

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего профессионального образования

«Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»

(ННГАСУ)

Кафедра теплогазоснабжения

Кафедра отопления и вентиляции

ИСПЫТАНИЕ ЭЖЕКТОРНОЙ УСТАНОВКИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к практическим и лабораторным работам по дисциплинам «Особенности расчёта, проектирования и конструирования систем ТГВ», «Создание и поддержание микроклимата в промышленных зданиях и уникальных сооружениях», «Вентиляция», «Насосы и вентиляторы» для магистрантов направления 270800.68 «Строительство», профиль «Теплогазоснабжение и вентиляция» и студентов направления 270800.62 «Строительство», профиль «Теплогазоснабжение и вентиляция»

Нижегород

ННГАСУ

2014

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
(ННГАСУ)

Кафедра теплогазоснабжения
Кафедра отопления и вентиляции

ИСПЫТАНИЕ ЭЖЕКТОРНОЙ УСТАНОВКИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к практическим и лабораторным работам по дисциплинам «Особенности расчёта, проектирования и конструирования систем ТГВ», «Создание и поддержание микроклимата в промышленных зданиях и уникальных сооружениях», «Вентиляция», «Насосы и вентиляторы» для магистрантов направления 270800.68 «Строительство», профиль «Теплогазоснабжение и вентиляция» и студентов направления 270800.62 «Строительство», профиль «Теплогазоснабжение и вентиляция»

Нижний Новгород

ННГАСУ

2014

УДК 697.922 + 621.65 (075.8)

ИСПЫТАНИЕ ЭЖЕКТОРНОЙ УСТАНОВКИ

Методические указания к практическим и лабораторным работам по дисциплинам «Особенности расчёта, проектирования и конструирования систем ТГВ», «Создание и поддержание микроклимата в промышленных зданиях и уникальных сооружениях», «Вентиляция», «Насосы и вентиляторы» для магистрантов направления 270800.68 «Строительство», профиль «Теплогазоснабжение и вентиляция» и студентов направления 270800.62 «Строительство», профиль «Теплогазоснабжение и вентиляция»

Нижний Новгород, издание типографии «Деловая Полиграфия», 2014 г., С. 10.

В методических указаниях даются рекомендации по проведению расчётов основных характеристик и испытания эжекторной установки, включающие воздухопроводы и вентиляторное оборудование. В результате расчётов и обработки результатов испытания определяются производительность, давление, мощность вентилятора.

Рис. 2, табл. 3, библиогр. назв. 5.

Составили: Кочев А.Г.
 Сергиенко А.С.
 Козлов С.С.

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет» (ННГАСУ)

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
Испытание эжекторной установки.....	4
1. Цель работы.....	4
2. Схема лабораторной установки.....	4
3. Порядок выполнения лабораторной работы.....	4
Библиографический список.....	10

ИСПЫТАНИЕ ЭЖЕКТОРНОЙ УСТАНОВКИ

1. Цель работы.

1.1. Определить расходы воздуха в нагнетательном G_1 , всасывающем G_2 и смесительном воздуховодах G_3 при различных положениях дроссель-клапана.

1.2. Рассчитать коэффициенты подмешивания эжекторной установки β .

1.3. Рассчитать статические к.п.д эжектора η .

1.4. Построить графические зависимости $P_{\Pi} = f(\beta)$, $\eta = f(\beta)$.

2. Схема лабораторной установки.

Схема эжекторной установки изображена на рис. 1.

3. Порядок выполнения лабораторной работы.

3.1. Измерить давления или скорости во всасывающем, нагнетательном и смесительном воздуховодах при различных положениях дроссель-клапана. Значения полного P_{Π} , статического $P_{ст}$ и динамического $P_{д}$ давлений рассчитываются по формуле [2, 4, 5]:

$$P = g \cdot k \cdot H, \text{ Па}, \quad (1)$$

где k - коэффициент прибора, принимаемый в зависимости от угла наклона капиллярной трубки.

$$k = \rho \cdot \sin \alpha, \quad (2)$$

g – ускорение свободного падения, м/с^2 , $g = 9,81 \text{ м/с}^2$;

H – отсчет по шкале микроманометра, мм.

3.2. Средние значения полного давления P_{Π}^{CP} [2, 4, 5]:

$$P_{\Pi}^{CP} = \frac{\sum_{i=1}^m P_{\Pi i}}{m}, \text{ Па}, \quad (3)$$

где $P_{\Pi i}$ - значение полного давления в i -ой точке сечения воздуховода, Па;
 m - число точек замера.

