 3 Система фильтрации воздушных выбросов (1 ступень) от смеси душистых веществ на фабрике по производству жевательной резинки ООО «Дирол Кэдбери» в г. Великий Новгород

В связи с повышенными современными требованиями к комфортности мест проживания жителей Москвы ООО «Инновационные биотехнологии» в 2003 года начало программу исследовательских и проектно-изыскательских работ по решению проблемы дезодорации выбросов объектов канализационной сети. В результате проведенных работ была разработана конструкция вытяжных адсорбционных фильтров низкого давления для удаления дурно пахнущих соединений из воздушных выбросов камер и коллекторов (фильтры серии ФАВН).

Фильтры серии ФАВН используются как автономные системы очистки воздушных выбросов и монтируются на колодцах коллекторов, камер канализационных каналов и вентиляционных отверстиях АРР. Фильтрация воздуха осуществляется за счет естественного вытяжного оттока загрязненного воздуха, проходящего через адсорбционную систему фильтра, или под действием перепада давления, создаваемого вентилятором низкого давления. Фильтры выполнены в виде отдельных блоков оригинальной конструкции, обеспечивающей усиление вытяжного потока. Фильтры могут устанавливаться на пьедестале или непосредственно на перекрытии коллекторов, камер или резервуаров.

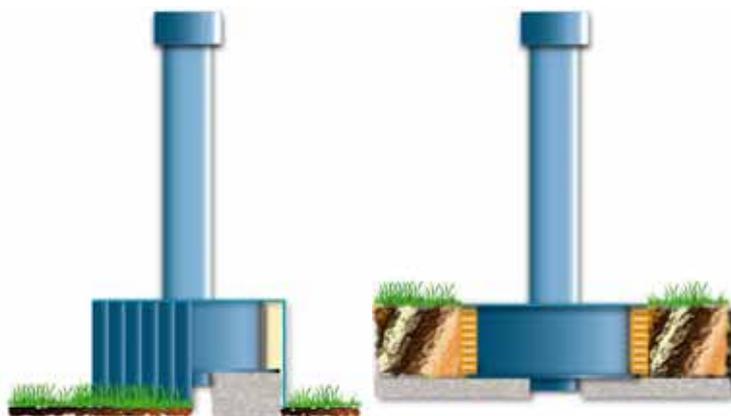


Рис. № 4 Фильтры серии ФАВН. Схема установки на пьедестале и заглубленной установки.

Фильтр ФАВН обеспечивает естественную вытяжную вентиляцию камеры за счет минимально возможного перепада давления (12-15 мм в.с.). Фильтр изготавливается из коррозионностойких материалов, обеспечивающих длительный контакт с агрессивной средой газо-воздушного выброса камеры.

Фильтрующий компонент фильтра - активированный уголь марки ENVIROCARB™ EA производства фирмы Chemviron Carbon. Фильтрующий компонент размещается в сменных кассетах, что позволяет осуществлять быструю замену фильтрующих элементов и минимизировать выбросы дурнопахнущих соединений во время проведения плановых работ.

Способ установки кассет предотвращает чрезмерное увлажнение слоя активированного угля. Фильтр имеет утепление для уменьшения образования конденсата и предотвращения замерзания слоя влажного активированного угля. В конструкции предусмотрено устройство для удаления конденсата из корпуса фильтра.

Конструкция фильтра позволяет устанавливать вытяжную трубу необходимого диаметра для создания оптимальной тяги. Конструкция обеспечивает надежную фиксацию вытяжной трубы и максимальную ветроустойчивость всей конструкции.

Фильтр может транспортироваться к месту монтажа обычным автомобильным транспортом. Монтаж фильтра обеспечивается минимумом специальной техники, главным образом, подъемным краном. Монтаж производится в минимальные сроки (в течение нескольких часов) для предотвращения выброса дурнопахнущих соединений из камеры во время проведения монтажных работ.

В ходе эксплуатации опытно-промышленного образца фильтра ФАВН на камере К-11 Восточного канала (МГУП «Мосводоканал») показано, что эффективность очистки по сероводороду составляет не менее 90%. Неоднократные анализы атмосферного воздуха, проведенные специалистами Филиала Федерального государственного учреждения здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Москве» в ЮВАО г.Москвы показали, что на расстоянии 25 метров от места установки фильтра концентрация аммиака в пределах ПДК, сероводород и дигидросульфид не обнаруживаются.

Очистка газоздушных выбросов дожиганием

ООО «Инновационные биотехнологии» в течение многих лет сотрудничает со специалистами фирмы MEGTEC Environmental Limited (Великобритания) в области микробиологической и адсорбционной очистки промышленных газо-воздушных выбросов. Учитывая накопленный опыт, было принято решение о продвижении на российский рынок оборудования фирмы MEGTEC, в частности термических, рекуперативных и каталитических дожигателей.

Фирма MEGTEC предлагает широкий спектр оборудования, удовлетворяющего любым требованиям заказчика, имеющего минимальные эксплуатационные расходы и пятно застройки. Дожигатели MEGTEC отличаются высокой степенью деструкции ЛОС, быстрым вводом в эксплуатацию, надежностью в работе и простотой конструкции. Регенерационные термические дожигатели (RTO) обладают высокой степенью регенерации тепла. Использование регенерированного тепла для подогрева поступающего воздуха до температуры окисления позволяет значительно снизить эксплуатационные расходы. Дожигатели RTO особенно эффективны при невысоких концентрациях растворителя в выбросе.

Сервисное обслуживание систем очистки газоздушных выбросов

ООО «Инновационные биотехнологии» осуществляет мероприятия направленные на комплексное обслуживание заказчиков. В настоящее время оказываются услуги по обслуживанию систем микробиологической очистки, по перезагрузке адсорберов с активированным углем и регенерации отработанного активированного угля. Укомплектованная сервисная бригада производит как регулярные, так и разовые работы по техническому обслуживанию адсорбционных систем очистки как воздушных выбросов, так и водных сбросов и систем водоподготовки.



Рис. № 5 Замена активированного угля в адсорберах на фабрике по производству жевательной резинки ООО «Дирол Кэдбери» в г. Великий Новгород

**Нетрадиционное оборудование для очистки газопылевых выбросов,
(ООО «Планета-ЭКО», Россия).**

*ООО «Планета-ЭКО», Родионов Сергей Дмитриевич, Генеральный директор
московского представительства.*

Компания «Планета-ЭКО» является разработчиком и производителем принципиально **новых систем пылегазоочистки**. Это сухой инерционный способ очистки промышленных выбросов. В вихревом пылеуловителе со встроенным воздушно-молекулярным фильтром, предназначенным для улавливания мелкодисперсной пыли, применено высокоэффективное перспективное техническое решение, использующее энергию вихрей для сухого способа пылегазоочистки и позволяющее эффективно улавливать пыль от 1 мкм. Фильтрующим элементом является сам поток воздуха.

Данные системы запатентованы и не имеют аналогов в отечественном и зарубежном производстве и успешно применяются на многих предприятиях России. Производительность установок может быть рассчитана на любой расход по воздуху.

Внедрение этих установок в производственный цикл сможет обеспечить решение всех экологических проблем, связанных с загрязнением воздуха как в технических помещениях, так и вне производственного процесса с минимальными затратами для самого предприятия. При этом проектирование, согласование с надзорными органами, изготовление, монтаж будет осуществляться квалифицированными специалистами нашей фирмы.

Практика показывает, что наши предложения значительно дешевле, эффективнее, проще, надёжнее других способов очистки воздуха и способны значительно улучшить экологическую обстановку.

В связи с ужесточением требований к охране окружающей среды практический интерес представляет создание эффективных установок для очистки газопылевых выбросов, простых и надёжных в эксплуатации, при относительно небольших затратах на их разработку, изготовление и эксплуатацию.

Недостатки традиционной очистки:

□ Циклоны:

1. Низкая эффективность при улавливании мелкодисперсной пыли (до 60%)
2. Значительное гидравлическое сопротивление.

□ Рукавные фильтры:

1. Ограничения по температуре и быстрый износ рукавного материала.
2. Недостаточная эффективность систем регенерации фильтров.
3. Повышенное гидравлическое сопротивление.
4. Увеличенный расход электроэнергии.
5. Низкая надёжность в эксплуатации.

□ Скрубберы

1. Сложны в конструктивном исполнении.
2. Требуют совершенной системы орошения.
3. Повышенные энергозатраты.
4. Большие затраты на эксплуатацию и тех. обслуживание.
5. В зимний период требует обогрева.

Конструкторским бюро *Планета – ЭКО*, созданным доктором технических наук, заслуженным изобретателем СССР Завьяловым Ю.И., разработаны пылеуловители на базе перспективных разработок, технические решения по которым запатентованы в РФ. Разработка и изготовление упомянутого оборудования выполняются в соответствии с государственными санитарно – эпидемиологическими нормативами и правилами, о чём есть соответствующие заключения Госсанэпидслужбы России и Госгортехнадзора России.

Конструкции пылеуловителей, разработанные специалистами *Планета-ЭКО*, по эффективности газоочистки от взвешенных частиц не уступают рукавным фильтрам и аппаратам мокрой очистки (диапазон дисперсности удаляемых из газопылевого потока взвешенных твердых веществ достаточно широк и начинается от 0,5 мкм), а по простоте изготовления, **эксплуатации и показателям долговечности и надёжности не уступают циклонам.**

Основа метода сухой очистки воздуха

Применено перспективное техническое решение, использующее энергию вихрей для сухого способа пылегазоочистки: вихревой пылеуловитель с воздушно-молекулярным фильтром:

- улавливает мелкодисперсную пыль;
- фильтрующим элементом является сам поток воздуха;
- суммарная эффективность очистки достигает 99%;
- более 40 предприятий успешно применяют нашу технологию с 1999 г.

Спектр промышленного применения :

Область применения пылеуловителей, разрабатываемых *Планета – ЭКО*, системы аспирации и пылеулавливания в различных отраслях промышленности с целью защиты воздуха рабочей зоны и окружающей среды от вредного воздействия выбросов промышленных предприятий и энергетических объектов различных отраслей промышленности:

- Metallургия
- Литейное производство
- Производство огнеупоров
- Машиностроение
- Табачная промышленность
- Заводы по утилизации и переработке отходов
- Производство цемента, асфальта
- Металлообработка
- Энергетика
- Горнорудная и нерудная промышленность
- Производство строительных смесей
- Производство щебня
- Химическая промышленность
- Пищевая промышленность
- Деревообрабатывающая промышленность



Рис.№ I. Модуль пылеулавливания на деревообрабатывающем производстве



Рис.№ II. Модуль пылеулавливания на щебёночном производстве

Для повышения эффективности газоочистки пылеуловители при необходимости могут применяться в комплексе с трубой – эжектором.

Труба – эжектор представляет собой устройство, обеспечивающее разбавление уже очищенного от взвешенных частиц газового потока окружающим воздухом за счёт его присоединения в многоступенчатом эжекторе. Вследствие эжектирования газовый поток может быть разбавлен в зависимости от конкретных условий в 7 – 15 раз, что позволяет дополнительно снизить концентрацию вредных веществ промышленных выбросов, в том числе и их газовой составляющей.



Рис. III: Труба-эжектор

Помимо разбавления очищенного газопылевого потока труба - эжектор обеспечивает доокисление и факельный выброс газового потока с заданной скоростью, что обеспечивает рассеивание оставшихся продуктов выброса и повышает эффективность работы комплекса газоочистки и соответствие разрешённым нормативам промышленных выбросов. Кроме того, эжектор представляет собой техническое средство для сильного глушения шума, производимого газовым потоком при выбросе в атмосферу, что является одним из преимуществ по сравнению с традиционными системами пылеулавливания.

Успешно применяя эффект Коанда, специалисты *Планета-ЭКО* разработали оборудование, которое кроме решения проблем по очистке газопылевых промышленных выбросов выполняет ряд технологических задач:

- безфильтровые установки пылеулавливания и газоочистки, системы аспирации;
- установки пневмотранспорта сыпучих материалов;
- установки обеспыливания сыпучих материалов;
- промышленные пылесосы;
- локальные аспирационные установки.



Рис. IV: Промышленный пылесос

В рамках внедрения авторского оборудования *Планета-ЭКО* готово выполнить следующие работы:

- сбор исходных данных и разработку проектной документации в приемлемые для Вас сроки с привязкой оборудования к месту применения;
- согласования проекта с инспектирующими органами;
- изготовление, поставку и монтаж оборудования;
- пуско-наладку, обучение обслуживающего;

Экономические преимущества пылеочистки «Планеты-ЭКО»:

1. Минимальные капиталовложения.
2. Минимальные эксплуатационные расходы:
 - нет расходных материалов;
 - низкое энергопотребление;
 - техобслуживание малозатратно.
3. Возможность длительной эксплуатации.
4. Возможность воздухоочистки без теплопотерь.

Преимущества эксплуатации пылеочистки «Планеты-ЭКО»:

1. Проста в обслуживании и эксплуатации.
2. Высоко надежна:
 - отсутствие автоматических узлов и механизмов;
 - вентилятор расположен вне газопылевого потока.
3. Взрыво- пожаробезопасность.
3. Возможность применения в агрессивных средах (абразивно- и коррозионноустойчивость).
4. Устойчивая работа в широком температурном диапазоне.
5. Возможность очистки любых объемов газов.
6. Возможность управления печью (обеспечение заданного разряжения)

Технические преимущества пылеочистки «Планеты-ЭКО»:

1. Эффективность доокисления (CO, NO и др.) до 99%
2. Суммарная эффективность очистки от взвешенных твердых веществ может достигать 99%.
3. Широкий диапазон производительности.
4. Широкий диапазон дисперсности улавливаемых твердых веществ (от 1 мкм).
5. Минимальные требования к площади под установку и условиям размещения (цех, улица).
6. Качественное постоянство показателей очистки.
7. Малая высота трубы за счет эжекции и факельного выброса потока на заданные высоты.
9. Слабое шумообразование.

Оборудование внедрено и успешно работает на многих предприятиях самых различных отраслей промышленности.

**Экологический инжиниринг на базе эффективного теплообменного оборудования,
(ЗАО «Ридан», Россия).**

ЗАО «Ридан», АрнаUTOва Юлия Петровна, Руководитель направления «Металлургия».

В России одним из источников интенсивного загрязнения окружающей среды являются предприятия металлургической отрасли. Строительство большинства из них пришлось на первую половину прошлого века, когда вопросы природоохранной деятельности предприятий в лучшем случае были второстепенными.

Особенностью отечественного металлургического производства является негативное воздействие на все составляющие окружающей среды. Это и загрязнение почв по причине массового складирования отходов, и сброс недостаточно обработанных производственных вод в естественные водоемы, а также выбросы в атмосферу большого количества вредных веществ.

Общеизвестно, что металлургия использует более 25% от потребляемых российской промышленностью водных ресурсов. Предприятия черной металлургии выбрасывают в атмосферу до 25% металлодержащей пыли и окиси углерода от общего количества этих веществ, попадающих в атмосферу в результате промышленных процессов.

В основе существующей на сегодняшний день законодательной базы в области экологической безопасности металлургического производства лежит Закон РФ «Об охране окружающей среды». Важнейшим документом, определяющим природоохранную деятельность металлургических предприятий в РФ является экологический стандарт ГОСТ Р ИСО 14001, разработанный на базе международной системы стандартов ISO 14000. Безусловно, требования данных документов учитываются и находят отражение при проектировании новых объектов, при новом строительстве. Вопрос наиболее остро стоит в ситуации уже готового, рабочего производства. Как изыскать и применить наиболее экологически щадящие методы и технологии?

Общеизвестно и широко применяется создание «закрытых» оборотных циклов водоснабжения путем установки теплообменного оборудования, в частности пластинчатых теплообменников. Пуск оборотных циклов водоснабжения позволяет уменьшить потребление свежей технической воды, сократить сброс взвешенных веществ в пруды-охладители, градирни.

Но это не единственное решение по применению пластинчатых теплообменников для снижения негативного воздействия на окружающую среду.

Предлагаем вам рассмотреть другие примеры решения этого вопроса на опыте компании «Ридан».

На предприятиях цветной и черной металлургии в качестве подогревателей кислот в травильных ваннах, электролитов в процессе электролиза зачастую находят применение кожухотрубные теплообменные аппараты (Рис. № 1.) , эксплуатируемые зачастую более 20 лет. К чему это приводит?



Рис. №1. Кожухотрубный теплообменник



Рис. №2. Пластинчатый теплообменник

КТТО имеют «слабое» место - место развальцовки трубок, через которые происходит потеря кислоты в процессе подогрева. Это приводит к потерям кислот, проникновению их в почву. Тем самым наносится немалый вред окружающей среде. Поэтому требуется собирать эти «потери» и нейтрализовывать их. Помимо дополнительного технологического усложнения линии это несет еще и постоянные затраты на

нейтрализатор и потери кислот. Кроме того, происходит постоянное закисливание греющей или нагреваемой сред.

Решением «Ридан» стало применение ПТО (Рис. № 2.) в качестве подогревателей кислот. Был определен материал исполнения теплообменника и его защитное покрытие для предотвращения негативного воздействия не только изнутри, но и снаружи. Установка данного оборудования привела к существенному снижению потерь кислоты в системе, и к повышению качества конденсата за счет исключения попадания кислоты в конденсат. Более того, это привело к снижению потребления теплоносителя и снижению потребности в паре, что тоже в конечном итоге улучшает экологическую обстановку.

Таким образом, положительно решив одну задачу по предотвращению потерь кислоты, мы параллельно решили задачи по повышению качества конденсата и снижению потребления пара от котельной.

Следующий пример отражает одно из основных практических преимуществ ПТО – эффективная работа в условиях низких температурных напоров.

Современное металлургическое предприятие - это предприятие с избыточным теплом от технологического оборудования. Это тепло отводится системой оборотного водоохлаждения. Но забрав тепло от печи, мы его «несем», как правило, в пруд-охладитель или градирню. В летний период эта система становится неэффективной, так как температура наружного воздуха не позволяет качественно до нужной температуры охладить воду, что ведет к срабатыванию автоматики и остановке технологических цепочек.

На любом металлургическом предприятии существуют свои потребители тепловой энергии.

На одном из предприятий это был газ CO_2 , который требовалось подогревать до температуры $+18C^{\circ}$ перед сваркой труб. Изначально вопрос был решен путем подогрева паром через змеевиковый теплообменник (Рис. № 3), поступающим от котельной с потерей конденсата. Компания «Ридан» предложила использовать в качестве теплоносителя тепло воды оборотного цикла. Это стало возможным, так как пластинчатый теплообменник (Рис. № 4) эффективен при низких температурных напорах, с его помощью можно добиться утилизации низкопотенциального тепла.

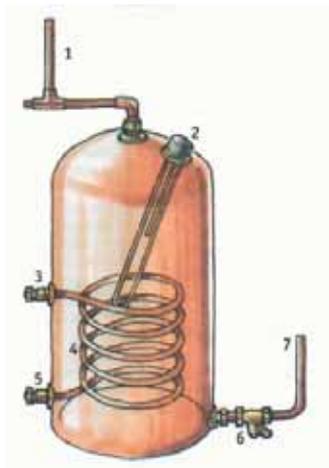


Рис. № 3 Змеевиковый теплообменник



Рис. № 4. Кожухопластинчатый теплообменник

Итак, благодаря высокому коэффициенту теплопередачи пластинчатых теплообменников «Ридан», мы смогли подогреть пар с температуры $-45C^{\circ}$ до $+18C^{\circ}$ оборотной водой с температурой $+20C^{\circ}$ (внимание, всего лишь $+20C^{\circ}$!).

Налицо экономическое решение вопроса со сроком окупаемости 1,2 года, но, что особенно радует, при этом налицо и экологические плюсы. Решив задачу, мы получили: экономию теплоносителя (пара) и доохлаждение оборотной воды.

**Состояние и пути решения проблемы снижения выбросов диоксида серы в атмосферу,
(ООО «Газсертэк», Россия).**

ООО «Газсертэк», Широков Сергей Николаевич, Генеральный директор.

Одним из самых массовых загрязнителей атмосферы является диоксид серы, который образуется при сжигании сернистых топлив (уголь, мазут, топливный газ нефтеперерабатывающих заводов) или же при переработке руд черных и цветных металлов. Вместе с такими вредными веществами, как соединения хлора, фтора и другие, диоксид серы является источником так называемых кислотных дождей, которые наносят огромный ущерб растительности, сооружениям, здоровью людей.

В 1970-80-е годы, под давлением общественного мнения отраслевые министерства и промышленные предприятия бывшего СССР вынуждены были серьезно заниматься решением проблем ограничения выбросов диоксида серы, содержащихся в дымовых и отходящих газах.

Следует отметить, что уже к тому периоду времени в Советском Союзе имелся богатый опыт в области практического внедрения научных разработок, связанных с улавливанием диоксида серы из дымовых газов различных промышленных предприятий.

Уже в 50-е годы прошлого столетия в течении почти 10 лет на ТЭЦ-12 г. Москвы эксплуатировалась промышленная сероулавливающая установка по улавливанию диоксида серы из дымовых газов аммиачно-циклическим способом, а в начале 1960-х годов была пущена в эксплуатацию крупнейшая на тот период времени в мире сероулавливающая установка на аглофабрике Магнитогорского металлургического комбината.

В конце 1960-х годов на Северодонецкой ТЭЦ была построена опытно-промышленная пилотная установка, предназначенная для отработки и изучения различных технологических процессов и их аппаратурного оформления для улавливания диоксида серы из дымовых газов.

О той значимости, которая придавалась в 1970-1980-е годы в Советском Союзе решению проблемы улавливания диоксида серы из дымовых газов тепловых электростанций, свидетельствуют ряд Постановлений ЦК КПСС и Совета Министров СССР обязывающих Минэнерго СССР построить ряд крупномасштабных опытно-промышленных сероулавливающих установок на своих тепловых электростанциях, работающих на угле с высоким содержанием серы.

