

Тема 5.3. Інжекційні пальники

1. Інжекційні пальники низького тиску, їх влаштування, приклади використання. Основні елементи інжекційних пальників.
2. Інжекційні пальники повного попереднього змішування.
3. Розрахунок інжекційних пальників.
4. *Пальники інфрачервоного випромінювання . Принцип роботи, влаштування, застосування, приклади використання.*

1. Інжекційні пальники низького тиску, їх влаштування, приклади використання.

Основні елементи інжекційних пальників.

Інжекційними називаються пальники, в яких освіта газоповітряної суміші відбувається за рахунок енергії струменя та. Основний елемент інжекційного пальника - інжектор, підсмоктував повітря з навколишнього простору всередину пальників.

Залежно від кількості повітря що інжекується пальники можуть бути повного попереднього змішування газу з повітрям або з неповною інжекцією повітря.

Пальники з неповною інжекцією повітря. До фронту горіння надходить тільки частина необхідного для згорання повітря, іншої повітря надходить з навколишнього простору. Такі пальники працюють при низькому тиску газу. Їх називають інжекційні пальниками низького тиску.

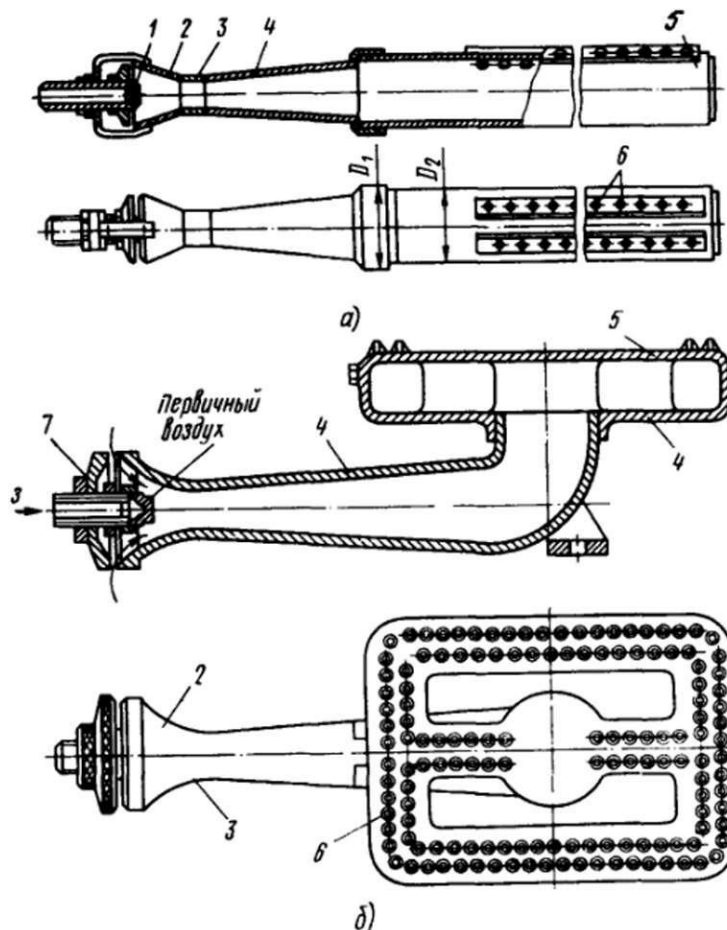
Рис. 10
газові
а - низького
чавунного
інжектор. 3
5 -
регулятор

(рис. 10) є
повітря,
колектор.

повітря 7
диск або
кількість
надходить в
служить

тиску газу в
додання
швидкості,

підсмоктування необхідного повітря. Змішувач пальника складається з трьох частин: інжектора, конфузора і дифузора. Інжектор 2 створює розрідження і підсмоктування повітря. Сама вузька частина змішувача - конфузور 3, вирівнюючий струмінь газоповітряної суміші. У дифузорі 4 відбувається остаточне перемішування газоповітряної суміші і збільшення її тиску за рахунок зниження швидкості.



