

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра “електротехнології і теплові процеси”

Методичні вказівки

для проведення лабораторних робіт

з дисципліни “**Енергетичні установки**”

для здобувачів ступеня вищої освіти “Магістр”

зі спеціальності 141 “Електроенергетика,

електротехніка та електромеханіка”

Методичні вказівки з дипломного проектування для здобувачів ступеня вищої освіти “Бакалавр” спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».
– Мелітополь: ТДАТУ, 2018. – 52с.

Розробники: д.т.н., проф. Назаренко І.П., д.т.н., проф. Квітка І.П., д.т.н., проф. Діордієв В.Т., к.т.н., доц. Гулевський В.Б., к.т.н., доц. Борохов І.В.,

Рецензент:

к.т.н., ст. викладач Лобода О. І.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Методичні вказівки розглянуті, рекомендовані до друку на засіданні кафедри «ЕТ ТП» ТДАТУ,
протокол № 7 від 25 січня 2016 р.

Методичні вказівки затверджені на засіданні методичної комісії енергетичного факультету ТДАТУ,
протокол № 5 від 27.01.2016 р.

ЗМІСТ

Анотація дисципліни.....	4
Загальні відомості.....	5
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1	
Тема: " Дослідження системи опалення теплиці при використанні газоподібного палива.....	6
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2	
Тема: " Вивчення конструкції та області експлуатація регуляторів тиску РД – 32М, РД – 50М та РСД"	6
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3	
Тема: "Вивчення конструкції газових пальників для спалювання газу“.....	10
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4	
Тема: “Вивчення конструкції та принципу роботи побутової газової плити типу NORD 501 ”	16
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5	
Тема: “Вивчення конструкції та принципу роботи газової автоматики типу АОГВ–15–1–У ”	23
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №6	
Тема: “Вивчення конструкції і принципу роботи газового проточного водонагрівача типу ВПГ ”	28
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №7	
Тема: “Вивчення конструкції і принципу роботи ємкісного газового водонагрівача”	37
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	46

АНОТАЦІЯ ДИСЦИПЛІНИ

Вивчення дисципліни -це надання, майбутнім фахівцям відповідних спеціальностей, знань в області використання різноманітних типів енергетичних установок, які працюють в сільськогосподарському виробництві, використовуючи рідкі, тверді, газоподібні та біологічні види палива, що забезпечать у майбутньому кваліфіковану експлуатацію термічного устаткування, котлів, двигунів внутрішнього згорання, а також систем і машин, що застосовуються в технологіях переробки продукції сільського господарства, в сільській, комунальній і виробничій сферах.

На підставі вивчення багаторічного досвіду методологічної, педагогічної та наукової роботи у сфері використання енергетичних установок в технологічних процесах, передбачається вивчення можливого використання різноманітних видів палива в технологічних процесах, конструктивних особливостей та розрахунки енергетичних установок, способів утилізації відходів, а також інженерні додатки, які призначені для студентів інженерних спеціальностей .

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Виконання лабораторних робіт студентами очної та заочної форми навчання – є індивідуальна, самостійна робота студентів під керівництвом викладача, яка відображає практичне рішення комплексу задач технічного проектування, технології, газифікації, електрифікації, електротехнології та опалення об'єктів сільськогосподарського виробництва.

Метою є закріплення та самостійний синтез знань отриманих при вивченні спеціальних технічних дисциплін та отримання навичок інженерного проектування.

У якості звіту про виконану лабораторну роботу представляють оформлені матеріали по запропонованій методиці, або відповідно оформлену, науково-дослідну роботу по вирішенню задач теплопостачання, газопостачання та обґрунтуванню використання енергоносіїв.

Навчальне завдання є учбовим, тому всі розрахунки повинні бути представлені в повному обсязі зі всіма необхідними поясненнями та зносками.

Звіт повинний включати в себе основні розділи (відповідно до завдання), рисунки, схеми, таблиці, додатки та ін., оформлені згідно з ГОСТ 2.105-95.

Робота над складанням звіту може виконуватись на основі приведенного переліку, а також може бути змінена за узгодженням з викладачем.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

Тема: Дослідження системи опалення при використанні газоподібного палива

Мета роботи: засвоїти методику проектування системи опалення, особливості використання енергетичних установок та специфіку роботи обладнання в області використання газу та теплоенергоустановок на прикладі теплиці.

1 Програма роботи

- 1.1 Відповідно до існуючих нормативів, визначити вихідні дані для дослідження в залежності від конструктивних особливостей теплиці та продукції, що планується вирощувати.
- 1.2 Згідно запропонованої методики розрахувати потужність системи опалення при спалюванні газу.
- 1.3 Заповнити журнал інвентаризації згідно завдання.

2 Вказівки по підготовці до лабораторно-практичної роботи

- 2.1 Пункт 1.1 виконати згідно відповідних нормативів [1, 4, 5, 12].
- 2.2 Опрацювати теоретичний матеріал та підготуватись до відповіді на контрольні питання.

3 Вказівки по виконанню лабораторно-практичної роботи

- 3.1 Визначити вихідні дані для дослідження в залежності від конструктивних особливостей теплиці та продукції, що планується вирощувати.
- 3.2 Накреслити ескіз приміщення теплиці блочного типу відповідно до завдання
- 3.3 Виконати розрахунок потужність системи опалення при спалюванні газу в відповідності до завдання.

4 Зміст звіту

- 4.1 Звіт оформлюється на листах формату А4. Необхідні таблиці, ескізи та ін. виконуються відповідно з вимогами ГОСТ 2.105-95.

- 4.2 Звіт повинен починатися з титульного листа. У звіті повинна бути сформована тема і мета заняття, супроводжені необхідними розрахунками, ескізами та графіками.
- 4.3 Привести узагальнені вихідні дані для розрахунку.
- 4.4 Викреслити ескіз блочної теплиці із зазначенням геометричних розмірів для визначення площі огорожі.
- 4.5 Привести розрахунки потужності системи опалення відповідно до сформованих вихідних даних.
- 4.6 Виконати відповідні висновки по роботі.
- 4.6 Оформлений звіт підписується виконавцем і відрекомендовується до захисту викладачу.

5 Пояснення до роботи

Приклад сформованих вихідних даних для розрахунку:

Адміністративний центр – Бердянськ ($t_{\text{хп}} = -12 \text{ } ^\circ\text{C}$)

Опалювальна характеристика $7,6 \text{ Вт/м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$

Довжина (А) – 146 м.

Ширина (В) – 30 м.

Довжина технологічного приміщення (С) – 6 м.

Довжина полотна кривлі (h) – 1,2 м.

Висота теплиці (Н) – 4 м.

Теплота згорання газу (кДж/кг) – 35880

Родовище – Дашавське

Коефіцієнт теплопередачі через конструкцію, $\text{Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$, - 6,2

Матеріал покриття – одинарне скло

Температура всередині приміщення - $+15 \text{ } ^\circ\text{C}$.

Хід виконання.

Для теплиці блочного типу необхідно розрахувати потужність системи опалення.

Потужність систем опалення визначається тепловими втратами через зовнішні огорожі, ґрунт та на підігрівання інфільтруючого повітря.

В інженерній практиці для приблизних розрахунків прийнятий спрощений спосіб розрахунку потужності системи опалення Q_G , Вт знаходимо з виразу:

1. Розрахункова потужність системи опалення при спалюванні газу знаходять з рівняння Q_G , Вт

$$Q_G = Q_{OG} + Q_B \quad (1)$$

де Q_{OGP} - втрати тепла через огороження, Вт;

Q_B - втрати тепла на нагрівання повітря, Вт.

$$Q_{OGP} = q_0 \cdot F_n (t_v - t_n) \cdot i_{inf} \cdot \eta_{ог} \quad (2)$$

де q_0 – коефіцієнт теплопередачі через конструкцію, Вт/м² °С (одинарне скло – 6,2; здвоєне – 3,34; одинарна плівка – 10,0; здвоєна плівка – 5,8).

F_n – сумарна площа поверхні огорожі, м²;

t_v, t_n – температури внутрішнього та зовнішнього повітря, °С;

i_{inf} – коефіцієнт інфільтрації;

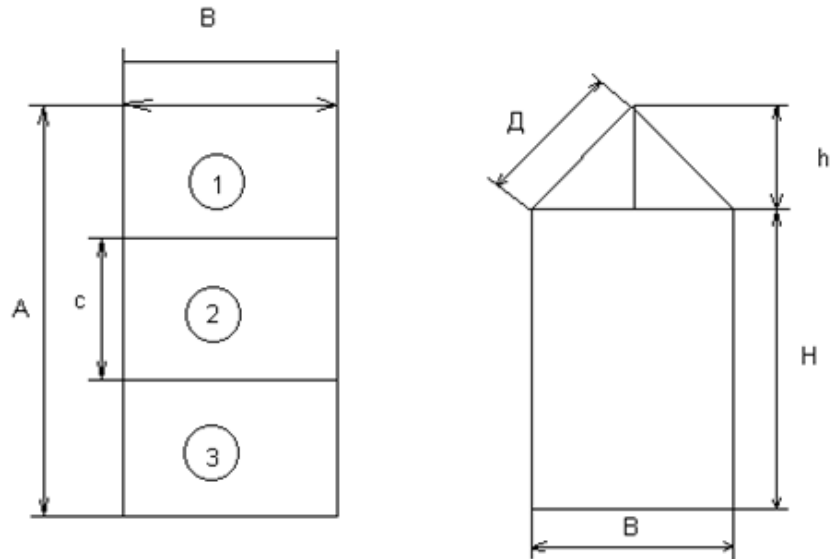
$\eta_{ог}$ – коефіцієнт огорожі.

Для проектування опалення розрахункова температура в теплицях для вирощування овочевих культур та розсади приймається в нічний період $t_v=15^\circ\text{C}$, а для розсади 8°C .

Відповідно до СНіП 2.10.04-85 в холодний період року для зимових теплиць t_n приймають рівну середній температурі найбільш холодної п'ятиденки з забезпеченістю 0,92.

На витрати тепла для обігріву теплиць мають вплив способи укриття, так для плівкового покриття одинарного $i_{inf}=1,05\div 1,10$, для здвоєного - $i_{inf}=1,3\div 1,4$, а для заскляних $i_{inf}=1,25\div 1,30$.

Площу теплиці розраховують відповідно до рис.1.1.



1, 3 – технологічні приміщення для рослин; 2 – підсобне приміщення.

Рис. 1 – Ескіз приміщення теплиці в плані:

2. Площу приміщення теплиці по зовнішньому обмірі F_n , m^2 знаходимо з виразу

$$F_n = (A \cdot B) + (A \cdot H) \cdot 2 + (B \cdot H) \cdot 2 + (B \cdot h) \cdot 2 + AD \quad (3)$$

$$D = \sqrt{\left(\frac{B}{2}\right)^2 + h^2}$$

$$F_n = 5222. \quad m^2$$

3. Коефіцієнт огорожі $\eta_{ог}$ знаходимо з виразу

$$\eta_{ог} = \frac{F_0}{F_n} \quad (5)$$

де F_0 – площа ґрунту, m^2

$$\eta_{ог} = \frac{4200}{5222} = 0,12.$$

$$Q_{огр} = 6,2 \cdot 5222 \cdot (+15 - (-12)) \cdot 1,25 \cdot 1,1 = 1201973.$$

4. Витрати вентиляційного повітря G_B , $kg/год$ визначаємо відповідно виразу

$$G_B = \frac{m \cdot G_{Г}}{x_1 - x_2} \quad (6)$$

де m – коефіцієнт, рівний масі вуглекислого газу при спалюванні 1 kg газу; (для пропану – 2,98; бутану – 2,94; природного – 2,71);

G_r – витрати газу, кг/ч;

x_1, x_2 – об'ємна доля вуглекислого газу в повітрі теплиці та навколишньому повітрі; (в повітрі теплиці $x_1 = 0,5 \div 0,7$ – для огірків, для всіх останніх $-0,35$; x_2 – в наружньому повітрі – $0,04$), %.

$$G_B = \frac{2,71 \cdot 0,56}{(0,35 - 0,04)} = 5,2$$

5. Витрати газу визначаються з рівняння теплового балансу G_r , кг/Г

$$G_r = \frac{Q_{ог} \cdot (x_1 - x_2)}{Q_n^p \cdot (x_1 - x_2) - \frac{c \cdot m \cdot (t_B - t_n)}{\alpha}} \quad (7)$$

де $Q_{ог}$ – втрати тепла крізь огорожу, Вт

Q_n^p - теплота згорання газу, кДж/кг (завдання)

c – масова теплоємність повітря (1 кДж/кг °С)

α – коефіцієнт перерахунку об'єму 1 м^3 на 1 кг природного газу ($\alpha=0,6$).

$$G_r = 0,56.$$

$$Q_{ог} = q_0 \cdot F_n (t_B - t_{II}) \cdot \eta_{ог} \cdot i_{инф} \quad (8)$$

$$Q_{ог} = 7,6 \cdot 5222(15 + 12) \cdot 1,25 \cdot 1,1 = 1473387.$$

6. Теплота, яка витрачається на нагрівання вентиляційного повітря Q_B , Вт

$$Q_B = c \cdot G_B \cdot (t_B - t_H) \quad (9)$$

$$Q_B = 1 \cdot 5,2 \cdot (15 + 12) = 140.$$

$$Q_r = 1473387 + 140 = 1473527.$$

7. Кількість газових горілок n_r , шт знаходимо з виразу

$$n_r = \frac{G_r \cdot Q_n^p}{Q_r} \quad (10)$$

Номінальне теплове навантаження горілки (500...800 Вт).

