

Предприятие ТОО «ABsalut Ecology» принимает участие в государственном проекте по внедрению установок по очистке промышленных газовых выбросов, принцип работы которых отличается от существующих в мире аналогичных устройств.

Вместе с тем наличие большого количества различных газовых очистителей заставило более внимательно подойти к проведению сравнительного анализа не только методов очистки, но и конструктивных особенностей установок по очистке газов, эффективности их работы и экономичности.

Анализ существующих методов очистки газов

I. Сухие методы очистки

1. Гравитационное осаждение – действенно лишь для крупных частиц диаметром более 50-100 мкм и степень очистки составляет $\leq 40-50\%$. Метод пригоден лишь для предварительной (грубой) очистки газов.

2. Инерционные и центробежные методы очистки газов применяются для грубой и средней очистки газов от аэрозолей. Степень очистки – 20-70 % (жалюзийные пылеуловители, батарейные циклоны, ротоклоны и др.).

3. Фильтрация – прием тонкой очистки газов. Преимущество – сравнительно низкая стоимость оборудования (за исключением металлокерамических фильтров) и высокая эффективность тонкой очистки. Недостатки фильтрации – высокое гидравлическое сопротивление и быстрое, забивание фильтрующего материала пылью.

II. Мокрые методы очистки

1. Башни с насадкой (насадочные скрубберы) – отличаются простотой конструкции и эксплуатации, устойчивостью в работе, малым гидравлическим сопротивлением ($\Delta P=300-800$ Па) и сравнительно малым расходом энергии. В насадочном скруббере возможна очистка газов с начальной запыленностью до 5-6 г/м³. Эффективность очистки для пыли с диаметром частиц больше 5 мкм не превышает 70-80 %. Насадка быстро забивается пылью, особенно при высокой начальной запыленности.

2. Орошаемые циклоны (центробежные скрубберы) – применяются для частиц размером 2-5 мкм, степень очистки составляет 50 %.

3. Пенные аппараты – применяются для очистки газа от аэрозолей полидисперсного состава. Для частиц с диаметром больше 5 мкм эффективность их улавливания на одной полке аппарата составляет 90-99 %; при диаметре более 5 мкм – эффективность равна 75-90 %.

4. Скрубберы Вентури – высокоинтенсивные газоочистительные аппараты, но работающие с большим расходом энергии. Этот универсальный малогабаритный аппарат улавливает туман на 99-100 %, частиц пыли с диаметром 0,1-0,35 мкм – на 50-85 % и частиц пыли с $d=0,5-2$ мкм – на 97 %.

Главные недостатки – большой расход энергии и малая надежность в эксплуатации, а также сложное управление.

Основной недостаток всех методов мокрой очистки газов от аэрозолей – это образование больших объемов жидких отходов (шлама), т.е. мокрые способы газоочистки по существу только переносят загрязнение из газовых выбросов в сточные воды, т.е. из атмосферы в водоемы.

III. Электростатическая очистка газов

Электростатическая очистка газов служит хорошим средством, пригодным для любых аэрозолей, включая туманы кислот, и при любых размерах частиц. Недостаток – большая энергоёмкость и сложность в эксплуатации.

IV. Звуковая и ультразвуковая коагуляция

Звуковая и ультразвуковая коагуляция, а также предварительная электризация пока мало применяются в промышленности и находятся в основном в стадии разработки. Эти методы применимы для агрегирования мелкодисперсных аэрозольных частиц (тумана серной кислоты, сажи) перед их улавливанием другими методами. Начальная концентрация частиц аэрозоля должна быть не менее 2 г/м³ ($d=1-10$ мкм).

V. Коагуляция аэрозолей

Коагуляцию аэрозолей методом предварительной электризации производят, например, пропуская газ через электризационную камеру с коронирующими электродами, а затем через мокрый газоочиститель, в котором газожидкостный слой служит осадительным электродом.

VI. Очистка газов от парообразных и газообразных примесей

Очистку газов от парообразных и газообразных примесей можно разделить на три основные группы:

- 1) абсорбция жидкостями;
- 2) адсорбция твердыми поглотителями;
- 3) каталитическая очистка.

В гораздо меньших масштабах применяются термические методы сжигания (или дожигания) горючих загрязнений и способы химического взаимодействия примесей с сухими поглотителями и окисление примесей озоном.

Любой процесс мокрой абсорбционной очистки выхлопных газов от газо- и парообразных примесей целесообразен только в случае его цикличности и безотходности.

Недостатки большинства адсорбционных установок – периодичность процесса и связанная с этим малая интенсивность реакторов, высокая стоимость периодической регенерации адсорбентов.

Недостаток многих процессов каталитической очистки – образование новых веществ, которые подлежат удалению из газа другими методами (абсорбция, адсорбция), что усложняет установку и снижает общий экономический эффект.

VII. Электрохимический метод А.В. Борисенко

Особенностью электрохимического метода в униполярно ионизированной области при воздействии сильного электрического поля, предложенного А.В. Борисенко, является то, что он производит очистку газов как от аэрозолей, так и от парообразных и газообразных примесей.