Інжекційні атмосферні
пальники:

тиску; б - пальник для
котла; 1 - форсунка, 2 -
конфузор, 4 - дифузор,
колектор, 6 - отвори, 7 -
первинного повітря

Основними частинами
інжекційних пальників
регулятор первинного
форсунка, змішувач і

Регулятор первинного
являє собою обертовий
шайбу і регулює
первинного повітря, що
пальник. Форсунка 1
для перетворення
потенціальної енергії
кінетичну, тобто для
газовому струмені такій
яка забезпечує

З дифузора газоповітряна суміш надходить в колектор 5, який і розподіляє газоповітряну суміш по отворах б. Форма колектора і розташування отворів залежать від типу пальників і їх призначення.

Розподільчий колектор пальників ємнісних водонагрівачів має форму кола: у пальників проточних водонагрівачів колектор складається з паралельно розташованих трубок; у агрегатів. мають видовжену топку, колектор подовженої форми; у пальників для чавунного котла (див. рис. 10, б) колектор у вигляді прямокутника з великим числом дрібних отворів.

Інжекційні пальники низького тиску мають ряд позитивних якостей, завдяки яким їх широко застосовують в побутових газових приладах, а також в газових приладах для підприємств громадського харчування та інших комунально-побутових споживачів газу. Пальники використовують також в чавунних опалювальних котлах.

Основні переваги інжекційних пальників низького тиску: простота конструкції, стійка робота пальників при зміні навантажень; надійність і простота обслуговування; безшумність роботи; можливість повного спалювання газу і робота на низьких тисках газу; відсутність подачі повітря під тиском.

Важливою характеристикою інжекційних пальників неповного змішання є коефіцієнт інжекції - відношення обсягу повітря що інжекується до об'єму повітря, необхідного для повного згоряння газу. Так, якщо для повного згоряння 1 м³ газу необхідно 10 м повітря, а первинне повітря становить 4 м то коефіцієнт інжекції дорівнює $4:10 = 0,4$.

Характеристикою пальників є також кратність інжекції - відношення первинного повітря до витрати газу пальником. В даному випадку, коли на 1 м³ спалюваного газу інжекується 4 м³ повітря, кратність інжекції дорівнює 4.

Гідність інжекційних пальників: властивість їх саморегулювання, тобто підтримання постійної пропорції між кількістю подаваного в пальник газу і кількістю повітря що інжекується при постійному тиску газу.

Межі стійкої роботи інжекційних пальників обмежені можливостями відриву і проскакування полум'я. Це означає, що збільшити або зменшити тиск газу перед пальником можна тільки в певних межах.

2. Іжекційні пальники повного попереднього змішування.

Інжекція всього повітря, необхідного для повного згоряння газу, забезпечується підвищеним тиском газу. Пальники повного змішування газу працюють в діапазоні тиску від 5000 Па до 0,5 МПа. Їх називають інжекційними пальниками середнього тиску і застосовують в основному в опалювальних котлах і для обігріву промислових печей. Теплова потужність пальників зазвичай не перевищує 2 МВт. Основні труднощі підвищення їх потужності - складність боротьби з Проскакування полум'я і громіздкість змішувачів.

Ці пальники дають факел що слабо світиться, що зменшує кількість радіаційної теплоти нагріває поверхню. Для збільшення кількості радіаційної теплоти ефективно застосовувати в топках котлів і печей тверді тіла, які сприймають теплоту від продуктів горіння, випромінюють її на теплосприймаючі поверхні. Ці тіла називаються вторинними випромінювачами. В якості вторинних випромінювачів використовують вогнетривкі стінки тунелів, стінки топок, а також спеціальні дірчасті перегородки, встановлені на шляху руху продуктів згоряння.

Пальники повного попереднього змішування газу з повітрям поділяються на два типи: з металевими стабілізаторами і вогнетривкими насадками.