Газові горілки розміщують в теплиці таким чином, щоб опроміненість рослин не перевищувала 580 Вт/м^2 .

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

Тема: Вивчення конструкції та області експлуатація регуляторів тиску РД – 32М, РД – 50М та РСД”.

Мета роботи: навчитися розрізняти, знати конструкцію, принцип дії та правильно організувати експлуатацію регуляторів тиску газу.

1 Програма роботи

1.1 Вивчити призначення, конструкцію, принцип дії та області застосування регуляторів тиску газу.

1.2 Визначити конструктивні особливості регуляторів тиску на лабораторному стенді.

1.3 Заповнити журнал інвентаризації згідно завдання.

2 Вказівки по підготовці до лабораторно-практичної роботи

2.1 Пункт 1.1 виконати до початку заняття [1, 3, 11].

2.2 Опрацювати теоретичний матеріал та підготуватись до відповіді на контрольні питання.

3 Вказівки по виконанню лабораторно-практичної роботи

3.1 Вивчити конструкції регуляторів тиску газу на робочому місці.

3.2 Скласти схеми підє'днань регуляторів тиску в мережу при використанні газопроводів середнього та низького тиску.

3.3 Виконати розрахунки використання газгольдерів в відповідності до завдання.

4 Зміст звіту

4.1 Звіт оформлюється на листах формату А4. Необхідні таблиці, графіки та ін. виконуються відповідно з вимогами ГОСТ 2.105-95.

4.2 Звіт повинен починатися з титульного листа. У звіті повинна бути сформована тема і мета заняття, супроводжені необхідними таблицями, рисунками та графіками.

4.3 Викреслити схеми приєднань регуляторів тиску.

4.4 Привести ескізи принципової схеми регуляторів тиску РД-32М, РД-50М, РСД.

4.5 Виконати відповідні висновки по роботі.

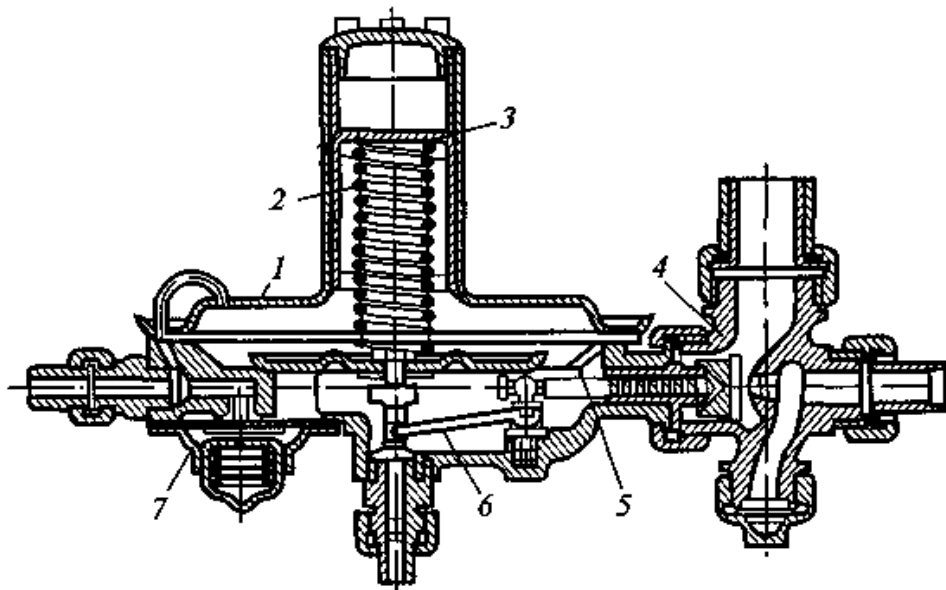
4.6 Оформлений звіт підписується виконавцем і відрекомендовується до захисту викладачу.

5 Пояснення до роботи

5.1 Регулятори тиску газу

Регулятори призначені для автоматичної підтримки тиску на заданому рівні.

Регулятори РД-32М і РД-50М прямої дії розрізняються розміром умовного проходу, що відповідно рівні 32 і 50 мм.



1 — корпус; 2 — пружина; 3 — натискна шайба; 4 — хрестовина; 5 — мембрана; 6 — система важелів; 7 — запобіжний пристрій.

Рисунок 1.1 - Принципова схема регулятора РД-50М.

На рис. 1.1 показаний регулятор РД-50М, що складається з корпуса і хрестовини 4, що з'єднуються за допомогою натискної шайби 3. По імпульсній трубці газ подається в підмембранний простір регулятора і впливає на еластичну мембрану 5, на яку зверху

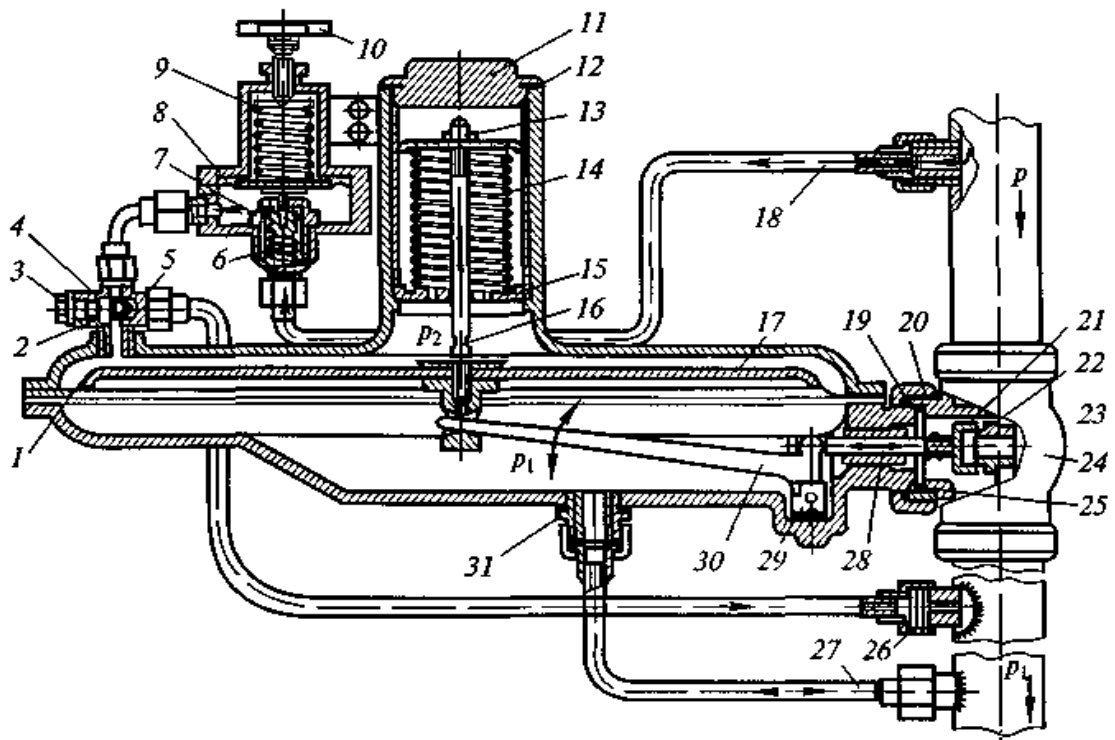
робить протитиск пружина 2. Якщо споживання газу збільшиться, то тиск у підмембранному просторі зменшиться, рівновага мембрани порушиться і вона під дією пружини 2 переміститься вниз. Переміщаючи вниз підоймовий механізм 6, мембрана відводить поршень від клапана, витрата газу збільшується і тиск піднімається до необхідного. У випадку зменшення витрати газу споживачами тиск у підмембранному просторі підвищиться і процес регулювання відбудеться в зворотній послідовності.

Унаслідок негерметичності закритого клапана вихідний тиск при відсутності витрати газу буде підвищуватися, і мембрана регулятора підніметься, переборюючи зусилля малої пружини. При цьому клапан запобіжного пристрою відкриється, і за рахунок скидання визначеної кількості газу в атмосферу подальший ріст тиску в мережі за регулятором припиниться.

Регулятори типу РСД прямої дії, що розрізняються розміром умовного проходу (32 і 50 мм), забезпечують зниження тиску газу з 0,3 до 0,01...0,11 мПа. Вони розроблені на базі регуляторів РД-32М і РД-50М.

Регулятор типу РСД, принципова схема якого представлена на рис. 1.2, працює таким чином. По імпульсній трубці 27 через штуцер 31 у підмембранний простір регулятора надходить газ з тиском на виході і прагне перемістити мембрану нагору. Мембрана стискає пружину 14, що упирається в шайбу 15, а вгорі — у диск, закріплений на штоку 16. Шток зв'язує мембрану з натискною шайбою, яка встановлена на верхньому торці пружини. Попередньо стиснута пружина утримує мембрану у верхньому положенні, коли золотник закриває сідло клапана.

По імпульсній трубці 18 газ з початковим тиском подається на регулятор. Після зниження тиску до заданого значення газ надходить через дросель 4 у надмембранний простір, прагнучи перемістити мембрану вниз. Тиск на мембрану зверху і знизу вирівнюються, і клапан 23 устанавлюється на визначеній відстані від сідла. Якщо споживання газу збільшиться, то тиск в імпульсній трубці 27 і в під мембранному просторі зменшиться, мембрана переміститься вниз і через підоймову передачу 30 клапан переміститься вліво, збільшивши прохід газу. Це приведе до відновлення тиску газу на виході з регулятора. Якщо споживання зменшиться, процес регулювання здійсниться в зворотному напрямку.



1 — мембрана регулятора; 2 — голка вентиля; 3, 11 — заглушка, 4 — дросель; 5 — скидний отвір; 6 — мала пружина пілота; 7, 23- клапани; 8 — мембрана пілота; 9 — велика пружина пілота; 10 — рукоятка, 12, 25- прокладки; 13 — натискна гайка; 14 — пружина; 15, 26 — шайби, 16 - шток; 17 — диск; 18 — імпульсна трубка газу з початковим тиском, 19 — сухар; 20 — накидна гайка; 21 — золотник; 22 — ущільнення; 24 — трійник, 27 — імпульсна трубка газу з кінцевим тиском; 28 — штовхальник; 29 — опора, 30 — важіль; 31 — штуцер.

Рисунок 1.2 - Принципова схема регулятора типу РСД.

6 Контрольні питання

- 6.1 Пояснити устрій регуляторів тиску РД-32М, РСД та РД-50М.
- 6.2 Пояснити принцип роботи регуляторів тиску.
- 6.3 Обґрунтувати область використання регуляторів тиску РД-32М, РСД та РД-50М.
- 6.4 Обґрунтувати призначення імпульсних трубок газу з початковим тиском та імпульсних трубок газу з кінцевим тиском.
- 6.5 Пояснити принципи узгодження регуляторів тиску із виконавчими пристроями та сигналізацією.
- 6.6 Пояснити, що таке статична характеристика регулятора тиску.
- 6.7 Пояснити, що таке динамічна характеристика регулятора тиску.
- 6.8 В яких діапазонах забезпечують зниження газу регулятори тиску газу?
- 6.9 Чому регулятори тиску газу розподіляють на прямої та непрямої дії?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

Тема: ”Вивчення конструкції газових пальників для спалювання газу“

Мета роботи: навчитися розрізняти, знати конструкцію, принцип дії та правильно організувати експлуатацію пальників для спалювання газу низького та середнього тиску.

1 Програма роботи

1.1 Вивчити призначення, конструкцію, принцип дії та області застосування пальників для спалювання газу низького та середнього тиску.

1.2 Визначити конструктивні особливості пальників для спалювання газу низького та середнього тиску на лабораторному стенді.

1.3 Заповнити журнал інвентаризації згідно завдання.

2 Вказівки по підготовці до лабораторно-практичної роботи

2.1 Пункт 1.1 виконати до початку заняття [2, 4, 11].

2.2 Опрацювати теоретичний матеріал та підготуватись до відповіді на контрольні питання.

3 Вказівки по виконанню лабораторно-практичної роботи

3.1 Вивчити конструкції пальників для спалювання газу низького та середнього тиску на робочому місці.

3.2 Скласти схеми підє'днань пальників для спалювання газу низького та середнього тиску в мережу при використанні газопроводів середнього та низького тиску.

3.3 Виконати розрахунки носика пальника(золотника) при переведенні із експлуатації на низькому тиску на середній, в відповідності до завдання.

4 Зміст звіту

- 4.1 Звіт оформлюється на листах формату А4. Необхідні таблиці, графіки та ін. виконуються відповідно з вимогами ГОСТ 2.105-95.
- 4.2 Звіт повинен починатися з титульного листа. У звіті повинна бути сформована тема і мета заняття, супроводжені необхідними таблицями, рисунками та графіками.
- 4.3 Викреслити схеми приєднань пальників для спалювання газу низького та середнього тиску.
- 4.4 Привести ескізи принципової схеми пальників для спалювання газу низького та середнього тиску.
- 4.5 Виконати відповідні висновки по роботі.
- 4.6 Оформлений звіт підписується виконавцем і відрекомендовується до захисту викладачу.