Предложенный метод является универсальным безотходным методом очистки промышленных газов.

Степень очистки воздуха от пылевых частиц и аэрозольных примесей превышает 99,95 %.

В установке степень улавливания аэрозолей и пыли увеличивается с уменьшением размеров пылевидных частиц, а в сухих электрофильтрах, наоборот, падает до нуля.

Из приведенной классификации (таблица 1) и анализа существующих методов очистки видно, что если одна группа газоочистителей производит очистку газов только от аэрозолей, вторая группа – только от газообразных примесей, то метод, предложенный А.В. Борисенко, позволяет очищать газы как от аэрозолей, так и от парообразных и газообразных примесей.

Преимущества электрофильтра ТОО «ABSolut Ecology» по сравнению с аналогами:

а) эффективность электрофильтров ТОО «ABSolut Ecology» возрастает при уменьшении размера частиц улавливаемых аэрозолей, причём, начиная с размера около 5 микрон и ниже, эффективность очистки приближается к 100 %;

в) в течение срока службы практически не меняются характеристики работы, в то время как характеристики сухих электрофильтров существенно ухудшаются по мере накопления в них пыли;

с) существующие электрофильтры требуют постоянного обслуживания и контроля операций по очистке электродов, в то время как предлагаемый электрофильтр не требует никакого специфического обслуживания;

д) потребляемая мощность электрофильтров ТОО «ABSolut Ecology» значительно меньше в расчёте на 1 м³/час;

е) электрофильтр ТОО «ABSolut Ecology» практически нечувствителен к характеру загрязняющих аэрозольных частиц, они могут быть любого химического состава и иметь любые электрические характеристики, в то время как существующие электрофильтры с сухим и мокрым методами очистки специфичны по отношению к характеру улавливаемых аэрозолей.

Стоимость газоочистителей для сухого и мокрого пылеулавливания.

В таблицах 1, 2 приведена сравнительная стоимость оборудования для сухого и мокрого пылеулавливания. В этих данных мы видим, если капитальные затраты на установку А.В. Борисенко почти в 2 раза выше, чем на аналогичные орошаемые электрофильтры, то первоначальная стоимость данного оборудования на первоначальную предлагаемую. В то же время перепад давления, стоимость электроэнергии, потребление воды, ремонтные работы значительно ниже предлагаемых систем очистки. И самое главное, на наш взгляд, это степень очистки от пыли – 99,95 %, что позволяет иметь следующие значительные выгоды:

1. Уменьшение размеров платы за негативное воздействие на окружающую среду;

2. Уменьшение штрафных санкций со стороны контролирующих органов;

3. Получение выгод для общества в форме снижения расходов, связанных:

– с уменьшением смертности, заболеваемости и затрат на медицинское обслуживание людей;

– компенсацией потерь чистой продукции из-за снижения производительности труда, невыхода на работу и повышенного износа и коррозии основных производственных фондов;

– дополнительными услугами коммунально-бытового хозяйства;

– компенсацией потерь из-за снижения продуктивности природных объектов и агроценозов (например, биомассы рыбы в водоемах Балхашского озера, урожайности сельскохозяйственных культур);

– сокращением ущерба, наносимого природным ресурсам (лесам, сенокосам и др.);

– увеличением комфорта (например, увеличение прозрачности атмосферы – видимости, улучшение цвета воды и т. д.);

– увеличением выгоды на предприятии благодаря ценности уловленных отходов (элементный состав углерода, серы и др.), получением ценной продукции (фуллерен) и увеличением процентного содержания кислорода в очищенном газе.

Практическое применение сравнительного анализа методов очистки газа и устройств газоочистки.

Как практическое применение сравнительного анализа метода очистки газов и устройств газоочистки можно рассмотреть подготовку Предварительной ОВОС к ТЭО «Строительство нового теплоисточника (Мини-ТЭЦ) г. Приозерск, выполненной ТОО «Эком» в марте 2009 года.

Были рассмотрены три модели (сценария) воздействия на атмосферный воздух выбросов нормируемых загрязняющих веществ и парниковых газов, выходящих из котлов проектируемой Мини-ТЭЦ.

Модель 1. Аварийная ситуация – выбросы без очистки пыли и газа.

Модель 2. Очистка дымовых газов от пыли в циклонах СК-ЦН-34-3000 с эффективностью 92 %

Модель 3. Комбинированная система очистки воздуха от пыли в циклонах СК-ЦН-34-3000 и от загрязняющих газов, в том числе и парниковых, на установке А.В. Борисенко.

Наиболее эффективной оказалась модель 3. Результаты расчётов выбросов на 2020 г. – год достижения проектной мощности, представлены в таблице 3.

Применение пылегазоочистного оборудования по модели 3 показывает очень высокую эффективность очистки воздуха от пыли неорганической (99,95 %) и загрязняющих атмосферу газов SO₂(95,0 %), NO_x(97 %), CO(97,0 %), которые, как правило, ранее выбрасывались без очистки.