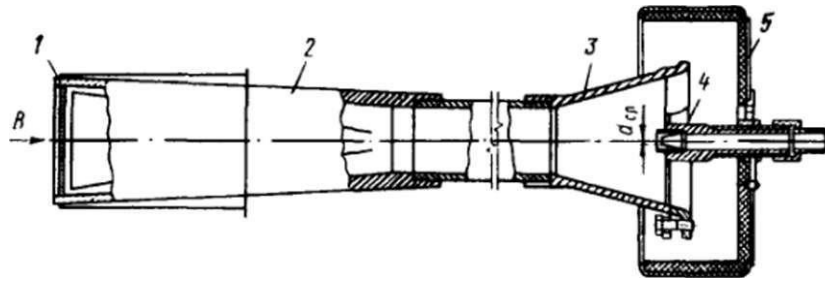


Рис. 11. Інкєкціоніая палынк ІГК: стабілізатор, 2 - насадок, 3 - конфузор, 4 - форсунка, 5 - регулятор первинного повітря

Пальник ІГК - інжекційний пальник конструкції Казанцева (рис. 11) складається з регулятора первинного повітря, форсунки, конфузора, змішувача, насадка і пластинчастого стабілізатора.

Регулятор первинного повітря 5 пальники одночасно виконує функції глушника шуму, що створюється за рахунок підвищених швидкостей руху газоповітряної суміші. Пластинчастий стабілізатор 1 забезпечує стійку роботу пальника без відриву і проскакування полум'я в широкому діапазоні навантажень. Стабілізатор складається зі сталевих пластин товщиною 0,5 мм при відстані між ними 1,5 мм. Пластини стабілізатора стягуються між собою сталевими стрижнями, які на шляху руху газоповітряної суміші створюють зону зворотних струмів гарячих продуктів згоряння і безперервно підпалюють газоповітряну суміш.

3. Розрахунок інжекційних пальників.

Теоретичний розрахунок газових пальників є досить складним. Він пов'язаний з комплексними розрахунками процесів змішування, горіння і тепловіддачі, котрі повинні забезпечувати не тільки високу ефективність спалювання газового палива, а й мінімальну можливу концентрацію шкідливих речовин в продуктах спалювання. Тому при виконанні конструктивних розрахунків доводиться користуватись переважно емпіричними наближеними даними, які отримано в результаті окремих експериментів.

Розрахунок пальників повинен забезпечити необхідну для апаратів та установок теплову потужність, широкий діапазон регулювання витрат газу, стійкість полум'я, відсутність або низьку концентрацію забруднюючих речовин в продуктах спалювання.

Вихідними даними для розрахунку є теплова потужність пальника, фізико-хімічні властивості газу, тиск газу перед соплом, температури повітря і газу, а також характеристики апарата чи приладу, який оснащується пальником.

В результаті розрахунку визначають витрати газу і повітря, що необхідне для його спалювання, а також конструктивні розміри елементів пальника (сопла, горловини змішувача, конфузора, дифузора, вогневих каналів), які забезпечать можливість встановлення у топці апарата.

Витрати газу і повітря для його згоряння визначають в результаті теплового розрахунку за одними і тими ж формулами незалежно від типу газопальникового пристрою. Труднощі представляє конструктивний розрахунок пальників. Загальної методики не існує.

Нижче подано методики розрахунку найбільш розповсюджених газопальникових пристроїв. Проте слід відзначити, що при комплектуванні апаратів, печей, котлів тощо газопальниковими пристроями їх не розраховують, а підбирають за довідниками, альбомами проектних організацій або за паспортними характеристиками заводів-виробників.

Принципова схема пальника наведена на рис.3.6.

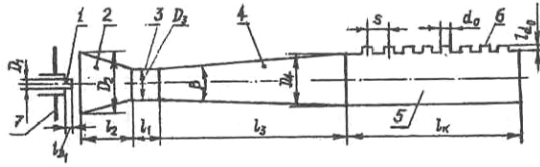


Рис. 3.6. Інжекційний пальник для природного газу низького тиску

1 - сопло; 2 - конфузор; 3 - горловина; 4 - дифузор; 5 - колектор розподільний; 6 - отвір вогневий; 7 - шайба регулювальна

Метою конструктивного розрахунку є визначення геометричних розмірів сопла і змішувача пальника.

