

Современное состояние и перспективы развития инерционного газоочистного оборудования.

Новые подходы к проектированию аппаратов.

Авторы: к.т.н. Сугак А.В., к.т.н Смирнов М.Е., к.т.н. Смирнов Д.Е.

Наверное ни у кого не вызывает сомнения, что в настоящее время крайне остро стоят экологические проблемы, одной из них является загрязнение воздушного бассейна. По данным Росприроднадзора объем выбросов в атмосферный воздух в России за 2011г. от стационарных источников составил более 19 млн. тонн. В целом по России было уловлено и обезврежено от стационарных источников лишь 75,5% загрязняющих веществ.

Одними из распространенных техногенных загрязнителей атмосферного воздуха являются частицы пыли, содержащиеся в отходящих газах промышленных предприятий.

Никому не надо объяснять, что наличие пыли в воздухе пагубно влияет на здоровье человека, способствует развитию различных легочных и онкологических заболеваний.

Проблема загрязнения воздушного бассейна возникла не сегодня. Уместно вспомнить приведенный в книге Л.В.Чекалова "Формула газоочистки" пример, что еще в 1273 году в Британии был принят закон об ограничении сжигания угля, невыполнение которого, между прочим каралось смертной казнью.

Очевидно, что решение задачи снижения выбросов пыли в окружающую среду лежит в области усовершенствования существующего, разработки и внедрении нового газоочистного оборудования, и повышении культуры обслуживания заказчиком поставляемых нами аппаратов.

Известно, что наибольшее распространение на промышленных предприятиях получили «сухие» способы улавливания пыли, т.е. без применения жидкости.

Упрощенная классификация пылеуловителей «сухой» очистки газов в зависимости от сил, под действием которых происходит выделение частиц пыли из газового потока:

- * за счет электрических сил;
- * за счет механических сил (гравитационные, инерционные, фильтрационные);
- * комбинированные.

Следует отметить, что самую многочисленную группу среди пылеуловителей составляют инерционные аппараты - циклоны, при этом применяются они практически во всех отраслях промышленности.

Циклоны составляют более 90% от общего числа применяемых в промышленности аппаратов газоочистки, и по данным различных источников, ими улавливается более 80% от общей массы уловленной пыли всеми аппаратами. Циклоны устанавливаются как в качестве самостоятельной ступени очистки, а также в виде предочистителей перед тканевыми фильтрами и электрофильтрами.

Представляется целесообразным упомянуть "пылеуловители двойного назначения", так как в настоящее время существуют работы, в которых говорится о циклоне, работающем как мусоросжигательная печь, множество работ, посвященных пылеуловителям, осуществляющих разделение уловленной пыли по фракциям, т.е. функции классификаторов. Перспектива подобных пылеуловителей очевидна.

В СССР на момент распада существовало более 20 организаций, занимающихся разработкой циклонов.

Наибольшее распространение получили циклоны разработки МИОТа, ЛИОТа, СИОТа, ВЦНИИОТа, Гипродревпрома, ГрозНИИ, УНИХИМа, ВУ-ХИНа, циклоны группы ЦН (циклоны НИИОГАЗ), хотя результаты сравнительных испытаний циклонов, проведенные П.А.Коузовым позволяют сделать вывод, что по комплексу параметров более предпочтительными для использования в промышленных условиях являются циклоны группы ЦН.

Несмотря на кажущуюся простоту конструкции, и принципа действия циклонов, их эффективность в значительной степени зависит от правильного подбора и грамотной эксплуатации. Является нормальным, когда эффективность циклонов составляет не менее 85-90%. Я не случайно обращаю на это Ваше внимание, т.к., к сожалению, по результатам замеров, проводимых во время эксплуатации аппаратов на объектах, их эффективность находится в интервале 40-70%.

Нет нужды объяснять, какие причины ведут к снижению эффективности циклонов в промышленных условиях. Это касается и другого поставляемого нами оборудования. Нам необходимо всяческими путями повышать культуру обслуживания нашей продукции и постоянно напоминать заказчику при каждом удобном случае что:

- ошибкой является применение пылеуловителей, не соответствующих по своим характеристикам источникам пылевыделения и имеющимся вентиляторам;

- * применение нестандартных (самодельных) пылеуловителей, подобные аппараты низко эффективны и не решают проблемы качественной очистки газов;

- * грубой ошибкой является эксплуатация циклонов с разгерметизированными бункерами малого объема. Известно, что даже один процент подсоса газа в бункер циклона снижает эффективность очистки на 4-6%.

Негерметичность бункера циклона, работающего на абразивном материале, дополнительно приводит к сильнейшему абразивному износу конической части корпуса циклона и преждевременному выходу его из строя.

С момента появления первых циклонов, разработанных в 1885-1887 г.г. американцами Финчем и Морзе до циклонов СЦН-40, разработанных Д.Т.Карпуховичем в 70-х годах 20 столетия и которые судя по Интернету в настоящее время, являются самыми востребованными циклонами их разработка велась образно выражаясь методом "ползучего эмпиризма". Это нисколько не умаляет заслуг разработчиков, так как в указанный период времени понятие "компьютер" даже не существовало.

Многочисленные исследования различных типов циклонов, проведенные как отечественными, так и зарубежными исследователями позволили получить функциональные зависимости эффективности, гидравлического сопротивления и надежности аппаратов от их конструктивных параметров и режимов эксплуатации. Были разработаны циклоны, рассчитанные на очистку от десятых долей м³/ч до сотен тысяч кубометров. Размеры (диаметры) циклонов колебались от 12 мм, у циклонов поставленных СФ НИИОГАЗ по заказу Московского института теплотехники до 6 метров, поставленных фирмой Тельтомат по заказу Мозырского завода кормовых дрожжей.