Благодаря этим постановлениям, в 1980-е годы были запроектированы и внедрены в эксплуатацию три опытно-промышленные установки по улавливанию диоксида серы из дымовых газов: на Дорогобужской ТЭЦ по аммиачно-циклическому способу с производством сжиженного SO_2 , на Губкинской ТЭЦ по мокрому известняковому способу с производством гипса и на ТЭС «Тушмице-2» (ЧССР) по магнезитовому способу с производством серной кислоты.

В результате опытной эксплуатации этих установок были получены уникальные данные, которые могли быть использованы для решения крупномасштабных задач по защите окружающей среды от воздействия диоксида серы.

Однако распад Советского Союза, вызванный этим коллапс в экономике, отечественной промышленности и науке привели к необратимым потерям, в том числе и накопленного отечественного опыта в области технологий очистки дымовых газов от диоксида серы.

Все три упомянутые выше опытно-промышленные установки по разным причинам прекратили свое существование в начале 1990-х годов. Из-за отсутствия финансирования распались научные коллективы, работавшие в данной области, прекратились работы, связанные с исследованиями и внедрением технологий в области очистки газа от диоксида серы.

С тех пор прошло уже более 15 лет. Российская экономика вот уже несколько лет бурно и устойчиво развивается, интегрируется в мировую, совершенствуется законодательная база, в том числе и в области охраны окружающей среды, однако существенных сдвигов в решении проблемы снижения выбросов в атмосферу с дымовыми и отходящими газами не наблюдается.

В промышленно развитых зарубежных странах проблема кислотных дождей, благодаря жесточайшим требованиям природоохранного законодательства, была решена еще 20 лет назад. В 1990-х годах ее решили и в странах Восточной Европы.

В настоящее время ни одна новая тепловая электростанция, работающая на сернистом топливе, или другие предприятия, являющиеся источниками выбросов в атмосферу диоксида серы в таких странах как Китай, Индия, Вьетнам не могут быть построены без их оснащения дорогостоящими системами сероочистки дымовых газов.

Поэтому за рубежом уже давно забыты термины «кислотные» дожди, «трансграничный перенос» вредных веществ и т.д.

Как известно, в настоящее время, мировое сообщество уже решает следующую, более сложную задачу природоохранного характера – выполняет положения Киотского Протокола.

А какова же ситуация в нашей стране с решением проблемы кислотных дождей?

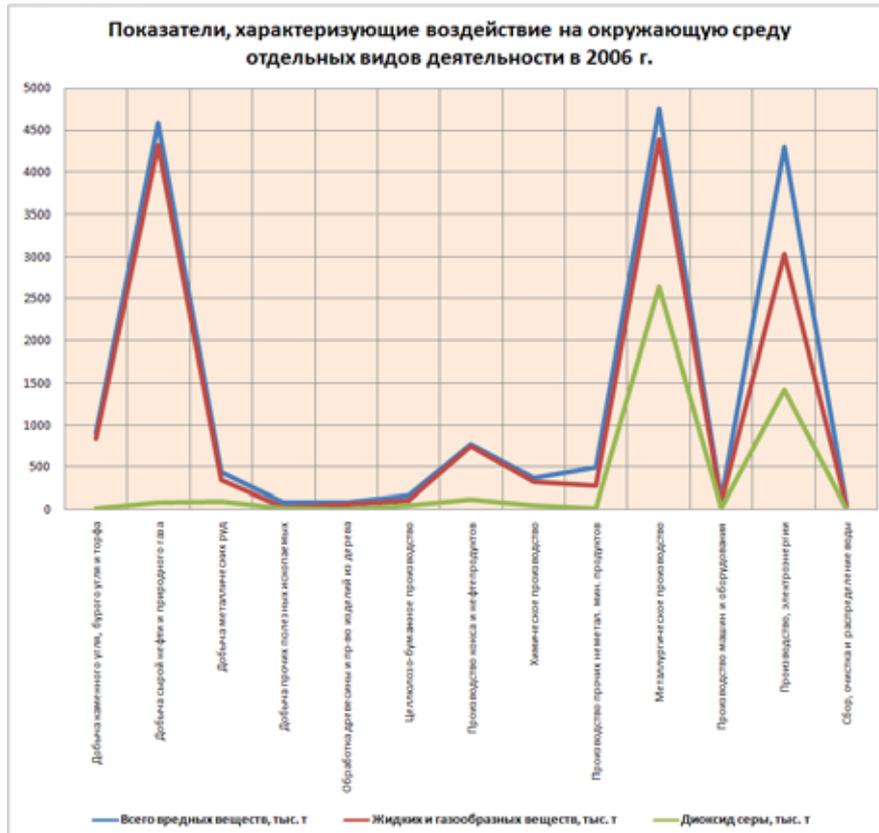
Действительно в последние годы многие угольные тепловые электростанции были переведены на природный газ, однако, в РФ еще достаточно электростанций сжигающих уголь и мазут, в том числе и с

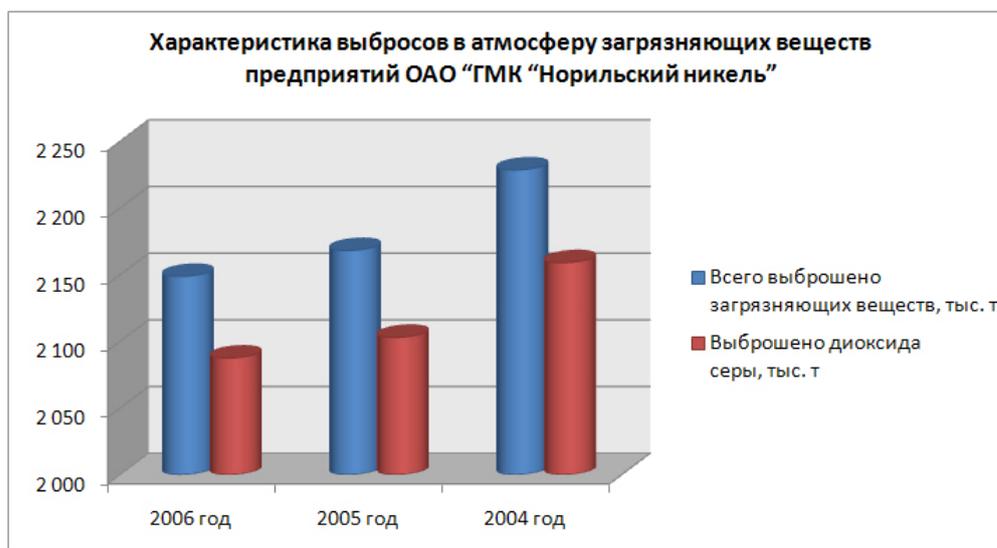
высоким содержанием серы, не говоря уже о малых котельных. До сих пор не реконструированы многие построенные 20-30 лет назад и не отвечающие современному техническому уровню установки производства серной кислоты и производства элементарной серы, которые являются основными источниками выбросов диоксида серы на предприятиях нефтепереработки, газовой промышленности, цветной металлургии.

До сих пор мировым лидером по выбросам в атмосферу диоксида серы продолжает оставаться Норильский ГМК, который как выбрасывал в атмосферу 2 млн. тонн/год диоксида серы 40 лет назад, так и продолжает это делать в наши дни.

В последние годы ко всем стационарным источникам выбросов диоксида серы в атмосферу добавились еще и факельные установки нефтяных месторождений, на которых нефтяниками пока еще бесконтрольно сжигаются попутные газы, которые зачастую содержат значительные количества сероводорода.

По данным ежегодно публикуемых Министерством Природных Ресурсов РФ докладов общие выбросы диоксида серы от стационарных источников предприятий различных отраслей промышленности составляют миллионы тонн.





Решение проблемы улавливания диоксида серы из дымовых и отходящих газов различных производств является сложной и дорогостоящей задачей, поскольку связано с необходимостью обработки огромных количеств газов, отходящих от промышленных агрегатов без давления и при высокой температуре.

Их обработка связана с использованием значительного количества реагентов для поглощения диоксида серы, специальных материалов для аппаратного оформления технологических процессов, в которых обращаются высоко агрессивные, коррозионно-активные среды, с необходимостью отведения значительных площадей для сероулавливающих сооружений, что особенно проблематично для действующих предприятий.

Вместе с тем, как показывает мировой опыт, эта задача может быть решена за короткий период времени при наличии соответствующих предпосылок:

- четкая государственная политика в области природоохранного законодательства, учитывающая баланс интересов бизнеса и общества;
- установление жестких, технически оправданных нормативов по допустимым выбросам вредных веществ в атмосферу и экономически оправданной платы за негативное воздействие на окружающую среду и за нарушение природоохранного законодательства;
- постоянный контроль за соблюдением установленных нормативов по выбросам и требований законодательства.

В мировой практике известно множество технологических процессов очистки дымовых газов от диоксида серы, которые уже десятилетиями успешно применяются в различных отраслях промышленности. Накоплен огромный опыт эффективной, надежной и безопасной эксплуатации крупномасштабных сероулавливающих установок.

Наибольшее распространение получили мокрые абсорбционные процессы, основанные на - промывке отходящих газов различными щелочными реагентами или физическими растворителями.

Среди них следует различать регенеративные способы, в которых в результате регенерации поглотительных растворов поглощенный из дымовых газов диоксид серы выделяется в концентрированном виде и может быть переработан в ценные товарные продукты – жидкий SO_2 ,

серную кислоту, элементарную серу, а также нерегенеративные процессы, в которых при поглощении SO_2 различными поглотителями образуются не менее ценные товарные продукты:

- двухводный гипс $\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$,
- сульфат магния $\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$,
- сульфат аммония $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ и другие.

ПОЛНЫЙ ТЕКСТ ДОКЛАДА И СХЕМЫ ПРИВЕДЕНЫ НА CD!!!

В некоторых случаях применяются абсорбционные сухие способы поглощения из газов диоксида серы на активированных углях или других твердых поглотителях, а также аддитивные способы, при которых SO_2 связывается при определенных условиях различными добавками непосредственно в котельных, печных и других технологических агрегатах.

Выбор того или иного способа очистки дымовых или отходящих газов от диоксида серы зависит от целого ряда условий и факторов, а именно:

- источник образования отходящих газов;
- состав и количество отходящих газов, содержание в них подлежащего удалению SO_2 , требования к эффективности удаления SO_2 ;

- физико-химические параметры отходящих газов (температура, давление), наличие в них помимо SO₂ других вредных химических веществ (HCl, HF, H₂S, NH₃ и другие), а также твердых веществ (пыль, зола, смолы);

- наличие в регионе, в котором расположено то или иное предприятие, возможных реагентов для использования в процессе очистки газов (известняк, сода, магнезит, аммиак и другие);

- возможность интеграции предприятий, на котором требуется очистка газов, с предприятиями своего региона в части возможности сбыта или утилизации получающихся в процессе очистки продуктов;

- наличие свободных площадей для сооружения газоочистных установок.

К сожалению, многими потенциальными заказчиками не принимаются в расчет вышеперечисленные факторы, не производится их должная оценка.

Зачастую объявляются тендеры на предоставление технологических решений для очистки газов без глубокого изучения и оценки конкретных условий и возможностей предприятия.

В результате этого Заказчик получает технико-коммерческие предложения, которые являются либо не самыми эффективными, либо вовсе не могут быть реализованы в конкретных условиях данного предприятия.

Очевидно, что для принятия решения о возможности строительства на том или ином предприятии сероулавливающей установки, обеспечивающей достижение требуемых показателей по очистке газов при наименьших капитальных и эксплуатационных расходах, требуется тщательный технико-экономический сравнительный анализ возможных решений с учетом конкретных условий.

Только после проведения такого анализа и выбора на сравнительной основе наиболее эффективного решения целесообразно объявлять тендер на реализацию конкретного технологического процесса среди лицензиаров или инжиниринговых компаний.

Именно такой подход существовал в свое время в Советском Союзе, когда способ очистки дымовых газов строящихся или существующих тепловых электростанций осуществлялся только на основе ТЭО, в котором производилось сравнение как минимум 3-х возможных способов очистки.

В настоящее время в ООО «ГАЗСЕРТЭК» работают специалисты, которые принимали непосредственное участие в разработке технологических процессов и проектов построенных в 1980-е годы в Советском Союзе упомянутых выше сероулавливающих установок, а также их опытной эксплуатации.

Специалистами ООО «ГАЗСЕРТЭК» постоянно отслеживаются современные тенденции и мировые достижения в области очистки дымовых и отходящих газов от диоксида серы, налажены тесные партнерские отношения с ведущими в мире лицензиарами технологических процессов и инжиниринговыми компаниями, имеющими значительный опыт в проектировании, изготовлении и эксплуатации оборудования для этих целей.

Учитывая, что проблема «кислотных» дождей в Российской Федерации никуда не ушла и решать ее придется в ближайшее время, поскольку рано или поздно механизмы все ужесточающихся требований к защите окружающей среды начнут действовать и в нашей стране, ООО «ГАЗСЕРТЭК», основываясь на высоких компетенциях своих специалистов в области процессов очистки дымовых газов от диоксида серы, готово предложить всем компаниям, которым предстоит решить данную задачу, сотрудничество в области оказания следующих услуг:

- сбор исходных данных, подготовка технических заданий и условий для создания технологических установок;

- обзор существующих в мировой практике технологических процессов;

- технико-экономический сравнительный анализ возможных решений по очистке газов на основе технико-коммерческих предложений ведущих мировых лицензиаров процессов;

- независимая реальная оценка инвестиций, необходимых для реализации наиболее эффективных технологических процессов, технических решений и оборудования;

- оказание услуг Заказчику при подготовке тендерной документации, а также в ходе тендерных процедур в части выбора наиболее эффективных решений и оборудования;

- оказание услуг при приемке базовых процессов;

- разработка проектной документации на строительство установок;

- управление проектами на всех этапах их реализации, с представлением при необходимости в распоряжение Заказчика специалистов для выполнения функций руководителя проекта, консультантов по разработке технологической части проекта и т.д.

- обзор мирового рынка оборудования, необходимого для реализации технологического процесса очистки газов от SO₂, подготовка рекомендаций по выбору ведущих отечественных и зарубежных изготовителей и поставщиков оборудования.

- поставка оборудования.

Хотелось бы подчеркнуть, что проблема снижения выбросов диоксида серы в атмосферу от стационарных источников может быть успешно решена в РФ при объединении усилий государства, промышленных компаний и ведущих в области очистки газов отечественных специалистов, на основе имеющихся в мировой практике достижений в этой области.

Современные высокотемпературные тканые материалы для пылегазоочистки,
(Porshe, Франция).

*Porcher industries (Франция), Бурков Виктор Валерьевич, Глава Представительства АО
Порше Индустри.*

1. Краткая презентация Порше Индустри.

2. Краткая презентация направления
высокотемпературной фильтрации.

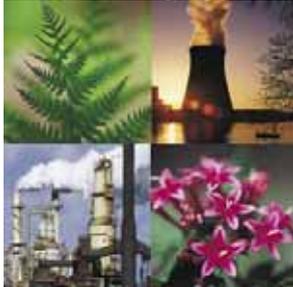


Рис.№2. Рукава

3. Основные системы пылегазоочистки:

- Рукавные фильтры:
 - из тканых материалов
 - из нетканых материалов (иглопробивные)
- ESP электростатические фильтры
- Пылеуловители (scrubbers):
 - мокрые
 - сухие

4. Отрасли промышленности, использующие материалы Порше Индустри (BGF):

- Нефтеперерабатывающие заводы
- Электростанции
- Электростанции и котельные
- Производство асфальта
- Производство технического углерода
- Производство цемента
- Металлургия
- Мусоросжигательные заводы

5. Типы рукавных фильтров:

- с обратной продувкой
- с прямой продувкой

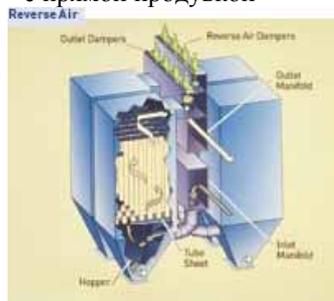


Рис.№3. с обратной продувкой



Рис.№ 4 с прямой продувкой

- 6. Особенности фильтрации с обратной продувкой
- 7. Материалы BGF для фильтров с обратной продувкой
- 8. Особенности фильтрации с прямой продувкой
- 9. Материалы BGF для фильтров с прямой продувкой
- 10. Преимущества стеклотканых материалов в фильтрации:

- высокая температуростойкость
- Максимальная рабочая температура 290°C при длительной эксплуатации
- высокая прочность
- обеспечение стабильности геометрических размеров рукавов
- низкая стоимость

**СБОРНИК ДОКЛАДОВ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА-2008»**

11. Необходимость и назначение защитных пропиток
12. Основные типы пропиток, их характеристики и назначение.

Таблица №1

Технические характеристики материалов для фильтров с обратной продувкой

Артикул	Единица измерения	Артикул 427				Артикул 457				Артикул 421		
		373	580	615	625	373	580	615	625	580	615	625
Нить основы	Текс	ЕС 6 66 текс				ЕС 6 33 текс				ЕС 6 66 текс		
Нить утка	Текс	ЕТ 6 99 текс + ЕС 6 33 текс Текстурированное				ЕТ 6 33 текс x 4 Текстурированное				ЕС 6 66 текс		
Плотность нитей см. По основе X по утку	Количество нитей в 1 см	21 x 12				21 x 12				21 x 20		
Тип переплетения		1 x 3 RH Саржа				1 x 3 RH Саржа				4 Сатин из скрученных нитей		
Пропитка/Покрытие		373	580	615	625	373	580	615	625	580	615	625
Потеря веса при прокаливании	Минимальный доля в %	7,0	1,4	9,0	3,7	7,0	1,4	9,0	3,7	0,9	8,0	2,2
Воздухопроницаемость	См ³ /см ² /с	13-25	20-33	18-31	18-31	13-25	20-33	18-31	18-31	2-8	2-8	2-8
Предел прочности при растяжении:												
По основе	Н/см	394	420	505	505	390	420	505	505	420	435	505
По утку	Н/см	225	225	280	280	225	225	280	280	385	400	470
Испытание на разрыв давлением по Муллелу	кПа	3100	3445	3445	3445	3100	3445	3445	3445	3960	3960	3960
Плотность	Грамм на м ²	315-356	295-336	319-359	302-339	322-363	302-343	322-363	312-349	261-295	298-336	281-315

Таблица №2

Технические характеристики материалов для фильтров с обратной продувкой

Артикул	Единица измерения	Артикул 454				Артикул 484				Артикул 426		
		373	580	615	625	373	580	615	625	580	615	625
Нить основы	Текс	ЕС 6 134 текс				ЕС 6 66 текс x2				ЕС 6 66 текс		
Нить утка	Текс	ЕТ 6 66 текс x3				ЕТ 6 66 текс x 3				ЕС 6 66 текс		
Плотность нитей см. По основе X по утку	Количество нитей в 1 см	17 x 9				17 x 9				21 x 20		
Тип переплетения		1 x 3 RH Саржа				1 x 3 RH Саржа				1 x 3 RH Саржа		
Пропитка/Покрытие		373	580	615	625	373	580	615	625	580	615	625
Потеря веса при прокаливании	Минимальный доля в %	7,0	1,4	9,0	3,7	7,0	1,4	9,0	3,7	0,9	8,0	2,2
Воздухопроницаемость	См ³ /см ² /с	13-25	20-33	13-25	18-31	13-25	20-33	13-25	18-31	18-31	15-28	
Предел прочности при растяжении:												
По основе	Н/см	785	785	875	875	785	785	875	875	420	505	
По утку	Н/см	350	350	435	435	350	350	435	435	385	470	
Испытание на разрыв давлением по Муллелу	кПа	3445	4135	4135	4135	3445	4135	4135	4135	3445	3445	
Плотность	Грамм на м ²	454-508	427-478	464-519	437-488	454-508	427-478	464-519	437-488	261-295	281-315	

Таблица №3

Технические характеристики материалов для фильтров с обратной продувкой

Артикул	Единица измерения	Артикул 456				Артикул 486			
		373	580	615	625	373	580	615	625
Нить основы	Текс	ЕС 6 134 текс				ЕС 6 66 текс x2			
Нить утка	Текс	ЕТ 6 66 текс x4				ЕТ 6 66 текс x 4			
Плотность нитей см. По основе X по утку	Количество нитей в 1 см	17 x 9				17 x 9			
Тип переплетения		2 x 2 Ломаная Саржа				2 x 2 Ломаная Саржа			
Пропитка/Покрытие		373	580	615	625	373	580	615	625
Потеря веса при прокаливании	Минимальный доля в %	7,0	1,4	9,0	3,7	7,0	1,4	9,0	3,7
Воздухопроницаемость	См ³ /см ² /с	10-23	13-25	13-25	13-25	15-28	20-33	18-31	18-31
Предел прочности при растяжении:									
По основе	Н/см	785	785	875	875	785	785	875	875
По утку	Н/см	390	435	470	480	390	435	470	480
Испытание на разрыв давлением по Муллелу	кПа	3790	4305	4305	4305	3790	4305	4305	4305
Плотность	Грамм на м ²	498-556	468-522	508-569	478-536	498-556	468-522	508-569	478-536

Таблица №4

Технические характеристики материалов для фильтров с прямой продувкой

Артикул	Единица измерения	Артикул 448			Артикул 477		
		373	615	625	373	615	625
Нить основы	Текс	ЕС 6 134 текс и ЕТ 6 134 текс			ЕС 6 66 текс x2		
Нить утка	Текс	ЕТ 6 66 текс x3			ЕТ 6 66 текс x 4		
Плотность нитей см. По основе X по утку	Количество нитей в 1 см	19 x 12			19 x 16		
Тип переплетения		Двухсторонний стяжной сатин			Сатин со сдвоенной нитью		
Пропитка/Покрытие		373	615	625	373	615	625
Потеря веса при прокаливании	Минимальный доля в %	7,0	9,0	3,7	7,0	9,0	3,7
Воздухопроницаемость	См ³ /см ² /с	10-25	10-25	10-25	10-25	10-25	10-25
Предел прочности при растяжении:							
По основе	Н/см	480	525	525	785	875	875
По утку	Н/см	350	435	435	525	610	610
Испытание на разрыв давлением по Муллелу	кПа	3445	4135	4135	6205	6205	6205
Плотность	Грамм на м ²	542-607	549-613	522-583	695-783	756-830	674-807

**Применение ионообменных волокнистых фильтроматериалов
в процессах очистки воздуха, (Иматек и К, Беларусь).**

Иматек и К (Беларусь), Елинсон Илья Семенович, Генеральный директор

Основными источниками загрязнения воздушной среды являются теплоэлектростанции, предприятия химической и металлургической промышленности, гальванические и травильные производства, а также заводы по сжиганию твердых отходов.

