Типовые конструкции, изделия и узлы зданий и сооружений

Серия 3.400-8

Стальные конструкции вытяжных башен с одним газоотводящим стволом

Выпуск 1

Определение оптимальных параметров башен

Материалы для проектирования

17589

цена 0-38

				Привязан	
Инв №					

gost.e-ecolog.ru

Типовые конструкции, изделия и узлы зданий и сооружений

Серия 3.400-8

Стальные конструкции вытяжных башен с одним газоотводящим стволом

Выпуск 1

Определение оптимальных параметров башен

Материалы для проектирования

Разработаны Всесоюзным научно-исследовательским и проектным институтом алюминиевой, магниевой и электродной промышленности (ВАМИ)

Утверждены отделом типового проектирования и организации проектно-изыскательских работ Госстроя СССР. Письмо от 02.12.80г. № 2/3-413; письмо от 17.12.80г. № 2/3-433

Главный инженер института Н.С. Шморгуненко

Главный инженер проекта В.Т. Войтов

Начальник алюминиево-электродного отдела Ю.А. Матвеев

				Привязан	
Инв. №					

СОДЕРЖАНИЕ

ОБОЗНАЧЕНИЕ	НАИМЕНОВАНИЕ	Стр.
Серия 3.400-8	1. Пояснительная записка	4
	2. Общая методика выбора оптимальных параметров стальных вытяжных башен	5
	3. Исходные данные и итоги расчетов по определению оптимальных параметров стальных вытяжных башен	16

Привязан

Инв. №

Серия 3.400-8

Инж.	Симонова		30.09.81
Ст. инж.	Иванова		30.09.81
Рук. гр.	Николаева		30.09.81
Н. контр.	Зиман		30.09.81
Нач. отд.	Матвеев		30.9.81

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ БАШЕН МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Стадия	Лист	Листов
	3	19

ВАМИ ЛЕНИНГРАД

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Содержание и состав проекта приняты в соответствии с рабочей программой, утвержденной отделом типового проектирования и организации проектно-изыскательских работ Госстроя СССР.

Типоразмеры вытяжных башен приняты исходя из условий их использования на предприятиях алюминиевой промышленности:

высотой 75 м с диаметром газоотводящего ствола 4,8 м для корпусов электролиза с обожженными анодами;

высотой 75 м с диаметром газоотводящего ствола 2,0 м для корпусов электролиза, оборудованных электролизерами с самообжигающимися анодами и верхним токоподводом;

высотой 150 м с диаметром газоотводящего ствола 6,0 м для заводских ТЭЦ, производств цемента и глинозема;

высотой 120 м с диаметром газоотводящего

ствола 6,0 м, 4,8 и и 3,6 м для отделений спекания и кальцинации глиноземных заводов и для отделений обжига цементных производств.

Применение стальных вытяжных башен со стальными газоотводящими стволами для удаления газов, содержащих агрессивные примеси и влагу, обосновывается опытом эксплуатации дымовых труб из других материалов (железобетона и кирпича), показавшим неудовлетворительную устойчивость и практическую невозможность проведения ремонтных работ.

Определение типоразмеров стальных башен выполнено исходя из наименьших годовых затрат при обеспечении заданного санитарно-гигиенического эффекта, критерием для оценки которого является максимальная концентрация вредных примесей в воздухе, определяемая согласно СН 369-74.

2. ОБЩАЯ МЕТОДИКА ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ СТАЛЬНЫХ ВЫТЯЖНЫХ БАШЕН

Оптимальными параметрами стальной вытяжной башни считаются параметры, при которых при заданной

санитарно-гигиенической эффективности, приведенные годовые затраты минимальные.

Основой для определения санитарно-гигиенической эффективности так называемых „точечных" источников загрязнения воздуха, какими являются действующие вытяжные башни и дымовые трубы, в СССР принята теория рассеивания промышленных выбросов в атмосфере, разработанная главной геофизической обсерваторией под руководством доктора физико-математических наук, проф. Берлянда М.Е. изложенная в указаниях по расчету рассеивания в атмосфере вредных веществ СН 369-74, утвержденных Госстроем СССР и введенных в действие с 1.01.74 г.

Определение унифицированных параметров высоких вытяжных башен выполнено с учетом их санитарно-гигиенической эффективности, поскольку защита воздушного бассейна от загрязнения выше допускаемых пределов и улучшение условий аэрации промплощадок является их основным назначением.

В данной работе выполнен анализ методики санитарно-гигиенических оценок; на этой основе предлагается общая методика для расчетов геометрических

РАЗМЕРОВ СТАЛЬНЫХ БАШЕН.