5 Пояснення до роботи

5.1 Пальники для спалювання газу

5.1.1 Класифікація газових пальників

Горіння газу складається з трьох послідовно протікають процесів. Першим є процес сумішоутворення, у результаті якого відбувається змішування природного газу і повітря; другим — процес підігріву суміші до температури запалення; третім — процес хімічної реакції, тобто горіння.

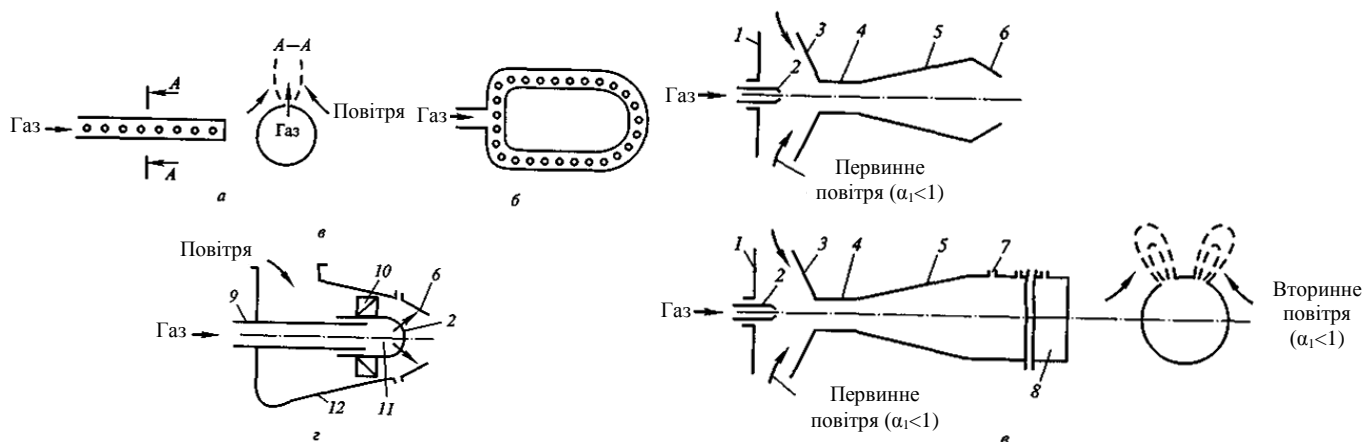
Якщо газоповітряна суміш готується заздалегідь, то горіння протікає по кінетичному принципу. Кінетичний процес горіння характеризується малою стійкістю, тому при спалюванні газу необхідно застосовувати методи штучної стабілізації.

Якщо газ і повітря попередньо не перемішують, а подають у пальник роздільно, то сумішоутворення протікає одночасно з горінням. Таке горіння називають дифузійним, тому що процеси змішування протікають значно повільніше процесів горіння, швидкість і повнота згорання визначаються швидкістю і повнотою змішування газу і повітря. Змішування газу з повітрям може відбуватися шляхом дифузії молекулярної або турбулентної. Дифузійний спосіб спалювання характеризується великим світним полум'ям.

Дифузійні пальники (рис. 2.1, а) - це найбільш прості пристрої, що представляють собою трубу з просвердленими отворами. Газ випливає з отворів, а необхідний для горіння повітря надходить з навколишнього середовища. У дифузійних пальників процеси змішування газу з повітрям і горіння відбуваються паралельно на виході.

Перевагами пальників даного типу є: малогабаритність і простота конструкції, зручність і безпека експлуатації, висока стійкість полум'я без проскоку і відриву, високий ступінь чорності полум'я, широкий діапазон регулювання теплової потужності. До недоліків пальників відносяться: підвищений коефіцієнт надлишку повітря, погані умови догорання газу і виділення при спалюванні вуглеводневих газів, продуктів неповного згорання.

Інжекційні пальники (рис.2.1, б, в) - пальники, у яких газ і необхідне для горіння повітря надходить цілком або частково, а подача його здійснюється за рахунок кінетичної енергії струменя газу, що виходить із сопла. Процеси змішування газу з повітрям і горіння розділені, при цьому забезпечується гарне змішування газу з повітрям. Інжекційні пальники працюють на газі середнього тиску (10...90 кПа).

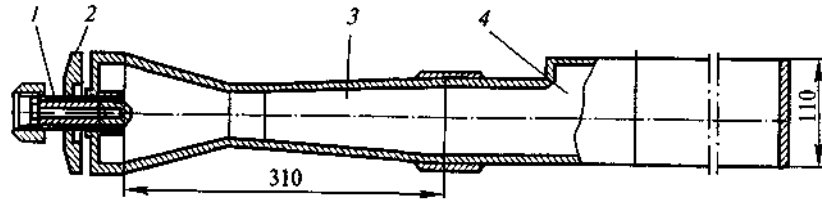


а — дифузійної; б в— інжекційної; г — примусовою подачею повітря; 1 — повітряна заслінка; 2 — сопло; 3 — інжектор; 4— горловина; 5— дифузorz; 6— насадок; 7— вогневий отвір; 8 — колектор; 9— газорозподільний пристрій; 10— завихрювач; 11 — отвір для виходу газу; 12 — корпус.

Рисунок 2.1 - Схеми пальників

5.1.2 Інжекційні пальники для газу низького тиску

У інжекційні пальники для газу низького тиску кількість підсмоктуваного первинного повітря складає 30...70 % від необхідного для повного згорання газу, тому їх називають пальниками неповного, або часткового змішування.



1 — сопло; 2 — заслінка; 3 — змішувач; 4 — колектор.

Рисунок 2.2 – Пальник багатофакельний типу ГКС:

Газ, що надходить із сопла 1, інjektує первинне повітря, кількість якого регулюється заслінкою 2. Утворена в змішувачі 3 газоповітряна суміш виходить через два ряди вогневих отворів у верхньої утворюючого вогневого колектора 4.

У пальників від ГКС-2,5 до ГКС-4,5 колектор виконаний зі сталеві труби, заглушеної на торці. Для подовження каналів, через які виходить газоповітряна суміш, на колектор наварюють дві сталеві смуги.

5.2 Перерахунок пальників при зміні характеристик газу

При експлуатації пальників часто виникає необхідність модернізації у зв'язку зі зміною теплоти згорання і щільності використовуваного газового палива, тому що робота пальників на газі з теплотою згорання і щільністю, що відрізняються від розрахункових, приводить до зміни їхньої теплової потужності і погіршенню умов згорання.

Для збереження незміненої теплової потужності інжекційної пальники для газу низького тиску при переході на паливо іншого складу необхідно змінити діаметр сопла.

Новий діаметр сопла, мм:

$$d_1 = d \sqrt{\frac{Q_H}{Q_H'} \sqrt{\frac{p \rho_2}{p_i \rho_2'}}} \quad (2.1)$$

де d – діаметр сопла для газу з початковою теплотою згорання, мм;

$Q_H < Q'_H$ – нижча розрахункова і нижча дійсна теплота згоряння газу, мДж/м³;

p – розрахунковий тиск газу, Па;

p_l – тиск газу іншого складу, Па;

ρ_2 і ρ'_2 — розрахункова і дійсна щільності газу, кг/м³.

Коли тиску іншого газу в мережі досить для збереження колишньої теплової потужності пальники, можна, не змінюючи її конструктивних розмірів, змінити тиск газу перед пальниками.

Тоді тиск газу іншого складу, Па:

$$p_i = p \cdot \left(\frac{\rho'_2}{\rho_2} \right) \cdot \left(\frac{Q_H}{Q'_H} \right) \quad (2.2)$$

При цьому необхідно за допомогою перевірочного розрахунку переконатися, що діапазон установленої роботи пальника не буде менше заданого.

5.2.1 Розрахунок голівки пальники

Одним з основних параметрів роботи пальника є швидкість виходу газоповітряної суміші з отворів її голівки V_0 , що повинна забезпечити стабільність спалювання газу.

Величина зони стійкого горіння залежить від складу газу, коефіцієнта первинного повітря осі і діаметра вихідних отворів пальники d_0 . Мінімальний діаметр вихідного отвору пальники, при якому неможливе проскакування полум'я, називається **критичним**.

Відстань між отворами повинне забезпечувати передачу полум'я від отвору до отвору, попереджати можливість злиття полум'я і не заважати підхід вторинного повітря.

Необхідна сумарна площа вихідних отворів, см²:

$$F_0 = \frac{Q_{гор}(1 + \alpha_1 V_0)}{0.36 \cdot V_0} \quad (2.3)$$

де $Q_{гор}$ — продуктивність пальники, м³/год;

F_0 — обсяг теоретично необхідного повітря для горіння, м³;

V_0 — швидкість виходу газоповітряної суміші з отворів пальники, м/с.

6 Контрольні питання

- 6.1 Пояснити призначення та конструкцію газових пальників.
- 6.2 Які стадії супроводжують процеси горіння газоповітряної суміші?
- 6.3 Обґрунтувати область використання газових пальників.
- 6.4 Які переваги та недоліки мають дифузійні пальники?
- 6.5 Які переваги та недоліки мають інжекційні пальники?
- 6.6 Поясніть принцип дифузії та інжекції.
- 6.7 З якою метою виконують перерахунок пальників, що працюють на природному газі?
- 6.8 Яку роль виконує голівка газового пальника?
- 6.9 Що називають критичним отвором прохідного отвору пальника?
- 6.10 Від яких основних параметрів залежить стійкість процесу горіння?
- 6.11 Чим відрізняється процес ежекції від процесу інжекції?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4

Тема: “Вивчення конструкції та принципу роботи побутової газової плити типу NORD 501”

Мета роботи: знати призначення, конструкцію газових пальників, принцип переводу та використання плит на різних видах газу, вимоги безпеки.

1 Програма роботи

1.1 Вивчити призначення, конструкцію газових пальників їх різновид та тип, принцип створення області горіння газоповітряної суміші, конструктивні особливості кранів, вентилів [1, 2, 7, 10].

1.2 Визначити конструктивні особливості газових плит, вивчити особливості схеми електричної принципової електрозапальника та пристрою підсвічування використовуючи діючий макет.

1.3 Заповнити журнал інвентаризації згідно завдання.

2 Вказівки по підготовці до лабораторно-практичної роботи

2.1 Пункт 1.1 виконати до початку заняття.

2.2 Опрацювати теоретичний матеріал та підготуватись на відповіді на контрольні питання.

3 Вказівки по виконанню лабораторно-практичної роботи

3.1 Вивчити конструкцію газової плити та основних і споміжних пальників на робочому лабораторному місці.

3.2 Скласти схему підключення газової плити при використанні природного та скрапленого газу, запропонувати послідовність монтажу, основні вимоги безпеки.

3.3 Дослідити роботу електрозапальника, контролюючи основні електричні показники.

3.4 У відповідності до завдання виконати розрахунок теплової потужності пальників (кВт), діаметру отвору сопла (мм), та привести його маркування.

4 Зміст звіту

4.1 Звіт оформлюється на листах формату А4. Необхідні таблиці, рисунки та ін. виконуються відповідно з вимогами ГОСТ 2.105-95.

4.2 Звіт повинен починатися з титульного листа. У звіті повинна бути сформована тема і мета заняття, супроводжені необхідними таблицями, рисунками та графіками.

- 4.3 Викреслити схеми підключень та запропонувати послідовність монтажу газової плити при експлуатації її на природному та скрапленому газі.
- 4.4 Привести схему електричну принципову електрозапальника та пристрою підсвічування газової плити типу NORD 501.
- 4.5 Привести відповідні розрахунки в відповідності до завдання.
- 4.6 Виконати відповідні висновки по роботі.
- 4.7 Оформлений звіт підписується виконавцем і відрекомендовується до захисту викладачу.

5 Пояснення до роботи

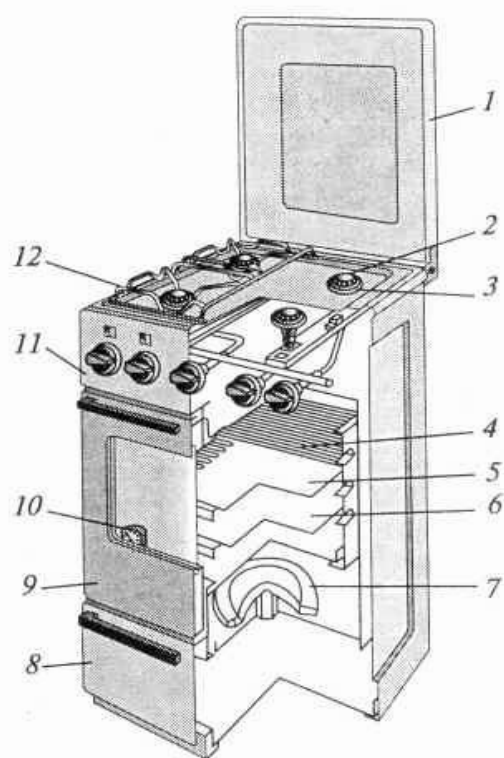
5.1 Газові прилади й апаратура

Безпека роботи газових апаратів характеризується повнотою згорання газу і стійкою роботою газопальникових пристроїв.

Побутова газова плита (рис. 3.1) виконана в вигляді тумби. На лицьовій стороні плити розміщений розподільний щиток з п'ятьма ручками, що мають покажчики. Всі ручки забезпечені пристроями, що оберігають від випадкового повороту з положення «0» (закрито). Пальники, і їх деталі повинні бути взаємозамінні, легко зніматися і встановлюватися без застосування інструментів.