Выделяемые газообразные загрязнения имеют различную химическую природу. Наибольший удельный вес в количественном выражении и по вредности действия имеют кислые газы: диоксид серы, галоидоводороды, оксиды азота, хромовый ангидрид, аэрозоли кислот и токсичных солей: хлориды и сульфаты никеля, кадмия, свинца.

Сложный химический состав выбросов в совокупности с большим пылевыведением требует сочетания пылеулавливающих, сорбционных и термокаталитических методов очистки. Накопленный опыт газоочистных мероприятий показывает, что универсальных способов и аппаратов очистки вентвыбросов не существует. В каждом конкретном случае для принятия оптимального решения по газоочистному оборудованию необходимо учитывать обеспечение предельно допустимых норм выбросов, капитальные и эксплуатационные затраты, надежность работы, простоту обслуживания и контроля работы, возможность утилизации улавливаемых продуктов и т.п.

Газоочистка с использованием ионообменных волокнистых фильтроматериалов (ИВМ) получила свое развитие в последние 30 лет, в связи с достижениями в области синтеза, изучением физико-химических и сорбционных свойств и развитием производства ионообменных материалов.

Использование ИВМ в газосорбционной технике связано с возможностью придания им любой химической формы, необходимой для реакции с одним или несколькими газами, высокой динамической емкостью, химической стойкостью, механической прочностью, простотой регенерации и разнообразием их физической формы.

Поглощение токсичных веществ ИВМ представляет собой молекулярную сорбцию. При этом происходят химические реакции молекул поглощаемого вещества с функциональными группами ионообменного материала (реакции нейтрализации, присоединения, сольватации, комплексообразования, окисления, восстановления, каталитические процессы), кроме того, происходит дополнительное растворение некоторого количества вещества в воде, содержащейся в фазе ионообменного материала.

Ионообменные фильтроматериалы обладают комплексными свойствами твердых сорбентов поверхностного действия (по механическим свойствам и физической форме) и жидких химических абсорбентов (сорбируемое вещество распределяется по всей массе ионита с химической реакцией). Таким образом, происходит одновременная очистка воздуха как от газов и паров, так и от аэрозолей.

Ионообменные волокнистые материалы отличаются независимостью их высокой емкости (5-20мас%) от концентрации поглощаемых веществ, что является их большим преимуществом в случае малых абсолютных концентраций (0,1 – 100мг/м³) примесей в очищаемом воздухе.

Ионообменные фильтроматериалы в виде иглопробивных нетканых полотен многократно (>500 циклов) регенерируются жидкофазным методом, что позволяет их использовать в течение длительного периода (3-5 лет).

Регенерацию ионитных фильтроматериалов проводят промывкой водой или 3-5% растворами дешевых реагентов (сода, серная кислота).

Межрегенерационный период работы ионитных вентиляционных фильтров зависит от концентрации примесей в очищаемом воздухе и составляет от нескольких часов до нескольких месяцев.

Нетканые ионитные полотна имеют малую плотность (<0,1г/см³) и низкое аэродинамическое сопротивление. Такая текстильная форма ионитных материалов позволяет создавать большую поверхность фильтрации или контакта в единице объема аппарата (30-80м²/м³), что обеспечивает большую пропускную способность ионитного фильтра при относительно низкой скорости (0,05-0,2м/с) фильтрации воздуха.

Указанные свойства ИВМ делают их достаточно перспективными сорбентами для процессов санитарной газоочистки.

Предприятие ООО «Иматек и К» разработало и производит три типоразмерных ряда ионитных вентиляционных фильтров:

- рамные ионитные фильтры РИФ;
- фильтры контакторные ФК;
- фильтры комбинированные РИФ-ФК.

Производительность фильтров – от 500 до 120 000м³/час.

Полный текст доклада представлен на CD, а также в материалах Металлургической конференции «МЕТАЛЛУРГИЯ-ИНТЕХЭКО-2008», проведенной 25-26 марта 2008 г. (см. www.intecheco.ru)

**Применение гидроксида магния в качестве адсорбента для поглощения кислых токсичных газов (диоксида серы, окислов азота, галогеноводороды),
(ООО «Русское горно-химическое общество», Россия).**

*ООО «Русское горно-химическое общество»,
Кулешов Константин Витальевич, Коммерческий директор.*

Одной из серьезных проблем тепловых электростанций является загрязнение окружающей среды вредными компонентами, такими как окислы азота, галогеноводородами содержащимися в отходящих газах из топок, и, прежде всего, соединениями серы. Применяемые традиционные методы очистки отходящих газов, основанные на использовании в качестве сорбентов соединений кальция, натрия или аммиака, характеризуются образованием твердых вредных отходов, т.е. практически происходит замена газовых загрязнений на твердые. При этом твердые отходы нередко блокируют эффективную работу аппаратов и дымоходов и приводят к необходимости их очистки от образующихся твердых отложений.

Безотходным методом сероочистки отходящих газов является мокрый магниевый метод, заключающийся в абсорбировании SO_2 из газов с помощью реагента марки «АКВАМАГ» на основе гидроокиси магния и выделении водного раствора магниевых солей, содержащих в основном кристаллический сульфат магния в виде $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$. Получаемый сульфат магния применяется, прежде всего, в качестве искусственных удобрений, а также для производства огнеупорных магнезитовых изделий и витаминных препаратов для людей и животных. При этом качество получаемого по предлагаемой технологии сульфата магния значительно превосходит требования, предъявляемые к искусственным удобрениям. В частности, кристаллический сульфат магния содержит по весу не менее 98% $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, не более 0.01 % Fe, 0.005% тяжелых металлов (в виде Pb) и 0.1% сухого остатка.

Основные этапы технологии сероочистки газов

1. Приготовление смеси на основе адсорбента гидроокиси магния $\text{Mg}(\text{OH})_2$.
2. Абсорбция SO_2 и HCl реагентом «АКВАМАГ».
3. Дополнительная пылеочистка газов и частичное удаление NO_x .
4. Фильтрация раствора магниевых солей и удаление твердых тел из суспензии.
5. Концентрация раствора магниевых солей и кристаллизация $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$.
6. Центрифугирование, сушка и упаковка продукта.

Эффективность, показатели расхода сырья и рабочих сред, а также показатели производства магниевых удобрений типовой установкой сероочистки отходящих газов от котлов, работающих на каменном угле, представлены в табл. 1.

Отходы, сточные воды и выхлопы в атмосферу

Как уже упоминалось, мокрый магниевый метод сероочистки отходящих газов является безотходным, не ведёт к переводу газовых загрязнений в твердые, требующие для складирования разрешений компетентных санитарных служб. Вместе с тем, кроме сульфата магния при работе установки образуется также пепел, раствор, содержащий смесь сульфата и хлорида магния (только в случае высоко хлористого топлива), а также имеют место выхлопы в атмосферу влажного воздуха.

Пепел, выделенный из газов в смеси с остатками магнезита является единственным, кроме сульфата магния, твердым веществом, производимым на установке сероочистки отходящих газов с применением высокоэффективного гидроксида магния марки «АКВАМАГ»

Отходы от сероочистки по данному методу практически не отличаются по химсоставу от пепла при сгорания угля. По весу это 1 - 2% общего количества пепла и шлака из топки, что позволяет складировать эти отходы в общем хранилище шлаков и пепла.

Выхлопы влажного воздуха в атмосферу происходят из трёх источников : из сушильного отделения, из колонны концентрирования раствора сульфата магния, а также из выхлопных каналов циркуляционной ёмкости, кристаллизатора и хранилищ раствора сульфата магния. Эти потоки с температурой 15 – 70 °C содержат кроме воздуха от 1 до 25 % объема водяного пара. Все перечисленные выхлопы не представляют угрозы для окружающей среды и отводятся в атмосферу не превышая ПДК для отходящих газов.

Раствор сульфата и хлорида магния образуется только в случае, когда отходящие газы содержат большое количество хлороводорода по отношению к двуокиси серы, и его можно использовать в качестве жидких удобрений.

**СБОРНИК ДОКЛАДОВ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА-2008»**

Хлорид магния –MgCl (раствор или кристалл), как более экологичное средство чем NaCl, возможно применять в зимнее время для удаления снега и льда с дорожного полотна.

Преимущества установки

- возможность применения для сероочистки газов из топок, работающих на любом топливе с любым содержанием серы (каменный уголь, бурый уголь, жидкие или газовые топлива), а также для сероочистки любых промышленных отходящих газов;
- низкие инвестиционные затраты;
- получение в результате обессеривания полезного продукта – минерального удобрения в виде сульфата магния;
- отсутствие твёрдых отходов и сточных вод (в случае использования топлива с низким содержанием хлора);
- эффективность сероочистки свыше 95%;
- применение современных химически стойких композитных материалов для производства большинства применяемых технологических аппаратов вместе с абсорбером и трубой – срок службы установки минимум 20 лет;
- простота обслуживания установки - применение легко растворимых в воде веществ предотвращает забивание осадком аппаратов и трубопроводов как во время работы, так и во время даже длительного простоя;
- возможность получения дополнительного экономического эффекта за счёт перехода на более дешёвое топливо, например, вместо угля с низким содержанием серы возможно использование более дешевого угля с высоким содержанием серы без ухудшения параметров выбрасываемых газов;
- возможность использования установки на существующих промплощадках практически без их переустройства – только абсорбер должен располагаться рядом с коллектором газов, здание самой станции может находиться на расстоянии в несколько сотен метров;
- возможность получения дополнительного экономического эффекта от реализации произведенного продукта. При этом, чем мощнее установка и больше содержание серы в топливе, тем больше экономический эффект.

Основываясь на этой технологии выпущено 10 установок тепловой мощностью от 5 до 100 МВт.

Табл. 1 Показатели работы установки сероочистки отходящих газов от котлов, работающих на каменном угле

Показатель	На 1000 кг SO ₂	На 1 мВт _т (1800 нм ³)	На 1 мВт _г (4000 нм ³)
Эффективность сероочистки, %	> 95	> 95	> 95
Эффективность абсорбции HCl, %	ок. 90	ок. 90	ок. 90
Эффективность абсорбции NO _x , %	10-20	10-20	10-20
Эффективность мокрого пылеулавливания, %	< 70	< 70	< 70
Расход «АКВАМАГА» содержащего 90% MgO, кг	700-800	1,8-3,6	4,0-8,0
Расход технологической и охлаждающей воды, т	20-80	0,13-0,27	0,29-0,60
Расход теплоэнергии (горячая вода, пар), гДж	4,0-8,0	0,01-0,02	0,022-0,044
Потребление электроэнергии, кВтч	100-700	0,6-1,4	1,33-3,1
Расход флокулянта, г	100-300	0,3-1,0	0,66-2,2
Производство MgSO ₄ ·7H ₂ O, кг	3500-4000	10-20	22-44
Производство 20% раствора магниевых солей, кг	8500-9700	24-48	53-106
Кол-во золы и остатки гидроокиси магния (сухая масса)	140-400	0,4-1,3	0,88-2,9

**Технология очистки промышленных выбросов от бенз(а)пирена и других ПАУ,
(ООО «Фотек – М», Россия).**

ООО «Фотек – М», Кашиников Геннадий Николаевич, Генеральный директор.

Очистки промышленных выбросов от бенз(а)пирена и других ПАУ основана на проведении в газоходу реакций по окислению молекул ПАУ при инициировании реакций ламповым излучением типа А (длина волны больше 350 нм).

Технология безреагентная. Продуктами реакции являются гораздо менее токсичные или нетоксичные газообразные продукты многократного окисления молекул ПАУ и их промежуточных соединений.

Высокая скорость окисления (время облучения составляет несколько секунд) обусловлена тем, что ламповые источники обладают высокой интенсивностью излучения, а так же тем, что облучаемые в газоходу выбросы содержат ПАУ, в том числе наиболее токсичные тяжелые ПАУ, либо в газовой фазе, либо на мелкодисперсной пыли, что обеспечивает хороший контакт рабочего излучения с молекулами ПАУ.

Испытание технологии очистки начиналось на макетных образцах установок очистки. В настоящее время создан образец опытно-промышленной установки и несколько установок находятся в промышленной эксплуатации.

В период 1996-1998 годов на газоходах алюминиевого и электродного заводов, а так же на базе ВНИИГАЗа (2004г.) с использованием макетных установок очистки получены следующие результаты:

1. На алюминиевом заводе при производительности газохода после электролизного цеха $213 \cdot 10^3$ м³/ч снижение концентрации Б(а)П достигало 40%. [1]. Удельные затраты электроэнергии по снижению содержания бенз(а)пирена составляли 0,5 кВт/ч на 1 гр. уничтоженного бензапирена. При этом уничтожался ряд других ПАУ. Мощность электропитания установки составляла 10 кВт.

2. На Московском электродном заводе на газоходу после цеха обжигового передела при производительности газохода $2,7 \cdot 10^3$ м³/ч получено снижение концентрации бенз(а)пирена на 68 %. Мощность питания установки составляла 2 кВт. [2]

3. На стенде ВНИИГАЗа испытан макет установки очистки выбросов газопоршневого теплоагрегата, работающего на природном газе. Помимо бенз(а)пирена в пробах анализировался ряд других как тяжелых так и легких (пирен, флуорен и др.) ПАУ. Результаты испытаний приведены в таблице 1. [3]

Таблица 1.

Содержание полициклических ароматических углеводородов
в пробах отходящих газов газопоршневого теплоагрегата.

ПАУ	Концентрация ПАУ в пробе мкг/м ³				Снижение содержания ПАУ, % среднее значение
	Проба 4		проба 5		
	1	2	1	2	
Флуорен	738	84,62	>2000	н.и.	Больше 90
Бифенил	594	78,58	>2000	37,48	Больше 90
Пирен	1,08	0,164	1,05	0,119	86
Антрацен	1,8	н.и.	7,33	н.и.	Больше 90
Бенз[а]пирен	0,355	0,144	1,785	0,109	60
Бенз[б]флуорантен	7,3	11,487	44	н.и.	Больше 70
Дибенз[а, h]антрацен	0,03	н.и.	105,6	8,11	Больше 90
Дибенз[а, i]пирен	н.и.	н.и.	68,84	6,61	90

н.и. – не идентифицировано, 1 - до установки очистки, 2 - после установки очистки.

На выходе установки очистки в выбросах теплоагрегата наблюдался рост концентрации молекул NO₂ на величину ~ 170 мг/м³ и это можно объяснить окислением молекул NO только частично, поскольку сумма концентраций молекул NO₂ (96 мг/м³) + NO(4135 мг/м³) (начальные значения) также увеличивалась на выходе установки на величину 135 мг/м³. Полученные результаты также трудно объяснить наработкой молекул NO в фотохимических реакциях, связанных с диссоциацией молекул азотистой кислоты, а так же наработкой пероксидных радикалов HO₂ (окислитель NO), образующихся при диссоциации формальдегида [4]. Содержание формальдегида в выбросах теплоагрегата 10-20 мг/м³, а кислотность выбросов низкая.

Рост концентрации NO₂ можно объяснить денитрацией (фотодиссоциация с отщеплением NO₂) ряда нитросоединений, включая нитроПАУ. Концентрация нитрофлуоренов и нитробифенилов в выбросах газопоршневого теплоагрегата достигает нескольких мг/м³ каждого компонента. Согласно литературным данным ряд нитроПАУ разлагается под действием излучения солнечного спектра. Результаты по денитрации 1-нитропирена излучением солнечного спектра приведены в раб. [5].

Если лёгкие ПАУ обладают слабой токсичностью, то часть соответствующих им нитроПАУ являются прямыми мутагенами и по этому параметру некоторые из них превосходят Б(а)П на порядок (например 1.8/1.6 – динитропирены [6]). В продуктах сгорания топлива дизельных двигателей концентрация 1.8/1.6 – динитропиренов достигает 1,5 мкг/м³ [7] а концентрация пирена в выбросах дизельных двигателей 30-100 мкг/м³ [8]. Соотношение концентраций 1.8/1.6–динитропиренов к пирену оценочно составляет 1: 40.

В газовых выбросах некоторых технологических циклов металлургических цехов присутствуют значительные концентрации лёгких ПАУ. Например, в анодных газах электролизёров с анодами Содерберга с верхним токоподводом концентрация пирена составляет более 6 мг/м³ (в 60 раз больше, чем в выбросах двигателей), столько же флуорантена [9]. В горелках для сжигания анодных выбросов существуют условия для образования нитроПАУ. На выходе горелок присутствуют окислы азота с концентрацией 30 мг/м³ [9], образующиеся, вероятно, из связанного азота, заключённого в компонентах алюминиевого сырья и анода. Лёгкие ПАУ, так же как и нитроПАУ (нитрофлуорены, нитропирены и др.), из которых они образуются, имеют достаточно высокое давление насыщенных паров при температурах газохода и с помощью существующих установок мокрой и сухой (адсорбент – мелкодисперсный Al₂O₃) газоочисток могут не подвергаться очистке. В работе [9] такие данные приведены для лёгких ПАУ (пирен, флуорантен и др. не подвергаются очистке), а для нитроПАУ такие данные можно оценить, сопоставляя давления насыщенных паров по отдельным компонентам нитроПАУ [10] и лёгких ПАУ, степень очистки от которых известна. Оценка показывает, что 1.8/1.6 – динитропирены могут подвергаться очистке с помощью сухой адсорбционной газоочистки не более чем на 50%.

За рубежом вводятся ограничения на величину выбросов автомобилей по токсичным ПАУ, включая нитросоединения. Очевидно, что такие же ограничения будут вводиться и для промышленных выбросов. Поэтому современные технологии газоочисток должны разрабатываться с учётом снижения в выбросах содержания нитроПАУ и лёгких ПАУ.

На Волгоградском алюминиевом заводе (компания ОАО «СУАЛ») в промышленной эксплуатации в настоящее время находятся 3 установки очистки, каждая из которых состоит из 3-х однотипных модулей.

Общий вид установки приведен на рисунке 1.



Рис. № 1. Общий вид установки.

Модули каждой установки расположены последовательно один за другим на горизонтальном или наклонном прямолинейных участках газоходов. Расстояние между модулями составляет 2 метра. Каждая установка смонтирована после мокрого скруббера перед выходной заводской трубой. Установки были запущены в эксплуатацию последовательно в 2005, 2006, 2007 годах.

На рисунке 2 приведена фотография модуля установки, размещённой в сборочном цеху:

Состав модуля установки очистки.

Таблица 2.

№ п/п	Наименование	Количество шт.	Габариты	Вес кг.
1	Рабочая камера с излучателем и блоком моторредуктора	1	630'440'370	40
2	Блок управления	1	650'500'170	15
3	Блок питания (ПРА)	1	300'200'150	25
4	Вентилятор обдува окна	1	600'500'500	22
5	Воздушный теплообменник	1	624'344'692	25
6	Монтажный шкаф	1	1700'900'500	50



Рис. №2. Модуль установки на сборочном участке.



Рис. №3. Рабочая камера.

Излучатель формирует рабочее излучение вдоль газового потока внутри газохода. Камера 1 устанавливается на фланец газохода. На рисунке 3 приведён внешний вид рабочей камеры со стороны выводного окна. Внутри камеры установлены отражатель и лампа. Внешняя поверхность выводного окна, которая находится в контакте с выбросами в газоходе, имеет защиту от пыли и загрязнения в виде щётки, работающей в автоматическом режиме и постоянно обдувается воздухом от наружного вентилятора 4, соединённого с рабочей камерой воздухопроводом. Охлаждение рабочей камеры проводится через воздушный теплообменник 5 с принудительной циркуляцией воздуха по замкнутому контуру. Внутренний объём рабочей камеры связан с теплообменником двумя воздухопроводами. Теплообменник, блок управления, блок питания лампы размещены в монтажном шкафу.

Технические параметры трёхмодульной установки:

1) Потребляемая электрическая энергия установки.....	8 кВт/ч
2) Удельный расход электроэнергии на уничтожение бенз(а)пирена (при этом уничтожается ряд других ПАУ)	до 0,1кВтч/1гр Б(а)П
3) Степень очистки выбросов от Б(а)П Среднее значение.....	60 %
4) Максимальное значение.....	85%
5) Скорость потока в газоходе	15 м/с.
6) Диаметр газохода.....	1,1 м
7) Производительность газохода.....	50x10 ³ м ³ /ч

Степень очистки выбросов по бенз(а)пирену можно увеличить, добавив число модулей в установку очистки, а так же увеличив диаметр газохода (уменьшив скорости газопотока) в месте монтажа установки.

