

МЕХАНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра „Теплотехніка та теплові двигуни”

**РЕГУЛЯТОРИ ТИСКУ ПРЯМОЇ ДІЇ І ЇХ ВИКОРИСТАННЯ
В ГАЗОРЕГУЛЯТОРНОМУ ПУНКТІ КОТЛА**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторної роботи з дисципліни

***”АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНИХ
УСТАНОВОК”***

Харків - 2010

Методичні вказівки розглянуто й рекомендовано до друку
на засіданні кафедри “Теплотехніка та теплові двигуни” 29

вересня 2008 р., протокол № 3.

У методичних вказівках до вивчення регуляторів тиску прямої дії наведені термінологія та визначення, принципові схема газорегуляторного пункту (ГРП), будова та робота регуляторів тиску природного газу.

Приділена увага характеристикам клапанів, які регулюють витрату газу, та наведена методика вибору їх пропускних характеристик.

Методичні вказівки з дисципліни «Автоматизація теплоенергетичних установок» призначені для студентів спеціальності «Теплоенергетика» і можуть бути використані ними при вивченні курсу «Системи виробництва та розподілу енергоносіїв».

Укладачі:

доц. І.П. Полтавський,
асист. О.В.Гришина,
інж. С.І. Полтавський

Рецензент

доц. Н.А. Шаройко

РЕГУЛЯТОРИ ТИСКУ ПРЯМОЇ ДІЇ І ЇХ ВИКОРИСТАННЯ В ГАЗОРЕГУЛЯТОРНОМУ ПУНКТІ КОТЛА

Методичні вказівки
до лабораторної роботи з дисципліни
"Автоматизація теплоенергетичних установок"

Відповідальний за випуск Полтавський І.П.

Редактор Єткало О.О.

Підписано до друку 30.10.08 р.
Формат паперу 60x84 1/16 . Папір писальний.
Умовн.-друк.арк. 1,5. Обл.-вид.арк. 1,75.
Замовлення № Тираж 200. Ціна

Видавництво УкрДАЗТу, свідоцтво ДК 2874 від 12.06.2007 р.
Друкарня УкрДАЗТу,
61050, Харків - 50, майд. Фейєрбаха, 7

УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО
ТРАНСПОРТУ
Механічний факультет
Кафедра “Теплотехніка та теплові двигуни”

**РЕГУЛЯТОРИ ТИСКУ ПРЯМОЇ ДІЇ І ЇХ ВИКОРИСТАННЯ В
ГАЗОРЕГУЛЯТОРНОМУ ПУНКТІ КОТЛА**

**Методичні вказівки
до лабораторної роботи з дисципліни
”Автоматизація теплоенергетичних установок”
для студентів спеціальності “Теплоенергетика”**

Завідувач кафедри «ТТ і ТД»,
д.т.н., проф.
Єрощенко

С.А.

Голова МК механічного факультету доц., к.т.н.
З.О. Іванова

Декан механічного факультету доц., к.т.н.
Устенко

О.В.

Автори:
доц.
Полтавський
асит.
інженер
Полтавський

І.П.

О.В. Гришина
С.І.

Харків 2008

Методичні вказівки розглянуто й рекомендовано до друку на засіданні кафедри “Теплотехніка та теплові двигуни” 29 вересня 2008 р., протокол № 3.

У методичних вказівках до вивчення регуляторів тиску прямої дії наведені термінологія та визначення, принципові схема газорегуляторного пункту (ГРП), будова та робота регуляторів тиску природного газу.

Приділена увага характеристикам клапанів, які регулюють витрату газу, та наведена методика вибору їх пропускних характеристик.

Методичні вказівки з дисципліни «Автоматизація теплоенергетичних установок» призначені для студентів спеціальності «Теплоенергетика» і можуть бути використані ними при вивченні курсу «Системи виробництва та розподілу енергоносіїв».

Укладачі:

доц. І.П. Полтавський,
асист. О.В.Гришина,
інж. С.І. Полтавський

Рецензент

доц. Н.А. Шаройко

ЗМІСТ

1	Регулятори тиску газорегуляторних пунктів (ГРП). Призначення. Терміни. Класифікація	4
2	Призначення та схема ГРП	7
3	Будова регулятора тиску газу РДУК-2 з пілотом КН-2 .	9
4	Будова запобіжного запірною клапана типу ПКН-50 ...	14
5	Гідравлічний запобіжник	17
6	Сітчастий фільтр ФС-50	18
7	Вибір пропускної характеристики регулювального органу	19
8	Вибір регулятора пропускної здатності	22
	Список літератури	25

1 РЕГУЛЯТОРИ ТИСКУ ГАЗОРЕГУЛЯТОРНИХ ПУНКТИВ (ГРП). ПРИЗНАЧЕННЯ. ТЕРМІНИ. КЛАСИФІКАЦІЯ

1.1 Регулятори тиску (далі регулятори) є основним елементом ГРП, призначеним для автоматичного зниження тиску газу від початкового (вхідного) P_1 до розрахункового (вихідного) P_2 і підтримки його сталим у заданому діапазоні незалежно від зміни витрати газу та коливань вхідного тиску P_1 .

У ГРП регулятор підтримує заданий тиск газу в контрольованій точці газопроводу, розміщеній після регулятора. У цьому випадку регулятор називають регулятором "після себе".

