

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Политехнический институт

РАСЧЕТНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ВЫБОР ПЫЛЕГАЗООЧИСТНОЙ УСТАНОВКИ

Методические указания
к выполнению курсового проекта
по дисциплине «Системы защиты биосферы: Процессы
и аппараты защиты атмосферы» Модуль 1
для бакалавров направления подготовки 20.03.01
«Техносферная безопасность»
очной и заочной форм обучения

Севастополь
СевГУ
2017

УДК 504.3.064 : 62-784.2/.3(076.5)
ББК 26.23Я73

Рецензент:

А.Н. Одинцов – кандидат технических наук, доцент кафедры
«Техносферная безопасность».

Составители: Андрееenko Т.И., Буркова Е.В., Хоменко Т.Ю.

Расчетно-аналитический выбор пылегазоочистной установки: методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Системы защиты биосферы: Процессы и аппараты защиты атмосферы» Модуль 1 по направлению подготовки 20.03.01 – Техносферная безопасность, профиль «Инженерная защита окружающей среды» / Сост. Т.И. Андрееenko, Е.В. Буркова, Т.Ю. Хоменко. – Севастополь: СевГУ, 2017. – 37 с.

В методических указаниях содержатся необходимые требования для выполнения, оформления, порядка допуска и защиты курсового проекта. Методические указания предназначены для обучающихся по направлению подготовки 20.03.01 – Техносферная безопасность, профиль «Инженерная защита окружающей студентов среды». Издание публикуется в авторской редакции.

УДК 504.3.064 : 62-784.2/.3(076.5)
ББК 26.23Я73

Методические указания рассмотрены и утверждены на заседании кафедры «Техносферная безопасность», протокол № 5 от 26 декабря 2016 г.

Допущено учебно-методическим отделом Политехнического института СевГУ в качестве методических указаний.

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Задание на выполнение курсового проекта.....	3
2.	Рекомендуемая схема пылегазоочистной установки.....	8
3.	Обоснование выбора пылегазоочистной установки.....	9
4.	Расчеты аппаратов.....	12
4.1	Методика расчета осадительной камеры	12
4.2	Методика расчета циклона.....	18
4.3	Поверочный расчет циклона.....	21
4.4	Расчет скруббера Вентури (электрофильтра).....	24
5.	Расчет охладителя газа	27
6.	Расчет абсорбера (адсорбера).....	30
7.	Результаты анализа выбора аппаратов очистки от пыли и компонента газа	30
8.	Контрольные вопросы.....	30
	Библиографический список.....	31
	Приложения. Пример выполнения графической части.....	32

Цель работы: Освоить методику расчетов аппаратов пылегазоочистки.

Перед выполнением курсового проекта, в соответствии с настоящими методическими указаниями, студент должен изучить теоретическую часть учебного пособия «Основы защиты воздушного бассейна»[1].

1. ЗАДАНИЕ НА ВЫПОЛНЕНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

1.1. Техническое задание

Каждому студенту выдается техническое задание на проектирование пылегазоочистной установки (ПГУ). Техническим заданием предусматривается, как правило, разработка 4-ступенчатой пылегазоочистной установки, состоящей из последовательно соединенных аппаратов:

- пылеосадительной камеры – первая ступень (она может быть горизонтальной либо вертикальной);
- циклон – вторая ступень (он может быть цилиндрическим либо коническим уточняется при выдаче технического задания руководителем курсового проекта);
- скруббер Вентури – третья ступень;
- охладитель газа – промежуточная ступень (кожухотрубный теплообменный аппарат);
- абсорбер либо адсорбер – четвертая ступень (уточняется при выдаче технического задания).

1.2. Примеры технических заданий

1.2.1. Задание 1

На машиностроительном предприятии имеется литейный цех, в состав которого входит электродуговая печь для выплавки стали.

Производительность печи G , т/ч по вариантам, вариант выдается преподавателем (табл. 1.1).

Таблица 1.1 - Производительность печи для выплавки стали

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
G , т/ч	18,0	18,5	19,0	19,5	20,0	20,5	21,0	21,5	22,0	22,5

Удельное выделение загрязняющих веществ (q_i^v) следующее: пыль – 10 кг, компонент газа по варианту (см. раздел 6) – 18,5 кг на тонну выплавляемой стали.

Необходимое количество вентиляционного воздуха на 1 т выплавляемой стали составляет $V=1040 \text{ м}^3$. Температура отходящих газов составляет $T_r = 218^\circ\text{C}$. Расчетная температура окружающего воздуха $T_b = 18,5^\circ\text{C}$.

Таблица 1.2 - Средний дисперсионный и фракционный состав пыли:

Размер частиц, мкм	0-2	2-4	4-6	6-8	8-10	10-25	25-40	40-50	50-75	>75
Фракционный состав, %	8,5	10,5	18,0	10	7,3	2,5	9,3	15,5	12,2	6,2

Источник выброса размещен от селитебной территории на расстоянии $X = 48 \text{ м}$. Спроектировать пылегазоулавливающую установку, обеспечивающую расчетные значения ПДВ по пыли и компоненту газа для источника выброса (труба), имеющей высоту, $H = 18 + \Delta H$ (м), где ΔH – тождественна величине номера варианта.

Физические параметры пыли и отходящих газов:

- плотность вентиляционного воздуха по его температуре;
- плотность пыли, ρ_n , кг/м³ по вариантам (табл. 1.3).

Таблица 1.3 - Плотность пыли

Вариант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ρ_n , кг/м ³	3200	3250	3300	3400	3000	3100	3150	2700	2800	2900

- средний размер частиц пыли и ее дисперсия, $d_m = 20 \text{ мкм}$, $\sigma_n = 0,334$;
- начальное давление газа, $P_r = 120 \text{ кПа}$;
- динамический коэффициент вязкости воздуха по его температуре.

Примечание. Плотность газа и коэффициент динамической вязкости берутся по вентиляционному воздуху.

1.2.2. Задание 2

В состав литейного цеха входит 3 . Производительность вагранки G , т/ч по вариантам, вариант выдается преподавателем (табл. 1.4).

Таблица 1.4 - Производительность вагранки

Вариант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
G , т/ч	5,5	8,5	9,0	9,2	8,0	6,5	7,5	5,0	6,0	7,0

Удельное выделение загрязняющих веществ (q^i) следующее: пыль – 20кг, компонент газа по варианту (см. раздел 6) – 19,5 кг на тонну выплавляемого чугуна. Необходимое количество вентиляционного воздуха на 1 т выплавляемого чугуна составляет $V = 980$ м. куб/ч. Температура отходящих газов составляет $T_g = 225$ °С. Расчетная температура окружающего воздуха $T_b = 18$ °С.

Таблица 1.5 - Средний дисперсионный и фракционный состав пыли

Размер частиц, мкм	0-5	5-10	10-25	25-50	50-75	75-150	>150
Фракционный состав, %	12,5	16,6	13,3	16,0	14,4	14,0	13,2

Источник выброса размещен от селитебной территории на расстоянии $X = 30$ м. Спроектировать пылегазоулавливающую установку, обеспечивающую расчетные значения ПДВ по пыли и компоненту газа с трубой, имеющей высоту, $H = 15 + \Delta H$ (м), где ΔH – тождественна величине номера варианта. Концентрация выбросов на границе селитебной зоны не должна превышать ПДК.

Физические параметры пыли и отходящих газов:

- плотность газа по его температуре;
- плотность пыли, ρ_p , кг/м³ по вариантам (табл. 1.6).

Таблица 1.6 - Плотность пыли

Вариант	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
ρ_p , кг/м ³	3000	2900	2950	3100	3050	3200	3100	3150	2850	2800

- средний размер частиц пыли и ее дисперсия, $d_m = 20$ мкм , $\sigma_n = 0,468$;
- начальное давление газа, $P_g = 120$ кПа;
- динамический коэффициент вязкости газа по его температуре.

Примечание. Плотность газа и коэффициент динамической вязкости берутся по вентиляционному воздуху.

1.2.3. Задание 3

В процессе обработки металла в кузнечно-прессовом цехе образуется пыль и вредные компоненты газов. Удельный выброс вредных веществ (q^i) пыли 15 кг, компонент газа по варианту (см. раздел 6) – 21,0 кг на одну тонну товарного проката. Производительность товарного проката G , т/ч по вариантам, вариант выдается преподавателем (табл. 1.7).

Таблица 1.7 - Производительность товарного проката

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
G , т/ч	12	13	14	14,5	15	16	16,5	17	11,5	12,5

Суммарное количество воздуха, отсасываемого из агрегата непрерывного травления, составляет $V = 1800 \text{ м}^3$ на тонну проката. Температура вентиляционного воздуха $T_r = 185^\circ\text{C}$. Температура окружающего воздуха $T_b = 18,5^\circ\text{C}$.

Таблица 1.8 - Средний дисперсионный и фракционный состав пыли

Размер частиц, мкм	0-5	5-10	10-20	20-30	30-40	40-55	55-80
Фракционный состав, %	12	13	22,5	20,7	11,8	10	10

Спроектировать пылегазоулавливающую установку, обеспечивающую ПДК в селитебной зоне по пыли и газу, учитывая, что расстояние селитебной территории от источника выброса $X = 50 \text{ м}$. Высота источника выброса $H = 15 + \Delta H \text{ (м)}$, где ΔH – тождественна величине номера варианта.