Метою теплового розрахунку є визначення необхідних кількостей газу і повітря для роботи газового приладу в номінальному режимі. Його виконують у такій послідовності:

$$Q_{\Pi} = \frac{Q}{\eta}, \text{ кВт},$$

1. Визначають теплопродуктивність газопальникового пристрою кВт:

$$Q_n = \frac{Q}{\eta}$$

де Q - теплова потужність приладу, кВт (приймається за даними додатка 12 або наведена у завданні на проектування); η - коефіцієнт корисної дії.

2. Обчислюють витрату газу м³/ГОД:

$$V_{\Gamma} = \frac{3,6 \cdot Q_{\Pi}}{Q_p^H};$$

де Q_p^H - нижча теплота спалювання газу, МДж/м³.

3. Знаходять теоретично необхідну кількість повітря для спалювання 1 м³ газу м³/м³:

$$V_o = \frac{1,13 \cdot Q_p^H}{4,187}, \text{ м}^3/\text{м}^3$$

$$V_o = \frac{1,13 \cdot Q_p^H}{4,187}, \text{ м}^3/\text{м}^3$$

$$V_o = \frac{1,13 \cdot Q_p^H}{4,187}$$

а також для всієї кількості газу, м³/год:

$$\sum V_o = V_o \cdot V_{\Gamma};$$

4. Визначають фактичний об'єм продуктів спалювання за формулою:

$$V = V_{\Gamma} (1 + \alpha_n \cdot V_o);$$

де α_n - коефіцієнт надлишку повітря (для різних конструкцій апаратів знаходиться у межах $\alpha_n=1,1-1,3$).

Змішувач, як правило, складається з трьох частин:

1) конфузора, у який за рахунок кінетичної енергії газу, що витікає із сопла, надходить повітря з навколишнього середовища:

- 2) безпосередньо змішувача, в якому відбувається змішування газу з первинним повітрям;
- 3) дифузора, де закінчується формування газоповітряної суміші і вирівнюється поле швидкостей.

Конструктивний розрахунок газопальникового пристрою виконують в такій послідовності:

1. Визначають швидкість виходу газу із сопла, м/с:

$$W_z = \varphi \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho}} = \varphi \sqrt{\frac{2P_1}{\rho}}, \text{ м/с,}$$

$$W_z = \varphi \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho}} = \varphi \sqrt{\frac{2P_1}{\rho}}, \text{ м/с,}$$

$$W_z = \varphi \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho}} = \varphi \sqrt{\frac{2P_1}{\rho}}, \text{ м/с,}$$

$$W_r = \varphi \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho}} = \varphi \sqrt{\frac{2P_1}{\rho}}$$

де P_1 - надлишковий (манометричний) тиск газу перед соплом, Па (приймають за результатами гідравлічного розрахунку внутрішньобудинкових газопроводів або згідно з завданням на проектування); ΔP - перепад тиску у газопроводі перед соплом P_1 , і в топковій камері газового апарата P_2 , Па (для пальників атмосферного типу $\Delta P = P_1$); φ - коефіцієнт, який враховує нерівномірність розподілу швидкостей потоку газу по площі сопла, можна приймати $\varphi = 0.8$; ρ -густина газу, кг/м³.

2. Знаходять площу поперечного перерізу сопла пальника, м²:

$$f_1 = \frac{V_r^i}{3600 \cdot W_r}$$

а потім його діаметр, м:

$$d_1 = \sqrt{\frac{f_1}{0,785}};$$

3. Обчислюють діаметр горловини змішувача, м:

$$d_3 = d_1 \sqrt{(1 + \alpha_n V_0)(1 + \alpha_n V_0 \cdot S)}$$

де α_n - коефіцієнт надлишку первинного повітря; $S = \rho_n / \rho_g$ - коефіцієнт інжекції; ρ_n - густина повітря, кг/м³; ρ_g - густина газу, кг/м³.