Газопроводи і арматура побутових газових плит повинні бути герметичними. Втрати тиску в приладах автоматичного контролю не повинні перевищувати 100 Па.

Плита призначена для роботи на природному газі, ГОСТ 5542-87, номінальним тиском 1274 Па. Модель, а також тиск та вид газу, на яких працює плита, вказують на упаковці та на табличці, прикріпленій до задньої стінки плити. Переведення плити на інший тиск газу здійснюється заміною сопел. Діаметри застосовуваних сопел приведені у таблиці 3.1.



- 1 - кришка плити або щиток;
- 2 - кришка пальники;
- 3 - насадка пальники столу;
- 4- решітка духової шафи;
- 5- дека для випічки;
- 6 - жаровня;
- 7 - пальник духової шафи;
- 8 - дверці сушильної шафи;
- 9 - дверці духової шафи;
- 10 –пристрій контролю температури;
- 11 - розподільний щиток;
- 12 - решітка столу.

Рисунок 3.1 - Загальний вид уніфікованої побутової плити

Таблиця 3.1 - Основні параметри та розміри сопел газових пальників

Теплова потужність, кВт	Номінальний тиск газу, Па	Діаметр отвору сопла, мм	Маркування сопла
1,6 напівшвидкий пальник	1274	1,2	120
	1960	1,1	110
	2940	0,75	75
	1274	1,5	150
2,45 швидкий пальник	1960	1,35	135
	2940	0,92	92
	1274	1,5	150
2,6 пальник духовки	1960	1,35	135
	2940	0,92	92

Плита обладнана:

- пристроєм освітлення духовки;
- пальниками швидкої дії;
- кранами пальників з фіксованим положенням "мале полум'я";
- індикатором температури духовки;

- пристроєм для регулювання горизонтального положення столу плити;
- пристроєм електричного розпалу пальники (моделі "NORD-501-2" та).

Технічна характеристика та габаритні розміри газових плит типу "NORD-501" приведені в таблиці 3.2.

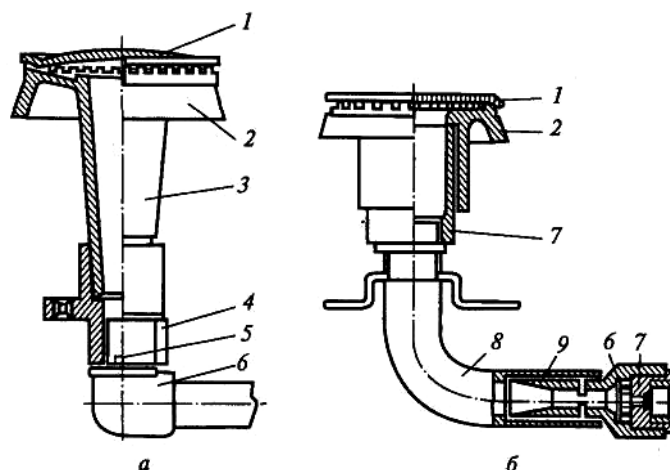
Таблиця 3.2 - Технічна характеристика та габаритні розміри газових плит типу "NORD-501".

Номер	Найменування параметра	Примітки
1	Кількість пальників на столі, шт. у тому числі:	4
	- над швидкої дії	3
	- швидкої дії	1
2	ККД пальників столу, %, не менше	59
3	Робочий діапазон нагрівання духовки:	
	- мінімальна температура в духовці, °С, не більше	160
	- максимальна температура в духовці, °С, не менше	270
4	Корисний об'єм духовки, дм ³ , не менше	50
5	Напруга електричної мережі, В	220±22
6	Споживана потужність пристрою освітлення шафи, Вт	15±3
7	Споживана потужність пристрою електрозапальників столу, Вт	
	Номінальна частота, Гц	4±0,8
8	Розміри плити (без врахування виступаючих на передній та	50
9	верхній поверхнях елементів обслуговування та декоративних елементів), мм:	
	- висота (до верхньої поверхні столу)	
	- глибина	850±5
	- ширина (по крайці бокових стінок)	600±5
	Маса плити, кг, не більше	500±5
10		50

У побутових газових плитах застосовують інжекційні пальники з попереднім змішуванням газу, з частиною повітря. Пальники мають торцевий шибер для регулювання первинного повітря, розтруб конфузору і вставний розподільник з центральним каналом для двостороннього підведення вторинного повітря.

В уніфікованих газових плитах застосовують вертикальні пальники (рис. 3.2, а), тобто в яких ковпачок, дифузор і сопло розміщені на одній вертикальній осі. Для забезпечення повноти спалювання газу використовується вогняний насадок -

розподільник пальники, який значно поліпшує підведення вторинного повітря до факелів, що запобігає злиттю язиків полум'я.



1 - ковпачок; 2 - вогняний насадок; 3 - дифузор; 4 - шибер; 5 - ніпель сопла; 6 - корпус сопла; 7 - різьбова втулка; 8 - трубка-змішувач; 9 - мундштук-змішувач

Рисунок 3.2 - Пальники вертикальний (а) і регульований з горизонтальним трубчастим змішувачем (б):

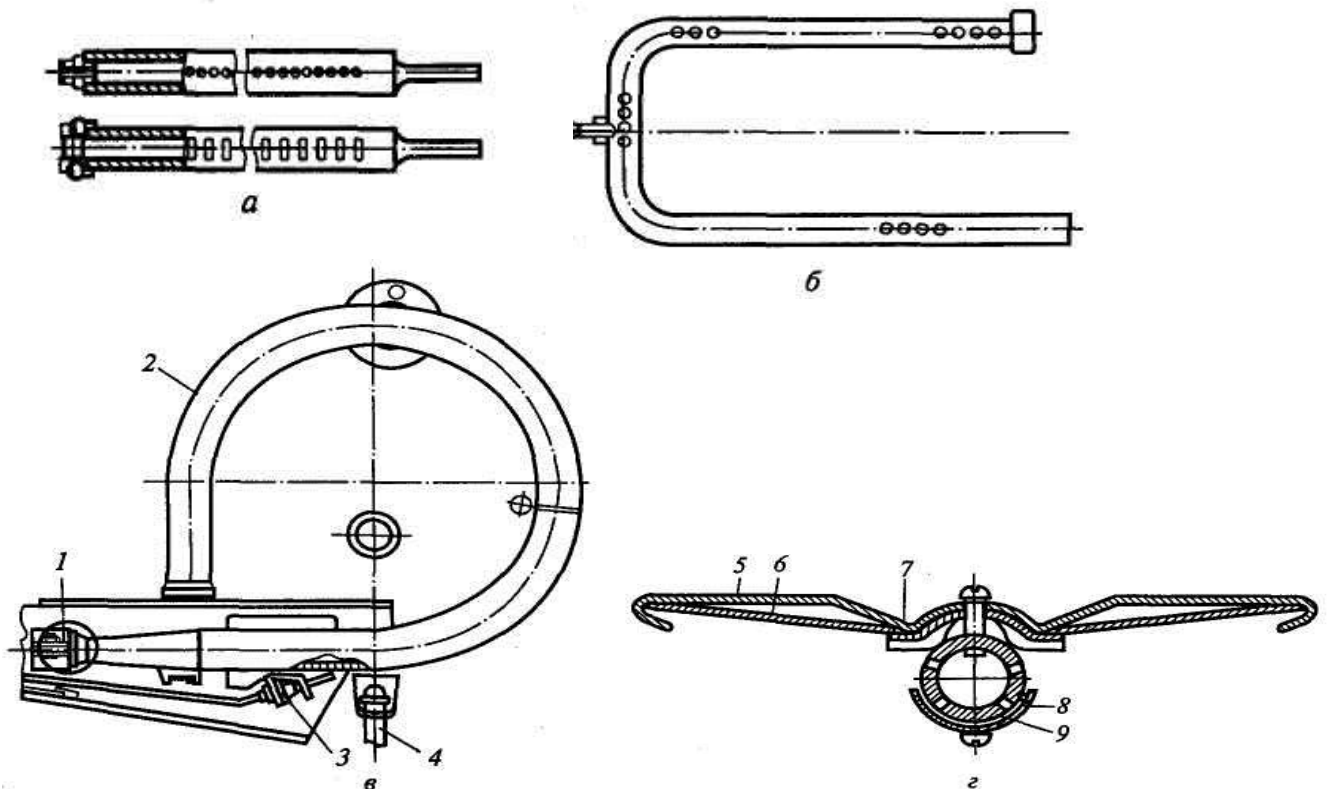
Така конструкція вогняного насадка забезпечує введення кільцевого полум'я і виключає його відрив, а зменшення ширини щілин для виходу газоповітряної суміші знижує вірогідність проскакування полум'я.

На базі вогняного насадка з верхнім пілотним полум'ям були розроблені регульовані пальники з горизонтальним трубчастим змішувачем (рис. 3.2, б).

У цих пальниках застосовується регулювання підсосу первинного повітря за допомогою мундштука - дифузора.

Найбільш поширені конструкції пальників духових шаф показані на рис. 3.3.

В уніфікованих плитах встановлюються дискові штамповані пальники з пілотним полум'ям. Причому основний пальник духової шафи обладнаний термопарою і трубкою для розпалювання, а він сам підвішується в самому верху духової шафи, - є випромінювачем і екраном випромінювача



а - трубчасті з щілистими і круглими отворами; *б* - трубчастий П-подібний; *в* - трубчастий спіральний; *г* - додатковий верхній; 1 - шиббер; 2 - кільцева труба; 3 - термопара; 4 - трубка розпалу; 5 - екран випромінювача; 6 - випромінювач; 7 - опора; 8 - жолоб; 9 - трубка пальника.

Рис. 3.3 - Пальники духових шаф газових плит:

Плита також підключається до електромережі напругою 220 В , частотою 50 Гц, для чого необхідно мати розетку на відстані не менше 1,5 м від місця встановлення плити.

6 Контрольні питання

- 6.1 Пояснити призначення та конструкцію газових пальників , які використовуються в побутових плитах.
- 6.2 Поясніть конструкцію газових пальників духової шафи газової плити.
- 6.3 Поясніть конструкцію вертикальної нерегульованого газового пальника плити.
- 6.4 Які умови необхідно забезпечити для нормальної роботи газового пальника ?
- 6.5 Поясніть конструкцію вертикального регульованого газового пальника плити.
- 6.6 Що розуміють під визначенням "пілотне полум'я"?

6.7 Яке призначення виконує мундштук - дифузор?

6.8 Яким чином виконують переобладнання газових плит для роботи на природному та скрапленому газі?

6.9 З якою метою використовують електричну напругу в газових плитах?

Приведіть схему електричну принципову вмикання запальника.

6.10 Які вимоги безпеки необхідно виконувати при монтажі та експлуатації газових плит типу "NORD-501"?

6.11 З якою метою використовують термопари в газових плитах? Поясніть принцип роботи термопари.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5

Тема: “Вивчення конструкції та принципу роботи газової автоматики типу АОГВ–15–1–У”

Мета роботи: знати призначення, конструкцію, принцип дії та правильно організувати експлуатацію газової автоматики.

1 Програма роботи

1.1 Вивчити призначення, конструкцію, принцип дії та області застосування газової автоматики [2,5,7].

1.2 Визначити конструктивні особливості газової автоматики на лабораторному стенді.

1.3 Заповнити журнал інвентаризації згідно завдання.

2 Вказівки по підготовці до лабораторно-практичної роботи

2.1 Пункт 1.1 виконати до початку заняття.

2.2 Опрацювати теоретичний матеріал та підготуватись до відповіді на контрольні питання.

3 Вказівки по виконанню лабораторно-практичної роботи

3.1 Вивчити конструкцію газової автоматики газу на робочому лабораторному місці.

3.2 Скласти схеми підключень та запропонувати послідовність монтажу газової автоматики для роботи в нагрівальних приладах для підігріву води, систем опалення.

3.3 Виконати розрахунки необхідної кількості газоподібного палива на опалювальний період в відповідності до завдання викладача.

3.4 В відповідності до виконаних розрахунків (п.3.3) виконати порівняльний аналіз використання твердого, рідкого, газоподібного видів палива та необхідної кількості електричної енергії для процесів опалювання приміщень.

4 Зміст звіту

- 4.1 Звіт оформлюється на листах формату А4. Необхідні таблиці, графіки та ін. виконуються відповідно з вимогами ГОСТ 2.105-95.
- 4.2 Звіт повинен починатися з титульного листа. У звіті повинна бути сформована тема і мета заняття, супроводжені необхідними таблицями, рисунками та графіками.
- 4.3 Викреслити схеми підключень та запропонувати послідовність монтажу газової автоматики.
- 4.4 Привести принципову схему газової автоматики типу АОГВ–15–1–У.
- 4.5 Виконати відповідні висновки по роботі.
- 4.6 Оформлений звіт підписується виконавцем і відрекомендовується до захисту викладачу.

5 Пояснення до роботи

5.1 Газові прилади й апаратура

Робота газових апаратів характеризується тепловою потужністю й ефективністю, що оцінюється коефіцієнтом корисної дії і теплопродуктивністю. Розрізняють номінальні і граничні значення цих показників. Номінальною тепловою потужністю називають потужність, при якій апарат має найкращі робочі показники — найбільшу повноту згоряння газу при найбільш високому ККД. При цьому в конструктивних елементах газових апаратів не повинні виникати небезпечні теплові напруги, що зможуть скоротити термін їхньої служби. Номінальна теплова потужність, що вказується в паспорті апарата, визначається при номінальному тепловому навантаженні. Граничною тепловою потужністю є максимальне теплове навантаження, що перевищує номінальне на 20%.