1.2 Регулятори тиску прямої дії

Регулятор прямої дії - регулятор, у якого чутливий елемент безпосередньо переміщає регулювальний орган, не використовуючи додаткових джерел енергії. Під регулятором тиску прямої дії розуміється пристрій, призначений для автоматичного регулювання тиску робочого середовища шляхом зміни його витрати й керований безпосередньо енергією робочого середовища без використання сторонніх джерел енергії. У ГРП робочим середовищем регуляторів прямої дії є газ, що транспортується.

1.3 Регулятори прямої дії можна розділити на дві підгрупи:

- 1) регулятори прямої дії без підсилювачів;
- 2) регулятори прямої дії з підсилювачами (пілотами).

У першій групі регуляторів зміна вихідного тиску сприймається безпосередньо чутливим елементом -

еластичною мембраною й створюваного при цьому зусилля досить для переміщення регулювального органу й здійснення ним регулюючої дії. Приклади таких регуляторів - регулятори РД-32М, РД-50М.

Друга група регуляторів, до якої належить досліджуваний регулятор РДУК2, має додатковий підсилювач - *регулятор керування - пілот*. Пілот використовує енергію робочого середовища – газу, що транспортується, вхідного тиску P_1 , перетворює його (знижує) і направляє до робочої мембрани основного регулювального клапана. Із протилежної сторони на цю мембрану подається імпульс контрольованого (регульованого) тиску P_2 . По цьому ж імпульсі працює й сам пілот. Цим створюється на мембрані перепад тиску, що забезпечує зусилля, необхідне для переміщення регулювального органу, при цьому виключається використання тут задавальних пружин великих габаритів і маси, які б впливали на процес регулювання.

Регулятор - пілот має жорсткий зворотний зв'язок у вигляді попередньо стисненої задавальної пружини, яка протидіє перестановній силі мембрани, створюваної вихідним тиском. Такі регулятори називаються *статичними* або *пропорційними*. При їхньому використанні сталі значення регульованої величини - тиску залежить від навантаження, тобто регулювання здійснюється зі *статичною помилкою*.

1.4 У регуляторах тиску газу прямої дії найчастіше застосовують односідельний регулювальний орган з тарілчастим плунжером (клапаном), що має м'яке ущільнення затвора.

Плунжер - рухома частина регулятора, переміщенням якої досягається зміна пропускної здатності.

1.5 При визначенні характеристик регулюючого клапана використовують такі основні терміни:

– *умовний хід плунжера* – номінальний повний хід плунжера;

– *пропускна здатність* \hat{E}_{V_1} - величина, чисельно рівна витраті води, м³/год, середовища з густиною 1000 кг/м³, яка проходить через клапан при перепаді тиску на ньому 1 кгс/см² і відповідному ході плунжера;

– *початкова пропускна здатність* \hat{E}_{V_0} - теоретична пропускна здатність при ході плунжера, рівному нулю, яка задається для побудови пропускної характеристики;

– *пропускна характеристика* – залежність пропускної здатності від ходу плунжера;

– *відносна пропускна здатність* σ – відношення пропускної здатності до умовної пропускної здатності;

– *лінійна пропускна характеристика* – пропускна характеристика, при якій приріст відносної пропускної здатності пропорційний відносному ходу клапана l ;

– *рівнопроцентна пропускна характеристика*, при якій приріст відносної пропускної здатності за ходом плунжера клапана пропорційний поточному значенню пропускної здатності.

1.6 Залежність пропускної здатності V , м³/год, від ходу плунжера називається пропускною характеристикою регулювального органу.

1.7 Хід плунжера - відстань, на яку переміщається плунжер від сідла.

1.8 Діапазон настроювання - різниця між верхньою й нижньою межами тиску, на будь-яке значення між якими може бути здійснене настроювання регулятора.

1.9 Верхня межа настроювання тиску - максимальний тиск, на який може бути настроєний регулятор.

1.10 Зона регулювання - різниця між регульованими тисками при 10 й 90% максимальної витрати.

1.11 Зона чутливості – різниця регульованих тисків, необхідна для зміни напрямку регулювального органу (плунжера) у зоні регулювання,

1.12 Зона пропорційності - зміна регульованого тиску, необхідна для перестановки регулювального органу (плунжера) на значення його номінального (повного) ходу.

У лабораторній роботі вивчаються статичні регулятори тиску прямої дії і їхнє застосування в ГРП.

2 ПРИЗНАЧЕННЯ ТА СХЕМА ГРП

2.1 Газорегуляторні пункти (ГРП) і газорегуляторні установки (ГРУ) призначені:

- 1) для очищення газу від механічних домішок;
- 2) зниження (дроселювання) вхідного тиску газу до заданого вихідного;
- 3) автоматичної його підтримки сталим, незалежно від зміни вхідного тиску й витрати газу;
- 4) автоматичного захисту споживача (котла) від підвищення або зниження тиску газу за допустимі межі;
- 5) обліку витрати газу, якщо немає спеціально виділеного пункту його обліку.

ГРУ на відміну від ГРП розміщують у приміщенні. Залежно від тиску газу на вводі в ГРП (ГРУ) бувають *середнього* (від 0,05 до 3 кгс/см²) і *високого* (від 3 до 12 кгс/см²) тиску.

2.2 Для котла Е-1/9Г, встановленого в лабораторії, використовується ГРП середнього тиску шафового типу (ШРП), установлений поза котельнею на неспаленій стіні у відповідності до СНіП 2.04.06-87. Докладна характеристика ШРП наведена в [5, с. 256].