4. Визначають інші конструктивні розміри змішувача газопальникового пристрою, використовуючи емпіричні формули:

Діаметр дифузора:

$$d_4 = (2,0 \div 2,2) d_3, \text{ м.}$$

Діаметр конфузора:

$$d_2 = (1,5 \div 2,0) d_3, \text{ м.}$$

Довжина горловини змішувача:

$$L_2 = (1,0 \div 1,5) d_3, \text{ м.}$$

Довжина конфузора:

$$L_1 = (1,5 \div 2,0)d_3, \text{ м.}$$

Довжина дифузора:

$$L_3 = \frac{d_4 - d_3}{2 \cdot \operatorname{tg} \beta}$$

де β - напівкут розкриття дифузора, $\beta = 3^\circ - 4^\circ$.

Після розрахунку змішувача переходять до конструктивного розрахунку вогневої насадки, суттю якого є вибір необхідної кількості отворів для виходу газоповітряної суміші в топку газового приладу чи в навколишнє середовище.

5. Приймають діаметр вогневого отвору d_0 , м (знаходиться у межах $(2-6) \cdot 10^{-3}$ м).

6. Визначають швидкість виходу газоповітряної суміші з вогневих отворів за умови стабільної роботи пальника для прийнятого коефіцієнта первинного повітря - для атмосферних пальників, які працюють на природному газі, $\alpha_n = 0,45-0,7$

$$W_0 = (0,6 - 0,7)W_{\max}, \text{ м/с}$$

де $W_{\max}$ - максимальна швидкість виходу газоповітряної суміші (швидкість відриву полум'я)

7. Знаходять сумарну площу вогневих отворів насадки пальника, м^2 :

$$\sum F_0 = \frac{V_r(1 + \alpha_n V_0)}{3600 \cdot W_0}$$

а згодом - і їх кількість, шт:

$$N = \frac{\sum F_0}{0,785 \cdot d_0^2}$$

З вогневої насадки атмосферного пальника газоповітряна суміш виходить через отвори зі швидкістю, яка забезпечує стаке горіння і згорає бунзенівським полум'ям. Вторинне повітря дифундує до полум'я безпосередньо з навколишнього середовища. Правильно запроектовані і добре відрегульовані атмосферні пальники забезпечують практично повне спалювання природного газу при коефіцієнтах: первинного повітря $\alpha = 0,45-0,7$ і надлишку повітря у топці $\alpha = 1,1-1,3$.

Вогнева насадка пальника може мати найрізноманітнішу форму, але звичайно - це колектор з великою кількістю вихідних отворів. Конструкція насадки визначається тим газопальниковим пристроєм, для якого вона призначена. Насадки пальників газових плит повинні відповідати відстані, на якій встановлюють на них посуд, а насадки пальників водонагрівачів, котлів тощо - габаритам їх топок. Насадки пальників розміщують у топці таким чином, щоб були забезпечені правильне підведення вторинного повітря, нормальний розвиток конусу полум'я і відведення продуктів спалювання.

4. *Пальники інфрачервоного випромінювання . Принцип роботи, влаштування, застосування, приклади використання.*

В пальниках з вогнетривкими насадками природний газ згоряє з утворенням малосветящегося полум'я. У зв'язку з цим передача теплоти випромінюванням від факела палаючого газу виявляється недостатньою. В сучасних конструкціях газових пальників значно підвищилася ефективність використання газу. Мала світність факела газу компенсується випромінюванням розпечених вогнетривких матеріалів при спалюванні газу методом беспламенного горіння.

Газоповітряна суміш у цих пальників пригтовляється з невеликим надлишком повітря і надходить в розпечені вогнетривкі канали, де вона інтенсивно нагрівається і згоряє. Полум'я не виходить з каналу, тому такий процес спалювання газу називається безполумєневий. Це назва умовна, гак як в каналах полум'я мається.