ДЛЯ НАГРЕТЫХ ГАЗОВ ЗНАЧЕНИЕ МАКСИМАЛЬНОЙ ПРИЗЕМНОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ ВРЕДНОГО ВЕЩЕСТВА См (мг/м³) ОТ ОДИНОЧНОГО ИСТОЧНИКА ВЫБРОСА, ПРИ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ ПО ФОРМУЛЕ:

$$C_м = \frac{AMFmn}{H^2 \sqrt[3]{V_1 \Delta T}}$$

ГДЕ: A — КОЭФФИЦИЕНТ, ЗАВИСЯЩИЙ ОТ ТЕМПЕРАТУРНОЙ СТРАТИФИКАЦИИ АТМОСФЕРЫ И ОПРЕДЕЛЯЮЩИЙ УСЛОВИЯ ВЕРТИКАЛЬНОГО И ГОРИЗОНТАЛЬНОГО РАССЕИВАНИЯ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В ВОЗДУХЕ, $С^{2/3} \cdot МГ \cdot ГРАД^{1/3}/Г$;

M — КОЛИЧЕСТВО ВРЕДНОГО ВЕЩЕСТВА, ВЫБРАСЫВАЕМОГО В АТМОСФЕРУ, Г/С ;

V_1 — ОБЪЕМ ВЫБРАСЫВАЕМОЙ ГАЗОВОЗДУШНОЙ СМЕСИ, $м^3/с$;

ПРИ ЭТОМ: $V_1 = W_0 \cdot W$

ГДЕ: W_0 — СРЕДНЯЯ СКОРОСТЬ ВЫХОДА ГАЗОВОЗДУШНОЙ СМЕСИ ИЗ УСТЬЯ ИСТОЧНИКА, М/С ;

W — ПЛОЩАДЬ УСТЬЯ ИСТОЧНИКА, ($м^2$) РАВНАЯ $\frac{\Pi Д^2}{4}$ В СЛУЧАЕ КРУГОВОГО УСТЬЯ ДИАМЕТРОМ Д ;

ΔT — РАЗНОСТЬ МЕЖДУ ТЕМПЕРАТУРОЙ ВЫБРАСЫВАЕМОЙ

ПРИВЯЗАН

Инв. №

газовоздушной смеси $T_г$ и температурой окружающего воздуха $T_в$, град.С;

F — безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе;

m и n — безразмерные коэффициенты, учитывающие условия выхода газовоздушной смеси из устья источника выброса.

Выбор оптимальных параметров дымовых труб заключается в том, чтобы из ряда дымовых труб с разными высотами и диаметрами, создающими равные максимальные концентрации, выбрать такие, эффективные годовые затраты для которых были бы наименьшими.

Расчет параметров вытяжных башен выполняется по следующей схеме:

1. Для „нагретых" выбросов, т.е. $T_г - T_в > 0$, условие равной санитарно-гигиенической эффективности может быть выражено отношением:

$$C_м = \frac{AMFmn}{H^2 \sqrt[3]{V_1 \Delta T}} = \frac{AMFmini}{H_i^2 \sqrt[3]{V_1 \Delta T}}$$

Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

ПРИВЯЗАН
Инв. №

По заданным значениям H_i, D_i, V_1, ΔT находим величину критической скорости ветра /$U_м$/ (формула 13. СН 369-74):

$$U_м = 0{,}65\sqrt[3]{\frac{V_1 \Delta T}{H_i}} \qquad (3)$$

Поскольку величины ΔT и V постоянные для данной трубы, то можно некоторые величины обозначить как вспомогательные постоянные:

$$R_1 \quad 0{,}65\sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}$$

$$R_2 = \frac{1{,}621 \cdot 10^3 \cdot V_1^2}{\Delta T \cdot 10^4}; \qquad F_2 = \frac{R_2}{H_0^2 \; D_0^3}$$

$$R_3 = \frac{m_i \, n_i}{H_i^2} \qquad m = \frac{R_3 (H/100)^2}{n}$$

$R_4 = \sqrt[3]{R_2}$ – для определения величины D

$$D = \frac{R_4}{\sqrt[3]{H^2 \cdot F_2}}$$

С помощью графиков (рис. 2 и рис. 3 СН 369-74) и вышеуказанных формул определяем величины: F_{2i}, m_i,

n_i, D_i для заданного ряда высот. После этого для этих высот определяем площади сечений и скорости газов:

$W_i = 0{,}7553 \cdot D_i^2$ — площадь сечения

$W = \frac{V_i}{W_i}$ — скорость газовоздушной смеси

2. Для холодных выбросов, т.е. $T_г - T_в \leqslant 0$, критерием равнозначности является равенство:

$$C_м = \frac{AF_i D_o n_o M}{8 H_o \sqrt[3]{H_o} \cdot V_i} = \frac{AF_i D_i n_i M}{8 H_i \sqrt[3]{H_i} \cdot V_i} \quad \text{или}$$

$$\frac{D_o \cdot n_o}{H_o \sqrt[3]{H_o}} = \frac{D_i \cdot n_i}{H_i \sqrt[3]{H_i}} = K$$

где: D_o – диаметр трубы по проекту (или первоначальный диаметр);

n_o – безразмерный коэффициент, учитывающий условия выхода газовоздушной смеси из устья источника диаметром D_o, высотой H_o;

H_o – высота трубы по проекту (или первоначальная высота);

D_i – диаметр любого источника;

n_i – безразмерный коэффициент, учитывающий условия выхода газовоздушной смеси из устья источника диаметром D_i высотой H_0;

H_i – высота источника диаметром D_i;

K – критерий эффективности.

Расчет осуществляется по заданному санитарно-гигиеническому эффекту в следующей последовательности:

1) устанавливаются исходные основные параметры башни, для которой предполагается произвести анализ экономических показателей, а затем устанавливается геометрический ряд башен в заданном интервале высот;

2) для исходной башни вычисляется величина критической скорости ветра по формуле:

$$U_{мо} = \frac{1{,}6553 \cdot V_i}{H_0 D_0}$$

3) по значению $U_{мо}$ (график, рис.3 СН 369-74) находим значение n_0;

4) вычисляем значение K;

5) для каждой последующей высоты задаемся величиной диаметра несколько большей в случае, если новая

высота больше и меньшей, если высота меньше. Для новой высоты H_i вычисляем $U_{мi}$.

По значению $U_{мi}$ находим n_i (график, рис.3 СН 369-74). Найденное значение n_i подставляем в формулу.

Подбор диаметра для одной и той же высоты осуществляется до тех пор, пока значение K_i не будет близко совпадать с K.

Экономическая эффективность определяется исходя из приведенных годовых затрат, которые слагаются из:

– 17% от капитальных затрат на содержание башни, установки дымососов с электродвигателями, необходимыми для подачи электроэнергии, кабельными сетями, п/станциями и т.д.

– Ежегодных амортизационных отчислений, которые принимаются по нормам Госплана СССР 1961г. и составляют:

а) от стоимости стальных башен и стволов 3%,

б) от стоимости электродвигателей 7,4%,

в) от стоимости силового электрооборудования 6,3%,

г) от стоимости вентиляторов 8,4%.

Работами ЛОЦНИИ „Проектстальконструкция" стоимость стальных вытяжных башен в интервале высот 60–150 м изменяется пропорционально изменению отношения квадратов высот и отношения диаметров

$$A_i = A_0 \cdot \frac{D_i}{D_0} \cdot \frac{H_i^2}{H_0^2}$$

где: A_0 – стоимость башни с диаметром газоотводящего ствола D_0, высотой H_0;

A_i – стоимость башни диаметром D_i, высотой H_i.

Стоимость газоотводящего ствола (B_i) вычисляется по формуле:

$$B_i = B_0 \cdot \frac{D_i}{D_0} \cdot \frac{H_i}{H_0}$$

где: B_i – стоимость ствола диаметром D_i, высотой H_i;

B_0 – стоимость ствола диаметром D_0, высотой H_0.

Капитальные затраты на сооружение дымососов со всеми комплектующим оборудованием определяются исходя из стоимости такой установки мощностью в 1 кВт.

Потребная мощность для определения напора

создаваемого в стволе газовоздушной смесью определяется, исходя из следующих соображений:

Определяется мощность, необходимая для преодоления напора в 1 кг/м² – N_1

$$N_1 = \frac{V_1 h_1}{10^2 \cdot \eta} \quad (кВт)$$

где: V_1 – объем газовоздушной смеси,

h_1 – напор, равный 1 кг/м²,

η – полный КПД установки

$$\eta = \frac{V_1 h}{10^2 \cdot N} \quad (\%)$$

На основании данных о сопротивлении газоотводящего ствола подсчитываем потребные мощности, необходимые для его преодоления.

