



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ  
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Теплогазоснабжение и вентиляция»

## **Практикум**

по дисциплине  
«Газоснабжение»

**«Исследование зависимости  
производительности регулятора  
давления от перепада давления  
на клапане. Определение расхода  
газа бытовым газовым  
счетчиком»**

Авторы  
Чеботарев В.И.,  
Гришин Г.С.

Ростов-на-Дону, 2017

## Аннотация

Методические указания предназначены для студентов всех форм обучения направления 08.03.01 «Строительство», профиль «Теплогазоснабжение и вентиляция».

Дается техника безопасности при проведении лабораторных работ, теоретические основы, описания лабораторных установок, порядок проведения работ и методов обработки опытных данных. Для закрепления материалов по лабораторным работам приводятся контрольные вопросы по теме каждой из работ.

## Авторы

д.т.н., проф.  
кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция»  
Чеботарев В.И.  
ассистент  
кафедры «Теплогазоснабжение и вентиляция»  
Гришин Г.С.





## Оглавление

<b>Техника безопасности.....</b>	<b>4</b>
<b>Лабораторная работа № 1 Исследование зависимости производительности регулятора давления от перепада давления на клапане .....</b>	<b>5</b>
Теоретические основы.....	5
Описание лабораторной установки.....	7
Порядок проведения опытов .....	8
Обработка экспериментальных данных .....	9
Контрольные вопросы .....	10
<b>Лабораторная работа №2 Определение расхода газа бытовым газовым счетчиком .....</b>	<b>11</b>
Теоретические основы.....	11
Порядок проведения опыта .....	11
Обработка экспериментальных данных .....	12
Контрольные вопросы .....	13

## ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

Студенты допускаются к проведению лабораторных работ после прохождения ими инструктажа по технике безопасности. Преподаватель или зав. лабораторией перед началом занятий проводит инструктаж и оформляет его в специальном журнале, хранящемся в лаборатории кафедры теплогазоснабжения.

В целях соблюдения техники безопасности при выполнении лабораторных работ все студенты разбиваются на группы по 3 - 4 человека, которые поочередно под руководством преподавателя выполняют лабораторную работу на стенде.

После выполнения всех замеров группа студентов садится за столы в лаборатории и обрабатывает опытные данные.

### **Студентам категорически запрещается:**

1. Самостоятельно включать лабораторный стенд и останавливать его работу.
2. Осматривать или изучать лабораторный стенд, который не относится к теме текущих занятий.
3. Открывать или закрывать краны на газопроводе или газовом оборудовании (газовая плита, газовый водонагреватель и т.д.).
4. Подходить к электрощиту или вентилятору.
5. Покидать лабораторию теплогазоснабжения без разрешения преподавателя или зав. лабораторией.

### **Каждый студент обязан:**

1. Ознакомиться с планом эвакуации из лаборатории кафедры теплогазоснабжения в случае аварийной ситуации.
2. Строго соблюдать дисциплину при выполнении порученных лабораторных работ.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

### ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ РЕГУЛЯТОРА ДАВЛЕНИЯ ОТ ПЕРЕПАДА ДАВЛЕНИЯ НА КЛАПАНЕ

Целью лабораторной работы является изучение принципа действия и исследование влияния перепада давления на клапане на производительность регулятора давления типа РДБК-50/35. В итоге работы определяется пропускная способность регулятора давления и строится графическая зависимость производительности от перепада давления на клапане  $V = f(\Delta P)$ .

#### Теоретические основы

В зависимости от величины отношения давления после регулятора к давлению до регулятора скорость газа при выходе из дроссельного органа имеет различные значения. При малых перепадах давления в регуляторах газ рассматривают как несжимаемый, т.е. можно пренебречь сжимаемостью газа.

Например, если  $\frac{\Delta P}{P_1} \leq 0,08$ , то погрешность не будет превышать 2,5 %;

если  $\frac{\Delta P}{P_1} \geq 0,08$ , то следует учитывать сжимаемость газа, которая оказывает влияние на производительность регулятора давления;

где  $\Delta P$  – перепад давления газа в регуляторе, Па ( $\text{кг/м}^2$ );

$P_1$  – давление газа перед регулятором, Па ( $\text{кг/м}^2$ ).