3.3. Рассчитать среднеквадратичные значения динамического давления $P_{д}^{CP}$ [2, 4, 5]:

$$P_{д}^{CP} = \left(\frac{\sum_{i=1}^n \sqrt{P_{д i}}}{n} \right)^2, \text{ Па}, \quad (4)$$

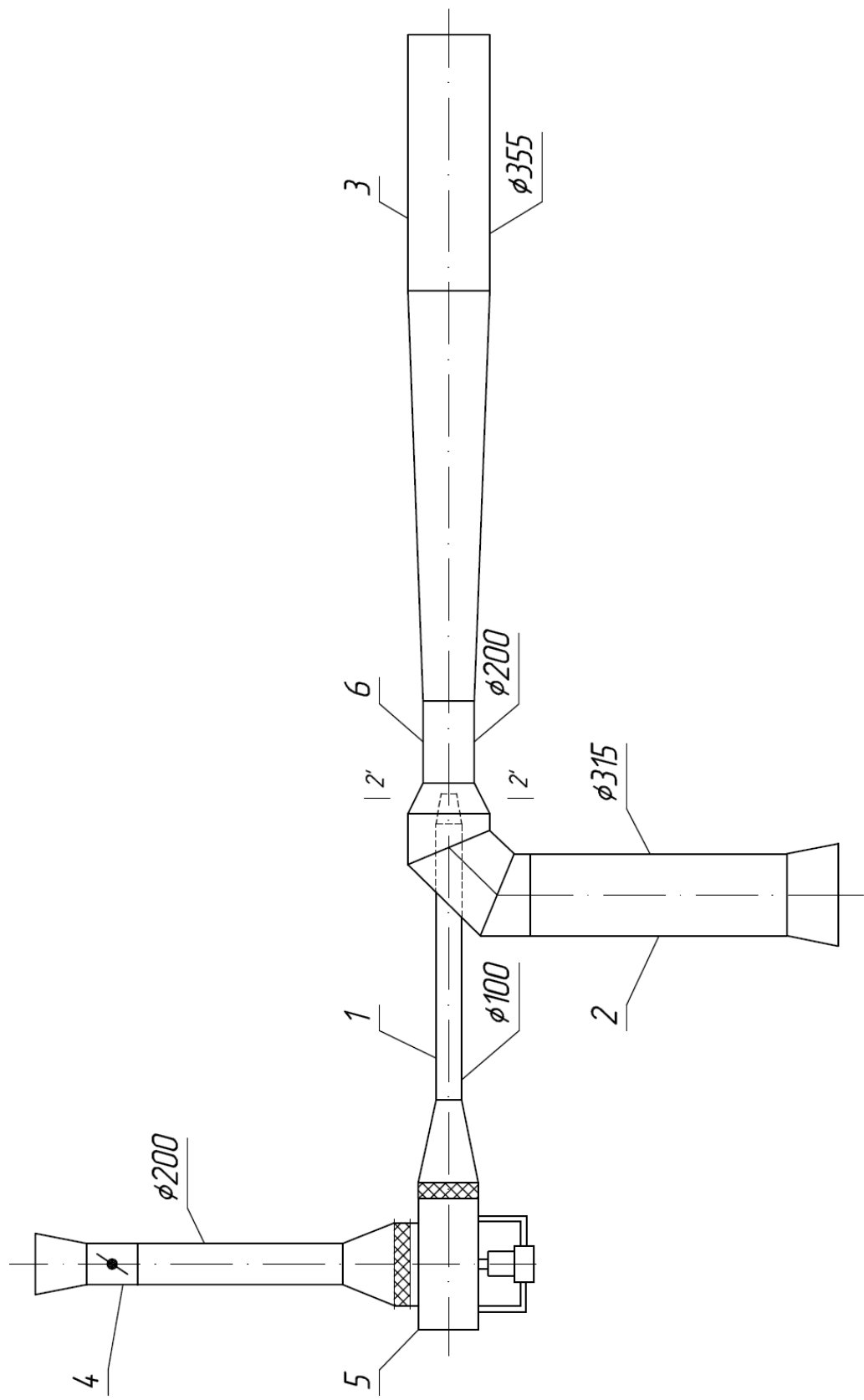


Рис.1. Схема лабораторной установки:
 1 – нагнетательный воздуховод; 2 – всасывающий воздуховод; 3 – смесительный воздуховод;
 4 – дроссель-клапан; 5 – вентилятор; 6 – смесительная камера

где $P_{дi}$ - значение динамического давления в i -ой точке сечения воздуховода, Па.

3.4. Определить средние скорости движения воздуха в воздуховодах V^{CP} [2, 4, 5]:

$$V^{CP} = \left(\frac{2 \cdot P_{дi}}{\rho_B} \right)^{0,5}, \text{ м/с}, \quad (5)$$

где ρ_B - плотность воздуха, кг/м^3 , $\rho_B = 1,2 \text{ кг/м}^3$.