Потеря напора в газоотводящем стволе определяется по формуле:

$$\Delta h_i = \frac{W_i^2 \gamma}{2g} / 1{,}0 + 0{,}25 + \lambda \cdot \frac{\ell_i}{D_i} / \text{кг/м}^2$$

Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.
Привязан
Инв. №

где: W_i – скорость газовоздушной смеси,

γ – удельный вес газовоздушной смеси,

λ – коэффициент трения, зависящий от величины Re,

R_e – число Рейнольдса, $Re = f(\nu)$

где: ν – коэффициент кинематической вязкости газа (определяется по графику, приведенному в справочнике по гидравлическим сопротивлениям под ред. Идельчика И.Е.);

l_i – длина труб с диаметром D_i

1,0 и 0,25 – коэффициенты местных сопротивлений.

Капитальные затраты на строительство дымососной складываются из следующего:

а) стоимости вентилятора;

б) стоимости электродвигателя;

в) стоимости кабельных сетей, трансформаторных подстанций и т.п.

Указанные затраты относят к 1 кВт мощности, а затем определяется стоимость дымососной в зависимости от потребной мощности.

Рассчитываем средние ежегодные амортизационные отчисления для дымососной с комплектующим обо-

рудованием.

Определяем приведенные годовые затраты, связанные с сооружением дымососной (17% капитальных затрат + + средние ежегодные амортизационные отчисления), башни и ствола.

Определив суммарные приведенные годовые затраты, их сравниваем и выбираем те параметры башни и ствола, при которых суммарные приведенные годовые затраты минимальные.

Расчет оптимальных параметров дымовой трубы выполняется с помощью ЭВМ „Минск-32" по программе, разработанной ВАМИ.

3. Исходные данные и итоги расчетов по определению оптимальных параметров стальных вытяжных башен

В качестве эталона санитарно-гигиенической эффективности при определении оптимальных параметров стальных вытяжных башен для корпусов электролиза принята стальная башня высотой 120 м. со стволом диаметром 6,0 м из стали ЭИ-943, согласно утвержденному техническому проекту

Таджикского алюминиевого завода, т. к. дальнейшее развитие алюминиевой промышленности предполагается осуществлять за счет строительства корпусов, оборудованных электролизерами с обожженными анодами.

Общая стоимость башни – 381,0 тыс. руб., собственно башня – 126,0 тыс. руб., ствол – 255,0 тыс. руб.

На основании расчетов, выполненных на ЭВМ „Минск-32", (программа, пояснения и результаты расчетов хранятся в архиве ВАМИ) установлено:

– башне, принятой в техническом проекте Таджикского алюминиевого завода, эквивалентна с санитарно-гигиенической точки зрения башня высотой 78 м с диаметром ствола 4,66 м.

При этом суммарные годовые приведенные затраты составляют 66,5 тыс. руб., капитальные затраты – 210,3 тыс. руб., т. е. экспериментальная башня дешевле на 381,0 – 210,3 = 170,7 тыс. руб. Годовые приведенные затраты меньше на 91,2 – 66,5 = 24,70 тыс. руб., что в целом по заводу дает экономию свыше 2,0 млн. руб. капитальных затрат.

Для цеха обожженных анодов Таджикского алю-

миниевого завода и для газоочисток Красноярского алюминиевого завода принимается башня высотой 75 м., диаметрами ствола 3,6 и 2,0 м, так как по условиям циркуляции воздушных потоков на промплощадке высота башен должна быть не менее 75 м.

В качестве эталона санитарно-гигиенической эффективности для глиноземных заводов и ТЭЦ принимается железобетонная труба высотой 180 м, диаметром ствола 8,0 м, стоимостью 980,6 тыс. руб., запроектированная для Ачинского глиноземного комбината. Эта труба может быть заменена башней со стволом из стали марки Ст 3, высотой 150 м, диаметром 6,0 м, стоимостью 187,0 тыс. руб. для удаления горячих неагрессивных газов от цементного производства на глиноземных заводах и ТЭЦ, что даст экономию 793,6 тыс. руб. по капитальным затратам.

Для удаления агрессивных газов эта башня может быть заменена башней высотой 120 м со стволом диаметром 6,0 м из стали марки ЭИ-943 стоимостью 308,0 тыс. руб., а с приведенными годовыми затратами-330,0 тыс. руб., что даст экономию 672,6 тыс. руб. по капитальным

затратам.

Результаты расчетов показывают, что вытяжные башни, запроектированные для предприятий алюминиевой промышленности и ТЭЦ можно заменить стальными башнями со стволами равной санитарно-гигиенической эффективности с оптимальными параметрами.

На этом основании разработаны задания на проектирование, согласно которым институтом ЛОЦНИИПСК выполнены рабочие чертежи „КМ", выпуски 2, 3, 4.

Проект производства работ по монтажу стальных конструкций вытяжных башен, выпуск 5, выполнен проектным институтом Промстальконструкция.

ПРИВЯЗАН			
Инв. №			

gost.e-ecolog.ru