Принципова схема ГРП показана на рисунку 1.1.

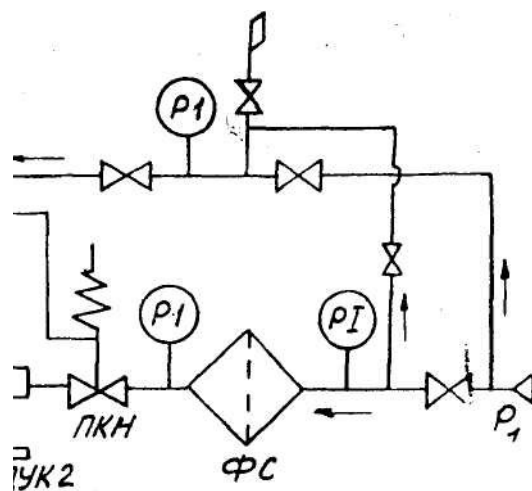


Рисунок 1.1 - Принципова схема ГРП

2.3 У ГРП (рисунок 1.1) входять такі елементи:

- 1) регулятор тиску газу прямої дії - РДУК2Н-50; з керуючим регулятором (пілотом) - КН2;
- 2) запобіжний запірний клапан (ЗЗК) - ПКН-50;
- 3) гідравлічний запобіжний скидний пристрій (ЗСП) - ГП-50;
- 4) сітчастий фільтр для очищення газу від механічних домішок - ФС-50;
- 5) обвідний газопровід (байпас) із двома запірними пристроями (засувками) для постачання через нього газом котла на час ревізії, ремонту й аварійного стану встаткування, змонтованого на основній лінії;
- 6) імпульсні трубки для з'єднання регулятора, ПЗК і засобів вимірювання з тими точками газопроводу, у яких контролюється тиск газу;
- 7) скидні трубопроводи для скидання газу в атмосферу від ЗСП й продування газопроводу. Продувні трубопроводи розміщені на входному газопроводі за першим запірним пристроєм, на байпасі, між засувками;
- 8) запірні пристрої - засувки, для увімкнення й вимкнення запобіжного устаткування;

9) контрольно-вимірювальні прилади (КВП) для вимірювання тиску газу до й після регулятора (манометри), для контролю роботи фільтра.

3 БУДОВА РЕГУЛЯТОРА ТИСКУ ГАЗУ РДУК-2 З ПІЛОТОМ КН-2

3.1 Регулятор тиску прямої дії універсальної конструкції Казанцева РДУК2Н-50/35 з пілотом КН2 призначений для зниження тиску газу і підтримки його в контрольованій точці на заданому рівні не залежно від витрати газу й зміни в певних межах вхідного тиску.

Він забезпечує при вхідному тиску P_1 не більше 12 кгс/см² (1,2 МПа) регулювання вихідного тиску P_2 у межах 0,005÷0,6 кгс/см² (0,0005÷0,06 МПа). Мінімально необхідний для роботи регулятора перепад тиску становить ~300 кгс/см² (3 кПа). Припустимі коливання вихідного тиску не повинні перевищувати ±5% номінального значення при коливаннях вхідного тиску на ± 25 %.

Пропускна здатність РДУК2Н-50/35 залежно від значень тисків газу до P_1 і після регулятора наведена в таблиці 3.1, отримана перерахуванням довідкових даних з [7, с. 54] за формулою

$$V = k \cdot V_T, \quad (3.1)$$

де $k=0,63$.

Таблиця 3.1 – Пропускна здатність V_T , м³/год, регулятора РДУК-50/35 із сідлом $d_c = 35$ мм ($\rho = 0,73$ кг/м³)

P ₁ , кгс/см ²	P ₂ , кгс/см ²						
	0,02	0,03	0,04	0,05	0,1	0,3	0,5
0,5	649	646	633	630	617	472	-
0,8	816	813	811	809	806	750	630
1,0	895	895	895	895	895	876	800
1,5	1128	1128	1128	1128	1128	1128	1128
2,2	1348	1348	1348	1348	1348	1348	1348

2,5	1575	1575	1575	1575	1575	1575	1575
3,0	1789	1789	1789	1789	1789	1789	1789

Пропускна здатність клапана регулятора при $P = 100$ мм вод. ст., $\rho = 1$ кг/м³ і $P_k = 1,01$ кгс/см² становить 300 м³/год при $P_1 = 12$ кгс/см² (1,2 МПа). Коефіцієнт витрати 0,6.

В експлуатації знаходиться не менше 100 модифікацій регуляторів типу РДУК2 на D_y 50, 100 і 200 мм із двома різновидами пілотів КН (низького) і КВ (високого) тиску.

Принципова схема регулятора типу РДУК2 з пілотом КН показана на рисунку 3.1.

Регулятор має корпус 1 вентиляної форми з люком-ревізією у верхній частині і вбудованим сітчастим фільтром 2 для очищення газу. Однотарілчастий золотник (клапан) 3 з м'якою гумовою прокладкою (клапан регулятора) через шток 4 безпосередньо сполучений із точкою робочої мембрани 5 регулятора. Отже, величина переміщення золотника (клапана) дорівнює переміщенню мембрани.

Пілот (керуючий регулятор) 10 складається із клапана пілота 11, з'єданого за допомогою штовхача 12 з мембраною 14, на яку він впливає пружиною клапана пілота 9, а з іншої сторони на неї впливає пружина пілота 6, зі змінюваним за допомогою регулювального стакана зусиллям затягування.