Физические параметры пыли и отходящего вентиляционного воздуха:

- плотность газа, (вентиляционного воздуха) по его температуре;
- плотность пыли, ρ_n , кг/м³ по вариантам (табл. 1.9);

Таблица 1.9 - Плотность пыли

Вариант	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ρ_n , кг/м ³	4600	5000	4800	4700	5400	5200	5100	5800	5700	5600

- средний размер частиц пыли и ее дисперсия, $d_m = 14,8 \text{ мкм}$, $\sigma_n = 0,365$;
- начальное давление газа, $P_r = 300 \text{ кПа}$;
- динамический коэффициент вязкости воздуха, по его температуре.

Спроектировать пылегазоочистную установку, обеспечивающую ПДК по заданным загрязняющим веществам в селитебной зоне.

Примечание. Плотность газа и коэффициент динамической вязкости берутся по вентиляционному воздуху.

1.3. Правила оформления работы

Студент под руководством преподавателя либо ассистента, выполняет расчёты и подбирает конструктивные параметры аппаратов всех ступеней таким образом, чтобы удовлетворить условиям эффективности пылегазоочистной установки.

Выполненная студентом работа оформляется курсовым проектом, который должен содержать: титульный лист, содержание, техническое задание, введение, разделы, заключение, список использованных источников и приложения.

Разделы состоят:

1. Обоснование выбора пылегазоочистной установки;
2. Расчеты аппаратов;
 - 2.1 Расчет осадительной камеры;
 - 2.2 Расчет циклона;
 - 2.3 Расчет скруббера Вентури;
5. Расчет охладителя газа;
6. Расчет абсорбера либо адсорбера.
7. Обобщенные результаты анализа расчетно-аналитического выбора пылегазоочистной установки.

Приложение А – Чертеж принципиальной схемы пылегазоочистной установки на листе формата А3.

Приложения Б – Чертежи общих видов аппаратов пылегазоочистной установки на листе формата А4.

Во Введении дается характеристика воздушного бассейна в промышленных зонах и загрязняющих веществ (ЗВ), образовавшихся в результате технологического процесса в источнике загрязнения; их влияния на человека и растительный мир. Существующие и передовые методы улавливания, как пыли, так и газовых компонентов. Возможные пути утилизации пылевых и газовых отходов.

В первом разделе “Обоснование выбора пылегазоочистной установки” выполняют расчет количественных значений (C_m , X_m) и ведется оценка необходимой эффективности пылегазоочистной установки. На основе качественного анализа физических параметров пыли и технических характеристик пылегазоулавливающего оборудования дается обоснование выбранной схемы пылегазоочистной установки, её структурно – функциональная схема. Рекомендуемая структурно – функциональная схема представлена в настоящих методических указаниях.

Во втором разделе “Расчеты аппаратов” выполняются последовательно расчеты каждой ступени пылегазоочистной установки (ПГУ), определяются их основные конструктивные параметры. Расчет охладителя газа и других аппаратов выполняется в отдельных разделах. Для каждого аппарата дается

краткое описание его работы и его схема. Конструктивные параметры каждого аппарата оформляются таблицей.

В последнем разделе "Обобщенные результаты анализа расчетно-аналитического выбора пылегазоочистной установки" рассматриваются полученные параметры ПГУ, эффективность каждой ступени и общая техническая характеристика ПГУ, которая вносится на первый лист чертежа.

В «Заключении» делается обобщение полученных в работе результатов (достижение заданной очистки, обеспечение ПДК в жилой зоне и др.).

В списке используемых источников дается состав источников, которыми студент непосредственно пользовался при выполнении курсового проекта.

Приложения. Чертежи 1 лист формата А3 - должен содержать принципиальную схему ПГУ; 5 листов формата А4 - чертежи общих видов аппаратов. Чертежи должны быть оформлены в соответствии с требованиями ЕСКД.

Пример оформления чертежей представлен в прил. А.

2. РЕКОМЕНДУЕМАЯ СХЕМА ПЫЛЕГАЗООЧИСТНОЙ УСТАНОВКИ

На рис. 2.1 представлена схема 4-ступенчатой пылегазоочистной установки. Студент, при обосновании, может принять альтернативную (другую) схему.

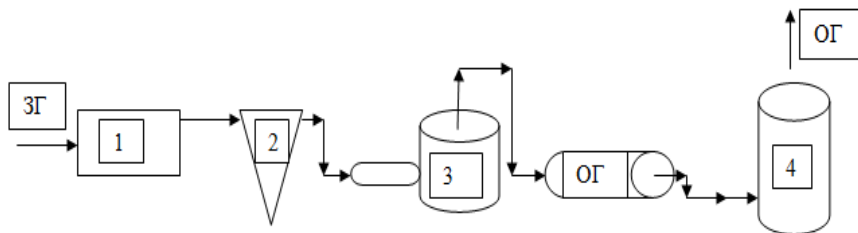


Рис. 2.1. Схема четырехступенчатой пылегазоочистной установки:

1-пылесадительная камера; 2 – циклон; 3 – скруббер Вентури;

ОГ – охладитель газа; 4 – абсорбер (адсорбер);

ЗГ, ОГ – загрязненный и очищенный газ соответственно

3. ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ ПЫЛЕГАЗООЧИСТНОЙ УСТАНОВКИ

3.1. Объем выбрасываемой пылегазоочистной смеси в секунду:

$$V_1 = \frac{V \cdot G}{3600} \text{ м}^3/\text{с}, \quad (3.1)$$

где V – объем вентиляционного воздуха по техническому заданию, м^3 ;
 G – производительность, т/ч .

3.2. Масса выбрасываемой пыли и газового компонента без очистки в единицу времени M_i , (г/с) :

$$M_n = \frac{q^n \cdot G}{3,6}, \quad M_{г.к.} = \frac{q^{г.к.} \cdot G}{3,6}, \quad (3.2)$$

где q^n , $q^{г.к.}$ – удельное выделение загрязняющего вещества пыли и компонента газа соответственно.

3.3. Максимальная приземная концентрация на расстоянии от источника выброса (источник без очистных сооружений):

$$C_m = \frac{A \cdot M_i \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}} \text{ мг/м}^3, \quad (3.3)$$

где A – коэффициент, учитывающий стратификацию атмосферы, для Севастополя $A = 200$;

M_i – количество i -го вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу, г/с ;

F – безразмерный коэффициент, учитывающий скорость осаждения вредных веществ в атмосфере. Для газов и мелкодисперсной пыли, $F = 2$;

η – коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности, $\eta = 1$ (слабо пересеченная местность);

H – высота источника выброса над уровнем Земли;

ΔT – разность между температурой, выбрасываемой газовоздушной смеси $T_г$ и температурой окружающего атмосферного воздуха $T_в$, $^{\circ}\text{C}$:

$$\Delta T = T_г - T_в,$$

где m , n – коэффициенты, учитывающие условия выхода газовоздушной смеси из устья источника выброса, определяются по формулам:

$$m = \frac{1}{\left(0,67 + 0,1 \cdot f^{\frac{1}{2}} + 0,34 \cdot f^{\frac{1}{3}}\right)}.$$

Величина параметра f , м/ (с²·град), вычисляется по формуле

$$f = 10^3 \cdot \frac{w_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T},$$

где w_0 – средняя скорость выхода газо-воздушной смеси из устья источника выброса, м/с, принимается 8 - 10 м/с;

D – диаметр источника выброса, м.

Диаметр источника определяется из условия:

$$S = \frac{V_1}{w_0} = 0,785 \cdot D^2.$$

Безразмерный коэффициент n определяют из условия:

при $v_m < 0,3$ $n = 3$;

при $0,3 < v_m \leq 2$ $n = 3 - [(v_m - 0,3) \cdot (4,36 - v_m)]^{\frac{1}{2}}$;

при $v_m > 2$ $n = 1$;

где v_m – вспомогательный параметр, который определяется из выражения:

$$v_m = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{V_1 \cdot \Delta T}{H}}.$$

3.4. Расстояние X_m (м) от источника выброса, при котором имеет место C_m :

$$X_m = d \cdot H, \quad (3.4)$$

где d – безразмерная величина, определяемая по формуле

при $v_m \leq 2$,

$$d = 4,95 \cdot v_m \cdot \left(1 + 0,28 \cdot f^{\frac{1}{3}}\right);$$

при $v_m > 2$,

$$d = 7 \cdot (v_m)^{\frac{1}{2}} \cdot \left(1 + 0,28 \cdot f^{\frac{1}{3}}\right).$$

Когда безразмерный коэффициент $F = 2$, величина X_m определяется по формуле:

$$X_m = \frac{(5-F)}{4} \cdot d \cdot H. \quad (3.5)$$

3.5. Сравниваются величины:

$$C_{m\ n} \leq ПДК_n \quad \text{и} \quad X_m \leq X. \quad (3.6)$$

$$C_{m\ z.k.} \leq ПДК_{z.k.} \quad \text{и} \quad X_m \geq X. \quad (3.6a)$$

где $ПДК_n$, $ПДК_{z.k.}$ – предельно допустимая концентрация пыли и газового компонента соответственно, выбирается из справочной литературы.