В литературе данные зависимости отражались в виде графиков и таблиц и в какой-то мере позволяли прогнозировать эффективность и гидравлическое сопротивление требуемого аппарата, а использование каталогов - осуществлять подбор размеров аппарата требуемого для очистки необходимого объема газа.

Переход к рыночной экономике, постоянное повышение требований природоохранных организаций к эффективности очищаемых газов и наконец появление и повсеместное внедрение компьютерной техники, заставили по-иному взглянуть на проблему расчета циклонов и перевести её на новый качественный уровень.

Сформировалась задача математического расчета циклона, наиболее оптимального для каждого конкретного источника пылевыделения. Над этой задачей наряду с другими учеными работали и специалисты Ярославского Технического университета и Холдинговой группы.

Внедрение в процессы разработки и подбора газоочистного оборудования компьютеров позволило разработать ряд вычислительных программ. Эти программы позволяют осуществить выбор циклонов на основании комплексного анализа данных, полученных при аэродинамическом расчете циклонов, расчете эффективности и надежности циклонов. При этом расчет ведется с шагом по диаметру цилиндрической части циклона равным пятидесяти миллиметрам. В программе заложена возможность расчета 11 типов циклонов. Среди них

спиральные высокоэффективные циклоны СЦН-40, абразивостойкие циклоны средней эффективности СЦН-50, успешно замещающие циклоны ЦН-15 и ряд других. Разница между расчетными и экспериментальными значениями характеристиками циклонов весьма незначительна и составляет всего несколько процентов.

Примерами подобного успешного решения проблемы очистки газов от пыли являются циклоны, установленные в ОАО "Автодизель", ОАО "Лакокраска", ОАО "Автокран" г.Иваново, в локомотивном депо Ярославль-Главный, на Ярославском электровозоремонтном заводе. Циклоны, разработанные и изготовленные Холдинговой группой, также поставлялись на ЗАО «Ковровский доломит молотый», ООО «Топкинский цемент», ООО «ТД Сибирский цемент», ООО «Сибирская горная корпорация», АО «Евроазиатская энергетическая корпорация».

Применение вертикального прямооточного циклона (ВПЦ) в жестких условиях дефицита производственных площадей ОАО «Автодизель» позволило разместить циклон ВПЦ-450х4 там, где размещение обычных противоточных циклонов невозможно. Материалоемкость циклона ВПЦ по сравнению с обычными циклонами снизилась более чем на 25%, гидравлическое сопротивление в 1,7 раза.

Общая эффективность трехступенчатой системы, состоящей из циклонов СЦН-40 и СЦН-50, для улавливания стеклянных микросфер, разработанная для ОАО «Стеклопластик», составила 99,52 %.

Все вышесказанное позволяет утверждать, что применение компьютерных методов расчетов циклонов позволяет при минимальных финансовых затратах, достигнуть значительных положительных результатов.

Анализ патентно-литературных и электронных источников позволяет утверждать, что и в настоящее время ведется активная работа над усовершенствованием циклонов, электрофильтров и другого газоочистного оборудования с применением компьютерных программ нового поколения.

Специалистами Холдинговой группы и Ярославского государственного технического университета с помощью подобных программ, ведутся исследования направленные на разработку инерционных аппаратов способных не только улавливать пыль с высокой эффективностью, но и классифицировать осажденные частицы по фракциям. Данное оборудование предназначено для предприятий, на которых частицы определенного размера являются целевым продуктом, к ним относятся предприятия строительной промышленности, лакокрасочной и др. Результаты экспериментальных испытаний показали, что аппарат достигает 98,5% эффективности пылеулавливания.

Этот проект получил Государственную поддержку. А также по этой тематике была защищена кандидатская диссертация, а еще одна находится на стадии подготовки.

В процессе проведения исследований применяются современные программные комплексы позволяющие производить математический расчет аэродинамики аппаратов и их эффективность.

Порядок математического моделирования следующий:

- * подготовка 3D модели аппарата;
- * формирование конечно-элементной сетки;
- * ввод характеристик газа и пыли;
- * приложение начальных и граничных условий;
- * выбор модели турбулентности;
- * решение задачи и вывод результатов.

На представленных рисунках изображены результаты расчета значения скорости газа в верхней части корпуса и траектории движения частиц пыли различного размера в аппарате.

Как уже говорилось выше, данный подход математического моделирования применим не только к аппаратам инерционного типа, но и к другим группам газоочистного оборудования.

Так применение математического моделирования при проектировании газораспределительного устройства в электрофильтре ЭГАВ-2-52-12-6-4 для Новосибирской

ТЭЦ-4 на котле №10 позволило снизить запыленность газов после установки с 230-400 мг/нм³ до 50 мг/нм³, а на котле №11 до 28 до 50 мг/нм³.

Так до применения газораспределительного аппарата наблюдается струйное движение газа в верхней части корпуса. В результате принятых мер удалось более равномерно распределить газовый поток по сечению аппарата, следовательно, повысить эффективность пылеулавливания.

Вышесказанное свидетельствует о том, что внедрение новых компьютерных технологий в процессы разработки и проектирования газоочистного оборудования позволяет снизить затраты на разработку и повысить эксплуатационные характеристики оборудования.

Таким образом не вызывает сомнений, что применение современных технологий и тесное сотрудничество государства, науки и промышленности позволит решить проблему загрязнения атмосферы России.

У меня все Спасибо за внимание.