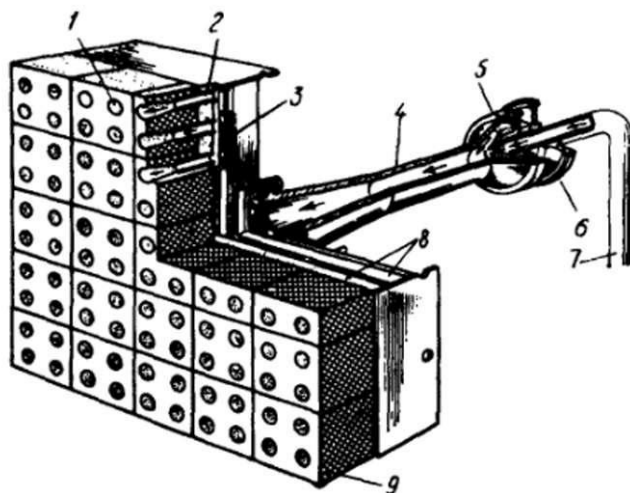


Рис. 12. Безполумєневий панельна пальник:

- 1- тунель. 2 - ніпель. 3 - розподільна камера, 4- інжектор. 5 - сопло, 6 - регулятор повітря.
7 - подача газу

Газоповітряна суміш підігрівается від розжарених стінок каналу. У місцях розширення каналів і поблизу від погано обтічних тел створюються зони затримки гарячих продуктів згорання. Такі зони є стійкими джерелами постійного підігріву і зажігання газоповітряної суміші. На рис. 12 показана Безполумєневий панельна пальник. Вступник в сопло 5 з газопроводу 7 газ інжектуюється необхідну кількість повітря, регульоване регулятором первинного повітря 6. Новоутворена газоповітряна суміш через інжектор 4 надходить в розподільну камеру 3, проходить по ніпелів 2 і надходить в керамічні тунелі 1. У цих тунелях відбувається спалювання газоповітряної суміші. Розподільна камера 3 від керамічних призм 9 теплоізолирована шаром діатомової крихти, що скорочує теплоогвод з реакційної зони.

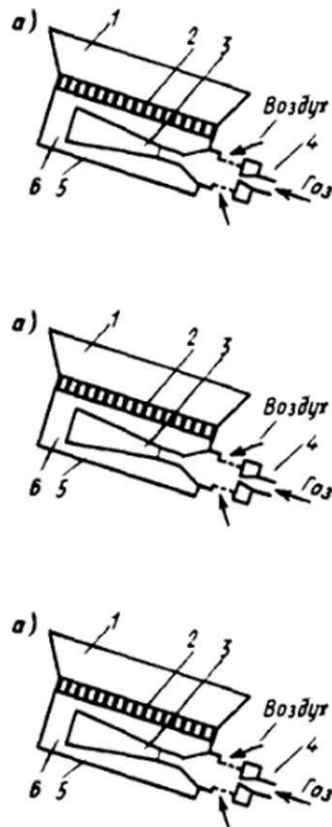
Безполумєневе спалювання газу має такі переваги: повне згорання газу; можливість спалювання газу при малих надлиш повітря; можливість досягнення високих температур горіння: спалювання газу з високим тепловим напругою обсягу горіння; пе-редача значної кількості тепла інфрачервоними променями.

Існуючі конструкції безполумєневий пальників з вогнетривкими насадками по конструкції їх вогневої частини поділяються на пальники з насадками, що мають канали неправильної геометричної форми; пальники з насадками, що мають канали правильної

геометричної форми; пальники, у яких полум'я стабілізується на вогнетривких поверхнях топки.

Найбільш поширені пальники з насадками правильної геометричної форми. Вогнетривкі насадки таких пальників складаються з керамічних плиток розміром 65 x 45 x 12 мм. Беспламенного пальники отримали також назву пальника інфрачервоного випромінювання.

Всі гела є джерелами теплового випромінювання, що виникає за рахунок коливального руху атомів. При випромінюванні тепла енергія речовин перетворюється на енергію електромагнітних хвиль, які поширюються від джерела зі швидкістю, що дорівнює швидкості світла. Ці електромагнітні хвилі, поширюючись в навколишньому просторі, нашоухуються на різні предмети і легко перетворюються в теплову енергію. Величина її залежить від температури випромінюючих тіл. Кожній температурі відповідає певний інтервал довжин хвиль, випромінюваних тілом. В даному випадку передача теплоти випромінюванням відбувається в інфрачервоній області спектра, а пальники, що працюють за цим принципом, називаються інфрачервоними випромінюючими пальниками.