3.6. При невыполнении одного из условий определяется предельно допустимый выброс для данного источника загрязнения:

$$ПДВ = \frac{(ПДК - C_\phi) \cdot H^2}{A \cdot F \cdot m \cdot n} \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}, (z/c) \quad (3.7)$$

где C_ϕ – фоновая концентрация, принять $C_\phi = 0,2 \cdot ПДК$.

3.7. Массовая концентрация загрязняющего вещества (пыли, газового компонента) перед входом в пылегазоочистную установку:

$$C_{ex}^i = 10^3 \cdot \frac{M_i}{V_1} \quad (\text{мг/м}^3) \quad (3.8)$$

3.8. Концентрация загрязняющего вещества (пыли, газового компонента) после пылегазоочистной установки из условия обеспечения ПДВ:

$$C_{вых}^i = 10^3 \cdot \frac{ПДВ_i}{V_1} \quad (\text{мг/м}^3) \quad (3.9)$$

3.9. Эффективность очистки должна достигаться:

$$\eta^i = 1 - \frac{C_{вых}^i}{C_{ex}^i}. \quad (3.10)$$

4. РАСЧЕТЫ АППАРАТОВ

4.1. Методика расчета осадительной камеры

4.1.1. По дисперсному и фракционному составу пыли разработчик ПГУ учитывает, что диаметр (d_n) частиц соответствует скорости в осадительной камере не менее 0,1 м/с.

4.1.2. Определяется величина критерия Архимеда:

$$Ar = \frac{d_n^3 \cdot \rho_z^2 \cdot g}{\mu_z^2} \cdot \frac{(\rho_n - \rho_z)}{\rho_z}, \quad (4.1)$$

где d_n – диаметр частиц пыли, мкм (принимается максимальный размер частиц по заданию в соответствии с табл. 1.2, 1.5, 1.8);

ρ_z – плотность газа, кг/м³;

g – ускорение свободного падения, м/с²;

μ_z – динамическая вязкость воздуха, Па·с;

ρ_n – плотность пыли кг/м³.

4.1.3. По величине Ar определяют область, в которой происходит осаждение, и вычисляют число Рейнольдса:

при $Ar \leq 36$

$$Re = \frac{Ar}{18};$$

при $36 < Ar < 8300$

$$Re = 0,152 \cdot Ar^{0,715}; \quad (4.2)$$

при $Ar > 8300$

$$Re = 1,74 \cdot \sqrt{Ar}.$$

4.1.4. Вычисляют теоретическую скорость осаждения шарообразной частицы:

при $Ar \leq 36$

$$w_{i\bar{n}} = d_i^2 \cdot g \cdot \frac{(\rho_i - \rho_{\bar{a}})}{18 \cdot \mu_{\bar{a}}} \quad \text{м/с},$$

при $36 < Ar < 8300$

$$w_{i\bar{n}} = 0,78 \cdot \frac{d_i^{0,43} (\rho_i - \rho_{\bar{a}})^{0,715}}{\rho_{\bar{a}}^{0,285} \cdot \mu_{\bar{a}}^{0,43}} \quad \text{м/с}, \quad (4.3)$$

при $Ar > 8300$

$$w_{i\bar{n}} = 5,46 \cdot \sqrt{\frac{d_i \cdot (\rho_i - \rho_{\bar{a}})}{\rho_{\bar{a}}}} \text{ м/с.}$$

Проверка скорости w_{oc} выполняется по формуле:

$$w_{oc} = \frac{Re \cdot \mu_c}{d_n \cdot \rho_c}. \quad (4.4)$$

4.1.5. Опытным путем установлено, что снижение скорости осаждения частиц составляет: для округлой формы $\varphi_0 = 0,87$; для угловатых частиц $\varphi_y = 0,77$; для продолговатых частиц $\varphi_{np} = 0,68$; для пластинчатых частиц $\varphi_{nl} = 0,58$.

Доля (m) различных форм частиц, учитывающихся в процессе осаждения, задается в табл. 4.1 (по вариантам).

Таблица 4.1 - Доля частиц в зависимости от варианта

Вариант \ Доля	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
m_o	0,1	0,4	0,3	0,2	0,1	0,4	0,3	0,2	0,1	0,4
m_y	0,2	0,3	0,4	0,1	0,2	0,3	0,2	0,1	0,3	0,1
m_{np}	0,3	0,2	0,1	0,3	0,4	0,1	0,1	0,4	0,4	0,3
m_{nl}	0,4	0,1	0,2	0,4	0,3	0,2	0,4	0,3	0,2	0,2

При неравномерном распределении частиц снижение скорости осаждения:

$$\varphi = \varphi_o \cdot m_o + \varphi_y \cdot m_y + \varphi_{np} \cdot m_{np} + \varphi_{nl} \cdot m_{nl}. \quad (4.5)$$

4.1.6. Фактическая скорость осаждения частиц:

$$w_{i\bar{n}}^{\delta} = w_{i\bar{n}} \cdot \varphi \text{ м/с.} \quad (4.6)$$

4.1.7. Скорость газа в осадительных камерах не должна превышать $W_2 = 1,2$ м/с. Оптимальная скорость газа в осадительной камере выбирается в пределах $W_2 = 0,8 - 0,9$ м/с.

4.1.8. Площадь сечения осадительной камеры, м^2 :

$$S = \frac{V_1}{W_z}, \quad (4.7)$$

где V_1 – объем выбрасываемой пылегазоочистной смеси ($\text{м}^3/\text{с}$);

W_z – оптимальная скорость газа в осадительной камере.

4.1.9. Осадительные камеры, как правило, выполняются прямоугольного сечения. Определяем H_k (рис. 4.1):

$$\dot{f}_{\bar{E}} = 0,707 \cdot \sqrt{S} \text{ м.} \quad (4.8)$$

Длина осадительной камеры L определяется:

$$L = \frac{W_d \cdot H_{\bar{E}}}{W_{\bar{H}}} \text{ м.} \quad (4.9)$$

Остальные параметры выбираются конструктивно.

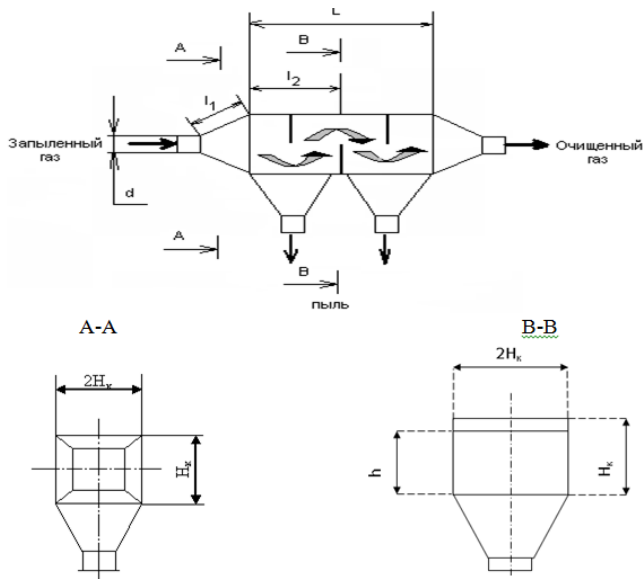


Рис. 4.1. Схема горизонтальной осадительной камеры

4.1.10. Конструктивно, горизонтальная осадительная камера может быть выбрана в соответствии с рис. 4.1, вертикальная в соответствии с рис. 4.2.

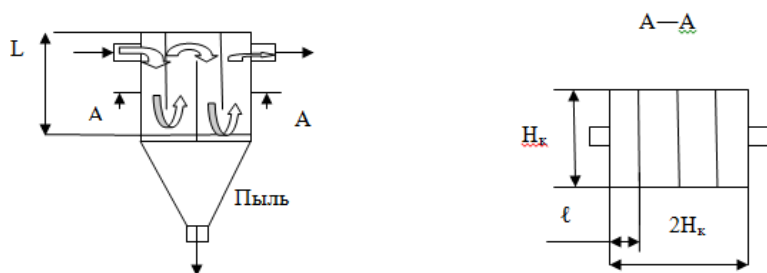


Рис. 4.2. Схема вертикальной осадительной камеры

4.1.11. Выполняются расчеты параметра (Π). Для осадительных камер, в которых движение пылегазового потока осуществляется с огибанием поперечных перегородок:

$$\Pi = 2 \cdot \frac{n \cdot w_{oc} \cdot H_K \cdot L}{W_{\epsilon} \cdot S}, \quad (4.10)$$

где n – количество поперечных перегородок в осадительной камере.

4.1.12. Определяется параметр проскока частиц (p):

$$P = \frac{1}{e^{\Pi}}. \quad (4.11)$$

Определяется фракционная эффективность очистки пылеосадительной камеры:

$$\eta_{\phi}^o = (1 - P). \quad (4.12)$$

4.1.13. После выбора и расчета геометрических характеристик пылеосадительной камеры производится расчет потерь давления в ней. Порядок расчета следующий (рассматривается горизонтальная осадительная камера):

Определяется скорость пылегазовоздушной смеси в сечениях А-А:

$$W^{A-A} = \frac{V_1}{S^{A-A}} \text{ м/с}, \quad (4.13)$$

где S^{A-A} – площадь в сечении А-А.