Безпека роботи газових апаратів характеризується повнотою згоряння газу й сталою роботою пальників та допоміжних пристроїв.

Для нормальної роботи газо горілочного пристрою необхідно забезпечити:

- подачу палива з визначеними параметрами;
- подачу повітря в кількості, достатньому для повного спалювання газу;
- перемішування газу з повітрям;

- запалювання газоповітряної суміші і підтримка в зоні горіння температури, що забезпечує повноту згорання спалюваних компонентів цієї суміші;
- своєчасний відвід продуктів згорання з зони горіння без порушення процесів спалювання газу.

Автоматичний газовий водонагрівач АОГВ призначений для опалення приміщень площею до 100 м². Водонагрівач являє собою вертикальний резервуар місткістю 120 л, встановлений у сталевий кожух. У топковій частині встановлена інжекційна газовий пальник низького тиску, до якої закріплений кронштейн із запальником. Горіння газу і підтримка визначеної температури води регулюються автоматично.

Схема автоматичного регулювання двухпозиційна. Основні елементи блоку автоматики регулювання і безпеки — сифонний терморегулятор, запальник, термопара й електромагнітний клапан.

Водонагрівачі з водяним контуром типу АОГВ працюють на природному газі; пропані, бутані і їхньої суміші.

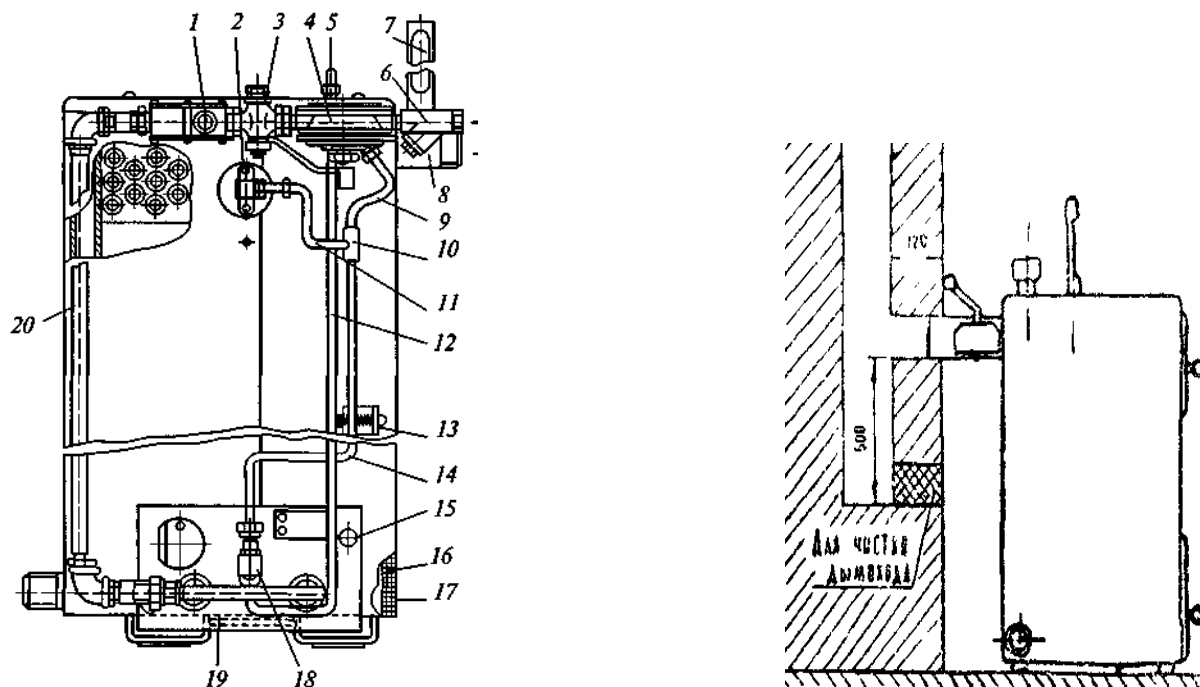
Технічна характеристика газових котлів АОГВ приведена в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 - Технічна характеристика газових котлів АОГВ

ХАРАКТЕРИСТИКА	Тип газового водонагрівача			
	АОГВ-6-3-У	АОГВ-10-3-У	АОГВ-20-3-У	АОГВ-20-1-У
Габаритні розміри, мм:				
діаметр	410	410	-	420
висота	970	970	850	980
ширина	-	-	380	-
глибина	-	-	656	-
Площа опалювального приміщення, м ²	60	75	150	80...150
Номінальна теплова потужність основної пальники, Вт	6878	11630	23260	23260
Номінальна теплова потужність запального пальника, Вт	290	290	290	290
Температура води на виході із котла, °С	50...90	50...90	50...90	50...90
Мінімальне розрідження в димоході, Па	3	3	3	3
Температура продуктів згорання на виході із апарату, °С	110	110	110	110
Приєднувальна трубна різьба штуцерів, дюйми:				
для підведення та відведення води	1 ¹ / ₂	1 ¹ / ₂	2	3
для подачі газу	1 ¹ / ₂	1 ¹ / ₂	3/4	3/4
Коефіцієнт корисної дії, %(не менше)	82	80	80	82

Конструкція опалювального котла і місце установки газової автоматики

АОГВ– 15 – 1 – У приведені на рис. 4.1.



1 — терморегулятор; 2 — датчик тяги; 3 — запірно-регулюючий кран; 4 — клапан-відсікач; 5 — штуцер запального пальника; 6 — фільтр; 7 — термометр; 8 — штуцер прямого (гарячого) водопроводу; 9 — сполучна трубка (загальна); 10 — трійник; 11 — сполучна трубка датчика тяги; 12 — імпульсний трубопровід запального пальника; 13 — запобіжний клапан; 14 — сполучна трубка датчика загасання полум'я; 15 — кріпильний болт; 16 — азбестова прокладка, 17 — облицювання; 18 — датчик загасання полум'я; 19 — колектор; 20 — газопровід.

Рисунок 4.1 - Апарат опалювальний газовий АОГВ-15-1-У:

Апарати типу АОГВ на відміну від ємнісних водонагрівачів застосовуються тільки для опалення і не можуть використовуватися для гарячого водопостачання.

Апарат АОГВ-15-1-У (мал. 3.1), виконаний у виді прямокутної тумби з білим емалевим покриттям, складається з котла-теплообмінника, димовідвідного каналу з регулювальною заслінкою, в якості стабілізатора тяги, кожуха, газогорілкового пристрою, блоку автоматичного регулювання і безпеки.

Газ з фільтра 6 попадає в клапан-відсікач 4, з якого є три виходи:

- основний — на запірно-регулюючий кран 3;
- до штуцера 5 верхньої кришки, для подачі газу на запальний пристрій;

- до штуцера нижньої кришки для подачі газу датчиків тяги 2 і загасання полум'я 18;

- через запірно-регулюючий кран газ надходить в терморегулятор 1 і по газопроводу 20 у колектор 19, відкля через два сопла подається в конфузор горілочних насідків, де змішується з первинним повітрям, і потім направляється в топковий простір.

Димоходи для відведення продуктів згорання повинні відповідати СНіП 2.04.08-87 «Газоснабжение», та СНіП 11-37-76 виконуються в відповідності до вимог п.п., 3.76, 3.77, 3.79., 3.81., 3.82., 3.84., 3.86 “Правил безопасности, освидетельствования и технического обслуживания котлов с газогорелочным устройством и автоматикой”, які приведено в розділі 15 існуючого стандарту.

6 Контрольні питання

6.1 Пояснити призначення та конструкцію газової автоматики.

6.2 Що називають номінальною тепловою потужністю котла?

6.3 За якими признаками розподіляють газові водонагрівачі?

6.4 Які умови необхідно забезпечити для нормальної роботи газової автоматики?

6.5 В чому полягає суть двох позиційного регулювання?

6.6 Яким чином виконується захист від загасання полум'я в топці?

6.7 Яке призначення виконує конфузор?

6.8 Якого типу пальник використовується в газових нагрівачах типу АОГВ?

6.9 Обґрунтуйте призначення та конструкцію клапану – відсікача.

6.10 Які заходи необхідно виконувати при монтажі та експлуатації газових нагрівачів типу АОГВ?

6.11 З якою метою створюють розрідження в димоходах?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №6

Тема: “Вивчення конструкції і принципу роботи газового проточного водонагрівача типу ВПГ”

Мета роботи: досліджувати конструкцію газових проточних водонагрівачів, ознайомитися з їх пристроєм, принципом дії, вивчити правила установки водонагрівачів в приміщеннях, порядок включення і виключення і причини основних несправностей водонагрівачів.

1 Програма роботи

1.1 Вивчити призначення, конструкцію, принцип дії та області застосування проточного водонагрівача [2, 5, 7, 11, 14].

1.2 Визначити конструктивні особливості проточного водонагрівача на лабораторному стенді.

1.3 Заповнити журнал інвентаризації згідно завдання.

2 Вказівки по підготовці до лабораторно-практичної роботи

2.1 Пункт 1.1 виконати до початку заняття.

2.2 Опрацювати теоретичний матеріал та підготуватись до відповіді на контрольні питання.

3 Вказівки по виконанню лабораторно-практичної роботи

3.1 Вивчити конструкцію проточного газового водонагрівача на робочому лабораторному місці.

3.2 Скласти схеми підключень та запропонувати послідовність підключення проточного водонагрівача для роботи.

3.3 Виконати розрахунки необхідної кількості газоподібного палива на нагрівання 100 літрів води, в відповідності до завдання викладача.

3.4 В відповідності до виконаних розрахунків (п.3.3) виконати порівняльний аналіз використання твердого, рідкого, газоподібного видів палива та необхідної кількості електричної енергії для процесів нагрівання води.

4 Зміст звіту

4.1 Звіт оформлюється на листах формату А4 відповідно до вимог ГОСТ 2.105-95.

4.2 Звіт повинен починатися з титульного листа. У звіті повинна бути сформована тема і мета заняття, супроводжені необхідними таблицями, рисунками та графіками.

4.3 Викреслити схеми підключень та запропонувати послідовність монтажу проточного водонагрівача.

4.4 Привести принципову схему газового проточного водонагрівача.

4.5 Виконати відповідні висновки по роботі.

4.6 Оформлений звіт підписується виконавцем і відрекомендовується до захисту викладачу.

5 Пояснення до роботи

Нагрівання проточної води для цілей гарячого водопостачання в побуті, відбувається у водонагрівачах проточних газових (ВПГ).

Всі проточні водонагрівачі по тепловому навантаженню діляться на три групи: 33 600, 75 600 і 105 000 кДж/год; по ступеню автоматизації - на вищий і перший класи. ККД водонагрівачів при номінальному навантаженні повинен бути не нижче 80%, вміст оксиду вуглецю в продуктах згорання водонагрівача не повинен перевищувати 0,05 %; водонагрівачі повинні забезпечувати паспортну продуктивність в межах розрахункового тиску газу при найменшому значенні його нижчої теплоти згорання; температура продуктів згорання за тягопреривачем повинна бути не менше 180°C. Основні технічні характеристики найбільш поширених проточних газових побутових апаратів приведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 - Основні технічні характеристики водонагрівачів проточних газових (з номінальним тиском газу 2 - 3 кПа)

Основні параметри і розміри	Тип водонагрівача	
	ВПГ-20-1-3-П ВПГ-18-1-3-П	ВПГ-23-1-3-П
Номінальна теплова потужність основного пальника, Вт:	20930 ± 2093	23260 ± 2326
ККД пальників столу при номінальному режимі %, не менше	82	82
Витрата води при нагріві до 45 °С, л/хв, не менше	5,40	6,07
Тиск води перед апаратом, кПа:		
мінімальне	50	50
номінальне	150	150
максимальне	590	590
Розрідження в димарі для нормальної роботи апарату, Па, не менше	2,0	2,0
Габаритні розміри, мм:		
висота	780	860
ширина	390	390
глибина	265	315
Маса, кг, не більше	20	29

Всі основні елементи апарату типа ВПГ (рис. 5.1) змонтовані в емальованому кожусі прямокутної форми. Передня і бічні стінки кожуха - знімні, що робить зручним і легким доступ до внутрішніх вузлів апарату для профілактичних оглядів і ремонтів без зняття апарату зі стіни. На передній стінці кожуха апарату розташовані ручка управління газовим краном, кнопка включення електромагнітного клапана і оглядове вікно для спостереження за полум'ям запального і основного пальників. Вгорі розміщений газовідвідний пристрій, через який продукти згорання направляються в димар, внизу знаходиться патрубок для під'єднання апарату до газової і водяної мереж.

Апарат має наступні вузли: газопровід 1, кран блокувальний газовий 2, запальник 3, запальник основний 4, патрубок холодної води 5, блок водогазопальниковий з трійником пальника 6, теплообмінник 7, автоматичний пристрій безпеки по тязі з електромагнітним клапаном 8, датчиком тяги 9 і термопарою 10, патрубок гарячої води 11 і газовідвідний пристрій 12.