Регламентное обслуживание:

1. Замена лампы излучателя	1 раз в 4 -5 месяцев
2. Очистка выводного окна.....	1 раз в 0.5-2 месяца в зависимости от типа выбросов
3. Замена щетки очистки выводного окна.....	1 раз в 2 месяца

Предложения по внедрению.

Установки газоочистки от Б(а)П и других ПАУ работают на открытых площадках под навесом и их внедрение не требует капитальных затрат, а стоимость уничтожения Б(а)П определяется в основном энергозатратами при эксплуатации.

Затраты на эксплуатацию трёхмодульной установки в год110000 рублей.

Установка уничтожает за год Б(а)П.....~ 400 кг.

При этом уничтожается ряд других ПАУ, включая лёгкие ПАУ.

Документация на установку УФО ПАУ-0.2:

Разрешение Ростехнадзора на применение в металлургии и коксохимии № РРС 00 – 23736.

ТУ 4151-001-31956620-2006.

Паспорт КГН 632639 105 ПС.

Техническое описание и Инструкция по эксплуатации КГН632639.105 ТО и ИЭ.

Сертификат соответствия № РОСС RU АИЗ6ВО7644.

Санитарно-эпидемиологическое заключение № 347703415.П.002771.06.06.

Способ очистки и конструкция установки запатентованы в РФ.

Установка очистки рекомендуется для снижения содержания Б(а)П в выбросах следующих производств:

Заводы по производству первичного алюминия.

Очистка выбросов:

- После мокрых скрубберов.
- После горелок для сжигания анодных газов перед скруббером или установкой сухой газоочистки.
- Цеха обжига анодов (анодной массы).

Коксо-химическое производство.

Очистка выбросов от следующих технологических агрегатов:

- Кубы реакторы пекоподготовительного отделения коксохимических заводов.
- установка разлива смолы в смологонных цехах коксохимических заводов.
- Стояки коксовых и пекококсовых печей коксохимических заводов.

Электродные заводы.

- Очистка выбросов цехов обжига и графитации изделий.

Комбинаты чёрной металлургии.

Очистка выбросов:

- Участка термической обработки смололомитовых огнеупоров.
- Участка подготовки изложниц.

Нефтеперерабатывающие и нефтехимические комбинаты.

Очистка выбросов от следующих технологических процессов:

- Установка замедленного коксования.
- Окислительные колонны производства битумов.

В указанных процессах выделяются так же значительные количества сероводорода, меркаптанов, которые могут уничтожаться по предлагаемой технологии с внесением изменений в конструкцию установки.

Очистка фонарных выбросов металлургических цехов.

Известно, что 95% всех выбросов по Б(а)П на алюминиевых заводах, металлургических комбинатах (мартеновские печи) осуществляется через аэрационные фонари.

Поскольку предлагаемая нами установка работает по принципу объёмно - пространственного инициирования реакций с помощью направленного излучения, данная технология газоочистки может быть использована для снижения содержания Б(а)П в фонарных выбросах. В этом случае эффективность использования рабочего излучения для уничтожения Б(а)П многократно увеличивается из-за малой скорости течения промышленных выбросов через фонари (1м/с) и большого объёма облучаемого пространства. Оценочное значение удельных энергозатрат на уничтожение Б(а)П составляет ~ 0.01 кВт ч /_{1гр Б(а)П}.

1. G.N. Kashnikov, S.F. Juravljov, XX International Conference on Photochemistry, Moscow, July 30, 2001), протоколы испытаний, совместно КАЗ и НПП «Фотек», 1997г.
2. G.N. Kashnikov, S.F. Juravljov, XX International Conference on Photochemistry, Moscow, July 30, 2001), протоколы испытаний, совместно МЭЗ и НПП «Фотек», 1998 г.
3. Г.С. Аكوпова, Н.Л. Власенко, Л.В. Шарихина, Г.Н. Кашников, С.Ф. Журавлёв Газовая промышленность № 03/615/2008 стр. 76-79
4. Х. Окабе «Фотохимия малых молекул» М., Мир, 1983 стр.389-399
- 5 Atmospheric Environment V.19 № 7 p. 1169-1174, 1985.
- 6 Klopman G, Tonucci DA, Holloway M & Rosenkranz HS (1984) Relationship between polarographic reduction potential and mutagenicity of nitroarenes. Mutat Res, **126**: 139–144.
- 7 Johnson JH, Bagley ST, Gratz LD & Leddy DG (1994) A review of diesel particulate control technology and emissions effects — 1992 Horning memorial lecture. Warrendale, Pennsylvania, Society of Automotive Engineers (SAE Paper [SP-1020] 940233).
- 8 Л.В. Кривошеева И.А. Хитрово Н.П. Щербак Ю.Н. Жарченков А.И. Мишин и др., журнал «Нефтехимия», 2003 т.43. №2, стр.155-161
- 9 Б.П. Куликов, С.П. Истомина «Переработка отходов алюминиевого производства», Красноярск, типография ООО «Классик Центр» 2004 .
- 10 Yaffe D., Cohen Y., Arey J. & Grosovsky A. (2001) Multimedia analysis of PAHs and nitro-PAH daughter products in the Los Angeles basin. Risk Anal, 21(2): 275–294. (sec 2).

**Природные марганцевые материалы для очистки газов от сероводорода,
(ФГУП «ВИМС», Россия).**

ФГУП «ВИМС», Крылов И.О., Луговская И.Г.

Окружающая среда интенсивно загрязняется в результате деятельности человека. Немало проблем связано с работой промышленных предприятий, электростанций, транспорта. Решить эти проблемы возможно при использовании дешевых, экологически безопасных природных минеральных сорбентов, которые характеризуются доступностью получения и крупными ресурсами в недрах. К числу подобных материалов могут быть отнесены такие природные сорбенты, как углеродсодержащие шунгитовые породы Карелии, а также континентальные марганцевые и океанические железомарганцевые руды, уникальные технологические свойства которых обусловлены специфическими особенностями их состава и строения.

Использование опыта накопленного в области исследования минерального сырья и его технологических свойств, а также современной приборной базы позволило сотрудникам ФГУП «ВИМС» разработать и успешно применять комплекс минералого-аналитических методов, включающий оптико-минералогический, оптико-петрографический, рентгенографический, рентгенотомографический, электронно-микроскопический, термический, ИК-спектроскопический и химический анализы для изучения вещественного состава и влияния его на физико-химические свойства минеральных сорбционных и каталитических материалов.

Перспективным минеральным сырьем способным решить одну из важнейших проблем металлургических производств – очистку газовых выбросов от соединений серы являются природные марганцевые и железомарганцевые соединения. В 2004 - 2005 гг. в ФГУП «ВИМС» выполнялись экспериментальные работы, посвященные решению проблемы удаления из газовых смесей примеси сероводорода при высоких температурах (400-650° С) с применением поглотителей на основе природного сырья.

В качестве объектов исследования использованы океанических железомарганцевые и континентальные марганцевые руды. Очистка газов при высоких температурах от H₂S поглотителями в виде оксидов металлов основана на способности H₂S при нагревании взаимодействовать с большинством металлов и их оксидов с образованием сульфидов. Океанические руды были представлены глубоководными железомарганцевыми конкрециями и кобальтоносными железомарганцевыми корками Тихого океана, имеющими полиминеральный состав основу которого составляли оксиды и гидроксиды марганца и железа, а также обладающие высокой пористостью и удельной поверхностью (до 300 м²/г). Среди континентальных марганцевых руд выбирались объекты преимущественно оксидного состава с различным содержанием марганца.

Научные разработки, выполненные во ФГУП «ВИМС», легли в основу, проведенных в 2006 г. сотрудниками Всероссийского теплотехнического института (ОАО ВТИ), стендовых испытаний сорбционных свойств океанических железомарганцевых образований и континентальных марганцевых руд.

В результате проведенных испытаний было установлено, что степень очистки от H₂S составила для континентальной марганцевой руды 88,0-95,5%, для океанических руд – 92,8-98,5%. Концентрация H₂S за слоем сорбента составляла в указанных условиях 110-200 мг/нм³. Такая величина соответствует выбросам диоксида серы с продуктами сжигания генераторного газа – 0,016-0,028 г/МДж, что более чем в 10 раз ниже норматива для твердого топлива.

Проведенные на специально созданной укрупненной экспериментальной установке испытания поглотительной способности океанических железомарганцевых и континентальных марганцевых руд подтвердили их высокую эффективность к поглощению сероводорода при высоких температурах, что позволило рекомендовать их к использованию в процессах очистки газовых выбросов от сероводорода.

Перспективные технологии очистки коксового газа от сероводорода, цианистого водорода и аммиака для российских предприятий, (ФГУП «ВУХИН», Россия).

ФГУП «Восточный научно-исследовательский углехимический институт», Назаров В.Г.

Уникально низкое содержание серы и повышенное содержание азота в угольных шихтах отечественных коксохимических предприятий являются причиной необычного состава примесей в прямом коксовом газе по сравнению с зарубежными предприятиями (табл. 1). Это необходимо учитывать при оценке перспективности зарубежных технологий для условий российских предприятий, а также принимать во внимание при разработке концепции экологической модернизации коксохимических производств.

Таблица 1

**Сопоставление содержания примесей в неочищенном коксовом газе
зарубежных и российских предприятий**

Страна	Примеси в газе, г/нм ³		
	аммиак	сероводород	цианистый водород
Европа Украина	8 – 10	10 – 15	1,2 – 1,5
Северная Америка, США, Канада	8 – 10	8 – 13	1,0 – 1,4
Япония Казахстан	8 - 10	5 – 6	1,1 – 1,4
Российская Федерация	10 - 12	2,5 – 3,5	1,5 – 2,5

В настоящее время в связи с низким исходным серосодержанием является экологически неэффективной очистка коксового газа от сероводорода на коксохимических заводах даже при их расположении в российских промышленных городах с сильно загрязненной атмосферой.

Вместе с тем, по международным экологическим стандартам коксовый газ необходимо очищать от сероводорода до 0,5 г/м³. Это требование для модернизированных и новых предприятий также внесено в правила безопасности коксохимических производств России. Можно предположить, что вступление России в ВТО, торговля коксом, металлом со странами Европы потребуют соблюдения международных стандартов по экологии и сооружения на отечественных предприятиях сероочисток коксового газа.

По-видимому, как и в других странах с развитой коксохимической промышленностью, на российских предприятиях будет расширяться внедрение совершенных технологий очистки коксового газа без получения сульфата аммония. Этот продукт уже более четверти века утратил свое значение на рынке. Сульфатные отделения не соответствуют современному техническому уровню и модернизации не подлежат.

В направлении создания технологии комплексной обработки газа для условий российских предприятий выполнены многолетние промышленные исследования на Кемеровском коксохимическом заводе авторским коллективом ВУХИН и Завода в содружестве.

Полный текст доклада представлен на CD, а также в материалах Металлургической конференции «МЕТАЛЛУРГИЯ-ИНТЕХЭКО-2008», проведенной 25-26 марта 2008 г. (см. www.intecheco.ru)

Раздел №2 Высокоэффективное вспомогательное оборудование газоочистных сооружений.

Тягодутьевые машины СИБЭНЕРГОМАШ, (ПК «Сибэнергомаш», Россия).

*ПК «Сибэнергомаш», Группа компаний «Энергомаш»,
Лосев Степан Борисович, Главный конструктор КТО*

Производственный комплекс «Сибэнергомаш», входящий в группу предприятий «Энергомаш», выпускает широкую номенклатуру оборудования и исторически является ведущим предприятием России, специализирующимся в области разработки и изготовления тягодутьевых машин для энергетики, металлургии, химии, производства строительных материалов и других отраслей промышленности, а также паровых и водогрейных котлов для энергетики, обеспечивающих сжигание любых видов топлива.

Начало истории предприятия было положено в 1942 году, когда на базе эвакуированного из Ленинграда Невского машиностроительного завода был образован «Барнаульский котельный завод», получивший впоследствии наименование «Сибэнергомаш».

«Энергомаш» - крупнейшая группа предприятий энергетического машиностроения России, которая работает в реальном секторе экономики и является одним из лидеров отечественного машиностроения. На сегодняшний день группа компаний «Энергомаш» включает в себя:

- крупные промышленные предприятия энергомашинностроительного комплекса России (изготовление и поставка оборудования для нефтегазового комплекса, металлургии, тяжелого машиностроения и транспорта; производство котельного оборудования, оборудования для ТЭЦ и АЭС, турбин, турбогенераторов, вспомогательного энергетического оборудования; производство металлоконструкций и трубопроводов; производство электротехнического оборудования);

- инженерные центры в Барнауле, Белгороде, Волгодонске, Екатеринбурге, Санкт-Петербурге, Сысерти и Чехове.

- масштабный проект по строительству малых газотурбинных теплоэлектроцентралей в регионах России - ОАО «ГТ ТЭЦ Энерго».

На предприятиях группы работает более 12000 человек. Из них порядка 35% составляют инженерно-технические работники с высоким уровнем профессиональной подготовки. Кадровое пополнение инженерных служб происходит за счет привлечения лучших выпускников ведущих технических вузов России, таких как Московский государственный технический университет (МГТУ), Уральский политехнический институт (УПИ), Омский государственный технический университет (ОмГТУ), Томский политехнический университет (ТПУ), Алтайский государственный технический университет (АлтГТУ), Самарский государственный технический университет (СамГТУ).

Являясь основным поставщиком тягодутьевых машин (ТДМ) на российский рынок, «Сибэнергомаш» занимает на нем лидирующее положение по показателям технического уровня и качества этого энергоемкого оборудования.

Завод эвакуирован во время Второй мировой войны в 1942 году из Ленинграда. Спустя два года начался выпуск непосредственно тягодутьевых машин как вспомогательного оборудования к энергетическим котлам.

В настоящее время направление ТДМ не связано напрямую с производством котельного оборудования, так как потребителями продукции являются практически все отрасли промышленности, при этом энергетика по-прежнему остается одним из основных заказчиков – около 25% товарного выпуска.

Качество продукции «Сибэнергомаш» гарантируется накопленным бесценным опытом, современными техническими решениями и материалами, действующей на предприятии системой качества, имеющей сертификат системы TUV на соответствие требованиям международным стандартам серии EN ISO 9001.

География поставок ТДМ, произведенных на «Сибэнергомаш», помимо России и стран СНГ, охватывает страны Восточной Европы, Африки, Ближнего Востока, Центральной и Юго-Восточной Азии.

За время работы на рынке энергетического оборудования, а это порядка 50 лет, предприятием изготовлено и поставлено уже свыше 45000 тягодутьевых машин.

В номенклатуре «Сибэнергомаш» имеется более 150 типов ТДМ для самого различного применения с диаметрами рабочих колес от 1250 до 4300 мм и мощностью от 75 до 5600 кВт.

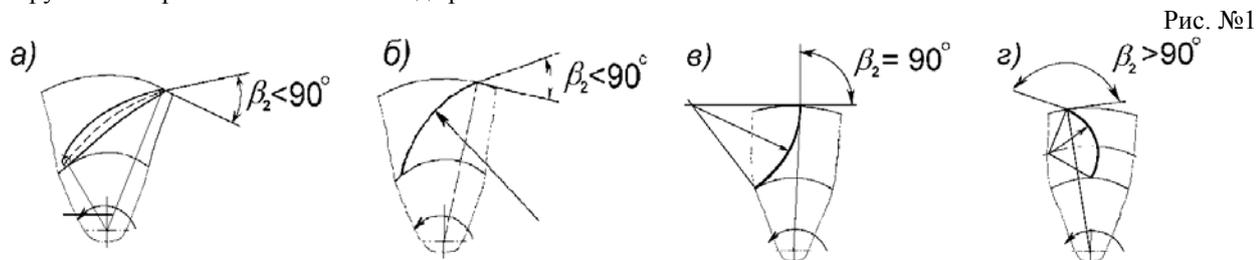
По назначению ТДМ подразделяются на вентиляторы (подача воздуха, в том числе запыленного) и дымососы (перемещение продуктов сгорания). По своему конструктивному исполнению ТДМ «Сибэнергомаш» изготавливаются осевыми и радиальными (центробежными). Центробежные ТДМ подразделяются на машины одностороннего и двухстороннего всасывания, имеющих в 1,8–1,9 раза большую производительность. Осевые ТДМ нашего производства представлены двухступенчатыми дымососами и дутьевыми вентиляторами с диаметрами рабочих колес от 2850 до 4300 мм. Основное применение эти машины находят в энергетике.

Вентиляторы осевые двухступенчатые типа ВДОД и ВДОД-С предназначены для подачи воздуха в топку стационарных паровых котлов паропроизводительностью 1650 т/ч (ВДОД-31,5С) и 2650 т/ч (ВДОД-

41-500-1) для энергоблоков единичной мощностью 500 МВт и 800 МВт. Максимально допустимая температура перемещаемых дымовых газов на входе в дымососы не должна превышать $+100^{\circ}\text{C}$.

Осевые двухступенчатые дымососы типа ДОД предназначены для отсасывания дымовых газов из топок паровых стационарных котлов паропроизводительностью 640...2650 т/ч для энергоблоков мощностью 200, 300, 500 и 800 МВт при остаточной запыленности дымовых газов не более $0,5 \text{ г/м}^3$. Максимально допустимая температура перемещаемых дымовых газов на входе в дымососы не должна превышать $+200^{\circ}\text{C}$.

Основное различие центробежных ТДМ по типу лопаток рабочих колес обусловлено назначением машин и условиями их работы. Первое, на что следует обратить внимание, – это зависимость от формы лопаток развиваемого вентилятором или дымососом максимального давления при совпадающих значениях окружной скорости на внешнем ободе рабочего колеса.



Типы лопаток рабочих колес центробежных ТДМ:

а) – профилированные назад загнутые; б) – листовые назад загнутые; в) – листовые радиально оканчивающиеся; г) – листовые вперед загнутые.

В ходе модернизации газоочистных установок с увеличением сопротивления тракта особенно актуальной становится проблема недостатка полного давления, развиваемого уже установленными ранее ТДМ. «Сибэнергомаш» имеет опыт решения таких задач и готов осуществить необходимые работы по замене эксплуатируемых машин, причем зачастую достаточно не замены, а модернизации имеющихся у предприятия ТДМ. Например, в современных условиях рекомендуется замена дымососов типа Д и Дх2 на новые высокоэкономичные дымососы ДНх2С, что позволит экономить несколько миллионов рублей в год на одном дымососе. Выполнение этих задач обеспечивают запатентованные разработки геометрии лопаток радиальных рабочих колес, отличающиеся от традиционно применяемых лопаток.

Центробежные дымососы и вентиляторы выполняются в самых различных исполнениях и в зависимости от назначения подразделяются на следующие основные виды:

- основные дымососы, предназначенные для перемещения дымовых газов при температуре до $200\text{--}250^{\circ}\text{C}$;
- дутьевые вентиляторы, предназначенные для перемещения чистого воздуха при температуре до 100°C ;
- вентиляторы горячего дутья и дымососы рециркуляции, предназначенные для перемещения горячего воздуха или дымовых газов при температуре до 400°C ;
- мельничные вентиляторы, работающие при температуре до 200°C в системах приготовления и подачи угольной пыли в топку котлов;
- вентиляторы и дымососы специального назначения (в том числе – коррозионностойкие), предназначенные для использования в технологических линиях промышленных предприятий в диапазоне температур $20\text{...}400^{\circ}\text{C}$.

Центробежные дымососы двухстороннего всасывания типа ДНх2 предназначены для отсасывания дымовых газов из топок паровых стационарных котлов паропроизводительностью до 480 т/ч при остаточной запыленности дымовых газов не более 2 г/м^3 . Допускается применение дымососов в технологических установках для перемещения неагрессивных газов с запыленностью твердыми частицами не более 2 г/м^3 , по абразивности и склонности к налипанию не отличающимися от золы дымовых газов. Максимально допустимая температура перемещаемых дымовых газов на входе в дымососы не должна превышать $+250^{\circ}\text{C}$.

Высоконапорные центробежные дымососы одностороннего и двухстороннего всасывания типа ДН-Ф и ДНх2Ф предназначены для отсасывания дымовых газов из топок паровых стационарных котлов паропроизводительностью до 480 т/ч с повышенным сопротивлением дымового тракта и применения в технологических установках для перемещения неагрессивных газов с запыленностью твердыми частицами не более 2 г/м^3 , по абразивности не отличающимися от золы дымовых газов. Рекомендуется применение дымососов типа ДН-Ф и ДНх2Ф взамен других типов ТДМ для перемещения сред, содержащих примеси, склонные к налипанию на лопатки рабочих колес. Максимально допустимая температура перемещаемых дымовых газов на входе в дымососы не должна превышать $+250^{\circ}\text{C}$.

Высоконапорные центробежные дымососы одностороннего и двухстороннего всасывания типа Д и Дх2 предназначены для отсасывания дымовых газов из топок паровых стационарных котлов паропроизводительностью до 640 т/ч и применения в технологических установках для перемещения неагрессивных газов с запыленностью твердыми частицами не более 2 г/м^3 , по абразивности не отличающимися от золы дымовых газов. Максимально допустимая температура перемещаемых дымовых газов на входе в дымососы не должна превышать $+250^{\circ}\text{C}$.

Центробежные вентиляторы двухстороннего всасывания типа ВДНх2 предназначены для подачи воздуха в топку стационарных паровых котлов паропроизводительностью от 500 до 2650 т/ч. Допускается

применение вентиляторов в технологических установках для перемещения чистого воздуха. Максимально допустимая температура воздуха на входе в вентиляторы не должна превышать +100°C.

Вентиляторы горячего дутья и дымососы рециркуляции используются в системах сушки и приготовления топлива, в системах рециркуляции дымовых газов в котельных агрегатах, в технологических линиях металлургических и других производств. Максимальная температура среды на входе в вентиляторы горячего дутья и дымососы рециркуляции не должна превышать 400°C. Исключение составляют: ВГД-22SD – $t_{\max} = 250^\circ\text{C}$; ДРГ-19,5 и ДРГ-19,5Ф – $t_{\max} = 420^\circ\text{C}$.