Когда пренебрегают сжимаемостью газа (при  $\Delta P/P_1 \leq 0,08$ ), пропускную способность регулятора давления определяют по формуле:

$$V = \frac{F_y}{\sqrt{\zeta}} \times \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho}}, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (1.1)$$

где  $\zeta$  – коэффициент гидравлического сопротивления регулятора, отнесенный к проходному сечению седла клапана;

$F_y$  – площадь проходного сечения седла клапана,  $\text{м}^2$ ;

$\rho$  – плотность газа,  $\text{кг/м}^3$ .

Если на клапане получается большой перепад давления (при  $\Delta P/P_1 \geq 0,08$ ), то в формулу вводится коэффициент  $\varepsilon$ , учиты-

вающий изменение плотности газа при движении через дроссельный орган и определяемый по экспериментальной зависимости:

$$\varepsilon = 1 - 0,46 \frac{\Delta P}{P_1} \quad (1.2)$$

Формула для определения пропускной способности регулятора давления принимает вид:

$$V = \varepsilon \times \frac{F_y}{\sqrt{\zeta}} \times \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho}}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (1.3)$$

При критическом или большем перепаде давлений имеет место следующее неравенство

$$\frac{P_2}{P_1} = \left( \frac{P_2}{P_1} \right)_{\text{кр}} \quad (1.4)$$

В этом случае пропускную способность регулятора определяют по предыдущей формуле при подстановке в нее критического отношения давлений. Это объясняется тем, что сверхзвуковая скорость при движении газа через дроссельный орган получена быть не может. Коэффициент  $\varepsilon_{\text{кр}}$  определяют так же, как и  $\varepsilon$ , по рис. 1.1.

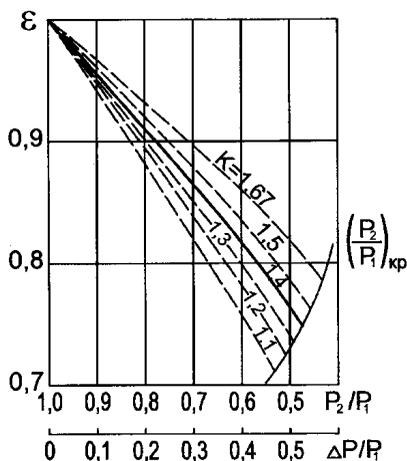


Рис. 1.1. Значение коэффициента  $\varepsilon$  в зависимости от  $P_2/P_1$  и

## Газоснабжение

 $\Delta P / P_1:$ 

$k$  – показатель адиабаты,  $P_1$  – давление до регулятора,  $P_2$  – давление за регулятором

Расчетная зависимость будет иметь следующий вид:

$$V = \frac{F_y}{\sqrt{\zeta}} \times \varepsilon_{кр} \times P_1 \times \sqrt{\frac{(\frac{\Delta P}{P_1})_{кр}}{\rho T_1}}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (1.5)$$

Отношение давлений  $P_2/P_1$ , при котором расход газа становится максимальным, и при дальнейшем повышении давления  $P_2$  почти не изменяется, называется критическим отношением давлений. Следовательно, при отношении давлений  $P_2/P_1$ , равном критическому, как показывает опыт, скорость достигает своего максимума – скорости звука в данной среде – и остается постоянной при дальнейшем уменьшении отношения  $P_2/P_1$ .

Критическое отношение давлений для газа любого состава можно рассчитать по уравнению:

$$\left(\frac{P_2}{P_1}\right)_{кр} = 0,91 \left(\frac{2}{k+1}\right)^{\frac{k}{k-1}}, \quad (1.6)$$

где  $k = \frac{c_p}{c_v}$  – показатель адиабаты.

Для природного газа ( $k = 1,3$ ) критическое отношение давлений равно:

$$\left(\frac{P_2}{P_1}\right)_{кр} = 0,5.$$

### Описание лабораторной установки

Лабораторной работой предусматривается изучение принципа действия схемы газорегуляторной установки (ГРУ). Установка для определения пропускной способности регулятора давления представлена на рис. 1.2.

Нагнетающее устройство 1 подает воздух в систему ГРУ, состоящую из ресивера 2, газового счетчика 3 типа RVG, фильтра 4 типа ФГ-50, предохранительно-запорного клапана 5 типа ПКН-50, регулятора давления 6 типа РДБК-50/35, предохранительного сбросного клапана 7 типа ПСК-50, корректора типа СПГ-742, потребителя газа 9, байпасной линии 10, отвода для продувки и настройки ГРУ 11, импульсной линии к ПЗК, комплекта шаровых

кранов 13-18, контрольно-измерительных приборов 19-23.