В этой связи на общественных слушаниях по оценке воздействия на окружающую среду (ОВОС) «Строительства нового теплоисточника (Мини-ТЭЦ) в г. Приозерске» было принято решение «Метод снижения выбросов парниковых газов и других загрязняю-

щих веществ в установке очистки технологических газов А.В. Борисенко, предусмотренный в разделе ОВОС, принять к производству, как уникальный способ оздоровления экологической ситуации в г. Приозерске».

Настоящий сравнительный анализ существующих установок по очистке технологических газов и методов очистки газов показывает неоспоримое преимущество установки А. В. Борисенко. Также установлено, что технологии, положенные в её основу, могут эффективно использоваться не только для очистки промышленных дымовых газов, но и для получения новых материалов и возобновляемых топливно-

энергетических ресурсов.

Реализация государственного проекта «Внедрение газоочистных установок в Республике Казахстан» носит экономическую и социальную направленность.

Социально-экономический эффект состоит в возврате в энергетический цикл значительной части сожженного углерода в качестве высококалорийного и чистого топлива с соответствующим уменьшением потребности в топливе.

Экономический эффект заключается в резком снижении выбросов в атмосферу парниковых газов – диоксида и оксида углерода, а также пылевых (дымовых) загрязнений.

Таблица 3

Загрязняющее вещество	Модель 1 т/год	Модель 2 т/год	Модель 3 т/год	Эффективность очистки, % (модель 3)
Пыль SiO ₂ <20 %	2059,2	164,74	0,99	99,95
SO ₂	712,80	712,80	35,64	95,0
CO	620,58	620,58	18,62	97,0
NO _x	275,81	275,81	55,16	80,0
CO ₂	133952,9	133952,9	26790,6	80,0
N ₂ O	12,28	12,28	2,46	80,0

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Никифоров А.Ю., Тростин А.Н. Стоимость подавления отходов. Иваново, 2007.
2. Проект ОВОС, к ТЭО «Строительство нового теплоисточника (Мини-ТЭЦ) г. Приозерск». Караганда: ТОО «ЭКОМ», 2008. 57 с.
3. Пальгунов П.П., Сумароков М.В. Утилизация промышленных отходов. М.: Стройиздат, 1990. 343 с.

☎ **031 621.01.5313**

**Ж.Б. БИРКОВ,
А.А. ТИМБЕРГЕНОВА,
С.К. ЗИЛАНОВ**

Берілген сенімділіктегі конструкция элементтерін жобалау

Кездейсоқ әсер етудегі конструкция элементтерін тығыздыққа, қатандыққа және беріктікке есептеудің басты есебі болып олардың сенімділігін анықтау және нормативтімен салыстыру болып табылады. Егер конструкция сенімділігі нормативтіден үлкен немесе оған тең болса, онда есептеу тоқтатылады. Ал егер бұлай болмаса, онда оның өлшемдерін өзгерту керек және конструкция сенімділігі қажеттіге жақын болғанша есептейміз. Бұлардың орынына жобаланған конструкцияға алдын ала қажетті сенімділікті тағайындау сияқты есептеу әдісін дайындаған дұрыс. Ол үшін конструкцияның геометриялық өлшемдері берілген сенімділік H^* мәніне оның сенімділігін теңестіру шартынан анықталуы керек.

Қауіпті қималардағы есептік кернеулерді жалпы мына түрде көрсетуге болады

$$S = q/k,$$

мұнда q – жүктеме мағынасына ие, жалпы параметр;

k – конструкцияның геометриялық параметрлеріне тәуелді коэффициент.

Енді конструкцияға $P(q)$ белгілі таралу тығыздығымен кездейсоқ жүктеме әсер етсін. Онда есептік кернеулердің таралу заңын ықтималдық тығыздықты қайта түрлендіру өрнегімен анықтайды

$$f(s) = KP(s \cdot k). \quad (1)$$

Кернеудің таралу заңы жүктеменің таралу заңымен сәйкес келеді, ал оның параметрлері ықтималдық теорияның белгілі заңдарымен қайта есептеледі.

Конструкцияның сенімділігін оның істен шықпай жұмыс жасау ықтималдығы деп түсінеміз. Егер R шектік кернеуі детерминдік шама болса, онда сенімділік мына арақатынаспен анықталады

$$H = P = \int_{-\infty}^R f(s) ds = F(R), \quad (2)$$

мұнда $F(s)$ – есептік кернеудің таралу функциясы.

Егер шектік кернеу $f_R(R)$ таралу заңымен кездейсоқ шама болса, онда сенімділік [1] формулаларымен анықталады

$$H = P = \int_{-\infty}^R f(S) \left[\int_S^{\infty} f_R(R) dR \right] dS = \int_{-\infty}^{\infty} f_R(R) \left[\int_{-\infty}^R f_S(S) dS \right] dR. \quad (3)$$

Кейде сенімділікті анықтау үшін $\psi = R - S$ қирамау функциясын енгізген дұрыс. Онда сенімділік мына арақатынаспен анықталады

$$H = \int_0^{\infty} f(\psi) d\psi = \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} f_R(\psi + S) f_S(S) dS d\psi, \quad (4)$$

мұнда $f(\psi)$ – ψ кездейсоқ шамасының таралу функциясы.