Мельничные вентиляторы одностороннего всасывания типа ВМ, ВМ-Дл, ВМ-І и ВВСМ предназначены для пневматической транспортировки угольной пыли в системах пылеприготовления на котлах, работающих на твердом топливе. Эти вентиляторы создают высокое давление при относительно небольшой производительности и подвержены интенсивному абразивному воздействию угольной пыли.

Тягодутьевые машины, выпускаемые «Сибэнергомаш», относятся к классу лопаточных машин, предназначенных для перемещения воздуха и дымовых газов в трактах котлов ТЭС и технологических установок промышленных предприятий. В активе конструкторского отдела большое количество машин специального назначения для различных отраслей промышленности: металлургии, цементной и химической промышленности, нефтегазохимии, а также все типы энергетических ТДМ для котлов производительностью от 35 тонн пара/ч и выше, включая комплекты ТДМ для энергоблоков с единичной мощностью 200, 300, 500, 800 и 1200 МВт.

В широкой номенклатуре «Сибэнергомаш» существует целый ряд специальных ТДМ, отвечающих специфическим условиям установок металлургии, энергетики, химической промышленности и производства строительных материалов: дымосос Д-27,5х2К – для отсоса газов от укрытий желобов чугуна и шлака литейного двора доменной печи; дымосос ДЦ-25х2К – для установки к печному агрегату производства цементного клинкера по сухому способу; дымососы ДЦ-32,5х2К и ДРЦ-21х2К – для отсоса отходящих газов из вращающихся печей производства цементного клинкера; дымосос ДА-20х2УК – для отсоса запыленных дымовых газов от вращающихся печей алюминиевой промышленности и для охлаждения агломерата в чаевых охладителях аглофабрик; дымосос ДН-19БКНЖ – центробежный одностороннего всасывания, предназначен для отсоса агрессивных газов в установках черной и цветной металлургии; и другие агрегаты, всю необходимую информацию по которым можно получить у представителей завода.

За последние два года в ОАО «Новолипецкий металлургический комбинат» было поставлено 26 машин, ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат» – 16 машин, ОАО «Казцинк» – 10 машин, ОАО «Северсталь» – 8 машин, ОАО «Лебединский ГОК» – 5 машин, государственные районные электростанции (ГРЭС) – 3 машины, территориальные генерирующие компании – 5 машин.

Конструкторы инженерного центра осуществляют полный цикл разработки ТДМ, включая исследования в области аэродинамики, акустики и конструктивной прочности. При разработке новых машин обеспечивается полное выполнение требований по надежности и долговечности ТДМ, включая стойкость конструкции к коррозионному и абразивному износу и противодействие образованию отложений пыли в проточной части. Каждая разработка выполняется с помощью новейших САД- и САЕ-систем (Computer-Aided Design, Computer-Aided Engineering).

По наиболее важному из показателей – экономичности (КПД) – ТДМ нашего производства соответствуют лучшим образцам мирового вентиляторостроения. КПД тягодутьевых машин (всей проточной части, включая рабочее колесо) производства «Сибэнергомаш» доходят до 89%.

При подборе тягодутьевых машин под параметры задания «Сибэнергомаш» не ограничивается номенклатурой серийной продукции, предоставляя нашим заказчикам возможность получить оборудование, выполненное по индивидуальному заказу, максимально адаптированное к условиям эксплуатации и способствующее достижению высокой экономической эффективности производства. Оптимизация параметров ТДМ и адаптация их к заданным условиям эксплуатации в каждом конкретном случае производится на основе технических и экономических критериев с учетом особенностей взаимодействия всех элементов в производственном процессе. Исходя из этих условий, мы можем предложить нашим потребителям новые тягодутьевые машины с улучшенными технико-экономическими показателями. Применение этих машин позволяет:

- ◆ снизить затраты электроэнергии на привод;
- ◆ повысить стойкость к абразивному или коррозионному износу;
- ◆ уменьшить вероятность отложений перемещаемых воздушным или газовым потоком веществ в проточной части.

Принятая в «Сибэнергомаш» технология изготовления ТДМ предусматривает точный раскрой заготовок, холодную и горячую штамповку элементов проточной части, применение специальных приспособлений при сборке и сварке. В производстве тягодутьевых машин имеется целый комплекс оборудования, включающего машины плазменной резки, металлорежущие станки с числовым программным управлением и свыше 800 единиц штамповой оснастки. Все машины, включая самые крупные из выпускаемых типоразмеров, проходят статическую и динамическую балансировку на специальных балансировочных станках. В процессе производства предусмотрен ряд контрольных операций, включающих обязательный входной контроль поступающих материалов и комплектующих изделий и неразрушающий контроль сварных соединений. На заключительном этапе каждая из выпускаемых тягодутьевых машин

проходит приемо-сдаточные испытания, в процессе которых осуществляется контроль вибрационного и теплового состояния подшипниковых узлов ходовой части при максимальной частоте вращения ротора.

В настоящее время все ТДМ производства «Сибэнергомаш» комплектуются импортными подшипниковыми узлами шведского производства. При этом в абсолютном большинстве ТДМ применяется консистентная смазка подшипников, не требующая подвода охлаждающей воды, что экономит значительные средства при эксплуатации. Ресурс подшипниковых узлов при этом вырос и составляет не менее 200 тысяч часов.

Прошла переработку конструкция осевых направляющих аппаратов (ОНА) – теперь вращение на лопатки ОНА передается через шарнирные соединения. Использование шарнирных головок и сухих подшипников скольжения позволяет исключить заклинивание ОНА в процессе длительной работы.

Для обеспечения надежной работы ТДМ в процессе эксплуатации важно не только качество изготовленного вентилятора или дымососа, но и то, насколько проведенный монтаж соответствует требованиям завода-изготовителя к монтажу оборудования. Как показывает практика, зачастую экономия на квалифицированном монтаже приводит к последующим, во много раз превосходящим эту экономию, расходам на ремонт или, в худшем случае, замену оборудования. Во избежание этой проблемы «Сибэнергомаш» предлагает два варианта действий. Первый вариант – это приглашение представителя завода-изготовителя для контроля над процессом приемки, монтажа и пуска в эксплуатацию ТДМ. Услугу проведения шеф-монтажа предлагает для своих клиентов «Сибэнергомаш». Для гарантии надежной эксплуатации центробежных ТДМ одностороннего всасывания существует альтернативное шеф-монтажу решение. Для исключения сборки, выставления с заданной соосностью ходовой части ТДМ и двигателя с проведением целой серии замеров рекомендуется применение центробежных машин одностороннего всасывания, выполненных на одном основании и поставленных на площадку монтажа в таком состоянии с завода-изготовителя. Применение этого решения экономит столь драгоценное время на монтаже и экономит средства на заказ услуг шеф-инженера.

По желанию заказчика в комплект поставки ТДМ «Сибэнергомаш» могут быть включены датчики контроля температуры и вибрации для включения в состав АСУ ТП технологической линии. Кроме того, в комплект поставки может входить исполнительный механизм направляющего аппарата, устройство плавного пуска или частотный преобразователь, запасные части на оговоренный период эксплуатации и другие опции.

На российском рынке ТДМ появился ряд предприятий, привлеченных сравнительно высокой ликвидностью этих машин и копирующих продукцию, разработанную в «Сибэнергомаш», используя принятые ранее обозначения. Так как подавляющее большинство из этих предприятий не имеет необходимого опыта в области разработки и изготовления ТДМ, выпускаемая ими продукция обычно не отвечает даже элементарным требованиям к точности и качеству изготовления аэродинамических конструкций, обладая зачастую лишь внешним сходством с оригиналом. Знакомство с продукцией этих предприятий обнаруживает, что при изготовлении элементов проточной части и сборке машин на подавляющем их большинстве допускаются значительные конструктивные и производственные отклонения, свидетельствующие о применении упрощенной технологии, не предусматривающей наличия необходимого оборудования и специальной оснастки. Анализ этих отклонений и испытания некоторых машин показывают, что все упомянутые выше примеры снижения КПД и других параметров имеют место. Фактические характеристики таких машин являются непредсказуемыми и даже могут быть ниже 30% от проектных.

Потребителям тягодутьевых машин необходимо учитывать, что эксплуатация этого энергоемкого оборудования, закупленного у поставщика, не имеющего достаточной квалификации и опыта для его изготовления, неминуемо приведет к повышенным энергетическим затратам. Так, например, при снижении КПД вентилятора или дымососа в пределах 3–4% реальные потери электроэнергии на их привод могут составлять до 350 кВт/ч в год на один киловатт потребляемой мощности. Более высокие потери ожидают потребителей, если сопровождающее снижение КПД падение развиваемого давления и производительности приведет к снижению мощности основного оборудования, обслуживаемого тягодутьевой установкой. Учитывая эти потери, а также сравнительно длительный срок службы тягодутьевых машин и постоянный рост тарифов на электроэнергию, можно достаточно точно оценить, к каким в конечном итоге последствиям может привести закупка этого оборудования у неквалифицированного изготовителя даже по относительно низкой цене.

«Сибэнергомаш» успешно сотрудничает с отраслевыми проектными институтами, в числе которых ОАО «Уралцветметгазоочистка», ЗАО «Спейс-Мотор», ОАО «Гипрогазоочистка», ОАО «Специальное конструкторское бюро котлостроения», ОАО «СибВАМИ», ЗАО «Финго инжиниринг», ОАО «Укрхимпроект», ЗАО «Калугин» и другие. В рамках работы над проектами этих институтов было разработано и поставлено тягодутьевое оборудование для ОАО «Челябинский электрометаллургический комбинат», ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат», ОАО «Среднеуральский медеплавильный завод», ОАО «Евроцемент», ОАО «Уралцемент», ОАО «Аммофос», ОАО «РУСАЛ» и других крупнейших промышленных предприятий.

Новые разработки тягодутьевого оборудования ЗАО «Русский вентилятор».

ЗАО «Русский вентилятор»,

Яковенко Владимир Антонович, Заместитель технического директора., к.т.н.

ЗАО «Русский вентилятор» является специализированной организацией по разработке и изготовлению тягодутьевого оборудования для паровых и водогрейных котлов ТЭЦ и установок технологической очистки газов в различных отраслях промышленности, а также лицензированного вентиляционного оборудования для атомных станций.

Основными направлениями производственной деятельности ЗАО «Русский вентилятор» являются:

- комплексная разработка и поставка вентиляционных и дымососных установок мощностью от 15 до 1600 кВт в комплекте с электроприводом и системой управления и контроля эксплуатационных параметров;
- разработка и изготовление высокоэффективных вентиляторов и дымососов для теплоэнергетики и установок газоочистки в различных отраслях промышленности, максимально адаптированных к параметрам задания и обеспечивающих минимизацию капитальных затрат и затрат на потребляемую электроэнергию;
- разработка и изготовление тягодутьевого оборудования для специальных условий эксплуатации, включающего вентиляторы и дымососы в коррозионностойком исполнении, вентиляторы и дымососы на виброосновании, вентиляторы и дымососы для использования в условиях повышенной сейсмичности;
- консультативная помощь проектным организациям на стадии предпроектных и проектных работ в оптимизации выбора тягодутьевого оборудования на заданные параметры;
- консультативная и практическая помощь промышленным предприятиям в решении технических вопросов, связанных с эксплуатацией тягодутьевого оборудования и его модернизацией;
- осуществление шеф-монтажа, пуска и наладки поставляемого оборудования.

В число деловых партнеров ЗАО «Русский вентилятор» входят следующие проектные и производственные предприятия: Санкт-Петербургский научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт «АТОМЭНЕРГОПРОЕКТ»; ОАО «Нижегородская инженеринговая компания «АТОМЭНЕРГОПРОЕКТ» ОАО «Гипргазоочистка», ЗАО «Проектгазоочистка», ОАО «ГИАП», ОАО «СибВАМИ», «НПП Днепроэнергосталь», ОАО «Гипропром», ООО «Гипрохим», ООО «ИЦ Уралцветметгазоочистка», ОАО «Гипроруда», ОАО «ПКБ Энергоцветмет», ЗАО «СибКОТЭС», ООО Концерн «РУСЭЛПРОМ», ОАО НПП «Санкт-Петербургская электротехническая компания» и др.

Технический уровень продукции нашего предприятия, подтверждается включением ЗАО «Русский вентилятор» в число поставщиков оборудования для энергоблоков атомных станций, как единственного на сегодняшний день российского предприятия, имеющего лицензию на право изготовления вентиляционного оборудования для АЭС.

Тесное сотрудничество нашего предприятия с проектными организациями позволяет еще на стадии предпроектных разработок своевременно и эффективно решать задачи комплектации вентиляционным оборудованием как вновь строящихся, так и модернизируемых технологических установок.

Так, по заданию НИИ азотной промышленности и продуктов органического синтеза (ОАО «ГИАП») и в содружестве с и ООО «ЦКТИ-Вибросейсм» в конце 2006 г. мы приступили к разработке, а в середине 2007 г. осуществили поставку комплекта полностью агрегатированных (т.е. собранных на едином постаменте в комплекте с приводным электродвигателем) коррозионностойких высокоэкономичных вентиляторов на виброосновании с диаметром рабочего колеса 1900 мм и частотой вращения 1000 об/мин, предназначенных для использования в производстве азотных удобрений на заводе «НЕОХИМ» (г. Димитровград, Болгария).

Уникальность этой разработки заключалась в том, что 6 таких вентиляторов предназначались для установки на верхней отметке грануляционной башни высотой около 70 м., расположенной в сейсмоопасном (до 9-ти баллов по шкале МСК-64) районе. В конструкции этих вентиляторов впервые в практике отечественного вентиляторостроения мы использовали малогабаритные и высокоэффективные пружинные виброизоляторы производства фирмы «GERB» (Германия).

В точки зрения повышения эксплуатационной надежности вентиляторов и дымососов перемещающих среды, содержащие пыль, склонную к налипанию на элементы проточной хотелось бы отметить разработку нового коррозионностойкого дымососа Д-15СВ, также полностью агрегатированного и установленного на виброизоляторы фирмы «GERB». Этот дымосос, предназначенный для замены дымососов ДН-17НЖ в технологических линиях грануляции на заводе минеральных удобрений Кирово-Чепетского химического комбината, может найти широкое применение в линиях газоочистки промышленных предприятий. Как известно, дымосос ДН-17НЖ, разработанный на базе аэродинамической схемы 0,55-40-Г ВНИИАМ (МО ЦКТИ), имеет рабочее колесо с назад загнутыми лопатками с углом выхода 40°. Лопатки этого типа обеспечивают высокую экономичность, однако в ряде случаев это преимущество практически полностью

ликвидируется необходимости частой остановки дымососов для очистки лопаток от налипшей на них пыли. Новый дымосос Д-15СВ имеет рабочее колесо с радиально оканчивающимися лопатками с углом выхода 90° . Лопатки подобного типа применяются на цементных дымососах ДРЦ-21х2, ДЦ-25х2, а также на вентиляторах систем газоочистки алюминиевых производств, т.е. в условиях транспортировки газов, содержащих как сухую мелкодисперсную пыль, так и влажные фракции, склонные к налипанию. Особенностью дымососа Д-15СВ является сравнительно высокий КПД (до 77%) для машин с рабочими колесами, имеющими радиально оканчивающиеся лопатки.

Одной из задач, решаемых проектными организациями при разработке и реконструкции систем газоочистки действующих производств является необходимость размещения всего комплекса газоочистного и вспомогательного оборудования в крайне ограниченном пространстве существующих производственных помещений. В связи с этим актуальной становится задача создания новых типов высокопроизводительного и высоконапорного тягодутьевого оборудования, имеющего уменьшенные габариты по сравнению с существующими серийными тягодутьевыми машинами. Дело в том, что большинство из этих машин, рассчитанных на частоту вращения 750 об/мин и используемых в настоящее время в системах газоочистки, было спроектировано в расчете на транспортировку дымовых газов из топок паровых котлов с остаточной запыленностью золой до 2 г/м^3 . Этим объясняется их сравнительная тихоходность и связанные с этим с увеличенными металлоемкостью и габаритами. Очевидно, что применение подобных машин для перемещения сред, отходящих от современных газоочистных установок, с содержанием пыли не более 20 мг/м^3 , с точки зрения сопутствующих капитальных затрат, не всегда оправдано.

В части решения этой задачи по заданию НПП «Днепроэнергосталь» ЗАО «Русский вентилятор» разработало проект и в настоящее время осуществляет подготовку производства нового дымососа Д-22х2, предназначенного для систем газоочистки металлургических предприятий. Уменьшение габаритов дымососа достигается увеличением частоты вращения ротора до 1000 об/мин и его более плотной компоновкой, по сравнению с существующими серийными машинами, в направлении оси вращения.

Данный дымосос по своим аэродинамическим характеристикам (рис. 1) несколько превышает серийный дымосос ДН-26х2Ф, при этом его габариты (рис. 2) оказываются существенно меньшими.

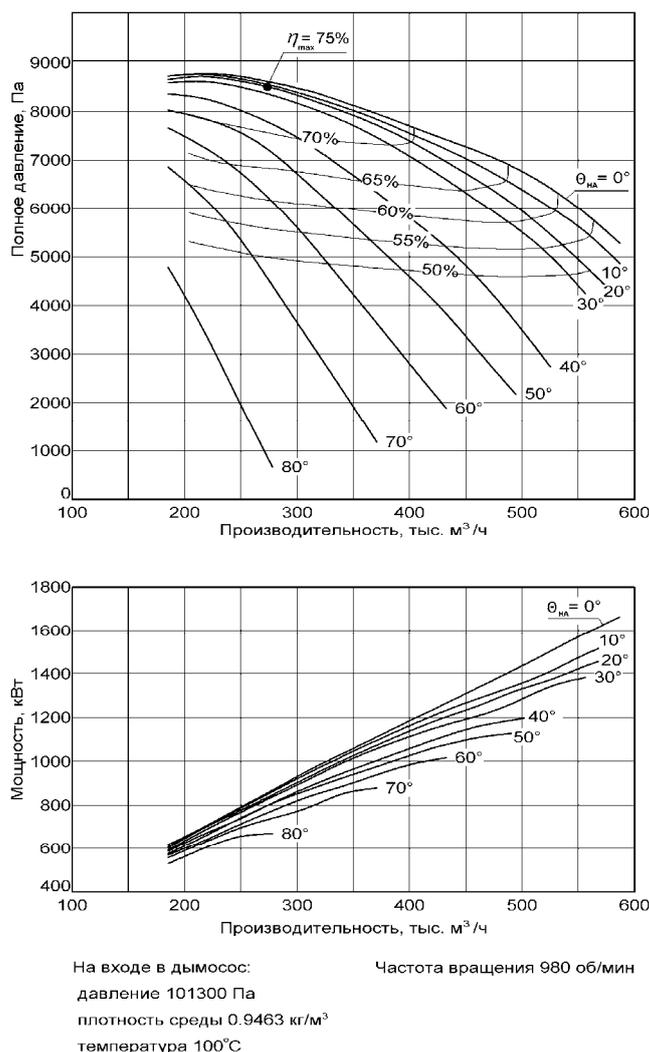


Рис. №1 – Аэродинамическая характеристика дымососа Д-22х2

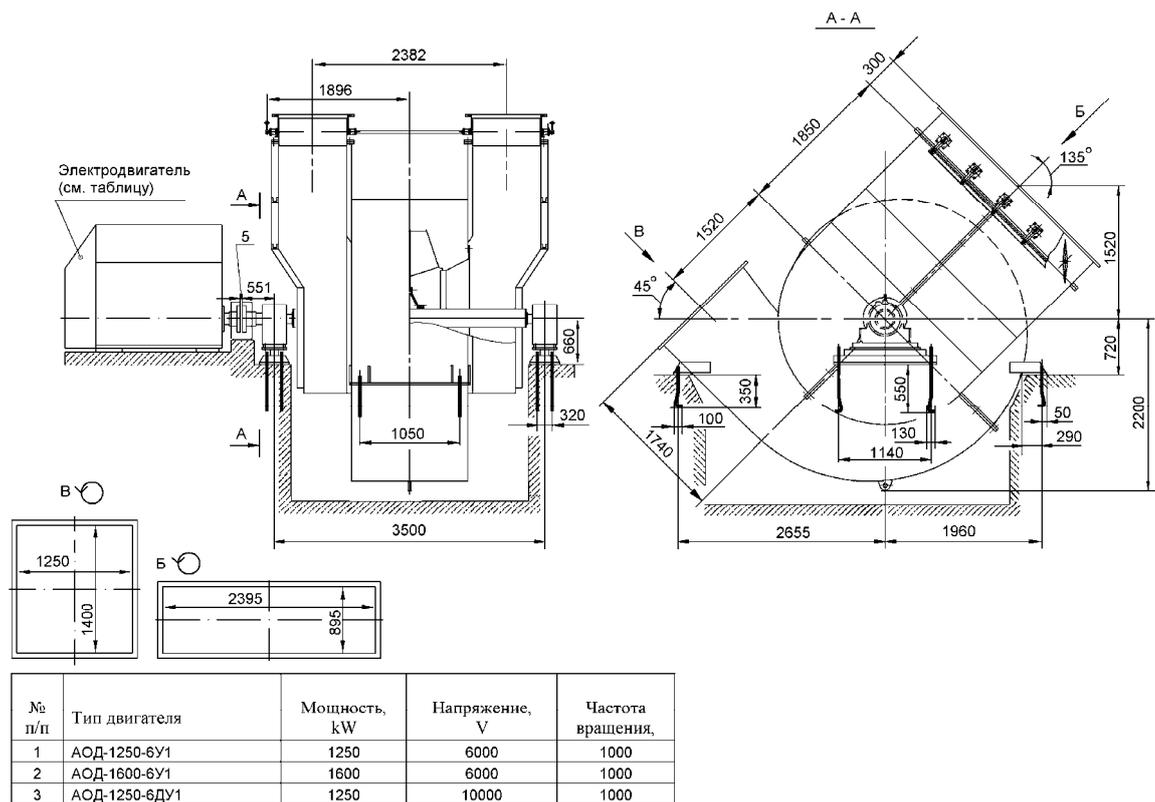


Рис. №2 – Дымосос Д-22х2 для систем газоочистки

В заключении хотелось бы коснуться такой важной темы, как обеспечение надежности и долговечности механического и электрического оборудования за счет внедрение комплексной системы управления пуском тягодутьевых машин и контроля эксплуатационных характеристик.