При измерении скоростей воздуха анемометром значения V , определяются из номограмм по числу оборотов стрелки анемометра в секунду n_o :

$$n_o = \frac{n_K - n_H}{\tau}, \text{ 1/с}, \quad (6)$$

где n_K и n_H соответственно конечный и начальный отсчеты по шкале анемометра;

τ - время замера, с.

Координаты точек измерения давлений и скоростей в воздуховодах изображены на рис. 2. [5].

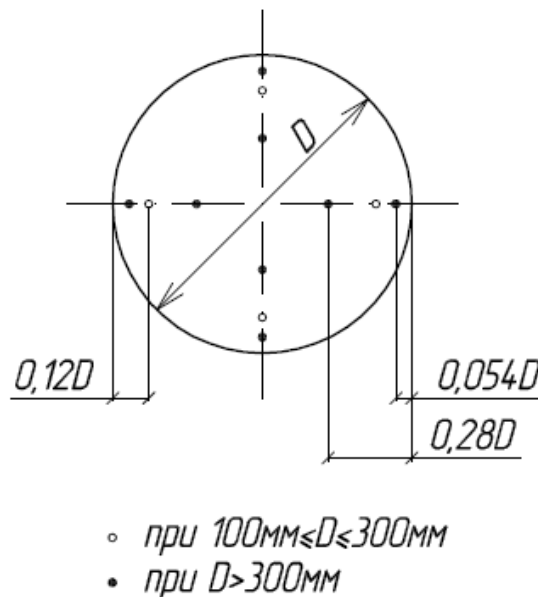


Рис 2. Координаты точек измерения давлений в воздуховодах круглого сечения

3.5. Рассчитать расходы воздуха во всасывающем, нагнетательном и смесительном воздуховодах [1]:

$$L_{BC} = V^{CP} \cdot F \cdot 3600, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (7)$$

где F - площадь сечения воздуховода, м^2 .

Массовые расходы воздуха G определяются из выражения [1]:

$$G = L \cdot \rho_a, \quad (8)$$

Результаты замеров и расчетов записывают в таблицу 1 или в таблицу 2.

Таблица 1. Результаты замера давлений и расчетов расходов воздуха в воздуховодах эжекторной установки

№№ точек замеров	Показания микроманометра			Коэфф. прибора К	Значения давлений			Средние значения			L, м ³ /с	G, кг/ч
	H _п , мм	H _{ст} , мм	H _д , мм		P _п , Па	P _{ст} , Па	P _д , Па	P _п ^{CP} , Па	P _д ^{CP I} , Па	V _{CP I} , м/с		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Таблица 2. Результаты замера скоростей и расчета расходов воздуха в воздуховодах эжекторной установки

№№ точек замеров	Показания анемометра		n _н - n _к , об/сек	τ, сек	n ₀ = $\frac{n_k - n_n}{\tau}$, 1/сек	n _н ^{CP} , об/сек	V _{CP} , м/с	L, м ³ /с	G, кг/ч
	n _н , об/сек	n _к , об/сек							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

3.6. Определить коэффициенты подмешивания эжектора β [1, 3]:

$$\beta = \frac{G_2}{G_1}, \quad (9)$$

где G_2 – массовый расход воздуха во всасывающем воздуховоде, кг/ч;

G_1 – массовый расход воздуха в нагнетательном воздуховоде, кг/ч.

3.7. Статические к.п.д. эжектора определяют по формуле [1,3]:

$$\eta_{ст} = \frac{(0,85 - n^2) \cdot \beta}{(1 + \beta - \cos \alpha_2 \cdot n \cdot \beta)^2 - 0,85}, \quad (10)$$

где $n = V_2/V'_3$ – безразмерный коэффициент;

V_2 – скорость воздуха во всасывающем воздуховоде, м/с, $V_2 = V_2^{CP}$ по данным табл. 1.;

V_3 – осредненная скорость воздуха в начале смесительной камеры, м/с [1,3]:

$$V'_3 = \frac{V_1 \cdot \cos \alpha_1 + \beta \cdot V_2 \cdot \cos \alpha_2}{1 + \beta}, \quad (11)$$

α_1 и α_2 - соответственно углы между осью эжектора и векторами скорости в нагнетательной насадке и эжектируемого потока, равные

$$\alpha_1 = 0; \quad \alpha_2 = 30^\circ;$$

V_1 – скорость воздуха, выходящего из сопла, м/с.

Значение V_1 определяется по зависимости [1]:

$$V_1 = \frac{L_1}{F_1 \cdot 3600}, \quad (12)$$

L_1 – объемный расход воздуха в нагнетательном воздуховоде, м³/ч;
 F_1 – площадь сечения выходного отверстия сопла, м²,

$$F_1 = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4}, \quad (13)$$

d_1 – диаметр выходного отверстия сопла, м: $d_1 = 0,1$ м.