Вычисляется эквивалентный диаметр в сечениях А-А и В-В:

$$d_э = \frac{4 \cdot S}{\Pi}, \quad (4.14)$$

$$d_э^{A-A} = \frac{4 \cdot S^{A-A}}{\Pi^{A-A}}, \quad d_э^{B-B} = \frac{4 \cdot S^{B-B}}{\Pi^{B-B}},$$

где S^{B-B} – площадь сечения В-В. Π^{A-A} и Π^{B-B} - периметры сечений.

В сечении А-А лежит прямоугольник, находим Π^{A-A} и S^{A-A} .

$$\Pi^{A-A} = \left(\frac{d + H_{\kappa}}{2} + \frac{d + 2H_{\kappa}}{2} \right) \cdot 2, \quad (4.15)$$

где d – диаметр трубы на входе в осадительную камеру:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot V_1}{\pi \cdot \omega}} \text{ м}, \quad (4.16)$$

где ω – скорость пылегазовой смеси перед входом в пылеосадительную камеру, $\omega = 5$ м/с.

$$S^{A-A} = \left(\frac{d + H_{\kappa}}{2} \right) \cdot \left(\frac{d + 2H_{\kappa}}{2} \right). \quad (4.17)$$

В сечении В-В лежит прямоугольник, находим Π^{B-B} и S^{B-B} .

$$\Pi^{B-B} = (H_{\kappa} + 2H_{\kappa}) \cdot 2 = 6H_{\kappa}, \quad (4.18)$$

$$S^{B-B} = H_{\kappa} \cdot 2H_{\kappa} = 2H_{\kappa}^2. \quad (4.20)$$

Определяются числа Рейнольдса в сечениях А-А и В-В:

$$\text{Re}^{A-A} = \frac{d_э^{A-A} \cdot W^{A-A} \cdot \rho_{\text{с}}}{\mu_{\text{с}}}, \quad \text{Re}^{B-B} = \frac{d_э^{B-B} \cdot W_{\text{с}} \cdot \rho_{\text{с}}}{\mu_{\text{с}}}, \quad (4.21)$$

где W^{A-A} , W_c – скорость газа в указанных сечениях, м/с.

Коэффициент гидравлического сопротивления в сечениях А-А и В-В рассчитывается по формулам:

при $Re < 4000$

$$\lambda = \frac{64}{Re},$$

при Re от 4000 до 10^5

$$\lambda = \frac{0,316}{Re^{0,25}}. \quad (4.22)$$

Определяются потери давления на трение:

$$\Delta P_{\text{тр}} = \lambda^{A-A} \cdot \frac{l_1}{d_{A-A}} \cdot \frac{\rho_a \cdot (W^{A-A})^2}{2} + \lambda^{B-B} \cdot \frac{L}{d_{B-B}} \cdot \frac{\rho_a \cdot (W_a)^2}{2} \quad \text{Па}, \quad (4.23)$$

где l_1 – длина соединения трубы с осадительной камерой (см. рис. 4.1), определяется конструктивно:

$$l_1 = \frac{(H_{\text{с}} - d)}{2 \cdot \sin 15^\circ} \quad \text{м},$$

где d – диаметр трубы на входе в осадительную камеру, по формуле 4.16.

Вычисляются потери давления на местные сопротивления:

$$\Delta P_{\text{л}} = \xi_1 \cdot \frac{\rho_a \cdot (W^{A-A})^2}{2} + n \cdot \xi_2 \cdot \frac{\rho_a \cdot (W_a)^2}{2} \quad \text{Па}, \quad (4.24)$$

где ξ_1 – коэффициент местного сопротивления при входе пылегазовоздушной смеси в камеру (происходит плавное расширение) $\xi_1 = 0,5$;

ξ_2 = коэффициент местного сопротивления при огибании перегородок $\xi_2 = 2,5$;

n - число перегородок, выбирается из схем осадительной камеры.

Общая потеря давления в осадительной камере составляет:

$$\Delta P = \Delta P_{\text{тр}} + \Delta P_{\text{л}} \quad \text{Па}. \quad (4.25)$$

Аналогично выполняются расчеты для вертикальной осадительной камеры.

4.2. Методика выбора циклона

4.2.1. Схема цилиндрического циклона показана на рисунке 4.4, а конического на рисунке 4.5. Для циклонов принят следующий ряд внутренних диаметров D , мм: 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800. Размер диаметра бункера D_6 берется равным $1,5 D$; высота бункера $0,8D$; днище бункера выполняется с углом 60° между стенками; выходное отверстие имеет диаметр 250 или 300 мм.

4.2.2. Задавшись типом циклона по варианту, определяют оптимальную скорость газа W_{opt} в сечении циклона диаметром D по данным приведенным ниже.

Таблица 4.2 - Оптимальная скорость газа в циклоне в зависимости от типа

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Тип циклона	ЦН-24	ЦН-15У	ЦН-15	ЦН-11	СД К-ЦН-33	СК-ЦН-34	СК-ЦН-34М	ЦН-24	ЦН-11	ЦН-15
W_{opt} , м/с	4,5	3,5	3,5	3,5	2,0	1,7	2,0	4,5	3,5	3,5

4.2.3. Расчёт циклона ведется при наличии данных d_m и $lg \sigma_r$ методом последовательных приближений в следующем порядке.

4.2.4. Вычисляют диаметр циклона по формуле

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot V_1}{\pi \cdot W_{i\dot{o}}}} \text{ м.} \quad (4.26)$$

Полученное значение D округляют, до ближайшего значения внутреннего диаметра циклона: D_0 м: 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7, 0,8. Если расчетный диаметр циклона превышает его максимально допустимое значение, то необходимо применить два или более параллельно установленных циклона.

4.2.5. По выбранному диаметру циклона находят действительную скорость газа в циклоне, м/с:

$$W = \frac{4 \cdot V_1}{\pi \cdot n \cdot D_0^2}, \quad (4.27)$$

где n – число параллельно установленных циклонов.

Действительная скорость в циклоне не должна отклоняться от оптимальной более чем на $\pm 15\%$.

$$\left| \frac{W - W_{i\tau\delta}}{W_{i\tau\delta}} \right| \cdot 100\% \leq 15\%.$$

4.2.6. Определяют коэффициент гидравлического сопротивления одиночного циклона:

$$\xi = K_1 \cdot K_2 \cdot \xi_{500}, \quad (4.28)$$

где K_1 – поправочный коэффициент на диаметр циклона (табл. 4.5),

K_2 – поправочный коэффициент на запыленность воздуха (табл. 4.7),

ξ_{500} – коэффициент гидравлического сопротивления одиночного циклона диаметром 500 мм (табл. 4.6).

4.2.7. Гидравлическое сопротивление циклона вычисляется по формуле:

$$\Delta P = \frac{\xi \cdot \rho_{\delta} \cdot W^2}{2} \text{ Па.} \quad (4.29)$$

4.2.8. Эффективность очистки газа в циклоне определяется по формуле

$$\eta_1 = 0,5 \cdot [1 + \Phi(x)], \quad (4.30)$$

где $\Phi(x)$ – табличная функция от параметра x , (по табл. 4.4),

x – параметр равный:

$$x = \frac{\lg\left(\frac{d_m}{d_{50}}\right)}{\sqrt{\lg^2 \sigma_z + \lg^2 \sigma_n}}, \quad (4.31)$$

где d_m – средний размер частиц пыли (по техническому заданию);

σ_n – дисперсия пыли (по техническому заданию),

d_{50} определяется по уравнению:

$$d_{50} = d_{50}^T \cdot \sqrt{\frac{D_{\delta}}{D_T} \cdot \frac{\rho_{nm}}{\rho_n} \cdot \frac{\mu}{\mu_T} \cdot \frac{W_T}{W}},$$

где d_{50}^T и $\lg \sigma_c$ для каждого циклона приведены в табл. 4.3,

D_∂ , ρ_n , μ , W – полученные параметры для рассчитываемого циклона,

D_T , ρ_{nm} , μ_t , W_T – параметры типового циклона, $D_T = 0,6$ м,
 $\rho_{nm} = 1930$ кг/м³, $\mu_m = 22,2 \cdot 10^{-6}$ Па·с; $W_T = 3,5$ м/с.