Осуществляемая ЗАО «Русский вентилятор» комплектная поставка тягодутьевого оборудования, по желанию потребителя, может включать в себя:

- устройство плавного пуска (УПП) или устройство частотного регулирования приводных электродвигателей (ЧРП);
- ячейки высоковольтного ввода;
- первичные датчики и вторичные приборы контроля;
- пульт управления с панелью оператора

С помощью пульта управления осуществляется:

- пуск и останов ТДМ;
- управление исполнительными механизмами, предназначенными для привода направляющих аппаратов ТДМ, с индикацией на панели оператора процента открытия от 0 до 100%.

На панель оператора выводится оперативная информация о состоянии следующих характеристик:

- ток статора электродвигателя;
- температура обмоток статора электродвигателя;
- температура подшипниковых узлов электродвигателя;
- виброскорость подшипниковых узлов электродвигателя;
- температура подшипниковых узлов ТДМ;
- виброскорость подшипниковых узлов ТДМ.

В конструкции предусмотрена защита и аварийное отключение двигателей при превышении допустимых величин по эксплуатационным характеристикам с предварительной сигнализацией о приближении к границе заданного диапазона допустимых значений.

Автоматизированные системы зачистки и разгрузки полувагонов. Автоматизированные системы очистки технологического оборудования, (ООО «Энерлинк», Россия).

*ООО «Энерлинк», Толмачев Николай Сергеевич, Руководитель проекта АСО, к.т.н.,
Прогораева Дарина Сергеевна, Менеджер.*

В ряде отраслей промышленности, в частности в металлургической, где производство связано с получением, переработкой и транспортировкой сыпучих материалов возникает необходимость автоматизировать и интенсифицировать процесс приемки, выгрузки и зачистки сыпучих грузов из полувагонов и хопперов. Особенно трудности с выгрузкой и транспортировкой возникают в холодный период года.

В настоящее время существуют различные способы и устройства, предназначенные для восстановления сыпучести смерзшихся насыпных грузов. Наибольшее распространение получили электровибраторы. Однако нередко эти устройства не обеспечивают своевременную и качественную выгрузку. Приходится применять тепловой разогрев в тепляках и механическое рыхление с помощью бурорыхлительных, вибрационно-штыревых, виброударных машин и установок.

Высокая трудоемкость и себестоимость такой выгрузки оборачиваются большими затратами денежных средств. Простой вагонов в холодные дни с насыпными грузами увеличивается в 10 и более раз по сравнению с летним периодом.

Одним из решений задач является использование Автоматизированные системы зачистки и разгрузки полувагонов, в основе которого лежит магнитно-импульсный способ воздействия на конструкции полувагонов.

Магнитно-импульсный способ имеет существенные преимущества по капитальным, эксплуатационным и экологическим параметрам по сравнению с известными способами разгрузки и зачистки полувагонов. Принцип действия магнитно-импульсного способа основан на использовании силового воздействия импульсного магнитного поля на электропроводные материалы. Установка, реализующая указанный способ, состоит из источника импульсного электропитания (ИИЭ), пульта управления, кабеля управления, индукторов с якорем и узлов подвода, прижатия и фиксации индукторов.

Узел подвода, прижатия и фиксации индукторов состоит из рамы (несущая конструкция), тележки стационарной опоры продольного хода с приводом, станины с приводом вертикального хода, прижима с приводом поперечного хода. Данный узел осуществляет прижатие и фиксацию индуктора к стенке вагона, обеспечивая эффективность всего комплекса Автоматизированных систем зачистки и разгрузки полувагонов.

Установка рассчитана на зачистку секций (бортов) с двух сторон, представляет собой металлическую рамную конструкцию. Индукторы с держателем контактируют по сферической поверхности и по периметру подпружинены, что позволяет им поворачиваться относительно места установки. В конструкции механизма предусмотрены возможности регулирования горизонтального положения индукторов при обработке полувагона или хоппера, свободного хода рамы и усилия прижатия.

Испытания подтвердили возможность использования магнитно-импульсного способа для зачистки цельнометаллических полувагонов от примерзшего угля. Наиболее эффективное отделение примерзшего груза наблюдалось от бортов полувагонов независимо от их конструкции.

Для эффективной очистки всех типов вагонов оператор выбирает оптимальное расположение индукторов на боковых стенках вагонов, а так же устанавливает амплитуду и частоту импульсной нагрузки.

При однотипном парке разгружаемых вагонов работа Автоматизированных систем зачистки и разгрузки полувагонов может осуществляться автономно, по заданной программе.

Неоспоримыми достоинствами и преимуществами Автоматизированных систем зачистки и разгрузки полувагонов являются: высокая производительность и качество разгрузки/очистки; универсальность в обслуживании всех типов вагонов, перевозящих сыпучие материалы; удобство и безопасность эксплуатации; малое потребление электроэнергии; широкая номенклатура очищаемых материалов; отсутствие механической деформации поверхностей подвижного состава; экологическая чистота.

Автоматизированные системы зачистки и разгрузки полувагонов позволяет существенно сократить трудоемкость выполняемых операций по разгрузке/очистке подвижного состава, обеспечивает быструю экономическую окупаемость за счет дополнительного выхода сыпучего материала, отсутствия недогруженных объемов, предотвращения порчи подвижного состава неквалифицированными сотрудниками разгрузочных цехов предприятий грузополучателей.

Автоматизированные системы зачистки и разгрузки полувагонов обеспечивает эффективное использование вагонов, в части сокращения времени непроизводительного простоя остроресурсного парка вагонов ОАО «РЖД» на подъездных путях предприятий и увеличение межремонтных пробегов подвижного состава.

Возможно оснащение всех типов вагоноопрокидывателей элементами Автоматизированные системы зачистки и разгрузки полувагонов.

**СБОРНИК ДОКЛАДОВ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА-2008»**

Технические характеристики АСО

Наименование параметра	Ед. изм.	Величина
Напряжение питания источника импульсного электропитания (ИИЭ)	В	220+10% - 15%
Частота питающей сети	Гц	50+0,5
Напряжение заряда накопительных конденсаторов ИИЭ, не более	В	0-:-2800±20
Время заряда накопительных конденсаторов ИИЭ	с	До 22±10%
Потребляемая электроэнергия, не более	Вт ч	2500
Максимальное время подвода, прижатия и фиксации индуктора к очищаемой поверхности	с	40
Максимальное время отвода индуктора от очищаемой поверхности	с	10
Усилие прижатия индуктора к очищаемой поверхности	Н	100...200
Вертикальный ход станины	мм	1340
Поперечный ход прижима	мм	600
Продольный ход несущей стационарной опоры	мм	1060
Скорость вертикального хода станины	мм/сек	100
Скорость поперечного хода прижима	мм/сек	85
Скорость продольного хода тележки стационарной опоры	мм/сек	100
Питание электродвигателей - переменное, трехфазное	В	380

Автоматизированные Системы Очистки запатентованы Компанией «Энерлинк» (№ патента 57155) и сертифицированы ГОСТ Р Сертификат соответствия № РОСС RU.АЯ46.В21028, ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ Р МЭК 60204-1-99, имеют степень защиты IP 54.

Компания «Энерлинк» является разработчиком и производителем Автоматизированных систем зачистки и разгрузки полувагонов, осуществляет проектные работы, производство и шефмонтаж поставляемого оборудования.

Наше оборудование эффективно работает на таких предприятиях, как ОАО «Северсталь», ОАО «НЛМК», ОАО «СУАЛ-Холдинг», ОАО «Новосибискэнерго», Lafarge ОАО «Воскресенскцемент», ОАО «ЕВРОЦЕМЕНТ груп», ОАО «Кнауф» и др.

Автоматизированные системы очистки технологического оборудования.

В ряде отраслей промышленности, где производство связано с получением, переработкой и транспортировкой порошкообразных материалов, возникает необходимость автоматизировать и интенсифицировать производственный процесс и свести к минимуму аварийные ситуации, при которых возникают закупорки трубопроводов, образуются отложения на внутренних поверхностях бункеров, течек, дозаторов, абсорберов, теплообменных аппаратов и др. металлических емкостях.

В настоящее время существуют различные способы и устройства, предназначенные для предотвращения налипания и удаления отложений в металлических емкостях.

Наибольшее распространение получили электровибраторы. Однако нередко эти устройства не обеспечивают достаточного качества очистки, особенно при сильном сцеплении материала с обшивкой оборудования. Электровибраторы, установленные на массивной подложке к очищаемой поверхности, создают в последней значительные внутренние знакопеременные напряжения, что зачастую приводит к разрывам и разрушениям мест крепления подложки и очищаемой конструкции.

Пневмообрушители, принцип работы которых основан на разрушении свода путем воздействия на рабочую камеру разнонаправленных потоков сжатого агента, также имеют ряд недостатков. Во-первых, пневмообрушители недостаточно эффективны при удалении отложений в крупногабаритных бункерах. Во-вторых, реагент, подаваемый в емкость изменяет аэродинамику воздушных потоков, что нередко неприемлемо по требованиям технологического процесса. В-третьих, пневмообрушители не очищают

налипший к внутренней поверхности слой, что с течением времени приводит к образованию трудно разрушимых отложений.

Нередко на предприятиях все еще используют ручные средства для обрушения свода отложений, что приводит к деформации и преждевременному изнашиванию оборудования.

Для эффективной очистки оборудования от налипшего на стенку материала необходимо воздействовать таким импульсом силы, чтобы разрушить адгезионные связи материала с обшивкой. При этом напряжения, возникающие при колебаниях поверхности, не должны превышать предел текучести материала. Этим условиям наиболее полно удовлетворяет магнитно-импульсный способ воздействия на очищаемые поверхности, который положен в основу автоматизированных систем очистки (АСО).

Отличием магнитно-импульсного способа от других методов очистки является возможность получения кратковременного импульса электромагнитной силы и регулирования его амплитуды при малом потреблении электроэнергии.

АСО воздействует на очищаемую обшивку присоединенной массой возбудителя мгновенной (в течение 1-5 мс) нагрузкой. При этом достаточная для обрушения свода нагрузка не приводит к пластической деформации обшивки. Удаление отложений материала достигается только за счет внутренней энергии упругой деформации очищаемой конструкции. Время воздействия силовой нагрузки на порядок меньше первых частот собственных колебаний очищаемой конструкции. Поэтому передача энергии характеризуется двумя параметрами: величиной импульса и длительностью его прохождения.



Рис. №1. Источник импульсного электропитания с пультом управления

якорем с помощью несущей конструкции плотно прижимается двумя болтами к внешней стороне очищаемой поверхности оборудования.

Формирование импульсного магнитного поля происходит в индукторе в процессе разряда на него кратковременного импульса тока от источника питания. При пропускании через катушку импульсного тока в якоре наводятся вихревые токи, в результате взаимодействия этих двух токов и возникает электромагнитная сила отталкивания якоря и индуктора.



Рис. №2. Узел крепления индуктора к внешней поверхности очищаемого бункера

Благодаря этому, во-первых, при широком диапазоне величины импульса достигается необходимая эффективность очистки при большом сроке службы оборудования (до 10 лет и более), а во-вторых, при оптимальных геометрических и электрических параметрах индуктора достигается наивысший КПД преобразования энергии накопителя в механическую энергию колебания очищаемой конструкции.

АСО имеют существенные преимущества с точки зрения капитальных, эксплуатационных и экологических параметров перед известными устройствами аналогичного назначения (пневообрушители, электровибраторы и др.).

Конструктивно АСО состоит из импульсного источника питания, дистанционного пульта управления и индукторов (возбудителей), подключенных к источнику питания с помощью соединительного провода. Индуктор представляет собой плоскую двухслойную многовитковую катушку, залитую ударопрочным компаундом. Между индуктором и очищаемой поверхностью располагается якорь. Индуктор с помощью несущей конструкции плотно прижимается двумя болтами к внешней стороне очищаемой поверхности оборудования.

Для эффективного обрушения свода и очистки емкости от налипшего материала к очищаемому оборудованию необходимо прикладывать импульс достаточной силы. Для этого в установке АСО предусмотрено плавное регулирование напряжения заряда источника питания. Однако здесь необходимо учесть, что внутренние напряжения в материале обшивки, возникающие при упругих колебаниях, не должно превышать предела текучести материала обшивки.

АСО чаще всего «обслуживает» несколько емкостей. Источник питания АСО обычно многоканальный. Число каналов (индукторов) - до 16 (зависит от числа очищаемых емкостей и мест наиболее вероятного образования свода, завесания или налипания материала на каждой емкости).

Срабатывание индукторов осуществляется по круговому циклу. Включение и отключение одного или группы индукторов может осуществляться либо вручную с помощью пульта управления АСО, либо автоматически от внешнего сигнала, контролирующего включение или отключение механизмов транспортирования материала.



Рис.№3. Пример расположения индукторов

Индукторы, как правило, устанавливаются в зонах выхода материала, где наиболее вероятно образование свода и где имеются предпосылки для налипания материала. Несущая конструкция системы обвязки индукторов представляет собой швеллер, закрепленный таким образом, чтобы он не мешал распространению волн на очищаемой обшивке.

Индуктор прижимается к внешней стороне очищаемой обшивки с помощью двух болтов через втулки в швеллере. Сила прижатия индуктора к обшивке должна быть такой, чтобы она не нарушала упругие свойства обшивки. На практике это осуществляется завинчиванием болтов вручную. Для предотвращения отвинчивания болтов устанавливают контргайки.

В некоторых случаях индукторы находятся на значительном расстоянии от источника питания. Наличие протяженных передающих линий приводит к дополнительным потерям энергии и снижает КПД установки. Рекомендуемая длина соединительного провода - не более 30 метров. При этом необходимо соблюдать следующие условия: сечение многожильного медного кабеля при длине до 5 м должно быть не менее 4 мм, до 10 м – не менее 6 мм, до 20 м – не менее 8 мм.

Таблица 1.

Технические характеристики АСО

Напряжение питания, В	220
Частота питающей сети, Гц	50
Потребляемая мощность, Вт	50...400
Запасаемая энергия, кДж	0,1...2,0
Максимальное напряжение заряда накопительных конденсаторов, В	До 980
Электрическая емкость накопительных конденсаторов, мкФ	200...2000
Гарантийный срок эксплуатации	12 мес.

Воздействие индукторов на стенки очищаемой конструкции производит максимальный эффект обрушения свода при движении материала в емкости, поэтому работу АСО следует синхронизировать с приводом механизма транспортирования материала. В противном случае можно получить отрицательный эффект уплотнения материала в очищаемой конструкции.



Рис.№4. Система обвязки индуктора

Выбор интервала следования импульсов также зависит от временных характеристик движения материала. Поэтому нередко возникает необходимость использовать источник питания с быстрым зарядом конденсаторных батарей и соответственно частым (~1...3 с) интервалом следования импульсов срабатывания индукторов.

Таким образом, для получения наибольшего эффекта при удалении отложений при выборе типа установки АСО важно учесть все конструктивные особенности очищаемой емкости, а также технологические параметры работы оборудования.

АСО можно эффективно использовать для предупреждения образования отложений, налипания на рабочих поверхностях приемных и промежуточных бункерах, дозаторов, перегрузочных узлов конвейеров и т.д., для обрушения сводов и зависания порошкообразных материалов в вагонах, хопрах, думпкарах.

АСО может быть также рекомендовано для очистки внутренних поверхностей циклонов и абсорберов, теплообменных аппаратов, а также желобов и течек. Кроме этого АСО эффективно можно применять для очистки осадительных и коронирующих электродов электрофильтров.

Описанные системы позволяют при высоком качестве и надежности обеспечить непрерывность технологических процессов, автоматизировать процесс перемещения, дозирования материалов.

Компенсаторы компании Frenzelit-Werke (Германия) для систем пылегазоочистки и систем вентиляции предприятий тепловой энергетики, металлургии, цементных заводов.

ООО «Френцелит ИКУ», Салимон Алексей Игоревич, Генеральный директор.

ООО «Френцелит ИКУ» - дочернее предприятие в СНГ
Тел: +7 (495) 506 3844, Факс: +7 (495) 461 3238 E-mail: info@frenzelit-iku.ru

Немецкая компания «Френцелит-Верке Гмбх и Ко КГ» специализируется на проектировании, производстве, монтаже и ремонте компенсаторов оборудования для систем пылегазоочистки предприятий тепловой энергетики, нефтехимического комплекса, металлургии, систем вентиляции, фильтрации и газоочистки, горячего и холодного водоснабжения.

Системы газоочистки:

Очистка дымовых газов от окисей серы
Скрубберы
Газоходы очищенных газов
Осадители
Селективное каталитическое восстановление
Восстановление окисей азота

Тепловая и Атомная Энергетика:

ТЭС и котельные на угольном топливе
Воздуховоды и газоходы дымовых газов
Компенсаторы и уплотнения на арматуре котлов
Трубы пароперегревателя
Трубы решофера
Воздухозаборники, воздухонагнетатели, горелки, вентиляторы
Компенсаторы и уплотнения газоотводящих стволов дымовых труб
Загрузочные воронки
Уплотнения отсекаелей
Угледробилки
Виброагрегаты

Системы возврата/утилизации тепла:

Подогреватель-экономайзер
Подогреватели
Вращающиеся теплообменники
Теплообменники Льюнгстрема

Газотурбинная энергетика:

Парогазовый цикл - ПГУ (газовая турбина и котел-утилизатор)
Компенсатор на диффузоре
Отводы и газоходы дымовых газов
Компенсаторы на дымовых трубах
Промышленная газотурбинная техника
Газоперекачивающие станции

Нефтехимическая промышленность:

Установки реформинга
Установки крекинга
Насосные станции (БКНС, станции сбора и подготовки нефти, станции перекачки нефти и воды)
ГТУ электростанций собственных нужд газоперекачивающих станций нефтеперегонных заводов и нефтехимических предприятий
Печи различного назначения

Металлические компенсаторы компании «Френцелит»:

- Рабочие давления в системах: до 60 атм при температурах до 500 °С;
- Стандартный ряд ГОСТ и специальные исполнения (проходной диаметр до 4000 мм);
- Немецкое качество: Срок гарантии – 2 года, срок службы – 5...10 лет (10 000 циклов).

Цементная промышленность:

Вращающиеся печи
Воздуховоды горячего воздуха
Пневмотранспорт

Черная металлургия:

Линии непрерывного горячего цинкования листа
Уплотнения транспортных роликов проходных печей
Воздуховоды фурм
Проходные печи отжига
Газоходы колошникового газа
Печи прямого восстановления
Трубы реформинга агрегатов прямого восстановления
Газоходы дымовых газов

Производство алюминия:

Плавильные агрегаты
Воздуховоды
Газоходы дымовых газов
Холодное и горячее водоснабжение

Целлюлозно-бумажная промышленность:

Компенсаторы на сушильных камерах/печах
Воздуховоды / Возвратные (оборотные) газоходы

Пищевая промышленность:

Вибрационный транспортер-раздатчик
Морские нефтяные платформы
Газотурбинная техника

Вентиляторы и Воздухоагнетатели:

Воздуховоды

Судостроение:

Компенсаторы газоходов дизельных двигателей

Производство стекла:

Газоходы дымовых газов
Воздуховоды

- Срок поставки после согласования технического задания – от 3-х недель.

Резиновые и фторопластовые компенсаторы компании «Френцелит»:

- Рабочие давления в системах: до 20 атм при температурах до 200 (300) °С;
- Проходной диаметр до 3000 мм;
- Специальные материалы, стойкие к большинству химически агрессивных веществ;
- Немецкое качество: Срок гарантии – 2 года, срок службы – 5...10 лет.
- Срок поставки после согласования технического задания – от 3-х недель.

Наибольший опыт и мировой авторитет был достигнут в разработке и производстве неметаллических компенсаторов и герметичных гибких соединений, изоляции и уплотнений для труб установок реформинга и крекинга, систем газочистки и утилизации технологических газов, теплообменников, фильтров, воздухопроводов, газоходов, рекуператоров, печей различного назначения.

Использование изоляции, компенсаторов и уплотнений производства компании «Френцелит-Верке Гмбх и Ко. КГ» позволяет исключить утечки используемых и отходящих, в т.ч. опасных, газов, снизить расход топлива, существенно повысить надёжность и долговечность, повысить экологическую безопасность (в т.ч. путем отказа от применения асбеста) технологических систем предприятий нефтехимического комплекса.