По імпульсній трубці 6 газ із початковим вхідним тиском P_1 надходить через сітчастий фільтр 2 з верхньої частини корпусу регулятора РДУК2 і додаткову сітку пілота 7 до клапана пілота 11. По імпульсній трубці 20 газ кінцевого тиску P_2 подається в надмембранну порожнину пілота.

Газ після редукування в клапані пілота по трубці 19 надходить у лінію кінцевого тиску через калібрований отвір (дросель) 16 і скидну трубку 17 і через калібрований отвір 21 у підмембранну порожнину Б регулятора РДУК2.

Надлишки газу з підмембранного простору Б регулятора РДУК2 постійно скидаються в газопровід після регулятора по трубці 17 через дросель 18. Відповідний підбір діаметрів дроселів 21 й 18 при наявності безперервного потоку газу по трубках 19 й 17 дозволяє постійно підтримувати в

підмембранному просторі Б регулятора РДУК2 тиск трохи більше вихідного. Ця різниця тисків з обох боків мембрани 5 утворює її піднімальну силу, що врівноважується при будь-якому сталому режимі регулятора вагою рухомих частин золотника (клапана) 3, його штока 4 і мембрани 5 і дією вхідного тиску на плунжер 3.

Пропускна трубка 16 через дросель 15 з'єднує трубопровід з кінцевим тиском P_2 з надмембранним простором А регулятора РДУК2.

Тиск газу P_2 після регулятора РДУК 2 визначається зусиллям пружини 8 на мембрану пілота 14. Величину цього зусилля можна змінювати, обертаючи регулювальний стакан 13 пілота. Регулювальний клапан 11 пілота знаходиться в рівновазі, коли зусилля його пружини 8 і від тиску газу P_2 на мембрану 14 пілота рівні. При цьому клапан 11 пілота відкритий і пропускає газ із трубки 6 у трубку 19, знижуючи його тиск із початкового тиску P_1 до значення, що забезпечує необхідний тиск P_2 після регулятора. Із трубки 19 газ одночасно надходить через дросель 21 у підмембранний простір Б основного регулятора РДУК2 і через дросель 18 у скидну трубку 17 у газопровід кінцевого тиску P_2 .

Дросель 15 має трохи більший діаметр у порівнянні із дроселем 21. У зв'язку із цим при нормальній роботі регулятора тиск у підмембранній порожнині Б регулятора РДУК2 завжди більше, ніж у його надмембранній порожнині А. Різниця тисків забезпечує зрівноважування діючих сил на мембрану 5 регулятора від ваги його рухомих частин і дії вхідного тиску на клапан 3.

При зниженні кінцевого тиску газу P_2 за регулятором РДУК 2 при збільшенні відбору газу в порівнянні зі значенням, заданим пружиною 8 пілота, мембрана 14 підніметься вгору. Внаслідок цього клапан 11 пілота так само підніметься вгору й збільшить отвір для проходу газу. Це приведе до підвищення тиску в підмембранній порожнині Б основного регулятора РДУК2, через що його мембрана 5 переміститься вгору й збільшить ступінь відкриття клапана 3. Коли тиск газу в газопроводі після регулятора внаслідок відкриття клапана 3

відновиться, тиск у надмембранній порожнині А зрівноважить підвищення тиску в підмембранній порожнині Б.

При зменшенні відбору газу з газопроводу тиск його після регулятора P_2 підвищується, збільшується одночасно й тиск над мембраною 14 пілота КН і над мембраною 5 основного регулятора РДУК2. Мембрана 14 пілота, переборюючи зусилля пружини 6, опускається вниз, що приводить до прикривання клапана 11 пілота і надходження газу в підмембранний простір Б основного регулятора РДУК2 скорочується. Тиск газу під мембраною 5 знизиться й мембрана під впливом збільшеного тиску газу над нею в порожнині А опуститься, а регулювальний клапан 3 скоротить подачу газу через регулятор РДУК2 і тиск газу після регулятора P_2 знизиться до заданого початкового значення.

При сталому режимі роботи регулятора РДУК2 об'єм газу, що надходить під мембрану 5 і регулюється пілотом, і об'єм газу, що відводиться на скидання через дросель 18 і трубку 17, забезпечує рівновага сил, що діють на мембрану 5 регулювального клапана по обидва боки й регулювальний плунжер 3 пропускає необхідний об'єм газу, підтримуючи його тиск після регулятора на заданому рівні.

Зміна вхідного тиску P_1 у процесі регулювання може за рахунок нерозвантаженості регулювального клапана 3 основного регулятора РДУК2 викликати зміну вихідного тиску P_2 . Такий вплив вхідного тиску P_1 зводиться до мінімуму двоімпульсною системою зворотного зв'язку, у якій імпульс вихідного тиску P_2 подається одночасно до мембран регулятора по трубці 16 і пілота - по трубці 20.

Імпульс вихідного тиску, що подається в надмембранну порожнину А регулятора РДУК2 по трубці 16, визначає собою підтримку в заданих межах вихідного тиску P_2 незалежно від характеру причин, що викликали цю зміну. Імпульс вихідного тиску P_2 , що надходить у надмембранну порожнину пілота по трубці 20, змінює тиск у ній так, щоб змінивши заданий тиск газу після клапана пілота й подавши його по імпульсній трубці 19 у підмембранну порожнину Б регулятора РДУК2, додатково змінить положення його регулювального клапана (плунжера) 3

і компенсує вплив зміни вхідного тиску на тиск в контрольованій точці, тобто введе необхідне виправлення на зміну вхідного тиску P_1 .