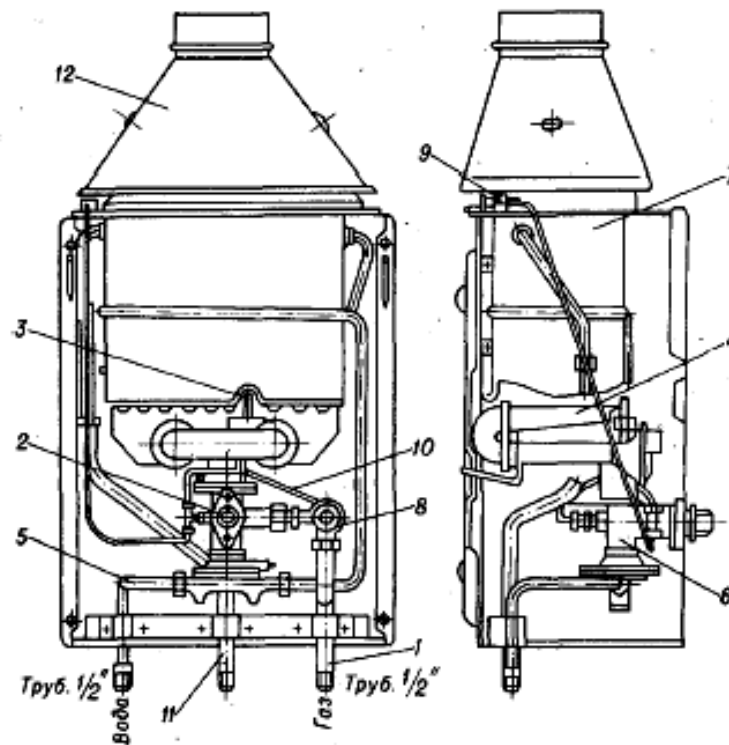


Рисунок 5.1 - Апарат водонагрівальний проточний побутовий типа ВПГ

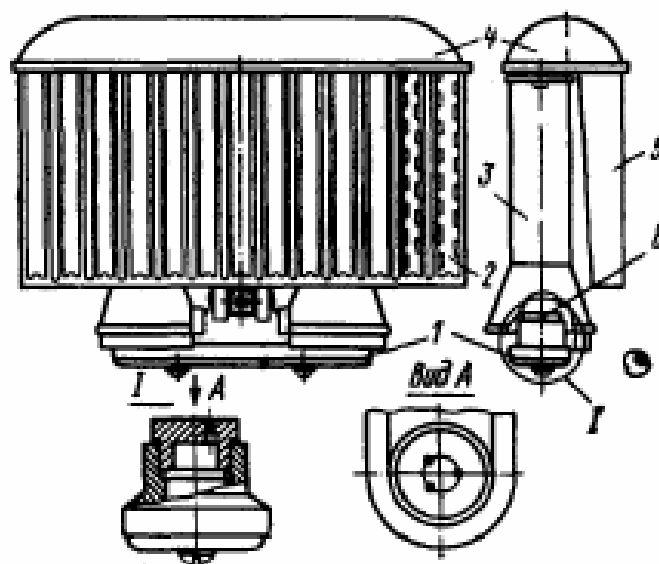
Водонагрівач обладнаний інжекційним пальником з двома інжекторами (рис. 5.2), які забезпечують надходження первинного повітря до 60% необхідного для забезпечення повного згорання газу в коротких факелах.

Теплообмінник складається з вогняної камери і калорифера. Розміщені на зовнішній стороні вогняної камери змійовики оберігають стінки камер від перегріву. У перших моделях водонагрівачів застосовувалися два змійовики, один для подачі холодної води до калорифера, інший - гарячої води до розбірного крана. У сучасних конструкціях ВПГ змійовик робить лише один оборот навколо вогняної камери.

Принцип роботи апарату наступний.

Газ поступає в електромагнітний клапан, кнопка включення якого знаходиться праворуч від ручки включення газового крана. Газовий блокувальний кран водогазопальникового блоку здійснює примусове послідовне включення запального пальника і подачу газу до основного пальника. Газовий кран забезпечений однією ручкою, повертаючи яку зліва направо, можна фіксувати три положення. Крайнє ліве положення забезпечує закриття подачі газу на запальний і основний пальники. Середнє фіксоване положення поворотом ручки вправо до упору, дозволяє повністю відкрити кран для надходження газу на запальний пальник і закрити кран для подачі газу на

основний пальник. Третє фіксоване положення, що досягається натиском на ручку крана в осьовому напрямі до упору, з подальшим поворотом до кінця управо, забезпечує повне відкриття крана для надходження газу на основний і запальний пальники.



1 - трійник з соплами; 2 - пластина; 3 - змішувач; 4 - кришка змішувачів; 5 - розподільна трубка; 6 -сопло.

Рисунок 5.2 - Інжекційний пальник ВПП:

Окрім ручного блокування крана на шляху газу до основного пальника є два автоматичних, блокувальних пристрої. Блокування надходження газу в основний пальник при обов'язковій роботі запального пальника забезпечує електромагнітний клапан, що працює від термопари. Блокування подачі газу в пальник залежно від наявності протоки води через апарат здійснюється за допомогою клапана, що має привід через шток від мембрани, розташованої у водогазозгорілочному блоці. При натиснутій кнопці електромагнітного клапана і відкритому положенні блокувального газового крана на запальний пальник через електромагнітний клапан газ поступає в блокувальний кран, а далі через трійник - по газопроводу до запального пальника.

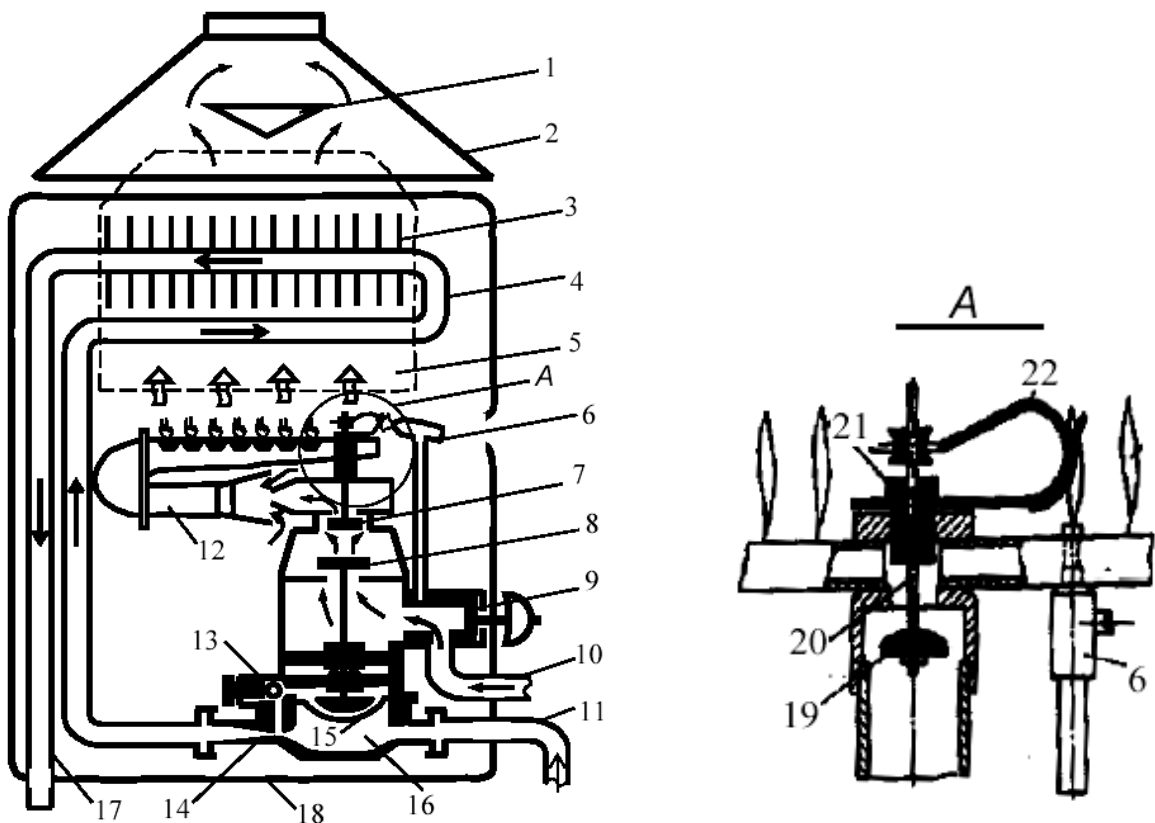
При нормальній тязі в димарі (розрідження не меншого 2,0 Па) термопара, що нагрівається полум'ям запального пальника, передає імпульс електромагнітному клапану, який автоматично відкриває доступ газу до блокувального крана. Якщо тяга порушена або відсутня, біметалічна пластина датчика тяги нагрівається відвідними

продуктами згорання газу, відкриваючи сопло датчика тяги і газ поступає на запальний пальник, через сопло датчика тяги. Полум'я запального пальника гасне, термopара охолоджується, і електромагнітний клапан відключається протягом 60 секунд, тобто припиняє подачу газу.

Для плавного запалення основного пальника передбачений сповільнювач запалення, що працює при витіканні води з надмембранної порожнини як зворотний клапан, що частково перекриваючи перетин клапана і що тим самим уповільнює рух мембрани вгору, а отже, і запалення основного пальника.

Основна кількість теплоти передається воді через калорифер (рис. 5.3).

Охолодження вогняної камери забезпечується одним витком змієвика.



1 - запобіжник від зворотної тяги; 2- газовідвідний пристрій; 3- калорифер; 4- змієвик; 5- вогняна камера; 6- запальник; 7- клапан безпеки; 8- клапан блокування газу; 9 - блок-кран; 10 - вхід газу, 11 - вхід води; 12 - пальник; 13 - кульковий сповільнювач запалення; 14 - трубка; 15 - мембрана; 16 - мембранна камера; 17 - вихід води; 18 - кожух; 19 - клапан; 20 - шток; 21 - ущільнення; 22 - біметалічна пластина.

Рисунок 5.3 - Принципова схема водонагрівача ВПГ.

Калорифер 3 зібраний з одного ряду мідних пластин і перетинається трьома горизонтальними ділянками зміювика 4. Тепло передається радіацією, конвекцією і теплопровідністю через металеві стінки, які знаходяться у контакті з однієї сторони з водою, з іншої - потоком газів, що відходять.

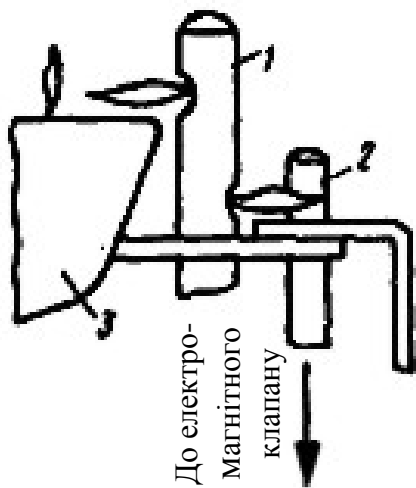
Якщо відкрити водяний вентиль перед колонкою, то верхня і нижня камери заповнить вода. За принципом сполучених посудин тиск на мембрану зверху і знизу стане однаковим, тобто мембрана знаходитиметься в рівновазі. Якщо відкрити водорозбірний вентиль, то вода потече через водонагрівач. Минувши підмембранний простір, вода, перш ніж потрапити по сполучній трубі в зміювик, проходить через сопло Вентурі ($dV=3,4$ мм). При проходженні води через вузьку частину перетину швидкість її значно зростає, за рахунок чого створюється різниця тиску над і під мембраною. Тиск води у верхній водяній камері блок-крана знизиться, а в нижній водяній камері збільшиться настільки, що мембрана пересунеться у верхнє положення. Шток тарілочки при русі вгору упреться в штовхач газового клапана, пересилить тиск діючої на нього пружини і поволі відкриє газовий клапан. Якщо буде відкритий газовий кран основного пальника, то газ почне поступати в пальник і зажевріє від запальника.

Якщо припиниться подача води, то тиск на мембрану зверху і знизу зменшиться, а газовий клапан під дією пружини перекриє газ на пальник. То ж відбудеться, якщо перекрити водорозбірний вентиль.

Для автоматизації подачі газу на основний пальник в проточному водонагрівачі передбачений біметалічний термоклапан. У зону дії термоклапану вводиться зігнута біметалічна пластина 22. У холодному стані верхня смуга пластинки знаходиться в горизонтальному положенні, унаслідок чого клапан 19 через шток 20 утримується в закритому положенні, перекриваючи прохід газу на основний пальник. При нагріванні біметалічної пластини 22 верхня смуга її опускається, що приводить до переміщення клапана і відкриття проходу на пальник.

У нових конструкціях водонагрівачів передбачені додаткові функції автоматики по блокуванню роботи основного пальника, наприклад, замість біметалічного термоклапану встановлений електромагнітний датчик полум'я (рис. 5.4).

У зону полум'я запального пальника введена термопара 2, яка є датчиком електрорушійної сили для електромагнітного клапана, яка контролює доступ газу до пальника водонагрівача.



- 1 - запальний пальник;
- 2 - термопара;
- 3 - основний пальник.

Рисунок 5.4 - Електромагнітний датчик полум'я.