Неметаллические компенсаторы компании «Френцелит»:

- Рабочие давления в системах: до 0,4 атм при температурах до 180 °С; □ 0,1 атм при температурах до 1100 °С;
- Значительные степени компенсации осевых смещений – до 70 % величины зазора, поперечных – до 30 % величины зазора, изгибающих и скручивающих смещений;
- Широкий температурный интервал применения: температура в системе – до +1100 °С;
- Герметичность тела компенсатора и фланцевого соединения (в соответствии с требованиями DECHEMA ZfP 1, an.2, it. 2.2 и RAL-GZ 719) гарантирует отсутствие утечек;
- Специальные конструкции компенсаторов, адаптированные к работе в условиях влажных газов (паров), наличия вибрации, высокой зольности и пыльности;
- Специальные материалы, стойкие к большинству химически агрессивных веществ;
- Круглые и прямоугольные компенсаторы практически любых размеров (десятки метров по каждому измерению) под заказ по согласованному техническому заданию;
- Встройка компенсаторов на существующем оборудовании;
- Немецкое качество: Срок гарантии – 2 года, срок службы – 5...25 лет.
- Срок поставки после согласования технического задания – от 3-х недель;
- Прямые поставки через дочернее предприятие в России – минимальные цены;
- Вся продукция сертифицирована TÜV и LLoyd;
- Простота и легкость монтажа, металлическая арматура и крепеж могут изготавливаться самим заказчиком по чертежам компании «Френцелит-Верке Гмбх и Ко КГ»;
- Шеф-монтаж и обслуживание по требованию заказчика.

А также: Прокладочные материалы в комплекте с компенсаторами

- Рабочие давления в системах: до 200 атм при температурах от -210 до 650 °С;
- Практически любые химические среды;
- Прокладки любой геометрии под заказ.

Теплоизоляционные материалы

- Безасбестовые тканевые и волокнистые материалы для применений 1250 °С;
- На основе стекловолокна, базальто волокна, кварцевого волокна и кевлара;
- Канаты, шнуры, оплётки, тесьма, ткани практически любой толщины и плотности плетения;
- Специальные покрытия для специальных применений: абразивостойкие; защита от брызг жидкого металла; вибростойкие; звукопоглощающие.

Наши клиенты в России и СНГ:

- | | |
|---------------------------------|---|
| • Старобешевская ГРЭС (Украина) | • ОАО «Казаньоргсинтез» (производство бифенола) |
| • ОАО «АКТУРБО» (Актюбинск) | • ОАО «Нижнекамскнефтехим» |
| • Оршанская ТЭЦ (Белоруссия) | • ОАО «РНПК» (ТНК-ВР) |
| • ОАО «Энергомашкорпорация» | • Южная ТЭЦ (Санкт-Петербург) |
| • ОАО «Мосэнерго». | |





Применение компенсаторов и компенсационных устройств компании BELMAN (Дания) при реконструкции и строительстве новых предприятий.

ЗАО «ИРИМЭКС», Ермаков Илья Владимирович, Директор по продажам.

Компания Belman Production работает более 12-ти лет и является одним из ведущих датских производителей сильфонных компенсаторов, применяемых на объектах энергетического, нефтегазового, атомного, химического и судостроительного комплексов. Также Belman Production является поставщиком тканевых и резиновых компенсаторов, компенсаторов для пищевой промышленности и с покрытием ПТФЭ, гибких металлических рукавов, сильфонов тканевых и из ПТФЭ.

Среди основных заказчиков Belman Production целый ряд металлургической и трубной промышленности со всего мира. Многие российские предприятия уже пользуются услугами Belman Production.

Заказчиками Belman Production являются как государственные структуры: Военно-морской флот Германии, так и крупные зарубежные компании: Irish Shell (Ирландия – переработка нефти), Total ELF (Франция – переработка нефти), Forsmark Atomværker (Швеция – атомные станции), Thyssen Krupp (Германия – металлургия), Thyssen Nordseewerke (Германия – судостроение), DFDS (Дания – фрахтовая компания), Shell (нидерландское отделение), Shell (шведское отделение), Lindovaerft: (Дания – судостроение, поставщик танкеров для Maersk), MAN B&W (Дания – моторостроение).

Также Belman Production является поставщиком компенсаторов для теплосетей в Литву, Германию, Польшу. Осуществляются поставки компенсаторов для турбогенераторов и газотурбин в Сингапур, Великобританию, Швецию.

Достоинства Belman Production:

- высокое качество продукции (сертификаты ISO 9001:2000, PED Module H, EN 729-2: 1994, Germanischer Lloyd, ГОСТ РФ и т.д.).
- возможность изготовления компенсаторов большого диаметра - до DN3400.
- Разрешения Федеральной службы по техническому надзору на применение в нефтяной и газовой промышленности.
- конкурентноспособные цены
- надежные и минимальные сроки поставок (от 1 до 2 недель)
- индивидуальный подход к заказчику, что позволяет найти самое оптимальное решение при производстве продукции исходя из требований заказчика
- лояльность и гибкость в подходе к клиенту

Производство, расположенное на территории 3800 м², отвечает всем передовым технологическим стандартам. Диаметры, производимых нами компенсаторов, варьируются от Ду 40 до 6000 мм с давлением до 100 бар.

Именно поэтому все больше как отечественных, так и зарубежных компаний останавливают свой выбор на Belman Production в качестве поставщика этой продукции – в том числе и в случае необходимости решения сложных технических проектов.

Персонал Belman Production составляет более 70+ специалистов, имеющих глубокие познания в области производства сильфонных компенсаторов. Именно они ответственны за предоставление самых оптимальных решений нашим клиентам. Технические решения могут являться как стандартными, так и изготовленным по техническим условиям заказчиков.

Belman для Вас

Существует множество причин к тому, что все больше как отечественных, так и зарубежных компаний выбирают именно Belman Production в качестве своего партнера:

Высокое качество

Высокое качество является одним из главных приоритетов Belman Production. Под высоким качеством мы подразумеваем как качество используемых материалов, так и качество производственного процесса, что в конечном итоге позволяет обеспечить поставку высококачественных компенсаторов. Отдел по проверке качества нашей компании отвечает, таким образом, за то, чтобы качество продукции, а также документация всегда были безукоризненными. Другими словами – мы производим компенсаторы, которые работают в соответствии с заданными параметрами! Постоянно.

Гибкость поставок

Гибкость является не только свойством компенсаторов, но и характерной чертой Belman Production. Мы проектируем и производим именно те решения, которые Вам необходимы. Все звенья нашей структуры являются гибкими, а это означает то, что Belman Production стремится оптимизировать все свои возможности, чтобы прийти Вам на помощь.

Короткие и точные сроки поставок

Обычно сроки поставок составляют 1-2 недели. Точные и короткие сроки поставок делают нас надежным поставщиком и партнером.

Решения под клиентов

Какой бы сложности не представлял Ваш проект, мы всегда сможем прийти Вам на помощь, предложив самое оптимальное решение как с экономической, так и с технической точки зрения. Мы делали это уже много раз!

Документация

Документация охватывает все процессы – от предоставления расценок до поставки. К расценкам всегда прилагается полное техническое описание и спецификация, а также рисунок в САД. Все вычисления производятся в зависимости от указанных Вами стандартов, что позволяет Вам быть полностью уверенными в нашей продукции. Выбор необходимого Вам сертификата тоже за Вами, сертификат прилагается к компенсатору при его поставке.

Компенсаторы, изготавливаемые Belman Production являются важным элементом во многих производственных отраслях. Нашими конечными потребителями являются следующие отрасли промышленности:

- Энергетический сектор, машиностроение
- Перерабатывающая промышленность
- Химическая промышленность, металлургия
- Пищевая, санитарная промышленность

ЗАО "ИРИМЭКС" является дистрибутором компании Belman Production в России и странах СНГ.

Просим по всем вопросам закупки оборудования и сотрудничества обращаться в нашу компанию.

Проектным и инжиниринговым компаниям и организациям готовы оперативно предоставить полные технические характеристики компенсационных устройств.

Раздел №3 Комплексная автоматизация установок газоочистки, АСУТП, приборы КИП, пылемеры и газоанализаторы.

**Качественный и количественный анализ пылесодержания газовых потоков,
(PPM Systems Oy, Финляндия).**

*PPM Systems Oy (Финляндия) ЗАО «ППМ-Системз»,
Сердюков Александр Андреевич, Региональный представитель.*

Согласно озвученной в докладе Министра природных ресурсов и экологии РФ Ю.П. Трутнева на V Байкальском экономическом форуме позиции министерства следует ожидать увеличения платы за выброс вредных веществ в атмосферу в 10 раз к середине следующего десятилетия. Такое развитие событий представляется весьма вероятным, т.к. загрязнение воздуха, особенно в крупных промышленных центрах, уже сейчас является экологической проблемой. Кроме того, участие РФ в различных международных договорах о сокращении выбросов в атмосферу так же налагает на государство определенные обязанности. Для решения задачи снижения количества выбрасываемой пыли необходимо как установка новых, так и правильная эксплуатация уже установленных фильтрационных установок. Помимо этого приобретает особое значение инструментальный мониторинг качества работы фильтров, а так же количественный учет выбрасываемой пыли как для контроля параметров технологических процессов, так и для отчетов перед контролирующими инстанциями.

В настоящее время для контроля пылесодержания газовых потоков применяются следующие методы:

- Гравиметрический
- Радиометрический (β излучение)
- Трибоэлектрический
- Измерение рассеянного света
- Измерение прошедшего света (измерение поглощения света)

Гравиметрический и радиометрический методы являются экстрактивными, дискретными во времени. Трибоэлектрический и методы измерения силы света – это методы измерения «по месту», непосредственно в потоке газа, непрерывно во времени.

Учитывая особенность каждого метода и специфику каждого конкретного объекта измерения, особую значимость приобретает правильность подбора пылемера. Первое принципиальное ограничение на выбор пылемера – это тип фильтров, за которым устанавливается прибор. Если установлен электростатический осадитель, то установка трибоэлектрических пылемеров не рекомендуется. Известны случаи применения трибоэлектрических пылемеров после электрофильтров в качестве мониторов состояния фильтров, однако такое применение дает лишь качественное представление о работе фильтра и требует предварительной калибровки. Остальные критерии выбора пылемеров сведены в таблицу 1.

Таблица 1

Критерии выбора метода измерения пыли.

Диапазон измерения мг/м ³	0	2	10	100	200	1000
	отражение					
	трибо					
	пропускание					
	0,3 м	1 м	6 м	12 м	18 м	
	пропускание					
	отражение					
	точка росы	50°C	100°C	200°C	300°C	500°C
	бета					
	пропускание					
	отражение					
	100%					
	80%					
	0%					
	трибо					
	оптика					
	бета					

Следующим немаловажным критерием выбора является цена прибора. Самой низкой ценой обладают трибоэлектрические пылемеры и мониторы, что определяется простотой конструкции и несколько ограниченными возможностями. Далее следуют оптические приборы, самыми дорогими из которых являются приборы, измеряющие рассеянный свет. Однако эти приборы позволяют контролировать малые – менее 1 мг/м³ – концентрации пыли в газовом потоке. Особняком и по цене и по своим возможностям стоят радиометрические измерители. Это очень дорогие приборы, однако в случае необходимости контролировать пылесодержание влажных газов, альтернативы этим приборам как правило нет.

Рассмотрим далее линейку пылемеров немецкой компании DURAG, специализирующейся на подобных приборах уже более 50 лет. DURAG выпускает все типы пылемеров и накопила большой опыт по

их применению. Выбрать пылемер под конкретную задачу можно с помощью таблицы 2. Далее будут рассмотрены только поточные приборы, сертифицированные в РФ.

Таблица 2.

Выбор пылемеров DURAG.

Диапазон измерения мг/м ³	0	2	10	100	200	1000
 Диаметр трубы / газохода	D-R 300-40					
	D-RX 250					
	D-R 800					
	D-R 290					
 Температура дымовых газов	0,3 м	1 м	6 м	12 м	18 м	
	D-R 216					
	D-R 290					
	D-R 300-40					
	D-R 800					
 Температура дымовых газов	точка росы	50°C	100°C	200°C	300°C	500°C
	F- 904-20					
	D-R 216					
	D-R 290					
	D-R 300-40					
D-R 800						
D-RX 250						

//// Оция

Далее рассмотрим вкратце особенности приборов.

Трибоэлектрический метод контроля пыли реализован компанией DURAG в уникальном комбинированном приборе D-RX 250. Этот прибор позволяет одновременно измерять концентрацию пыли, объемный расход газа, температуру и давление газа в потоке. Принцип действия прибора будет ясен из рисунка 1. Внешний вид прибора представлен на рисунке 2.

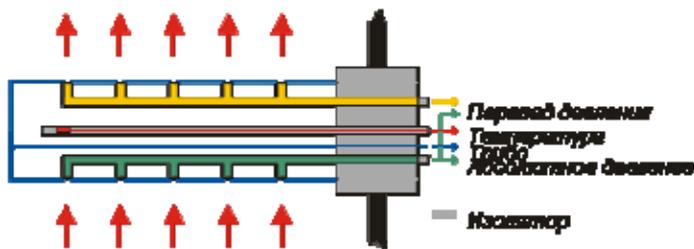


Рис. № 1 Схема зонда D-RX 250



Рис. № 2 Внешний вид прибора D-RX 250

Метод измерения отраженного и прошедшего света реализован компанией DURAG в приборах D-R 216, D-R 290, D-R 300, D-R 800.

Пылемер D-R 216 – это недорогой измеритель непрозрачности газового потока. Может калиброваться в мг/м³. Работает по принципу измерения ослабления света при прохождении через запыленный газовый поток. Может с успехом применяться в качестве мониторов состояния фильтров. Схема и внешний вид прибора представлены на рисунках 3 и 4.

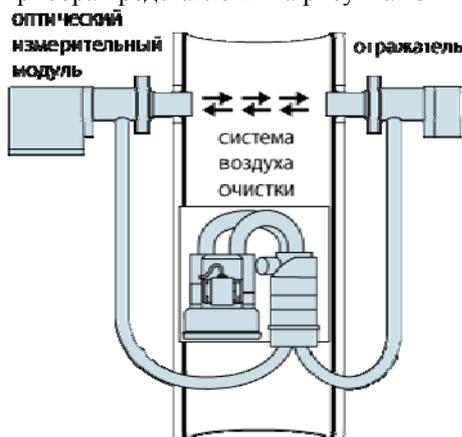


Рис. № 3 Схема пылемера D-R 216



Рис. № 4 Внешний вид прибора D-R 216

Пылемер D-R 290 так же работает по принципу ослабления света при прохождении луча через запыленный газовый поток. Однако в отличие от модели D-R 216 изначально имеет калибровку в mg/m^3 . Схема и внешний вид прибора представлены на рисунках 5 и 6.

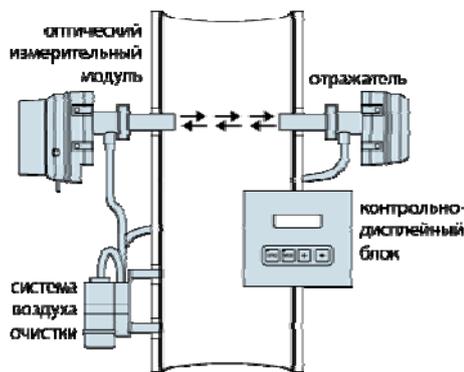


Рис. № 5 Схема пылемера D-R 290

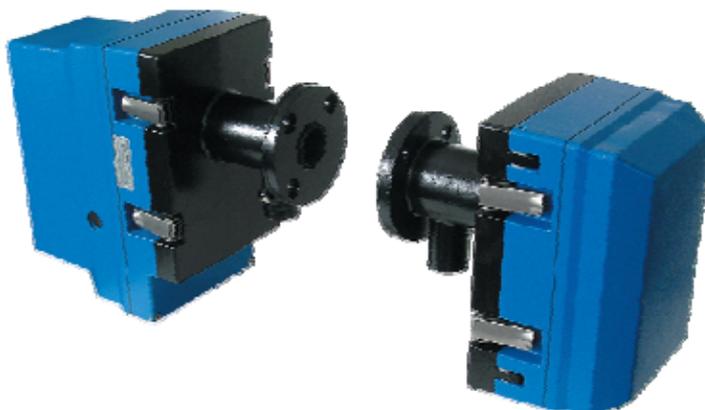


Рис. № 6 Внешний вид прибора D-R 290

Метод оценки рассеянного и отраженного света реализован в приборах D-R 800 (рассеянный свет) и D-R 300 (отраженный свет). Пылемер D-R 800 построен на использовании лазерной технологии и выгодно отличается от других отсутствием подвижных частей. Принцип действия и внешний вид прибора представлены на рисунках 7 и 8.

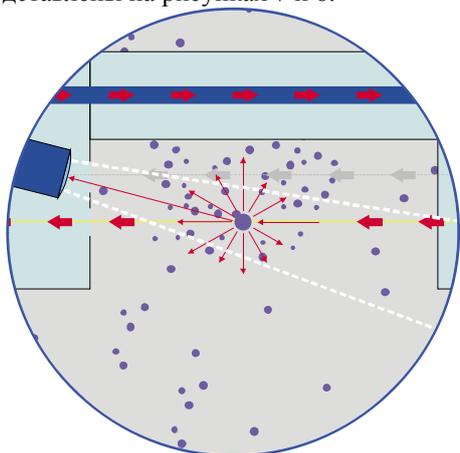


Рис. № 7 Принцип действия D-R 800

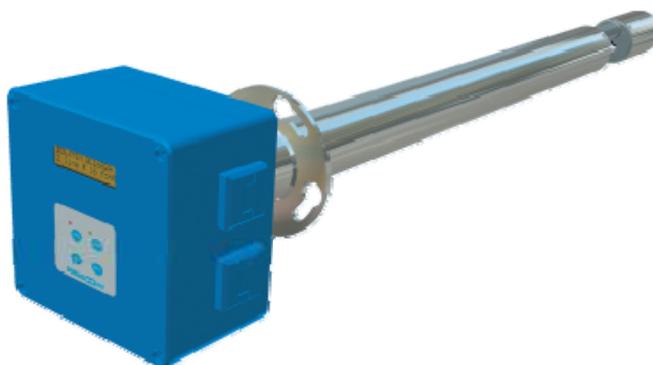


Рис. № 8 Внешний вид прибора D-R 800

Пылемер D-R 300 оценивает отраженный пылевыми частицами свет. Принцип действия и внешний вид прибора представлены на рисунках 9 и 10.

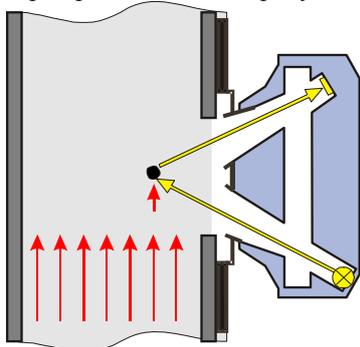


Рис. № 9 Принцип действия D-R 300



Рис. № 10 Внешний вид прибора D-R 300

**СБОРНИК ДОКЛАДОВ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА-2008»**

Технические характеристики приборов сведены в таблицу 3.

Таблица 3

Технические характеристики пылемеров

Тип	D-RX 250	D-R 216	D-R 290	D-R 800	D-R 300
Измерение	- Концентрации пыли [мг/нм ³] - Объемного расхода [нм ³ /ч] - Температуры [°C] - Абсолютного давления [гПа].	Непрозрачность оптическая экстинкция	Непрозрачность оптическая экстинкция	Концентрация пыли	Концентрация пыли
Пределы измерения	0-10 ... 0-500 мг/нм ³ 0-9,999,999 нм ³ /ч 0-200 °C, по заказу до 0-350 °C 900-1300 гПа	0-100% непрозрачности, другие пределы по заказу	Непрозрачность: 0-20% ... 0-100%, Пыль: 0-100 мг/м ³ ... 0-4000 мг/м ³ (диапазоны переключаемые)	0-10 мг/м ³ 0-200 мг/м ³	0-1 мг/м ³ ... 0-30 мг/м ³ по заказу 0-300 мг/м ³ с переключателем диапазонов
Температура газового потока	Выше точки росы и до 200 °C, по заказу до 500 °C	Выше точки росы и до 200 °C, по заказу до 500 °C	Выше точки росы и до 250 °C, по заказу до 500 °C	Выше точки росы и до 220 °C	Выше точки росы и до 320 °C, по заказу до 600 °C
Давление газового потока	От -200 до +200 гПа	От -50 до +20 гПа, выше по заказу	От -50 до +20 гПа, выше по заказу	От -50 до +10 гПа	От -50 до +20 гПа
Диаметр газохода	0,3 – 4 м	0,4 – 6,25 м	1 – 12 м, по заказу до 18 м	1 – 8 м	0,3 – 4 м
Температура окружающей среды	От -20 до +50 °C	От -20 до +50 °C	От -20 до +50 °C	От -20 до +50 °C	От -20 до +50 °C
Класс защиты	IP65	IP65 (система воздуха продувки IP54)	IP65 (система воздуха продувки IP54)	IP65 (система воздуха продувки IP54)	IP65 (система воздуха продувки IP54)
Погрешность	< 2% от диапазона измерения	< 2% от диапазона измерения	< 1% от диапазона измерения	< 2% от диапазона измерения	< 1% от диапазона измерения
Предел обнаружения	< 2% от диапазона	< 3% от диапазона	< 2% от диапазона	< 2% от диапазона	< 1% от диапазона

В заключение необходимо отметить что для регулярного мониторинга состояния фильтров или других газоочистных сооружений необходимо использовать специальные мониторы непрерывного действия. Ввиду необходимости документально подтверждать выбросы пыли необходима установка сертифицированных приборов, измеряющих пылесодержание в мг/м³ или мг/нм³. Использование сертифицированных в РФ приборов фирмы DURAG позволяет решить все задачи как по качественному мониторингу состояния любых фильтрационных установок, так и по количественному определению содержания пыли в газовом потоке.

**Стационарные газоанализаторы, измерители запыленности и ультразвуковые расходомеры
фирмы SICK MAIHAK GmbH (Германия) для измерений промышленных выбросов.**

*SICK MAIHAK GmbH, (Германия) - ООО "Энерготест" (Россия),
Орлова Ирина Анатольевна, Ведущий специалист.*

SICK|MAIHAK GmbH – широко известная фирма–производитель промышленного измерительного оборудования. Спектр выпускаемых приборов позволяет комплексно решать измерительные задачи в области газоаналитических измерений, мониторинга газопылевых выбросов от источников загрязнения атмосферы, измерения объемного расхода отходящих и промышленных газов, а также задачи, связанные с коммерческим учетом при транспортировке природного газа.