При пуске установки шаровые краны 15 и 16 закрыты, а шаровые краны 13,14,17,18 открыты. Рычажный механизм предохранительно-запорного клапана 5 должен быть в рабочем положении (клапан открыт).

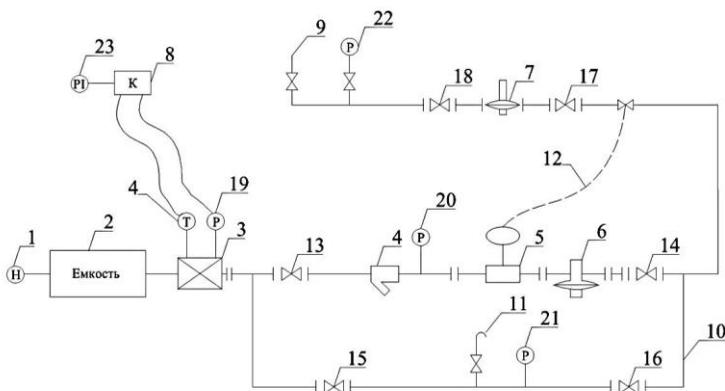


Рис. 1.2. Принципиальная схема экспериментальной установки  
 1 – нагнетатель, 2 – ресивер, 3 – газовый счетчик типа RVG, фильтр типа ФГ-50, 5 – ПЗК, 6 – регулятор давления типа РДБК-50/35, 7 – ПСК, 8 – корректор СПГ-742, 9 – потребитель газа, 10 – байпасная линия, 11 – продувочный газопровод, 12 – импульсная линия к ПЗК, 13-18 – шаровые краны Ду50, 19-23 – контрольно-измерительные приборы.

### Порядок проведения опытов

Студенты должны изучить описание лабораторной установки и заготовить протокол для записи измерений (табл. 1.1).

Таблица 1.1 – Таблица показаний опытов

№ опыта		1	2	3	4
Давление газа, кПа(кг/м <sup>2</sup> )	до регулятора, P <sub>1</sub>				
	за регулятором, P <sub>2</sub>				
Продолжительность опыта, T, с					
Температура измеряемой среды, t, °С					

По результатам выполненных замеров в каждом опыте выполняется обработка экспериментальных данных.

### Обработка экспериментальных данных

По результатам замеров определяем, в какой области работает регулятор давления, и, соответственно, производим расчет производительности регулятора давления по одной из формул – 1.1 или 1.3.

Результаты обработки сведены в таблицу 1.2.

Таблица 1.2 – Таблица обработки показаний опытов

№ опыта	1	2	3	4
Перепад давления на регуляторе, ΔP, кПа (кг/м <sup>2</sup> )				
Расход воздуха (газа), V, м <sup>3</sup> /ч				

По результатам обработки строится графическая зависимость расхода воздуха V от перепада давления ΔP на клапане регулятора давления типа РДБК-50/35.

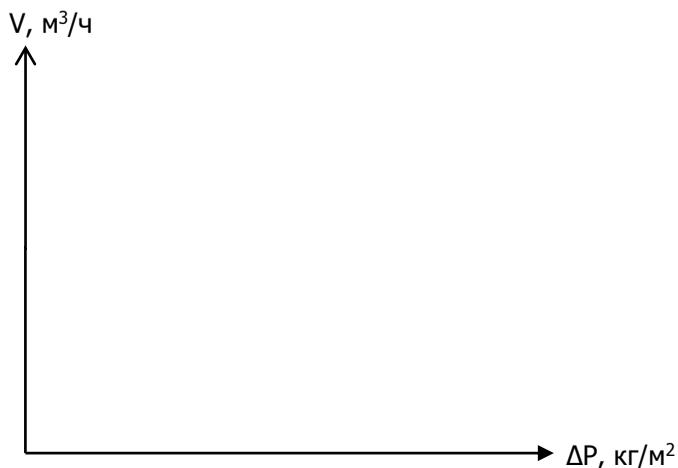


Рис. 1.3. График зависимости расхода газа от перепада давления

### Контрольные вопросы

1. Назначение регулятора давления
2. Как влияет перепад давления на клапане на производительность?
3. Как определить относительную плотность газа?
4. Как влияет температура измеряемой среды (воздух/газ) на производительность регулятора давления?