У процесі регулювання тиску газу P_2 хід клапана 11 і мембрани 14 пілота КН, необхідний для повного переміщення клапана (золотника) 3 основного регулятора РДУК2 з положення "відкрито" у положення "закрита", досить малий (1,5-2 мм). Зміна зусиль пружин протягом настільки малого ходу, а так само дія зміни початкового тиску на клапан малої площі становить незначну частину від дії кінцевого тиску на мембрану пілота, що забезпечує збереження мінімальної нерівномірності регулювання. Вона практично становить 1-5 % від номінального тиску.

При відсутності споживання газу клапани регулятора й пілота герметично закриваються за рахунок підвищення кінцевого тиску газу на 10-20% від номінального.

4 БУДОВА ЗАПОБІЖНОГО ЗАПІРНОГО КЛАПАНА ТИПУ ПКН-50

Запобіжні запірні клапани (ЗЗК) призначені для автоматичного припинення подачі газу до споживачів у випадку підвищення або зниження його тиску в контрольованій точці ГРП понад задані межі.

Надмірне підвищення тиску газу після регулятора може привести до відриву полум'я в газових пальників котла.

Значне *зниження* тиску газу призводить до проскакування полум'я в пальники деяких конструкцій або загасання в них полум'я. Припинення горіння газу може призвести до утворення вибухонебезпечної газоповітряної суміші в топці й газоході котла. Тому незважаючи на те, що котли обладнуються автоматичним захистом, що припиняє подачу газу при надмірному підвищенні або зниженні тиску газу, а також при загасанні полум'я (факела), обов'язкове також установлення запобіжних запірних клапанів на ГРП.

Включити газ знову може лише обслуговуючий персонал вручну після попереднього усунення причини, що викликала спрацьовування ЗЗК.

Технічна характеристика ЗЗК типу ПКН-50:

- 1) максимальний тиск у корпусі – 6 кгс/см² (0,6 МПа);
- 2) діапазон настроювання зростання тиску: 0,01-0,06 кгс/см² (0,001-0,006 МПа);
- 3) діапазон настроювання при падінні тиску: 0,003-0,3 кгс/см² (0,0003-0,03 МПа).

Запобіжний запірний клапан установлюється на горизонтальній ділянці газопроводу ГРП по ходу газу до регулятора тиску РДУК 2 і приводиться в дію від імпульсу кінцевого тиску P_2 після регулятора, підведеного до мембранної камери ЗЗК по імпульсній трубці 22. У ГРП котельні встановлений ЗЗК низького тиску типу ПКН-50. Він складається з вентильного корпуса 25, у якому розташований тарілчастий клапан 23 з м'якою гумовою прокладкою, що через проміжний шток 26 з'єднаний важелем 29 з вантажем, що закриває клапан при спрацьовуванні ЗЗК. Тарілчастий клапан утримується у відкритому положенні гачком 28 анкерного важеля 27. На верхній частині корпуса клапана встановлений запобіжний пристрій. Він складається із чутливого елемента - мембрани 39, знизу на яку діє кінцевий тиск газу, який підводиться по імпульсній трубці 22, а зверху - зусилля пружин 34 й 37 через шток 36. Шток 38 через коромисло 32 і штифт 30 утримує ударник 31 у вертикальному піднятому стані.

Для вирівнювання тиску до й після запірного органу служить отвір 24 у плунжері 23. При підніманні плунжера за допомогою важеля 29 спочатку трохи піднімається шток 26 і відкриває отвір 24, а потім, якщо перепад тиску між порожнинами достатньо зменшився й зусилля обслуговуючої особи досить, піднімається плунжер 23. Коли клапан закривається, у першу чергу сідає на сідло плунжер 23, а потім закривається отвір 24, щільність запирання якого забезпечується вагою вантажу важеля 29.

Припинення подачі газу при спрацьовуванні 33К відбувається при посадці на сідло у вентиляльному корпусі 25 - плунжера (основного клапана) 23, що через проміжний шток 26 з'єднаний важелем з вантажем. Коли плунжер 23 і з'єднаний з його штоком важіль 29 піднятий, штифт важеля 29 зчеплений з гачком 26 анкерного важеля 27. Це утримує в піднятому стані важіль 29 з вантажем і плунжер 23. 33К відкритий і газ надходить на регулятор РДУК 2.

Розчіплювання цього з'єднання відбувається в результаті удару ударника 31 по анкерному важелі 27. Для того, щоб ударник 31 утримувався у вертикальному положенні, його штифт 30 зчеплений з виступом на кінці коромисла 32. Другий кінець коромисла 32 заходить у виріз штока 38, з'єднаного з мембраною 39 клапана.

На мембрану діють сили: знизу від тиску газу після РДУК 2, який подається по імпульсній трубці 22 у підмембранну порожнину. Зверху на неї через шток 38 діють зусилля пружин 34 й 37. При рівності цих сил мембрана знаходиться в спокої й ударник утримується у вертикальному положенні.

Зусилля пружини 34 можна змінити при настроюванні для спрацьовування при підвищенні тиску змінюючи її затягування обертанням регульовальної втулки 35.