Результаты расчёта записывают в таблицу 3.

Таблица 3. Результаты расчёта β и η_{CT}

№ положений дроссель-клапана	G_2 , кг/ч	G_1 , кг/ч	β	V_1 , м/с	V_2 , м/с	V'_3 , м/с	n	η_{CT}	P_{II} , Па	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Примечание. В графе P_{II} записывают значения табл. 1 из графы P_{II}^{CP} .

3.8. Построить графические зависимости:

$$P_{II} = f(\beta); \quad \eta_{CT} = f(\beta).$$

3.9. Рассчитать скорость воздуха в кольцевом сечении 2'-2' всасывающего воздуховода по выражению:

$$V_{2'} = \frac{L_2}{\Delta F_{2'} \cdot 3600}, \quad (14)$$

где $\Delta F_{2'}$ - площадь кольцевого сечения всасывающего воздуховода в сечении 2'-2', м²;

$$\Delta F_{2'} = F_{2'} - F_1 = \frac{\pi}{4} \cdot (d_{2'}^2 - d_1^2), \quad (15)$$

$d_{2'}$ – диаметр всасывающего воздуховода в сечении 2'-2', м; $d_{2'} = 0,26$ м.

Динамическое давление в кольцевом сечении 2' - 2' равно:

$$P_{D2'} = \frac{V_{2'}^2}{2} \cdot \rho_B. \quad (16)$$

Полное давление на всасывании в сечении 2'- 2':

$$P_{II2'} = P_{CT2'} - P_{D2'}, \quad (17)$$

где $P_{CT2'}$ – измеряемое статическое давление в сечении 2'-2', Па.

Полное давление системы:

$$P_{II}^{СИСТ} = P_{II2'} + P_{II3}, \quad (18)$$

где P_{II3} – полное давление в смесительном воздуховоде, Па;

Полный к.п.д., характеризующий работу вентиляционной системы, равен:

$$\eta_{\Pi} = \frac{G_2 P_{\Pi 2} + G_3 P_{\Pi 3}}{G_1 P_{\Pi 1}}, \quad (19)$$

где $P_{\Pi 1}$ - полное давление на выходе из сопла, Па.

Для сравнения результатов лабораторных исследований построить графики полной характеристики эжектора:

$$P_{\Pi} = f(G); \quad \eta_{CT} = f(G); \quad \beta = f(G).$$

Вывод по работе представляет собой описание закономерностей графических зависимостей $P_{\Pi} = f(\beta); \eta_{CT} = f(\beta)$.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бромлей, М.Ф. Гидравлические машины и холодильные установки [Текст] / М.Ф.Бромлей. – М.: Стройиздат, 1971. – 260 с.: ил.
2. Голубков, Б.Н. Проектирование и эксплуатация установок кондиционирования воздуха и отопления [Текст] / Б.Н.Голубков, Т.М.Романова, В.А.Гусев. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 190 с.: ил.
3. Каменев, П.Н. Гидроэлеваторы в строительстве [Текст] / П.Н.Каменев. – М.: Стройиздат, 1970. – 415 с.: ил.
4. Наладка и регулирование систем вентиляции и кондиционирования воздуха [Текст]: справочник / под ред. Б.А. Журавлева и др. – М.: Стройиздат, 1980. – 448 с.: ил.
5. Рекомендации по испытанию и наладке систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха [Текст]. – М.: Министерство монтажных и специальных строительных работ СССР, 1989. - 110 с.: ил.

Кочев Алексей Геннадьевич
Сергиенко Алексей Сергеевич
Козлов Сергей Сергеевич

ИСПЫТАНИЕ ЭЖЕКТОРНОЙ УСТАНОВКИ

Методические указания к практическим и лабораторным работам по дисциплинам «Особенности расчёта, проектирования и конструирования систем ТГВ», «Создание и поддержание микроклимата в промышленных зданиях и уникальных сооружениях», «Вентиляция», «Насосы и вентиляторы» для магистрантов направления 270800.68 «Строительство», профиль «Теплогазоснабжение и вентиляция» и студентов направления 270800.62 «Строительство», профиль «Теплогазоснабжение и вентиляция»

Подписано к печати 09.09.2014 г., формат 60x90,1/16,
Бумага офсетная, уч. изд. л. – 0,6, усл. печ. л. – 0,7,
Тираж 150 экз., заказ № 38.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет» (ННГАСУ),
603950, Нижний Новгород, Ильинская, 65.
Полиграфцентр ННГАСУ, 603950, Нижний Новгород, ул. Ильинская, 65.