Газові водонагрівачі можуть встановлюватися в кухнях кварти з відведенням продуктів згорання в димар або вентиляційний канал. Двері повинні відкриватися назовні. Об'єм приміщення повинен бути не меншого $7,5 \text{ м}^3$. Приміщення, в яких встановлюються водонагрівачі, повинні мати для притоки повітря отвори перетином не меншого $0,02 \text{ м}^2$ в нижній частині дверей (стіни) або зазори такої ж площі, які розташовуються між дверима і підлогою. Установка проточних водонагрівачів не допускається: у ванних кімнатах і літніх кухнях; при номерах в готелі; у гуртожитках; санаторіях.

Порядок роботи апарату:

включення:

- перевірити наявність тяги в димарі, піднісши засвічений сірник під верхній ковпак газовідвідного пристрою;
- якщо тяга є, то відкрити загальний кран на газопроводі перед апаратом;
- відкрити вентиль на водопровідній трубі перед апаратом;
- повернути за годинниковою стрілкою ручку блок-крана до упору;
- натиснути на кнопку електромагнітного клапана і, утримуючи її протягом декількох секунд, піднести засвічений сірник через віконце в кожусі апарату до запального пальника;
- відпустити кнопку електромагнітного клапана після включення, при цьому полум'я не повинне згаснути;

- відкрити блок-кран на основний пальник, для чого натиснути в осьовому напрямі на ручку газового крана і повернути її вправо до упору;

- відкрити необхідний кран для відбору гарячої води, після чого повинен вмикатись основний пальник.

Відключення:

- повернути ручку блок-крана проти годинникової стрілки до упору, при цьому будуть вимкнені запальний пальник і електромагнітний клапан;

- закрити загальний кран на газопроводі;

- закрити вентиль на водопровідній трубі;

- закрити крани всіх водорозбірних місць.

6 Контрольні питання

6.1 Назвіть основні технічні характеристики ВПГ.

6.2 Поясніть конструкцію і принцип дії ВПГ.

6.3 Поясніть призначення мембранної камери, мембрани, сопла Вентурі.

6.4 Що таке сповільнювач запалення і як він діє?

6.5 Для чого служить блок-кран?

6.6 Для чого призначений калорифер проточного апарату?

6.7 Чому трубки калорифера мають оребрення?

6.8 Поясніть конструкцію і принцип дії електромагнітного клапана.

6.9 Для чого призначений датчик тяги?

6.10 Що відбудеться, якщо при працюючому апараті несподівано припиниться подача води?

6.11 Які характерні несправності ВПГ і методи їх усунення.

6.12 Розкажіть порядок включення і виключення проточного водонагрівача.

6.13 Які вимоги висуваються до приміщень і місць установки проточних газових водонагрівачів.

Тема: “Вивчення конструкції і принципу роботи ємкісного газового водонагрівача”

Мета роботи: досліджувати конструкцію газових ємкісних водонагрівачів, ознайомитися з їх пристроєм, принципом дії та конструкції, вивчити правила установки водонагрівачів в приміщеннях.

1 Програма роботи

1.1 Вивчити призначення, конструкцію, принцип дії та області застосування ємкісних водонагрівачів [2, 5, 7, 11, 14].

1.2 Визначити конструктивні особливості ємкісного водонагрівача на лабораторному стенді.

1.3 Заповнити журнал інвентаризації згідно завдання.

2 Вказівки по підготовці до лабораторно-практичної роботи

2.1 Пункт 1.1 виконати до початку заняття.

2.2 Опрацювати теоретичний матеріал та підготуватись до відповіді на контрольні питання.

3 Вказівки по виконанню лабораторно-практичної роботи

3.1 Вивчити конструкцію ємкісного газового водонагрівача на робочому лабораторному місці.

3.2 Скласти схеми підключень та запропонувати послідовність підключення ємкісного водонагрівача для роботи.

3.3 Виконати розрахунки необхідної кількості газоподібного палива на нагрівання 100 літрів води, в відповідності до завдання викладача.

3.4 В відповідності до виконаних розрахунків (п.3.3) виконати порівняльний аналіз використання твердого, рідкого, газоподібного видів палива та необхідної кількості електричної енергії для процесів нагрівання води.

4 Зміст звіту

- 4.1 Звіт оформлюється на листах формату А4 відповідно до вимог ГОСТ 2.105-95.
- 4.2 Звіт повинен починатися з титульного листа. У звіті повинна бути сформована тема і мета заняття, супроводжені необхідними таблицями, рисунками та графіками.
- 4.3 Викреслити схеми підключень та запропонувати послідовність монтажу ємкісних газових водонагрівачів.
- 4.4 Привести принципову схему газового ємкісного водонагрівача.
- 4.5 Виконати відповідні висновки по роботі.
- 4.6 Оформлений звіт підписується виконавцем і відрекомендовується до захисту викладачу.

5 Пояснення до роботи

5.1 Конструкція і принцип роботи газових ємкісних водонагрівачів

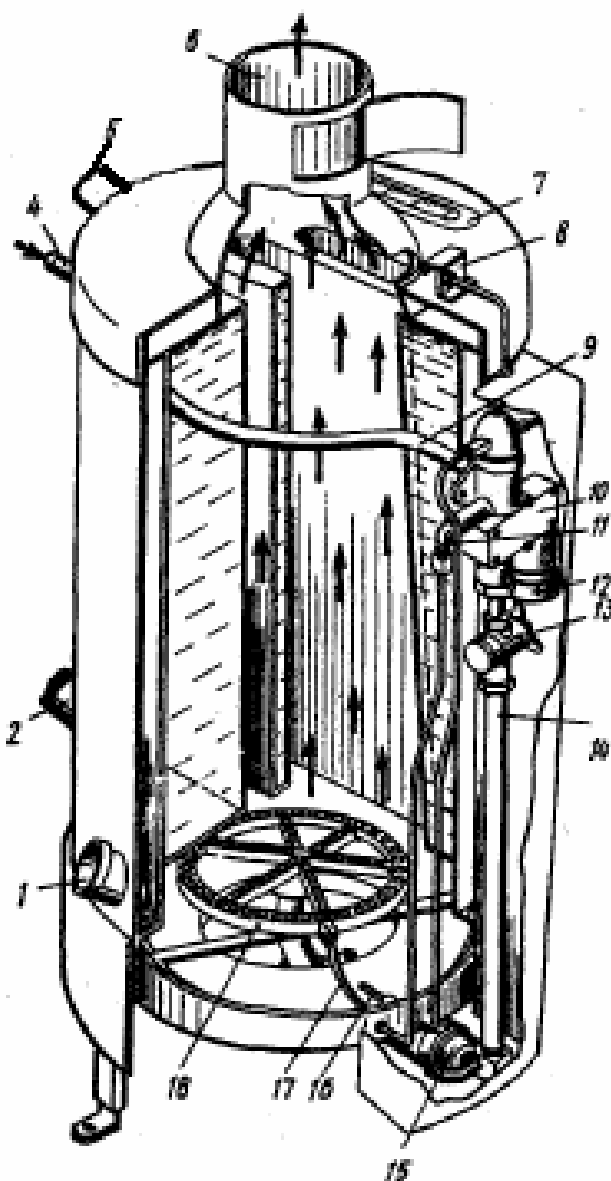
Газовими ємкісними водонагрівачами називаються апарати, в яких вода нагрівається продуктами згорання в ємності без застосування примусової циркуляції і призначені для опалювання і гарячого водопостачання споживачів. У останні десятиліття використовувалися і продовжують активно експлуатуватися апарати вітчизняного виробництва наступних типів: АГВ (автоматичний газовий водонагрівач), АОГВ (апарат опалювальний, газовий побутовий з водяним контуром), АКГВ (апарат комбінований газовий побутовий з водяним контуром). На сьогоднішній день в експлуатації знаходяться різні типи апаратів, зовні не схожі один на одного.

У даний час спостерігається значне зростання індивідуального будівництва, у зв'язку з цим споживачам пропонуються різні моделі газових опалювальних агрегатів вітчизняного і зарубіжного виробництва. Розглянемо докладніше найбільш поширені газові ємкісні водонагрівачі серії АОГВ. Ці апарати на відміну від частини апаратів типу АГВ і АКГВ застосовуються тільки для опалювання і не можуть використовуватися для гарячого водопостачання. В цілях уніфікації водонагрівачі АОГВ виготовляються наступних видів: 1 - що працюють на природному газі; 2 - на пропані, бутані і їх сумішах; 3 - на природному газі і пропан-бутанових сумішах. Апарати повинні

виготовлятися в наступних кліматичних виконань: У - для експлуатації в районах з помірним кліматом; ХЛ - для експлуатації в районах з холодним кліматом.

Номінальна теплова потужність апаратів АОГВ від 7 до 29 кВт. ККД ємкісних водонагрівачів при номінальному навантаженні повинен бути не нижче 80 %, вміст оксиду вуглецю в продуктах згорання водонагрівача не повинен перевищувати 0,05 %; температура води на виході з апарату 50 - 90 °С.

Конструкцію і принцип роботи ємкісних водонагрівачів розглянемо на прикладі апарату АОГВ-11,6-3-У з тепловою потужністю 11,6 кВт (рис.5.1), технічні характеристики приведені в таблиці 5.1.



1 - візир; 2 - вхід води; 3 - кожух водонагрівача; 4 - вхід газу; 5 - вихід гарячої води; 6 - тягопреривач; 7 - термометр; 8 - датчик тяги; 9 - трубопровід для входу газу; 10 - блок автоматики; 11 - вихід газу на запальник; 12 - гайка регулювальна; 13 - кран; 14 - вихід газу на основний пальник; 15 - регулятор повітря; 16 - термопара; 17 - запальник; 18 - основний пальник.

Рисунок 5.1 - Принципова схема ємкісного водонагрівача АОГВ-11,6-3-У

Апарат (рис.5.1) виконаний у вигляді шафи циліндричної форми і складається з наступних основних частин: вертикально-циліндрового резервуару з теплообмінником всередині, блоку автоматики, горілочного пристрою, вузла «сильфон-термобаллон», датчика тяги, переривача тяги, термопари, запальника, підставки. Резервуар апарату сталевий, штампований, зварний, з трубами підведення і відведення води, патрубком для установки термометра і фланцями для установки блоку автоматики.

Таблиця 5.1 - Основні технічні характеристики ємкісних газових водонагрівачів з водяним контуром.

Технічна характеристика	Тип водонагрівача			
	АОГВ-6,9-3-У	АОГВ-11,6-3-У	АОГВ-23,3-1-У	АОГВ-23,3-1-У
Площа опалювальних приміщень, м ² , не більш	60	75	150	80–150
Номінальна теплова потужність основного пальника, Вт	6878	11630	23260	23260
Номінальна теплова потужність запального пальника, Вт	290	290	290	290
Температура води на виході з апарату °С	50 – 90	50 – 90	50 – 90	50 – 90
Мінімальна розрядка в димарі, Па	3	3	3	3
Температура продуктів згорання на виході з апарату °С, не менше	110	110	110	110
Приєднувальне трубне різьблення штуцерів, дюйми:				
- для підведення і відведення води	1 ½	1 ½	2	3
- для подачі газу	1 ½	1 ½	3/4	¾
ККД %, не менше	82	80	80	82
Габаритні розміри, мм				
діаметр	410	410	---	420
висота	970	970	850	980
ширина	---	---	380	---
глибина	---	---	656	---

У нижній частині резервуару знаходиться топка, є вікно для розпалювання і спостереження за процесом горіння. У резервуар вварені три секції сталевих штампованих теплообмінників. Зовнішня поверхня резервуару покрита світлою емаллю. Для утримання дверець в закритому положенні встановлений пружинний

замок. Зальний пристрій складається з радіального інжекційного литого чавунного пальника 18, змішувача, регулятора повітря 15 і піддону, що оберігає підлогу під апаратом від перегріву. Зальний пристрій закріплений на підставці.

Тягопреривач сталевий, штампований складається з корпусу і дверцят, призначений для автоматичної стабілізації величини розрядки в топці апарату, тобто зменшення впливу коливання величини розрідження в димарі на тягу в топці апарату. При нормальній тязі через наявні зазори між дверцями і корпусом тягопреривача відбувається незначний підсос зовнішнього повітря з приміщення в димар. У разі появи надмірно високого розрідження в димарі, дверці відхиляються всередину, збільшуючи тим самим підсос зовнішнього повітря через топку в димар.

Блок автоматики 10 є електромеханічним пристроєм і складається з корпусу блоку, усередині якого знаходяться клапани і система важелів, електромагніт, яка служить для подачі газу до запальника і пальника, регулювання температури води і автоматичного відключення подачі газу при: згасанні запальника; падінні тиску газу в мережі нижче допустимого або припиненні подачі газу; відсутності тяги в димарі.