Якщо під мембраною 39 тиск газу зростає більше заданого затягуванням пружини значення, то зусилля мембрани, що діє на шток 38 перевищить зусилля, створюване пружиною 34. Шток 38 разом з лівим кінцем коромисла 32 підніметься й штифт 30 ударника 31 вийде із зачеплення із правим кінцем коромисла 32. Падаючи, ударник 31 поверне анкерний важіль 27 і виведе із зачеплення важіль 29. Під дією ваги вантажу важеля 29, плунжера 23 й інших рухомих частин плунжер 23 перекриє прохід газу. Потім закривається отвір 24.

У торцеве заглиблення регульовального гвинта 33 опирається своїм вістрям шпилька 36, на різьбову частину якої накручена гайка, що служить опорою малої пружини 37. Ця пружина визначає настроювання ПЗК на спрацьовування при зменшенні тиску. Настроювання виконують обертанням шпильки 36, що переміщає гайку затягування пружини 37. При

зменшенні тиску газу під мембраною 39 нижче припустимого вона разом зі штоком 38 під дією малої пружини 37 опускається вниз і, відводячи правий кінець коромисла 32, звільняє ударник 31. Клапан закривається так само, як і при підвищенні тиску.

5 ГІДРАВЛІЧНИЙ ЗАПОБІЖНИК

Гідравлічний запобіжний (ГЗ) призначений для видалення в атмосферу невеликого надлишкового об'єму газу з газопроводу після регулятора РДУК2 з метою запобігання підвищенню тиску газу перед котлом вище припустимого значення. Своєчасне спрацювання ГЗ запобігає спрацюванню запобіжного запірної клапана ПКН при короткочасному підвищенні тиску газу після регулятора. Причинами такого підвищення можуть бути: різке зменшення споживання газу; різке збільшення вхідного тиску газу до регулятора РДУК 2; несправність регулятора РДУК2. ГЗ працює кілька секунд і за цей час повинно бути забезпечено скидання в атмосферу надлишків газу.

У ГРП котельні застосований гідравлічний запобіжний, що складається із циліндричного (у вигляді відрізка труби Ø159 мм) корпусу 43 і двох патрубків - вхідного 44 і вихідного 45. Нижня частина вхідного патрубка опущена в корпус ГЗ, щоб її обріз не доходив до дна на відстань 200 мм. Вихідний патрубок 45 з'єднаний зі скидним трубопроводом, через який у "свічку" виходить надлишковий газ при спрацюванні ГЗ. Рівень рідини в ГЗ визначає тиск спрацювання й контролюється по рівномірному склу. У зв'язку з тим, що шафові ГРП котельної лабораторії розташовані поза будинком, як запірні рідина застосоване трансформаторне мастило. При спрацюванні ГЗ газ барботує через мастило у верхню частину корпусу. При цьому основна частка стисненого газу витрачається на подолання замикаючого стовпа рідини, а 30-50% енергії - на подолання місцевого опору. Різниця тиску спрацювання визначається співвідношенням площ поперечного перерізу корпусу й вхідного патрубка.

6 СІТЧАСТИЙ ФІЛЬТР ФС-50

У шафовому ГРП котельні застосовують сітчастий литий фільтр типу ФС-50. У чавунному корпусі 40 розташована обойма, що складається із дрогового каркаса 41 і дрібнокоміркова сітки. Обойма притискається до виступів корпусу фланцем з укрупненою в нього заглушкою 42.

Газ із вхідного патрубка фільтра надходить усередину обойми, на сітці якої затримуються й частково зсипаються вниз тверді частки. Пройшовши через сітку, очищений газ потрапляє у вихідний патрубок фільтра і з нього направляється на ЗЗК. Для очищення фільтра при закритих запірних пристроях до й після нього викручують заглушку 42, з корпусу виймають обойму й сітку промивають. На корпусі фільтра є два штуцери для підключення до них дифманометра або установки двох манометрів для вимірів втрати тиску на фільтрі й контролі його забруднення. Максимально припустимий перепад у забрудненому фільтрі не повинен перевищувати 500 кгс/м² (5 кПа). У чистому стані цей перепад при розрахунковій витраті газу приймають не більше 200 - 250 кгс/м² (2...2,5кПа).

У фільтрі ФС-50 застосована сітка № 25: розмір комірки у світлі $d=0,12$ мм. Пропускна здатність сітчастого фільтра ФС-50 для газу із щільністю $\rho=0,73$ кг/м³ при перепаді тиску 200 кгс/м² залежить від величини вхідного тиску (таблиця 6.1).

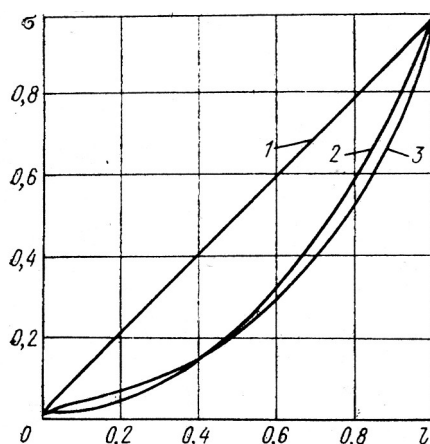
Таблиця 6.1

P_1 , кгс/см ²	0,5	1,0	2,0	3,0
V , м ³ /год	375	430	530	610

Втрати тиску у фільтрі по заданій витраті газу і його тиску на вході можна визначити за спеціальними номограмами [5, с. 203].