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2**

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСХОДА ГАЗА БЫТОВЫМ ГАЗОВЫМ СЧЕТЧИКОМ**

Цель работы: определение расхода газа бытовым газовым счетчиком при заданных параметрах.

#### **Теоретические основы**

Лабораторная работа является продолжением лабораторной работы №1 с использованием указанной схемы стенда (Рис. 1.2). При этом уделяется особое внимание измерению расхода газа бытовым газовым счетчиком, где на показания газового счетчика оказывает сильное влияние перепад давления на счетчике, т.е. давление перед счетчиком и после счетчика.

#### **Порядок проведения опыта**

При пуске в работу регулятора давления и вывода его на заданный режим принято давление  $P_1$  перед клапаном и  $P_2$  после клапана регулятора давления.

При этом для дальнейшего измерения расхода газа счетчиком условно принято  $P_2$  после клапана регулятора давления равное  $P_1$  перед счетчиком. В дальнейшем при измерении расхода газа счетчиком окончательно принято давление  $P_2$  – давление после счетчика равное барометрическому давлению (атмосферному).

Таким образом, перепад давления на счетчике  $\Delta P$  равен давлению перед счетчиком  $P_1$ .

Для проведения опыта и записи полученных результатов необходимо пользоваться таблицей 2.1.

Таблица 2.1 – Таблица показаний опытов

№ опыта		1	2	3	4
Давление газа, кПа(кг/м <sup>2</sup> )	перед счетчиком, P <sub>1</sub>				
	после счетчика, P <sub>2</sub>				
Показания счетчика, м <sup>3</sup>	в начале опыта, m <sub>н</sub>				
	в конце опыта, m <sub>к</sub>				
Продолжительность опыта, T, с					
Температура измеряемой среды, t, °C					

По результатам выполненных замеров в каждом опыте выполняется обработка экспериментальных данных.

### Обработка экспериментальных данных

Результаты обработки полученных замеров по опытам:

#### Опыт №1

$$V_1 = (m_{к1} - m_{н1}) \times 60, \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$\Delta P_1 = P_1 - P_2, \text{ кг/м}^2$$

#### Опыт №2

$$V_2 = (m_{к2} - m_{н2}) \times 60, \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$\Delta P_2 = P_1 - P_2, \text{ кг/м}^2$$

#### Опыт №3

$$V_3 = (m_{к3} - m_{н3}) \times 60, \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$\Delta P_3 = P_1 - P_2, \text{ кг/м}^2$$

#### Опыт №4

$$V_4 = (m_{к4} - m_{н4}) \times 60, \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$\Delta P_4 = P_1 - P_2, \text{ кг/м}^2$$

По результатам обработки экспериментальных данных строится графическая зависимость расхода газа (воздуха) от пе-

репада давления на счетчике  $V=f(\Delta P, t)$ .

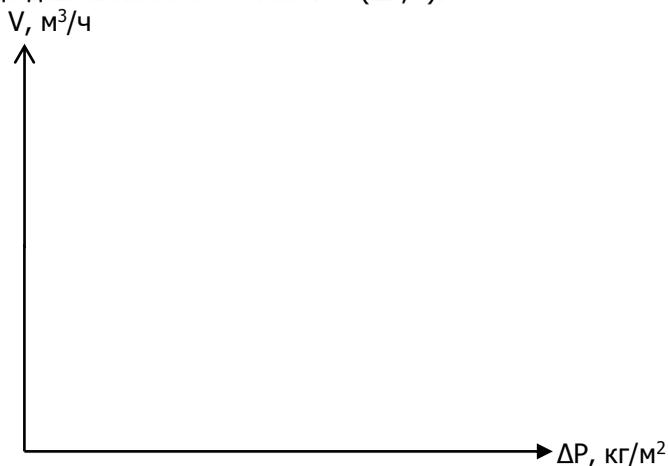


Рис. 2.1. График зависимости расхода газа от перепада давления на счетчике

### Контрольные вопросы

1. Как влияет перепад давления на показания счетчика?
2. Как влияет температура на плотность измеряемой среды?
3. Теоретическая зависимость перевода измеряемой среды для нормальных условий ( $t=0^\circ\text{C}$ ,  $P=760$  мм. рт. ст.)