Таблица 4.3 - Зависимость параметров d_{50}^T и $\lg \sigma_c$ от типа циклона

Тип циклона	ЦН2У	ЦН -15У	ЦН -11	СДК-ЦН-33	СК-ЦН-34	СК-ЦН34М	ЦН-15
d_{50}^T	8,5	6,0	5,65	4,31	4,95	5,3	6,5
$\lg \sigma_c$	0,308	0,283	0,352	0,364	0,308	0,340	0,352

Таблица 4.4 - Зависимость функции $\Phi(x)$ от параметра x

X	-2,70	-2,0	-1,8	-1,6	-1,4	1,2	-1,0	-0,8
$\Phi(x)$	0,0035	0,0228	0,0359	0,0548	0,0808	0,1151	0,1587	0,2119
X	-0,6	-0,4	0,2	0	0,2	0,4	0,6	0,8
$\Phi(x)$	0,2743	0,3446	0,4207	0,5000	0,5793	0,6554	0,7257	0,7881
X	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,7	
$\Phi(x)$	0,8413	0,8849	0,9192	0,9452	0,9641	0,9772	0,9965	

Таблица 4.5 - Значение коэффициента K_I в зависимости D_∂ от и типа циклона

Тип циклона	Значение K_I для D (в мм)				
	150	200	300	400	500
ЦН-11	0,94	0,95	0,96	0,99	1,0
ЦН-15, ЦН-15У, ЦН-24 СДК-ЦН-33, СК-ЦН-34	0,85	0,90	0,93	1,0	1,0
СК-ЦН-34М	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Таблица 4.6 - Коэффициент гидравлического сопротивления от типа циклона

Тип циклона	ЦН-11	ЦН-15	ЦН-15У	ЦН-24	СДК-ЦН-33	СК-ЦН-34	СК-ЦН-34М
ξ_{500}	250	163	170	80	600	1150	2000

Таблица 4.7 - Значение коэффициента K_2 в зависимости от $C_{вх}$ и типа циклона

Тип циклона	Значение K_2 при $C_{вх}$, г/м ³					
	10	20	40	80	120	150 и выше
ЦН-11	0,96	0,94	0,92	0,90	0,87	0,5
ЦН-15	0,93	0,92	0,91	0,90	0,87	0,86
ЦН-15У	0,93	0,92	0,91	0,89	0,88	0,87
ЦН-2У	0,95	0,93	0,92	0,90	0,87	0,86
СДК-ЦН-33	0,81	0,78	0,78	0,77	0,76	0,745
СК-ЦН-34	0,98	0,947	0,93	0,915	0,91	0,90
СК-ЦН-34М	0,99	0,97	0,95	0,915	0,91	0,90

4.3. Поверочный расчет циклона

4.3.1. Определяется теоретический диаметр частиц, которые полностью осаждаются:

$$d_{\min} = 3 \cdot \sqrt{\frac{\mu_0 \cdot (R_2 - R_1)}{\pi \cdot n \cdot \rho_i \cdot W}} \text{ м}, \quad (4.32)$$

где R_1 и R_2 – соответственно радиусы выхлопной трубы и циклона, м (по таблицам 4.8, 4.9);

W – скорость, м/с, определенная по п. 4.2.5;

ρ_n – плотность пыли по техническому заданию;

$n = 2$.

4.3.2. Промежуточное значение эффективности циклона определяется по формуле:

$$\eta_i = \frac{d_i^2}{d_{\min}^2} \cdot 100\%, \quad (4.33)$$

где d_i – диаметр частиц пыли, взятых в промежутке от 0 до $d_{\min}$, мкм (взять минимум два промежуточных значения).

4.3.3. Построить график $\eta, \%$ от d (см. рис. 4.3).

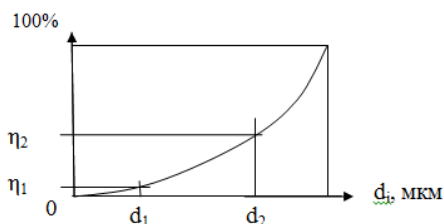


Рис. 4.3. График зависимости теоретической эффективности η от d

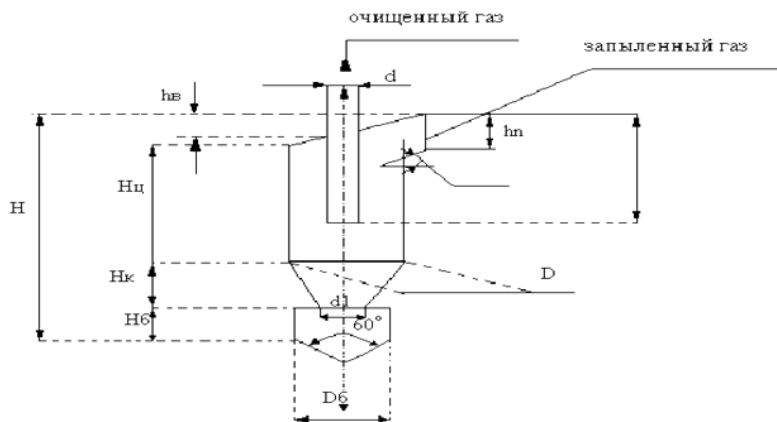


Рис. 4.4. Схема цилиндрического циклона

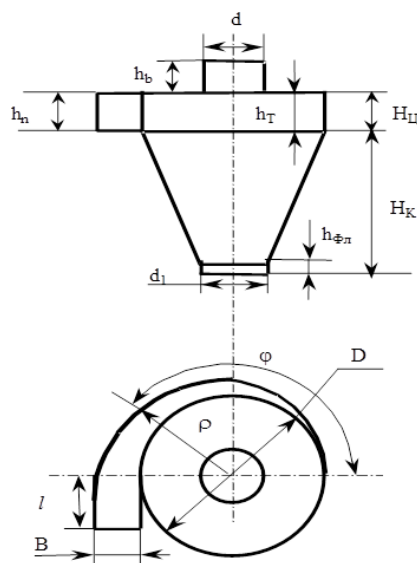


Рис. 4.5. Схема конического циклона

4.3.4. После выполнения расчета определяются геометрические характеристики циклона по табл. 4.8 и 4.9, даётся его схема, например, рис. 4.4 и рис. 4.5.

Таблица 4.8 – Геометрические размеры цилиндрических циклонов

Геометрические параметры (в долях от внутреннего диаметра циклона)	Типы циклона			
	ЦН - 15	ЦН – 15У	ЦН – 24	ЦН – 11
Угол наклона крышки и входного патрубка циклона α , град.	15	15	24	11
Высота входного патрубка, h_n	0,66	0,66	1,11	0,48
Высота выхлопной трубы, h_r	1,74	1,5	2,11	1,56
Высота цилиндрической части Нц	2,26	1,51	2,11	2,06
Высота конической части Нк	2,0	1,5	1,75	2,0
Высота внешней части выхлопной трубы h_b	0,3	0,3	0,4	0,3
Внутренний диаметр выхлопной трубы d	0,59			
Внутренний диаметр пылевывпускного отверстия d_1	0,3 0,4			
Ширина входного патрубка в циклоне	0,2			
Длина входного патрубка	0,6			
Высота фланца, $h_{фл}$	0,1			

Таблица 4.9 – Геометрические размеры конических циклонов

Геометрические параметры (в долях от внутреннего диаметра циклона)	Типы циклона		
	СДК – ЦН - 33	СДК – ЦН - 34	СДК – ЦН – 34М
Высота цилиндрической части Нц и высота заглубления выхлопной трубы h_t	0,535	0,515	0,4
Высота конической части Нк	3,0	2,11	2,6
Внутренний диаметр выхлопной трубы d	0,334	0,340	0,22
Внутренний диаметр пылевывпускного отверстия d_1	0,334	0,229	0,18
Ширина входного патрубка b	0,264	0,214	0,18
Высота установки фланца $h_{фл}$	0,1		
Высота внешней части выхлопной трубы h_b	0,3	0,515	0,3
Высота входного патрубка h_n	0,535	0,2 0,3	0,4
Текущий радиус улитки ρ	$D/2 + b\phi/2\pi$		
Длина входного патрубка, ℓ	0,6	0,6	0,6

4.4. Расчет скруббера Вентури

Расчет скруббера определяется геометрическими параметрами трубы Вентури. Схема скруббера Вентури представлена на рис. 4.6.

4.4.1. Диаметр горловины:

$$d_{\bar{a}} = \sqrt{\frac{4 \cdot V_1}{\pi \cdot w_1}} \text{ м}, \quad (4.34)$$

где V_1 – расход очищаемого газа, $\text{м}^3/\text{с}$;

w_1 – скорость очищаемого газа в горловине трубы, $w_1 = 60 - 150 \text{ м/с}$.

4.4.2. Длина горловины:

$$l_{\bar{a}} = 1,25 \cdot d_{\bar{a}} \text{ м}. \quad (4.35)$$

4.4.3. Диаметр входного сечения конфузора и выходного диффузора:

$$D_K = 1,15 \cdot \sqrt{\frac{V_1}{w_2}}, \quad D_{\bar{A}} = 1,15 \cdot \sqrt{\frac{V_1}{w_3}} \text{ м}, \quad (4.36)$$

где w_2 – скорость газа на входе в конфузор, $w_2 = 15 - 20 \text{ м/с}$,

w_3 – скорость газа на выходе из диффузора, $w_3 = 20 - 25 \text{ м/с}$.

При этом $w_2 \neq w_3$.

4.4.5. Диаметр форсунки:

$$d_{\phi} = \sqrt{\frac{4 \cdot \xi \cdot \rho_{\text{ж}} \cdot L_{\text{ж}}}{n_{\phi} \cdot 2 \cdot \pi \cdot P_{\text{ж}}}}, \quad (4.37)$$

где $\rho_{\text{ж}}$ – плотность жидкости, при соответствующей температуре, кг/м^3 ;

ξ – коэффициент расхода жидкости, $\xi = 2,5$;

$P_{\text{ж}}$ – давление жидкости перед форсункой, $P_{\text{ж}} = 150000 \text{ Па}$;

n_{ϕ} – число форсунок, принимается из расчета, что максимальный диаметр орошения – 200 мм, т.е. при $D_K > 200 \text{ мм}$ количество форсунок определяется по формуле и округляется до целого числа:

$$n_{\phi} = \frac{D_{\bar{E}}^2}{0,2^2},$$

$L_{ж}$ – расход раствора через форсунку, $\text{м}^3/\text{с}$ определяется по формуле

$$L_{ж} = m \cdot V_1,$$

где m – удельный расход жидкости (принимаем $m = 0,001 - 0,003 \text{ м}^3/\text{м}^3$).