7 ВИБІР ПРОПУСКНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕГУЛЮВАЛЬНОГО ОРГАНУ

Пропускні характеристики регулювального органу можуть бути лінійними й рівнопроцентними (рисунок 7.1).

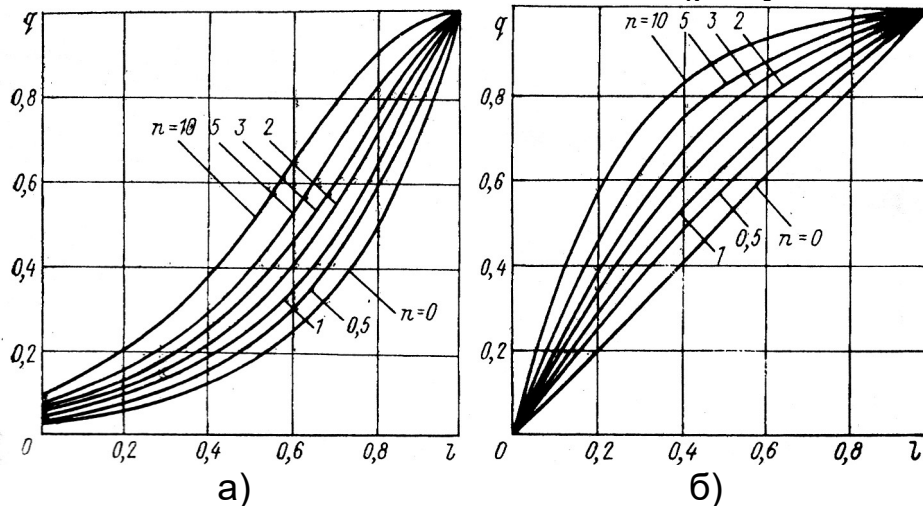


1 – лінійна; 2 – заслінкового органу з $\alpha=60^\circ$; 3 – рівнопроцентна

Рисунок 7.1 - Пропускні характеристики

Для вибору пропускної характеристики регулювального клапана стосовно до конкретного об'єкта необхідно знати його режим роботи (гідравлічний опір об'єкта – системи газопроводу після клапана, фактична зміна перепаду тиску ΔP на регулювальному органі) і вибрати для нього витратну характеристику. Під *витратною характеристикою* q розуміють залежність зміни відносної витрати V/V_{\max} через регулювальний орган від ступеня його відкриття l з урахуванням зазначеного вище впливу об'єкта. Якщо втрата тиску в трубопроводах об'єкта (за регулятором) $\Delta P_0 = 0$, то витратна й пропускна характеристики ідентичні. Зі збільшенням ΔP_0 витратна характеристика спочатку мало, а

потім усе більше відхиляється від пропускної характеристики при $n = \Delta D_0 / \Delta D_{D.I.}$. При n більше 5 лінійна пропускна характеристика усе більше набуває виду рівнопроцентної, але в дзеркальному відображенні щодо лінії $n=0$ (рисунок 7.2, а), а рівнопроцентна наближається до лінійної (рисунок 7.2, б).



а - з рівнопроцентною пропускною характеристикою;
 б - з лінійною пропускною характеристикою.

Рисунок 7.2 – Витратні характеристики регулювальних органів

При регулюванні в ГРП вихідного тиску рекомендується форма витратної характеристики, яка залежить від параметра, що викликає збурювання.

Якщо цим параметром є витрата газу на котел при більш-менш постійному тиску газу до регулятора P_1 , то витратна характеристика рекомендується лінійна.

Якщо параметром, що збурює, є перепад тиску на регулювальному органі (клапані), що спостерігається при значних коливаннях вхідного тиску, то кращою є рівнопроцентна витратна характеристика.

Якщо для даного об'єкта доцільна рівнопроцентна характеристика, то регулювальний орган (клапан) повинен мати також рівнопроцентну пропускну характеристику.

Якщо потрібна лінійна витратна характеристика, то при $n < 1,5$ [5, с. 28, с. 86] приймають регулювальний орган з лінійною пропускною характеристикою, при $n > 3$ - з рівнопроцентною.

При $1,5 < n < 3$ проводять додаткові розрахунки, однак для умов ГРП (ГРУ) звичайно рівнопроцентна пропускна характеристика краща, ніж лінійна.

Для ГРП (ГРУ) котлів типу Е1-9/Г з низьким тиском газу на пальники, коли мінімальний перепад тиску в регулювальному органі становить звичайно не менш $0,5 \div 1$ кгс/см², доцільно приймати регулювальний клапан з лінійною пропускною характеристикою (у цьому випадку $n < 1,5$).

У регуляторах прямої дії найчастіше застосовують односідельний регулювальний орган з тарілчастим плунжером, що має м'яке ущільнення затвора. Перевагою однотарілчастого плунжера є можливість досягнення герметичності затвора.

Максимальний доцільний підйом клапана визначається з рівняння

$$\frac{\pi d_c^2}{4} = \pi d_c^2 \cdot h_{\max}, \quad h_{\max} = \frac{d_c}{4}, \quad (7.1)$$

де d_c - діаметр сідла клапана;

h_{\max} - повний хід плунжера.

Таким чином, хід плоского тарілчастого плунжера на висоту більше $d_c/4$ не приведе до подальшого росту пропускної здатності клапана. Тому що переміщення тарілчастого плунжера не пропорційне зміні пропускної здатності регулювального органу. На початку ходу підвищення витрати газу значно більше, ніж наприкінці, коли тарілка клапана знаходиться від сідла на відстані, близькій до h_{\max} , і, отже, характеристика тарілчастого клапана реально далека від лінійної. Це може викликати перерегулювання – збільшення P_2 і роботи регулятора на малих навантаженнях.