Через сопло 4 (рис. 13. а) газ надходить в пальник і інжектуються все повітря, необхідний для повного згоряння газу. З пальника газоповітряна суміш надходить в збірну камеру 6 і далі направляється в вогневі отвори керамічної плитки 2. Щоб уникнути проскакування полум'я діаметр вогневих отворів повинен бути менше критичної величини і складати 1,5 мм. Вихідна з вогняних камер газоповітряна суміш підпалюється при малій швидкості вильоту газоповітряної суміші, щоб уникнути відриву полум'я.

Надалі швидкість вильоту газоповітряної суміші можна збільшити (повністю відкрити кран), так як керамічні плитки нагріваються до 1000 ° С і віддають частину теплоти газоповітряної суміші, що призводить до збільшення швидкості поширення полум'я і запобіганню відриву полум'я.

Керамічні плитки мають близько 600 вогневих циліндричних каналів, що становить близько 40% поверхні плиток. Плитки з'єднуються один з одним спеціальною замазкою, що складається з суміші шамотного порошку з цементом.

Якщо інфрачервоні пальники працюють на газі середнього тиску, то застосовують спеціальні плитки з жароміцних пористих матеріалів. Замість циліндричних каналів у них вузькі викривлені канали, які закінчуються дедалі ширшими камерами згоряння.

При спалюванні газу в численних каналах різних насадок відбувається нагрів їх зовнішніх поверхонь до температури близько 1000 ° С. У результаті поверхні набувають оранжево-червоний колір і стають джерелами інфрачервоних променів, які поглинаються різними предметами і викликають їх нагрівання.

На рис. 13, б показані найбільш поширені типи інфрачервоних пальників. У пальників ГИИ-1 мають: 21 керамічна плитка, рефлектор і розподільна коробка. За допомогою пальників ДПІ можна обігрівати приміщення і різне обладнання. Пальники використовують і для обігріву відкритих майданчиків (спортивні майданчики, кафе, приміщення літнього типу і т. Д.).

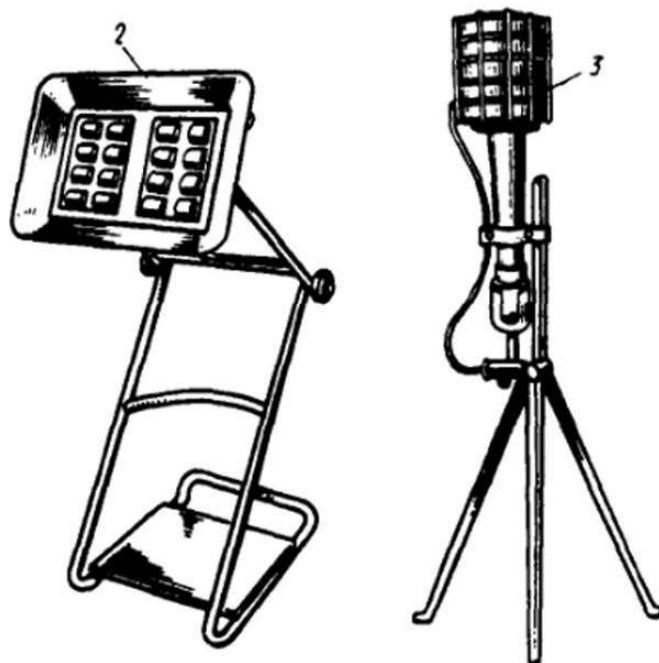


Рис. 13. Пальники інфрачервоного випромінювання:

1 - Рефлектор, керамічний плитка. 3 - змішувач, 4 - сопло. * Корпус, 6 - збірна камера, б - вологість деревини вид пальників: 1 - ГИИ-1, 2 - ГИИ-8, 3 - ГК-1 -38

Пальник ГК-1-38 успішно застосовується для підігріву споруджуваних стін і штукатурки, обігріву людей, що працюють в зимових умовах. Пальник може працювати на природному та зрідженому газах.