4.4.6. Определяют характерные размеры труб Вентури круглого сечения.

Длина горловины l_z :

$$l_z = 0,15 \cdot d_z. \quad (4.38)$$

Длина конфузора l_1 :

$$l_1 = \frac{(D_K - d_z)}{2 \cdot \operatorname{tg} \alpha_1}, \quad (4.39)$$

где α_1 – угол раскрытия конфузора, $\alpha_1 = 15 \dots 28$ град.

Длина диффузора l_2 :

$$l_2 = \frac{(D_d - d_z)}{2 \cdot \operatorname{tg} \alpha_2}, \quad (4.40)$$

где α_2 – угол раскрытия диффузора, $\alpha_2 = 6 \dots 8$ град.

Расстояние от форсунки до конфузора l_3 принимаем:

$$l_3 = 1 \dots 1,5 \cdot D_K. \quad (4.41)$$

Расстояние от диффузора до скруббека l_4 принимаем:

$$l_4 = 0,5 \dots 1,0 \cdot D_d. \quad (4.42)$$

4.4.7. Диаметр сепаратора:

$$D_N = 1,12 \cdot \sqrt{\frac{V_1 \cdot (1+m)}{w_c}} \text{ м}, \quad (4.43)$$

где w_c – скорость смеси, $w_c = 1,5 \dots 3 \text{ м/с}$,

m – удельный расход жидкости (принимаем $m = 0,001 - 0,003 \text{ м}^3/\text{м}^3$).

5. РАСЧЕТ ОХЛАДИТЕЛЯ ГАЗА

В качестве охладителя газа используется кожухотрубный теплообменник (рис. 5.1).

5.1. Уравнение теплового баланса и теплопередачи:

$$Q = G_z \cdot C_{pz} \cdot (t_{нз} - t_{кз}) = G_в \cdot C_{pv} \cdot (t_{вк} - t_{вн}) = K \cdot F \cdot \Delta t_{cp}, \quad (5.1)$$

где C_{pz} – удельная изобарная теплоёмкость газа кДж/кг·град,
 $t_{нз}$ – температура входящего газа °C,
 $t_{кз}$ – температура выходящего газа °C,
 G_z – расход газа, определяется:

$$G_z = V_1 \cdot \rho_z,$$

где V_1 – расход очищаемого газа, м³/с;
 ρ_z – плотность газа по техническому заданию, кг/м³,
 C_{pv} – удельная изобарная теплоёмкость воды кДж/кг·град,
 $t_{вк}$ – температура воды на выходе °C,
 $t_{вн}$ – температура воды на входе в охладитель °C,
 G_v – расход воды,
 K – коэффициент теплопередачи, Вт/м²·град, по уравнению (5.3),
 F – поверхность теплообмена, м²,
 Δt – средний температурный напор °C, по уравнению (5.4).

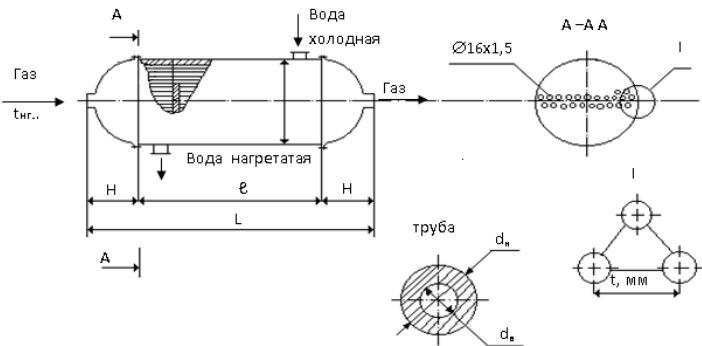


Рис. 5.1. Схема кожухотрубного охладителя газа

5.2. Количество теплоты из уравнения:

$$Q = G_{\varepsilon} \cdot C_{pe} \cdot (t_{\kappa\epsilon} - t_{\kappa\epsilon})$$

5.3. Расход воды из уравнения:

$$G_{\epsilon} = \frac{Q}{C_{pe} \cdot (t_{\epsilon\kappa} - t_{\epsilon\kappa})}$$

5.4. Поверхность теплообмена из уравнения:

$$F = \frac{Q}{K \cdot \Delta t_{cp}}, \quad (5.2)$$

где K – коэффициент теплопередачи, Вт/м²·град, определяется:

$$K = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_{\epsilon}} \cdot \frac{d_n}{d_{\epsilon}} + \frac{1}{\lambda} \cdot \ln \frac{d_n}{d_{\epsilon}} + \frac{1}{\alpha_n} \cdot \frac{d_{\epsilon}}{d_n} \right)}, \quad (5.3)$$

где α_{ϵ} – коэффициенты теплоотдачи на внутренней поверхности трубок,
 $\alpha_{\epsilon} = 450$ Вт / м²·град,

α_n – коэффициенты теплоотдачи на наружной поверхности трубок
 $\alpha_n = 2500$ Вт / м²·град,

λ – коэффициент теплопроводность; $\lambda = 45$ Вт / м·град,

d_n – наружный диаметр трубки, м;

d_{ϵ} – внутренний диаметр трубки, м.

Диаметры трубок выбираются по вариантам (таблица 5.1).

Таблица 5.1 - Диаметры трубок в зависимости от варианта

Размеры трубок, мм	Варианты									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d_n	14	16	18	20	14	16	18	18	22	20
d_{ϵ}	12	14	14	18	12	13	14	14,5	18	16

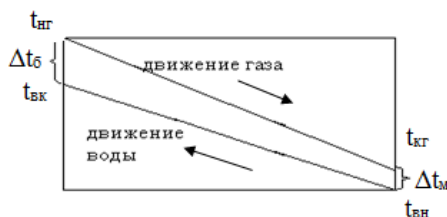


Рис. 5.2. Схема движения теплоносителей

Средний температурный напор, °C:

$$\Delta t_{cp} = \frac{\Delta t_{\delta} - \Delta t_{m}}{\ln \frac{\Delta t_{\delta}}{\Delta t_{m}}}, \quad (5.4)$$

где из рис. 5.2: $\Delta t_{\delta} = t_{нг} - t_{вк}$, $\Delta t_{m} = t_{кг} - t_{вн}$.

5.5. Определяем конструктивные параметры теплообменника

Из опыта известно, что при таком расположении трубок коэффициент заполнения равен:

$$\eta_s = \frac{S_{mp}}{S_1}, \quad (5.5)$$

где S_1 – площадь, занимаемая трубной решеткой,
 S_{mp} – площадь, занимаемая трубным пучком.

$$\eta_s = \frac{\pi \cdot d_n^2 \cdot n}{\pi \cdot D^2 / 4},$$

$$\eta_s = \frac{d_n^2 \cdot n}{D^2}. \quad (5.6)$$

Отсюда:

$$n = \frac{D^2 \cdot \eta_s}{d_n^2},$$

где n – количество трубок.

С другой стороны количество трубок n можно определить, используя уравнения:

$$S_{mp} = \frac{\pi \cdot d_g^2 \cdot n}{4}, \quad W_z = \frac{V_1}{S_{mp}},$$

где W_z – скорость газоздушной смеси, принимаем $W_z = 5$ м/с.

Отсюда

$$n = \frac{4 \cdot S_{mp}}{\pi \cdot d_g^2}. \quad (5.7)$$

Коэффициентом η_z задаемся. Он находится в пределах от 0,7 до 0,82. Определяем D из уравнения (5.6).

Длина теплообменника:

$$l = \frac{F}{\pi \cdot d_i \cdot n} \text{ м.} \quad (5.8)$$

Ширина крышки:

$$H = 0,3 \cdot D \text{ м.} \quad (5.9)$$

6. РАСЧЕТ АБСОРБЕРА

Расчет абсорбера (адсорбера) выполняется по МУ к выполнению раздела курсового проекта «Расчет насадочного абсорбера».

7. РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ВЫБОРА АППАРАТОВ ОЧИСТКИ ОТ ПЫЛИ И КОМПОНЕНТА ГАЗА

Общая эффективность очистки от пыли определяется по формуле:

$$\eta = \left[1 - (1 - \eta_\phi^o) \cdot (1 - \eta_1) (1 - \eta_2) \right],$$

где η_ϕ^o – эффективность очистки после первой ступени,
 η_1 – эффективность очистки после второй ступени,
 η_2 – эффективность очистки после третьей ступени.

8. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Какими параметрами в источнике выброса определяется величина концентрации в приземном слое атмосферы?
2. Режимы движения рабочих сред, гидравлический радиус и эквивалентный диаметр?
3. Параметры процесса пылеулавливания?
4. Физико-химические характеристики пыли?
5. Сухие, мокрые пылеуловители, принцип их работы?
6. Мокрые пылеуловители, принцип их работы?
7. Электрофильтры. Принцип их работы?
8. Фильтры. Кинетика осаждения. Классификация.
9. Вопросы по абсорбции и адсорбции в соответствии с их методическими указаниями.

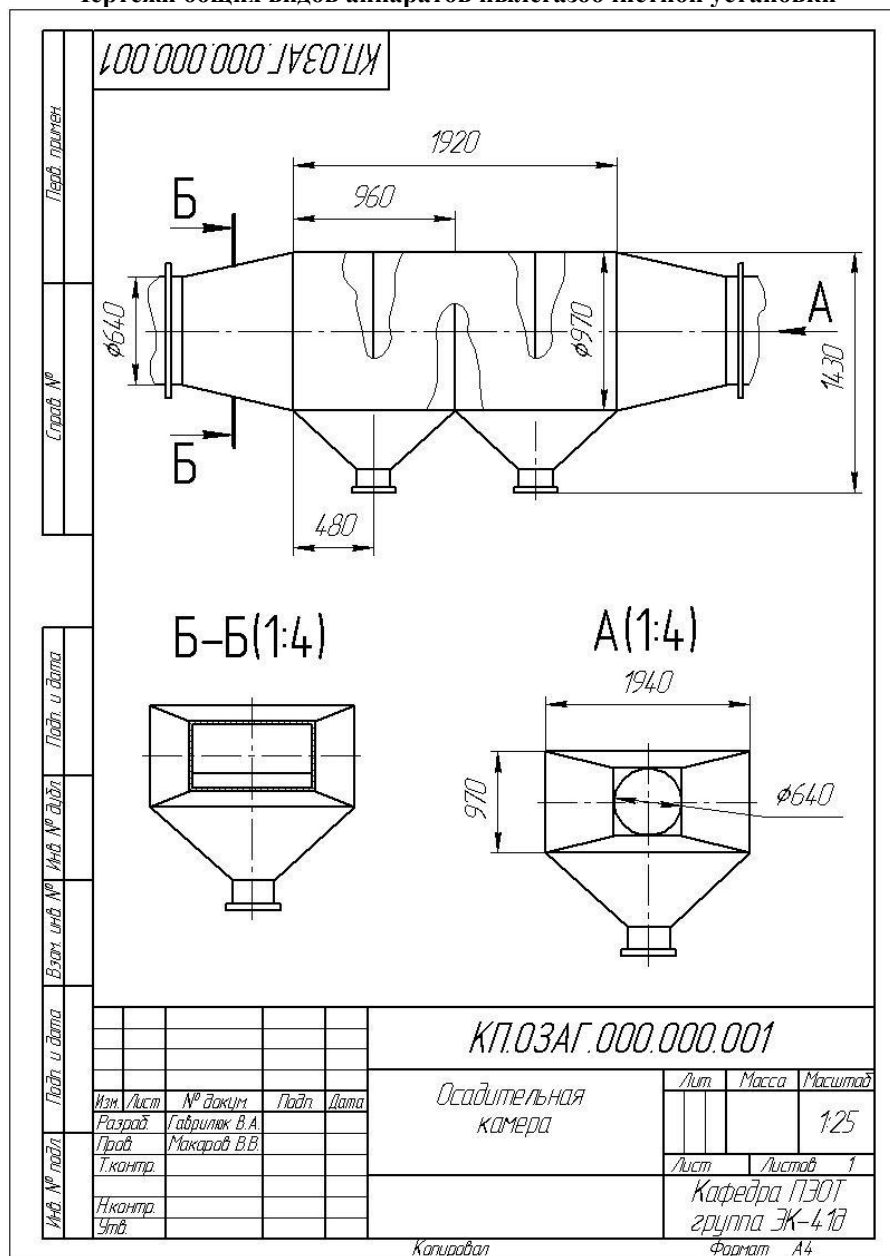
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

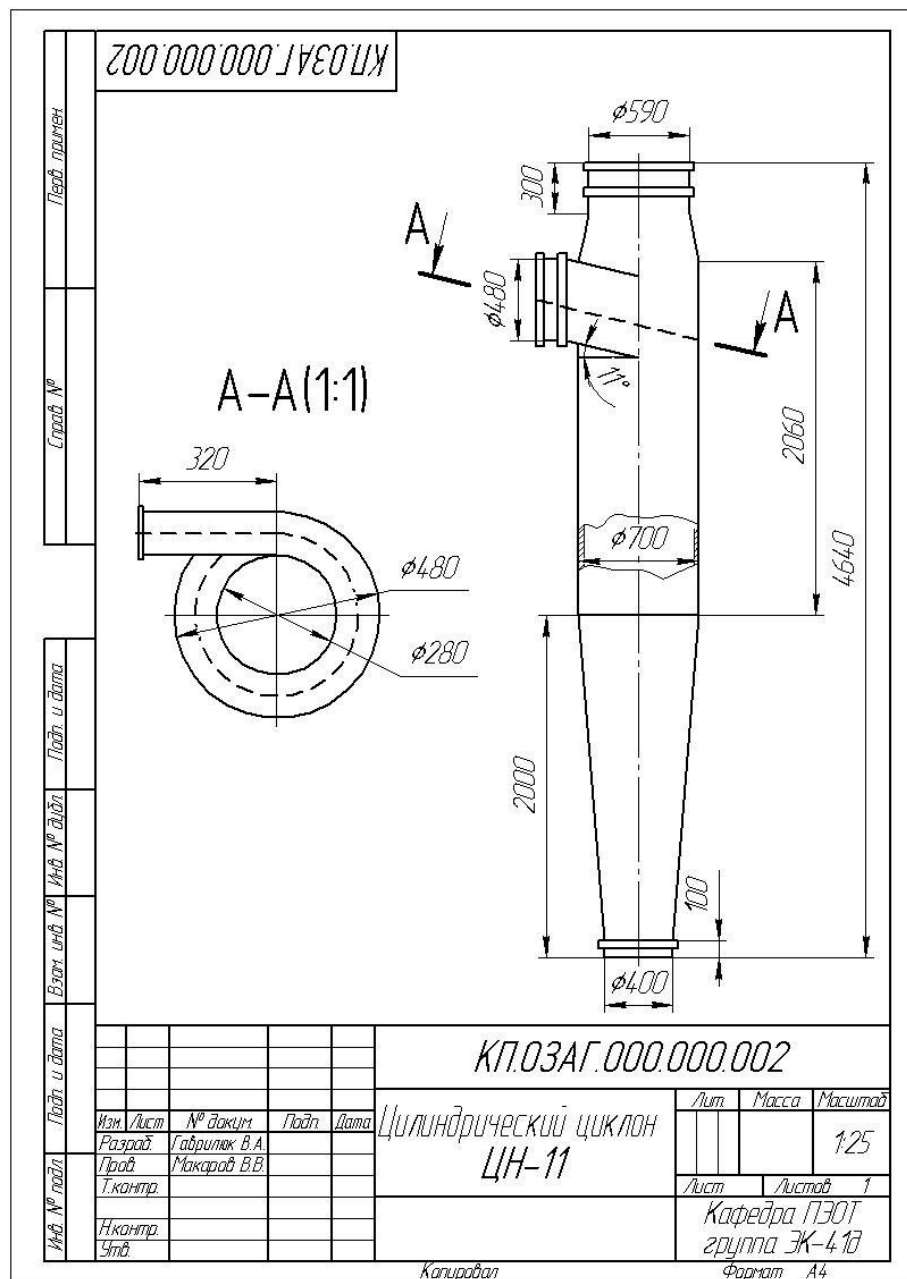
1. Макаров В.В. Основы защиты воздушного бассейна: учебное пособие / В.В. Макаров. – Севастополь: СевНТУ, 2003. – 282 с.
2. Расчет адсорбера для очистки воздуха от вредных паров и газов: метод. указания к выполнению расчетно-графического задания. – Севастополь: СевНТУ, 2008. – 26 с.
3. Ветошкин А.Г. Процессы и аппараты пылеочистки: учебное пособие / А.Г. Ветошкин: – Пенза: Изд-во ПГУ, 2006. – 201 с.

