Расчет полого форсуночного скруббера инерционного типа.

Рассчитать полый скруббер для охлаждения влажного газа объёмом V0 = 200 тыс. м3/ч с t1 = 3500 С до t2 = 950 С. Химический состав газа: 23% СО, 18% СО2, 8% Н2, 51% N2. Начальное влагосодержание газа f1 = 5 г/м3; давление газа перед скруббером р = 152000 Па; барометрическое давление рбар = 101325 Па; температура воды, поступающей в скруббер, tн = 350 С.

1. Количество тепла Q, кВт, которое газ должен отдать в процессе своего охлаждения до заданной температуры, определяем по формуле:

, где (3.2.1)

V0 – количество сухого газа при нормальных условиях, подлежащее

охлаждению, м3/с;

Ссм – объемная теплоемкость газа ( смеси газовых компонентов ) при

нормальных условиях, кДж/(м3 . 0С);

t1  и t2 – температура соответственно начального и конечного состояний

газа, 0 С;

I1n и I2n – энтальпия водяного пара в газе соответственно до и после

Охлаждения, кДж/м3;

f1 – влагосодержание газа до охлаждения, кг/м3.

2. Количество сухих газов при нормальных условиях, м3/с , определяем из формулы:

Vо.сух. = Vo. вл. . 0,804 : ( 0,804 + f1 ) = ( 200 000 : 3600) . 0,8 04 : ( 0,804 + 0,0005 ) = 44,67 : 0,819 = 55,21

где 0,804 – масса 1 м3 водяных паров при нормальных условиях, кг.

3.Объемную теплоёмкость газа при нормальных условиях рассчитываем по формуле:

С0 = сm . ρ0 , (3.2.2.)

где ρ0 – плотность газа при нормальных условиях, кг/м3.

Предварительно по формуле

ν = Р / V находим теплоёмкости каждого компонента, используя массовые теплоёмкости и плотности:

Ссо = 1,050 . 1,25 = 1,312 кДж / (м3 . 0С)

СN2 = 1,040 . 1,25 = 1,29 кДж / (м3 . 0С)

ССО2 = 0,836 . 1,963 = 1,64 кДж / (м3 . 0С)

СН2 = 14,2 . 0,09 = 1,28 кДж / (м3 . 0С)

Тогда ССМ = 1,312 .  0,23 + 1,29 . 0,51 + 1,64 . 0,18 + 1,28 . 0,08 = 0,3 + 0,66 + 0,29 + 1,36 = 2,61 кДж / (м3 . 0С)

I1n = 2 480 + 1,96 t1 = 2 480 + 1,96 . 350 = 3 165 кДж / кг.

I2n = 2 480 + 1,96 t2 = 2 480 + 1,96 . 95 = 2 666 кДж / кг.

Влагосодержание f1 = 5 г /м3 = 0,005 кг / м3.

Q = кВт.

4.Находим конечную температуру воды tк на выходе из скруббера. Она может быть принята на 5 – 10 0С ниже температуры мокрого термометра. Температуру мокрого термометра при t1 = 350 0С и f1 = 5 г / м3 находим интерполяцией.

tМ = 

5.Конечная температура воды

tк = 59,5 – 9,5 = 500С.

6.Рассчитаем среднюю разность температур газа и воды в скруббере по формуле:

Δ t =  , где (3.2.3)

t1 и t2 – начальная и конечная температура газа, 0С;

tн и tк – начальная и конечная температура воды, 0С;

Δ t = 

7.Определим рабочий объем скруббера по формуле:

VСКР. = , где (3.2.4)

К – объемный коэффициент теплопередачи с скруббере, Вт / ( м3 . 0С );

Δt – средняя разность температур газа и жидкости, 0С ;

8.Объемный коэффициент теплопередачи в полых скрубберах составляет К = 60 – 240 Вт / ( м3 . 0С ). Его значение увеличиваться с ростом относительной скорости газа и капель, и снижается с ростом величины удельного орошения. Зависимость объемного коэффициента теплопередачи, ккал / ( м3 . ч . 0С ), от плотности орошения и массовой скорости в скрубберах была получена Г.Ф.Алексеевым и В.А.Оленевым опытным путем при исследовании охлаждении и очистки доменного газа водой.

Объемный коэффициент теплопередачи принимаем равным 200 Вт / ( м3 . 0С ).

VСКР, = 

9.Массовый расход воды рассчитываем по формуле:

МВ = , где (3.2.5)

Сn – массовая теплоёмкость водяного пара, Дж / ( кг . 0С )

- коэффициент испарения воды;

tН и tК  - соответственно начальная и конечная температура воды, 0С;

Коэффициент испарения воды Ψ принимаем равным 0,5.

Сn = 2,01 кДж / ( кг . 0С ) = 2010 Дж / ( кг . 0С );

МВ = кг/с.

10.Конечное влагосодержание газа на выходе из скруббера определяем по диаграмме.

Находим, что на выходе из скруббера влагосодержание газа Х2 = 0,135 кг/ кг.

Для выражения влагосодержания f2 = х2 . ρ0 кг/ м3 находим плотность газовой смеси при нормальных условиях по формуле:

ρ0 =  (3.2.6)

ρ0 = 

Тогда f2 = 0,135 . 1,5 = 0,202 кг / м3.

11.Рассчитаем объем газа при рабочих условия на выходе из скруббера по формуле:

VВЛ. = Vо.сух . 

V = 

12.Определяем размеры скруббера, приняв скорость газа в нем 1,0 м / с, рассчитываем диаметр скруббера:

D = 

Высоту скруббера находим из уравнения:

Н = 

Рассчитываем количество форсунок для установки в скруббере. Принимаем к установке в скруббере эвольвентные форсунки диаметром 90 мм и с соплом диаметром 40 мм. Задаваясь давлением воды перед форсункой кПа, находим её производительность:

М1 = 

Число форсунок, которое требуется установить в скруббере, составит:

n = 