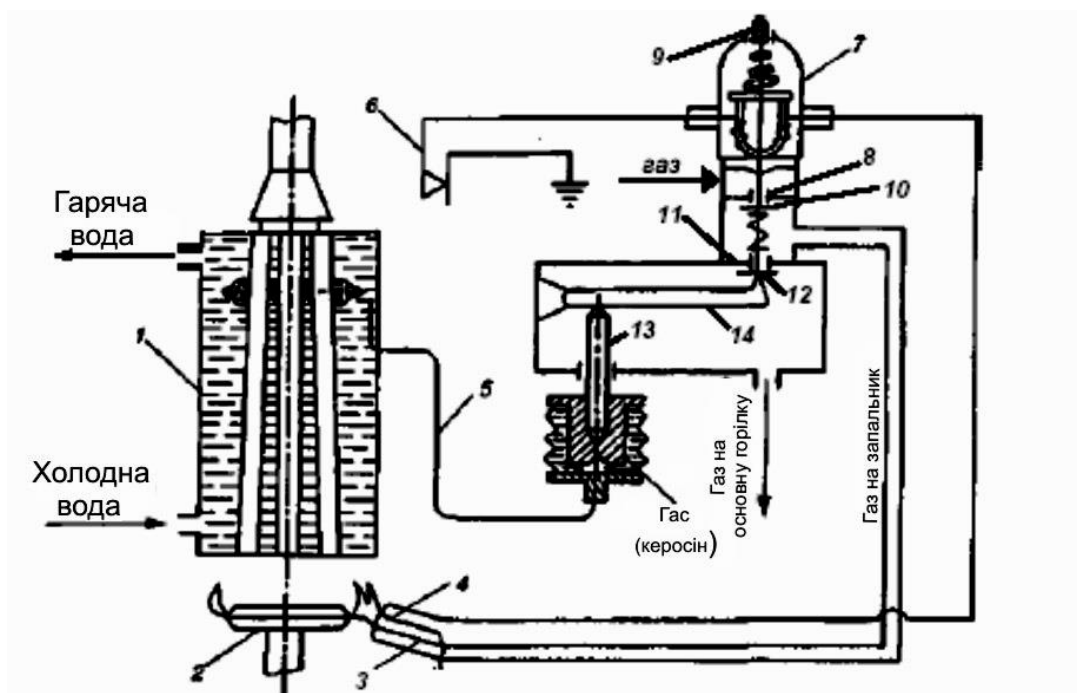
Автоматика (по тязі) складається з датчика тяги 6 (рис. 5.2), укріпленого на кришці бака, і приводу, що сполучає датчик тяги з електромагнітом. При нормальному розрідженні в димарі, продукти згорання направляються в димар, минувши датчик тяги, контакти датчика тяги замкнуті.

За відсутності тяги в димарі продукти згорання частково потрапляють на біметалеву пластину датчика тяги і нагрівають її. Нагріваючись, пластина згинається і контакти розмикаються, розриваючи тим самим електричний ланцюг «термопара - обмотка електромагніту - датчика тяги». Доступ газу до запальника і основного пальника перекривається.

При зворотній тязі повітря, що поступає зверху, відхиляє дверці назовні і повітря з димаря виходить через зазор між дверцями і корпусом тягопреривача в приміщення, не потрапляючи в топку. Для успішної роботи дверці повинні легко (від слабого подиху на неї) обертатися на осі.

Електромагніт спільно з системою клапанів, що знаходяться усередині корпусу блоку автоматики, призначений для забезпечення подачі газу до запальника, пальника і

автоматичного припинення подачі газу до них, при згасанні полум'я або спрацьовуванні датчика тяги.



1 - резервуар, 2 - основний пальник, 3 - запальник, 4 - термопара, 5 - вузол «сильфон-термобаллон», 6 - датчик тяги, 7 - електромагніт, 8 - сідло верхнє, 9 - пускова кнопка; 10 - клапан, 11 - сідло нижнє, 12 - клапан нижній, 13 - шток, 14 - важіль.

Рисунок 5.2 - Схема підключення блоку автоматики газового водонагрівача АОГВ

Газ по газопроводу поступає в порожнину корпусу блоку автоматики, розташовану над сідлом 8 (рис. 5.2). При натисненні повністю пускової кнопки 9, клапан 10 притискається до сідла 11, перекриваючи доступ газу на пальник, і газ поступає тільки до запальнику. При засвіченому запальнику, полум'я його нагріває, а кінець термопари 4 і струм (термо ЕДС термопари, спай якої поміщений в полум'ї запальника) по провідниках подається на обмотку сердечника і намагнічує його. При відпусканні пускової кнопки 9, сердечник утримує якір, який через шток утримує клапан 10 в проміжному положенні, відкриваючи доступ газу до запальнику і пальника.

При згасанні запальника (у разі припинення подачі газу, падіння тиску газу нижче допустимого або задування полум'я) спай термопари остигає, термо ЕДС зникає, і клапан 10 притискається до сідла 8, закриваючи доступ газу до запальника і пальника.

Автоматика регулювання температури води (рис. 5.2) складається з вузла «сильфон - термобаллон» 5, встановленого всередині бака апарату, і системи важелів, розташованих в блоці автоматики, і клапана 12.

При нагріві води вище заданої температури, газ (керосин), який знаходиться всередині системи «сильфон - капілярна трубка - термобаллон», починає розширюватися, ні термобаллон, ні капілярна трубка розширенню не піддаються. Збільшити об'єм в системі може тільки сильфон за рахунок розтягання «гармошки». Разом з нею піднімається вгору і шток 13, який своїм верхнім кінцем натискає на важіль 14 до положення «Малий вогонь».

При охолодженні води газ (керосин) зменшується в об'ємі, «гармошка» сильфона стискається, шток 13 опускається, важіль 14 повертається на своє місце, клапан 12 опускається вниз і збільшує подачу газу до пальника. На корпусі блоку закріплена шкала і регулювальна ручка, обертаючи яку можна налаштувати автоматику на температуру від 50 до 90°C. Ця зміна температури викликається переміщенням сильфона разом зі штоком 13 вгору (вниз). Після нагріву води до температури, відповідно заданій, подача газу до пальника автоматично зменшується, і вона переходить на режим «Малий вогонь».

5.2 Встановлення ємкісних водонагрівачів

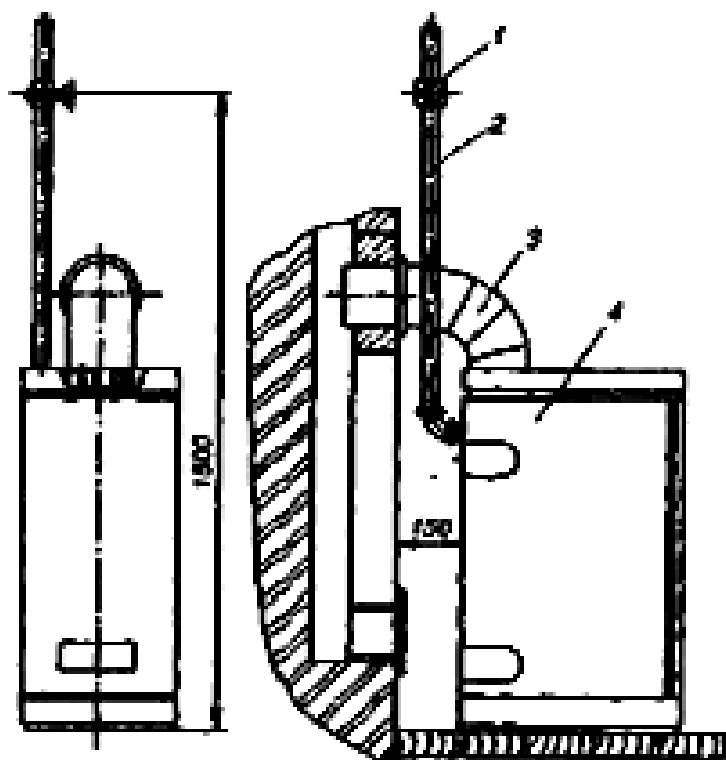
Апарат встановлюється на кухні або в іншому приміщенні, що задовольняє вимогам діючих «Правил безпеки в газовому господарстві», об'ємом не меншого 6 м³.

Приміщення, в яких встановлюються водонагрівачі, повинні мати для притоки повітря отвір, перетином не меншого 0,02 м² в нижній частині дверей (стіни) або зазори такої ж площі, які розташовуються між дверима і підлогою, а також вентиляційну витяжку і димар. Температура в приміщенні повинна бути не нижче + 5°C.

Апарат приєднується до системи водяного опалювання і до внутрішнього газопроводу. На трубі, що підводить газ, перед апаратом повинен бути встановлений газовий кран, що перекриває доступ газу до апарату. Схема підключення апарату до димаря і газопроводу показана на рис. 5.3.

Димар, до якого підключається апарат, повинен бути чистим, вільно пропускати продукти згорання і бути завдовжки не меншого 3,5 м. Діаметр димовідвідної труби

повинен відповідати діаметру газовідвідного пристрою апарату. При під'єднанні апарату до димаря повинні виконуватися вимоги пожежної безпеки.



1 - газовий кран, 2 - труба, що підводить газ, 3 - димовідвідна труба, 4 - апарат.

Рисунок 5.3 - Схема підключення ємкісного водонагрівача до димаря і газопроводу

5.3 Порядок роботи апарату

Для включення апарату необхідно: перевірити заповнення системи опалювання і апарату водою; при появі води з сигнальної труби закрити вентиль на водопроводі; перевірити наявність тяги в димарі, піднісши засвічений сірник до отвору щитка пальника, - за наявності тяги полум'я сірника втягується в цей отвір. Відкривши кран газовий на газопроводі перед апаратом; повернути ручку терморегулятора до упору в положення «Викл», натиснути на кнопку «Пуск» і запалити сірником через оглядове вікно запальний пальник.

Кнопку утримувати в натиснутому стані 10-60 секунд, поки не прогріється термопара, і клапан утримуватиметься у відкритому положенні магнітною пробкою. Відпустити кнопку «Пуск» - запальний пальник повинен горіти. При першому включенні і тривалих перервах в роботі запальний пальник може не горіти із-за

наявності повітря в трубках - необхідно утримувати кнопку натиснутою 2-3 хв. і повторити запалення.

Після запалення запального пальника необхідно повністю повернути ручку терморегулятора, щоб основний пальник включився на повну потужність. Потім ручка терморегулятора встановлюється на необхідну цифру, що визначає нагрівання води до відповідної температури.

Для виключення апарату необхідно: повернути ручку терморегулятора повністю в положення «Викл.»; натиснути на кнопку «Стоп»; закрити газовий кран на газопроводі перед апаратом; злити воду з апарату і системи опалювання (при небезпеці її замерзання).

6 Контрольні питання

- 6.1 Для чого призначені ємкісні водонагрівачі?
- 6.2 Розшифруйте позначення водонагрівача АОГВ-11,6-3-У.
- 6.3 Перерахуйте основні конструктивні вузли АОГВ.
- 6.4 Що означає термін «тягопреривач»?
- 6.5 Поясніть конструкцію і призначення блоку автоматики?
- 6.6 Як працює датчик тяги?
- 6.7 Поясніть призначення і принцип дії вузла «сильфон - термобаллон».
- 6.8 Перерахуйте характерні несправності ємкісних водонагрівачів і методи їх усунення.
- 6.9 Які вимоги висуваються до приміщень і місць установки ємкісних водонагрівачів?
- 6.10 Розкажіть порядок «вмикання - вимикання» АОГВ.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. СНіП 2.04.05-86 “Отопление, вентиляция, кондиционирование”.
2. СНіП 2.04.08-87 «Газоснабжение»
3. Эстеркин Р.И. Котельные установки. Курсовое и дипломное проектирование. / Р. И. Эстеркин /. Учебное пособие для техникумов. –Л.:Энергоатомиздат, 1989.-280 с.
4. Елизаров А.Г. Общая теплотехника, теплоснабжение и вентиляция. / А. Г. Елизаров /: Учебник для вузов.-М.:Стройиздат, 1982.-215с.
5. Телегин А.С. Конструкции и расчет нагревательных устройств./ А. С. Телегин, Н. С. Лебедев /. Учебник для машиностроительных техникумов. -М.: Колос, 1975. – 280 с.
6. Гольдфарт Э. М. Расчет нагревательных печей. / Э. М. Гольдфарт, А. Ф. Кравцов, Н. И. Радченко/. -К.: Урожай, 1958. - 422с.
7. Ионин А. А. Газоснабжение. / А. А. Ионин /.- М.:Стройиздат, 1965.-441с.
8. Орлов К.С. Монтаж санитарно-технических, вентиляционных систем и оборудования / К. С. Орлов / . – М.:Изд.центр «Академия», 1999.-352с.
9. Жила В. А. Газовые сети и установки / В. А. Жила / –М.: «Академия», 2003. – 272 с.
10. Енин П. М. Газификация сельской местности. /П. М. Енин, Г. Г. Шитко, Г. В.Пилюгин /. -К.:Урожай, 1988.-144с.
11. Живописцев Е. Н. Электротехнология и электрическое освещение /Е.Н. Живописцев, О.А. Косицин/. -М: Агропромиздат, 1990.–303с.
12. Конспект лекцій з дисципліни.
13. Методичні вказівки по курсовому проектуванню з дисципліни “Енергетичні установки” / В. І. Просвірнін, Ю. М. Федюшко/. – Мелітополь.:ТДАТА, 2002, - 40с.
14. Методичні вказівки до проведення практичних занять з дисципліни “Енергетичні установки” / Ю. М. Федюшко, Ю. О. Стьопін, Р. М. Діордієва, І. В. Борохов /. – Мелітополь, ТДАТУ, 2007. – 48 с.
15. Методичні вказівки для проведення лабораторних робіт з дисципліни “Енергетичні установки”./ Ю. М.Федюшко /. – Мелітополь.: ТДАТУ, 2007. – 48с.
16. Кязимов К. Г. Основы газового хозяйства / К. Г. Кязимов /. –М.: Высшая школа, 2000. – 332с.
17. Кязимов К. Г. Справочник газовика: справ. пособие / К. Г. Кязимов /. – М.: Высшая школа, 2000.- 174 с.