Газоанализаторы, измерители запыленности и ультразвуковые измерители расхода газов производства SICK|MAIHAK применяются на тепловых электростанциях, на цементных и металлургических заводах, в химической и нефтеперерабатывающей промышленности.

Для технологических измерений и учетного контроля вредных выбросов SICK|MAIHAK использует современные измерительные технологии на базе беспроботборных газоанализаторов (GM31, GM35, GM700, GM901, ZIRKOR302, GM950) и газоаналитических систем с отбором пробы (S700, SIDOR, MCS100 E, EUROFID и пр.). Оптические измерители запыленности SICK|MAIHAK отличаются большим разнообразием как по методу измерения (определение коэффициента пропускания света, прямого или обратного рассеяния света), так и по конструктивному исполнению (зондовые анализаторы пыли и анализаторы пыли для установки поперек сечения газохода). На российских предприятиях широко применяются такие марки анализаторов пыли как OMD41, RM210/230, FW100, FWE200, GRAVIMAT SHC 500.

Производство ультразвуковых расходомеров газов серии FLOWSIC100 и счетчиков газа серии FLOWSIC600 – одно из наиболее динамично развивающихся направлений деятельности фирмы. Ультразвуковые расходомеры FLOWSIC100 применяются для экологических и технологических измерений, в частности, для определения объемного расхода факельных газов, расхода воздуха в системах подачи воздуха, объема дымовых газов из источников загрязнения атмосферы. Расходомеры этой серии выпускаются для установки поперек сечения газохода под углом к оси потока (FLOWSIC100 H/M/S), в зондовом исполнении (FLOWSIC100 PR), а также в специальном исполнении (серия FLOWSIC100 Process) для измерения технологических газов давлением до 16 бар и во взрывоопасных зонах.

Счетчики газа серии FLOWSIC600 в настоящее время охватывают диаметры трубопроводов от Ду 50 до Ду 1400 мм и могут работать при давлениях до 250 бар и температурах газа от -30 до +180 оС. Они отличаются компактной конструкцией без выступающих внутренних частей, высокой точностью измерений и совершенной диагностикой.

Фирма SICK|MAIHAK GmbH имеет в России официальных дистрибьюторов, через которых производится поставка оборудования, пуско-наладка и техническое обслуживание измерительной техники. Компания ООО «Энерготест» - старейший официальный дистрибьютор SICK|MAIHAK GmbH в России. ООО «Энерготест» имеет большой опыт эксплуатации измерительного оборудования SICK|MAIHAK, занимается поставками, пуско-наладкой и сервисным обслуживанием.

Дополнительные материалы и технические характеристики оборудования SICK MAIHAK GmbH приведены на CD конференции «ПЫЛЕГАЗООЧИСТКА-2008».

Современный подход к измерению пылевых выбросов на производстве, (ООО НПО "ЭКО-ИНТЕХ", Россия).

ООО НПО "ЭКО-ИНТЕХ",

Дудкин Михаил Николаевич, Заместитель генерального директора.

Основные факторы, приводящие к образованию аэрозольных частиц, которые загрязняют атмосферу, – это процессы горения, осуществляемые на ТЭЦ, на мусоросжигательных заводах, в бытовых печах, печах обжига цемента, а также при производстве черных и цветных металлов из природных руд. Частицы, образующиеся в результате сгорания, могут содержать опасные вещества, например асбест, тяжелые металлы, мышьяк. Оксиды металлов являются основной составляющей неорганических частиц в атмосфере. Также в различных отраслях промышленности, например, при производстве фарфора, керамических изделий, цемента, химикатов, медикаментов, пищевых продуктов, как сырье и полуфабрикаты используются пудра, гранулированные и сыпучие материалы, которые также вносят свой вклад в загрязнение окружающей среды в случае нарушений технологических процессов очистки выбрасываемых газов.

Основной параметр, характеризующий состояние аэродисперсных систем в различных отраслях промышленности – концентрация частиц в технологических газах аспирации и фильтрации, а также в выбросных газах, загрязняющих атмосферу.

Эти системы неустойчивы во времени и пространстве. Электризация частиц, их седиментация, изменение дисперсного состава, адгезия и другие явления вносят в процесс измерения массовой концентрации приборами непрерывного контроля дополнительные погрешности. Поэтому правильный выбор соответствующих приборов является весьма актуальной задачей.

Размеры частиц в источниках выбросов различных производств могут составлять 0,1...120 мкм в диаметре при их концентрации 0,3 мг/м³ ...150 г/м³. Мелкие частицы загрязняют воздух, которым мы дышим, а крупные частицы при их высокой концентрации отрицательно влияют на окружающую среду, что также нарушает условия жизни людей.

Основными средствами улавливания пыли являются рукавные и электростатические фильтры. Учитывая, что в ряде случаев такая пыль является конечным продуктом, имеющим высокую цену, например, при производстве цемента, то снижение эффективности работы фильтров приводит помимо загрязнения окружающей среды и к ощутимым финансовым потерям.

В России для контроля концентрации аэрозолей в промышленных условиях до последнего времени применяли технические средства, работа которых основана на различных методах: гравиметрическом, фотометрическом и нефелометрическом.

Гравиметрический метод измерения концентрации аэрозоля (ГОСТ 17.2.4.05-83) заключается в выделении частиц из пылегазового потока с последующим осаждением их на аналитическом фильтре и осушением. По величине привеса на фильтре с учетом объема пробы определяется массовая концентрация аэрозоля. Концентрацию пыли в этом случае рассчитывают по формуле:

$$C = \frac{m}{Q_B \times t}, \text{ мг/м}^3,$$

где m – масса пыли на фильтре, мг;

Q_B – объемный расход воздуха, м³/ч;

t – время отбора пробы, ч.

Существенным преимуществом гравиметрического метода является возможность прямого определения массовой концентрации пыли и отсутствие влияния ее физико-химических свойств на результат измерения. К недостаткам следует отнести трудоемкость метода и длительность анализа.

Революционно новый гравиметрический метод пьезобалансного взвешивания осажденной пробы пыли был впервые успешно промышленно реализован фирмой KANOMAX в анализаторе респираторных аэрозолей модели 3521 (рис. 1) для контроля малых (0,01...10 мг/м³) концентраций в рабочей и жилой зонах.

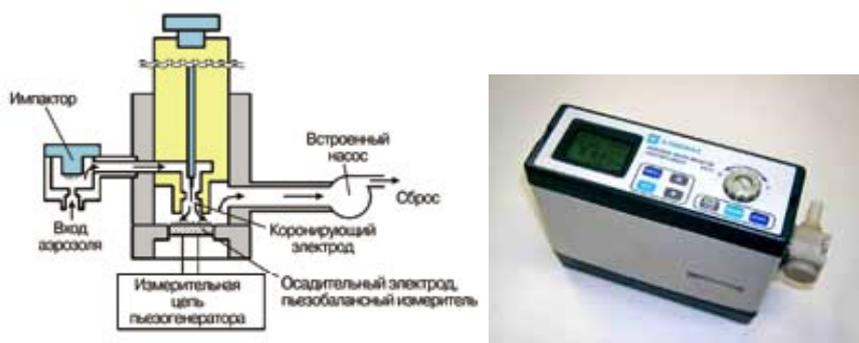


Рис 1. Пьезобалансный пылемер KANOMAX 3521

Принцип работы прибора заключается в периодическом отборе пробы аэрозольных частиц через импактор, который из общей массы частиц отделяет респираторные (до 10 мкм) фракции, в последующем их заряде на коронирующем электроде и затем осаждении на поверхности осадительного электрода. В качестве такого электрода используется пьезоэлемент (кварц). Отбор же пробы осуществляется внутренним насосом прибора. Кварцевый пьезоэлемент включен в цепь генератора электрических колебаний. При осаждении пыли на его поверхности изменяется вес пьезоэлемента и как следствие – частота его колебаний. Изменение частоты линейно зависит от массы осажженной на элемент пыли и является величиной измеряемой весовой концентрации аэрозоля.

Фотометрический метод основан на абсорбции (ослаблении) интенсивности светового потока, вызванной его поглощением аэрозольными компонентами, а нефелометрический – на регистрации рассеянного отраженного светового потока, вызываемого аэрозольными частицами, находящимися в зоне действия основного светового потока.

Первый из них, абсорбционный, получил весьма широкое распространение для контроля запыленности в промышленных выбросах. Он реализован в изготавливаемых фирмой SICK (Германия) моделях OMD41, RM210 и FW56, а также в отечественном анализаторе ИКВЧ-С, выпускаемом Смоленским ФГУП «Аналитприбор».

Главным недостатком фотометрического абсорбционного метода является его низкая чувствительность при измерении малых концентраций аэрозольных частиц (менее 30 мг/м³), а также невозможность контроля высоких концентраций (более 10...12 г/м³) вследствие практически полного поглощения светового излучения.

В случае измерения малых концентраций аэрозольных частиц гораздо более эффективным оказывается нефелометрический метод, основанный на регистрации прямого, бокового и обратного рассеянного светового излучения. Примером реализации приборов, использующих метод прямого рассеяния света для контроля промышленных процессов, являются приборы моделей FW100 и FW200 фирмы SICK, АЭРОКОН-С производства НПО «ЭКО-ИНТЕХ», а метод бокового рассеяния света для контроля весовой концентрации аэрозолей в рабочей и жилой зоне используется в приборах АЭРОКОН производства НПО «ЭКО-ИНТЕХ», приборе модели 3431 фирмы KANOMAX, моделях ТМ-data, ТМ-digital, ТМ-F и ТМ-M фирмы HUND.

Некоторый недостаток метода – влияние на результат измерения физико-химических свойств

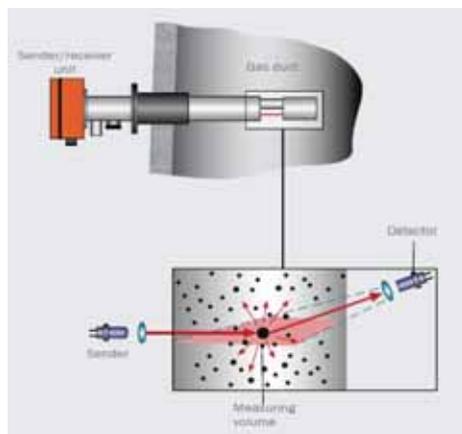


Рис 2. Принцип действия нефелометрического пылемера

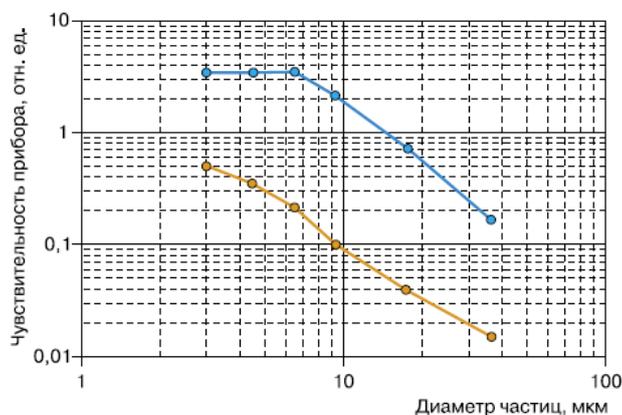


Рис 3. Изменение чувствительности приборов в зависимости от диаметра частиц аэрозоля Al₂O₃: синяя линия – система AMS фирмы PCME, красная – пылемер FW101 фирмы SICK

аэрозолей, что требует калибровки прибора на конкретный тип аэрозолей или ввода опытных поправочных коэффициентов. Это снижает удобство работы и увеличивает погрешность измерений. Тем не менее, приборы этого типа заняли ведущее

положение на мировом рынке – именно их используют, осуществляя контроль пылевых выбросов промышленных предприятий.

На методе бокового рассеяния света работают также все известные приборы контроля счетной концентрации аэрозольных частиц, например АЗ-10 производства НПО «ЭКО-ИНТЕХ», модели 1.108 и 1.109 фирмы GRIMM, модели 3886 и 3887 фирмы KANOMAX. Эти приборы зарекомендовали себя с самой лучшей стороны при контроле параметров чистых помещений.

Более серьезным недостатком нефелометрического метода прямого рассеяния при контроле весовой концентрации промышленных пылевых аэрозолей с широким дисперсным составом является резкая потеря чувствительности при измерении концентраций частиц диаметром более 8...10 мкм, что существенно снижает и даже исключает возможность их применения во многих отраслях. Поэтому эти приборы применяют в основном там, где выбрасываются мелкодисперсные аэрозольные частицы, и на выходе рукавных фильтров газоочистных установок для контроля их эффективности. В этом можно убедиться, анализируя результаты экспериментов, приведенных в работе. Здесь, в частности, приводится пример изменения чувствительности приборов прямого рассеяния при контроле концентраций аэрозоля Al_2O_3 различной дисперсности (рис. 3). Кстати, это явление наблюдалось и в опытах с другими видами аэрозолей, например с силикагелем.

Высокие температуры, вибрации, а также наличие аэрозолей, обладающих повышенными адгезионными свойствами и осаждающихся на измерительных оптических элементах приборов, существенно затрудняет использование этого метода в промышленных условиях для контроля работы газоочистных установок и часто приводят к загрязнению и помутнению оптических элементов приборов этого типа.

В последнее время на рынке стационарных средств непрерывного измерения концентрации аэрозолей появился новый вид приборов, работа которых основана на измерении индуцированного заряда на изолированном измерительном электроде, располагаемом в металлическом газоходе, по которому движется пылегазовый поток. Индуцированный заряд возникает при взаимодействии движущихся аэрозольных частиц с поверхностью электрода, при этом его величина пропорциональна массовой концентрации аэрозоля в широком диапазоне измерений.

Эти приборы называют трибоэлектрическими. Их можно разделить на приборы, измеряющие постоянную составляющую трибоэлектрического сигнала, и на приборы, измеряющие переменную составляющую трибоэлектрического сигнала (электродинамический наведенный заряд). К первым относятся приборы фирм Auburn, FilterSense, Babbit и Bindicator (США), фирм Dr. Foedich и MRU (Германия), ко вторым – электродинамические приборы серии S300 (S301/S303/S304/S305), прибор контроля рукавных фильтров Snifter фирмы Sintrol (Финляндия), а также модели приборов DT, DS и DA фирмы РСМЕ (Англия).

Электродинамические приборы серии S300 отличаются оптимальным соотношением цены и качества и успешно применяются в России на металлургических предприятиях, на предприятиях цементной промышленности и в других отраслях. Опыт эксплуатации анализаторов запыленности серии S300 фирмы Sintrol показал, что они обеспечивают минимальные флуктуации показаний, нечувствительны к вибрациям в местах установки, надежны, долговечны, имеют хорошую повторяемость результатов измерений, просты и дешевы в обслуживании. Это в значительной мере решает проблемы контроля концентраций аэрозолей в различных отраслях промышленности, включая взрывоопасные, что выгодно отличает их от приборов на основе оптических методов контроля и трибоэлектрических приборов, работа которых основана на измерении постоянной составляющей трибоэлектрического сигнала.

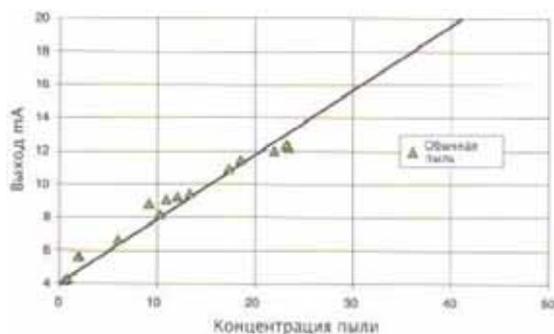


Рис 4. Зависимость выходного сигнала трибоэлектрического пылемера от массовой концентрации.



Рис 5. Установка пылемера на трубе

Рассмотрим примеры использования анализатора S304 для осуществлении контроля работы электрофильтра при периодическом удалении пыли с осадительных электродов (рис. 3), а также при понижении напряжения на его коронирующих электродах (рис. 4).

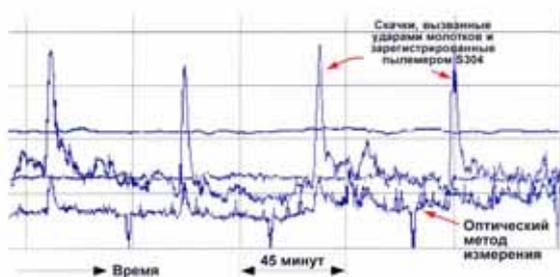


Рис 6. Показания анализатора S304 при контроле работы электрофильтра (пример А)

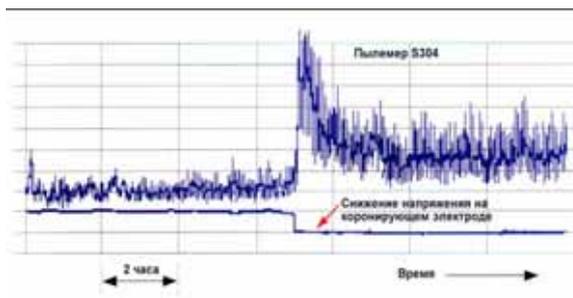


Рис 7. Показания анализатора S304 при понижении напряжения на коронирующих электродах (пример Б)

Пример А. Условия измерения: концентрация пыли 25 мг/м³; скорость потока около 10 м/с; влажность 16%; температура 50...100°С; перепад давления около 20 мм вод.ст.; размер газохода 2х2 м; анализатор установлен за электростатическим фильтром на расстоянии 50 м. На рис. 3 видно, что концентрация пыли во время удара резко увеличивается и так же резко падает до установленного значения. Четко прослеживается период работы механизмов встряхивания, что является следствием быстрой работы анализатора. Для сравнения приведен тренд контроля запыленности оптическим прибором. Нетрудно заметить, что оптический прибор, вследствие своей инерционности и уноса пыли потоком, не позволяет оценить эффективность работы механизмов встряхивания. Аналогичные процессы наблюдаются и в случаях применения прибора для контроля эффективности работы рукавных фильтров при импульсной регенерации рукавов фильтра сжатым воздухом, что позволяет оперативно выявлять прорыв рукавов в секциях фильтра.

Пример Б. Условия измерения: концентрация пыли 10...20 мг/м³; скорость потока около 8,9 м/с; влажность 15,8%; температура 100...110°С; перепад давления около 30 мм вод.ст.; размер газохода 5х5 м; анализатор установлен за электростатическим фильтром на расстоянии 20 м. Из рис. 4 видно, что снижение напряжения на коронирующих электродах повышает уровень концентрации пыли в отходящих газах. Также видно, что переходной процесс при изменении напряжения занимает около 2 ч. Данные получены с анализатором S304, имеющим длину зонда 300 мм.

Таким образом, по показаниям анализаторов запыленности этого типа можно правильно выбрать напряжение на коронирующих электродах фильтра и период работы встряхивающих механизмов, что в результате значительно повысит эффективность работы фильтра и снизит концентрацию пыли на его выходе.

В соответствии со стандартом EN-14181, международным стандартом ISO 10155, а также сертификатами TUV (BImSchV13; BImSchV17; BImSchV27 и BImSchV30) эти приборы сертифицированы для количественного измерения выбросов в диапазоне 0...50 мг/м³ для различных промышленных предприятий, включая теплоэлектростанции мощностью более 50 МВт, мусоросжигательные заводы, газоочистные установки, малые топливосжигающие установки и крематории, а также качественный контроль аэрозолей на выходе газоочистных установок с рукавными фильтрами. Приборы финской фирмы серии S300 (рис. 5) сертифицированы в России и внесены в Государственный реестр средств измерений под номером 32424-06.

Также одним из основных преимуществ анализаторов S300 в российских реалиях, является то, что калибровка, проверка их работоспособности и метрологических характеристик может производиться с помощью переносных электростатических камер Фарадея и электронных генераторов стандартных сигналов.



Рис 8. Газоанализатор SWG-300

В заключении хотелось бы вскользь упомянуть и приборы газового анализа, без которых не может работать, пожалуй, ни одно современное производство или ТЭЦ. Стационарные газоанализаторы могут быть использованы в различных областях промышленности. Они могут служить для контроля производственных процессов, определения параметров выбросов, повышения коэффициента полезного действия, а следовательно снижения эксплуатационных расходов. Благодаря оптимизации процесса сгорания уменьшается коррозия и снижаются затраты на техобслуживание.

НПО «ЭКО-ИНТЕХ» представляет в России газоанализаторы фирмы MRU (Германия). Стационарные газоанализаторы MRU SWG200 и SWG300 могут измерять концентрации до 6-ти газов, причем заказчик может выбрать множество комбинаций из, инфракрасных, циркониевых, парамагнитных, термокондуктивных датчиков для измерения O₂, CO, CO₂, NO, NO₂, CH₄. Благодаря модульному принципу построения позволяют добиться

превосходного соотношения цена/качество. Наличие дополнительных аналоговых входов, до 8 аналоговых выходов и цифрового интерфейса RS-485 позволяет легко встраивать эти

газоанализаторы в существующую АСУ-ТП. Приборы хорошо приспособлены к нелегким отечественным условиям эксплуатации, могут быть установлены в стандартные 19” шкафы и снабжены промышленными обогреваемыми газоотборными зондами. Наша фирма не только поможет их приобрести, но и осуществит шеф-монтаж и гарантийное обслуживание этих приборов.

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 дожига 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 , тел.: (905) 567-8767, эл.почта: admin@intecheco.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

www.intecheco.ru admin@intecheco.ru +7 (905) 567-8767