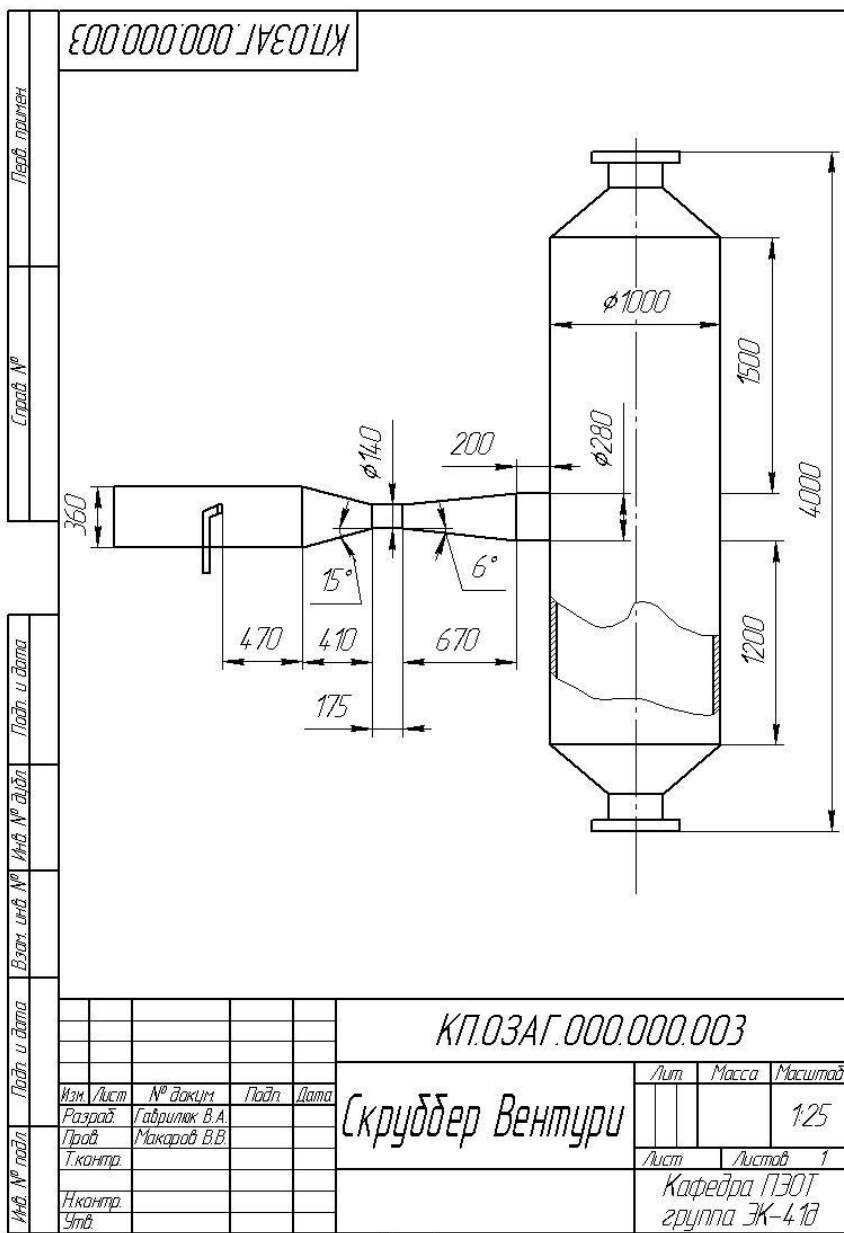
[illegible]

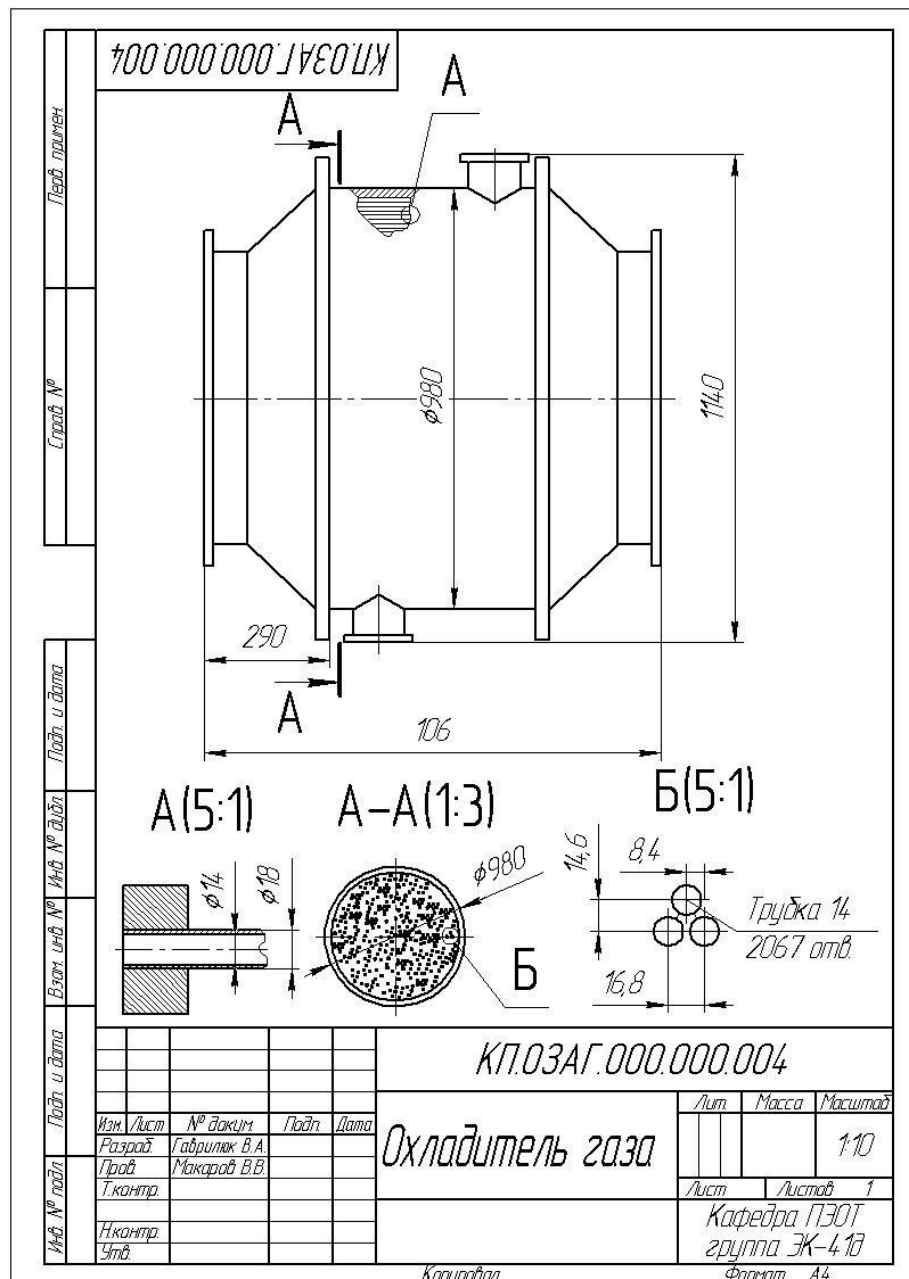
Приложения Б

Чертежи общих видов аппаратов пылегазоочистной установки



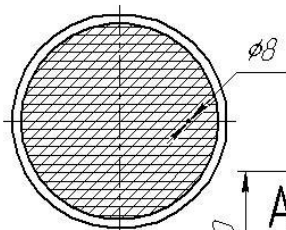
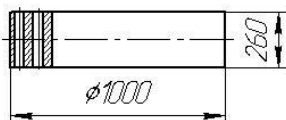






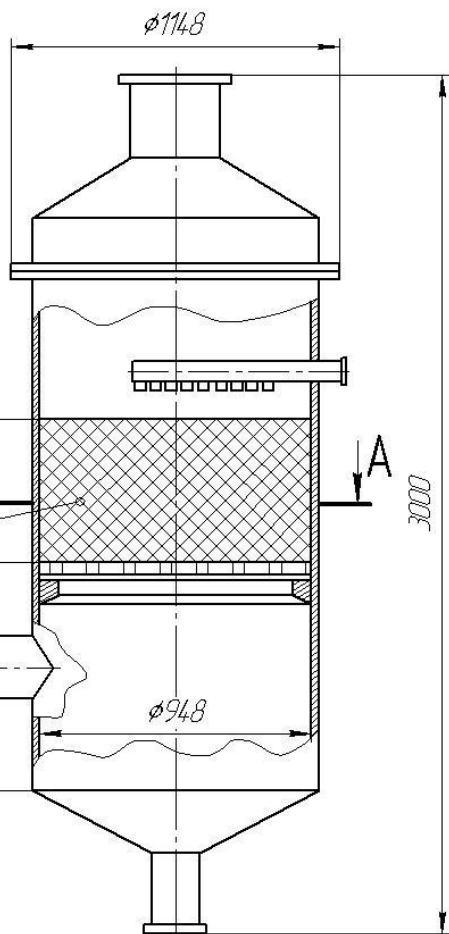
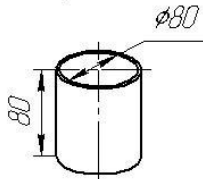
КП.03АГ.000.000.005

A-A(1:20)



Кольцо Рашида

Кольцо Рашида(1:4)



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
Разработ.	Габрилюк В.А.				
Проект.	Макаров В.В.				
Т.контр.					
Н.контр.					
Утв.					

КП.03АГ.000.000.005

Насадочный абсорбер

Лист	Масса	Масштаб
		1:15
Лист	Листов	1
Кафедра ТЭОТ		
группа ЭК-418		
Формат А4		

Копировал

РАСЧЕТНО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ВЫБОР ПЫЛЕГАЗООТЧИСТНОЙ УСТАНОВКИ

Методические указания

Составители: **Андреевко** Татьяна Ивановна,
Буркова Елена Викторовна, **Хоменко** Тамара Юрьевна

Изд. № 77/17. Объем 2,5 п.л. Усл. печ. л. 2,32. Уч.-изд. л. 2,45.

РИИЦМ ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»