8 ВИБІР РЕГУЛЯТОРА ПРОПУСКНОЇ ЗДАТНОСТІ

Згідно з ДБН В.2.5.-20-2001 – «Газопостачання» при виборі регулятора виходять із того, що для нормальної роботи в експлуатаційних умовах його розрахункова годинна максимальна пропускна здатність V_{\max} повинна становити не більше 80%, а розрахункова мінімальна пропускна здатність V_{\min} - не менш 10 % від дійсної пропускної здатності $V_{\dot{a}}$ при заданих вхідному D_1 й вихідному D_2 тиску, тобто

$$\frac{V_{\max}}{V_{\dot{a}}} \cdot 100 \leq 80; \quad \frac{V_{\min}}{V_{\dot{a}}} \cdot 100 > 10. \quad (8.1)$$

У лабораторії ГРП забезпечує роботу парового котла Е-1/9Г, для якого максимальне споживання газу 83 м³/год, мінімальне – 20 м³/год.

Для попереднього вибору регулятора використаємо дані [5, с. 106].

ПРИКЛАД

$V_{\max} = 83$ м³/год; $V_{\min} = 20$ м³/год; $\rho = 0,82$ кг/м³; $P_1 = 2,5$ кгс/см² (МПа), $P_2 = 0,0005$ кгс/см² (МПа).

Показник адиабати $k = 1,31$.

За таблицю [5, с. 108] приймаємо для перевірки регулятор РДУК2Н-50/35 (P_1 до 12 (1,2) кгс/см² (МПа), P_2 у межах 0,005...0,6кгс/см² (0,0005...0,06МПа).

Визначаємо дійсну витрату газу за формулою, м³/год,

$$V_{\dot{a}} = 2590 \cdot \hat{E}_{\alpha} \cdot \varphi \cdot P_1 \cdot \sqrt{\rho \cdot (273+t)}, \quad (8.2)$$

де $\hat{E}_\alpha = F \cdot \alpha$,

F - площа сідла клапана, см^2 ;

α - коефіцієнт витрати;

φ - коефіцієнт, що залежить від P_2/P і показника адіабати;

P_1 - тиск газу перед регулятором, $\text{кгс}/\text{см}^2$;

ρ - густина газу, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Для регулятора РДУК2Н-50/35 при діаметрі сідла клапана $d_c = 35$ мм розрахункова площа сідла $F = 8,5$ см^2 , коефіцієнт витрати $\alpha = 0,6$.

Тоді $\hat{E}_\alpha = 8,5 \cdot 0,6 = 5,1$.

При $\beta > \beta_{\hat{e}\delta} = 0,91 \cdot \left(\frac{2}{k+1}\right)^{\left(\frac{k}{k-1}\right)}$

(0,91 - поправка на урахування відхилення умов стендових випробувань від реальних)

$$\varphi = \sqrt{\frac{k}{k-1} \cdot \left[\left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\left(\frac{2}{k}\right)} - \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\left(\frac{k+1}{k}\right)} \right]}, \quad (8.3)$$

де $k = 1,29 \div 1,32$ – показник адіабати для природного газу. Приймаємо $k = 1,31$ з урахуванням поправки, тоді $\beta_{\hat{e}\delta} = 0,542$ і φ при $\beta > \beta_{\hat{e}\delta}$ дорівнює 0,475 [5, с. 99].

При умовах надходження газу на ШРП $D_1 = 2,5$ кгс/см².
Тоді дійсна витрата газу через клапан регулятора при $t = 0$ °С
складе, м³/год,

$$V_{\dot{a}} = 157 \cdot \hat{E}_{\alpha} \cdot \varphi \cdot P_1 / \sqrt{\rho} = 157 \cdot 5,1 \cdot 0,475 \cdot (2,5 + 1) / \sqrt{0,82}.$$

При $t_1 = 20$ °С погрішність дорівнює 3,5 %.
Перевіряємо вибір регулятора

$$\frac{V_{\max}}{V_{\dot{a}}} \cdot 100 = \frac{80}{1479} \cdot 100 = 5,4\%;$$

$$\frac{V_{\min}}{V_{\dot{a}}} \cdot 100 = \frac{20}{1479} \cdot 100 = 1,35\%.$$

Обраний регулятор має завищену пропускну здатність.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- 1 Герасименко И.Е. Справочник инженера по пуску, наладке и эксплуатации котельных установок. - К.: Техніка, 1986.-335 с.
- 2 Млодок Б.И. Устройство, монтаж и эксплуатация газорегуляторных пунктов. -. 2-е изд, перераб. и доп. - Л.: Недра, 1967. - 184 с.
- 3 Певзнер М.И., Эстеркин Р.И. Эксплуатация газового оборудования: Практические упражнения. - Л.: Недра, 1983. - 256 с.
- 4 Юренко В.В. Городское газовое хозяйство: Справ. пособие. - М.: Недра, 1991. - 207 с.
- 5 Шур И.А. Газорегуляторные пункты и установки. – Л.: Недра, 1985. - 288 с.
- 6 Эстеркин Р.И. Противоаварийные тренировки в производственно-отопительных котельных. – Л.: Энергоатомиздат, 1990.- 248 с.
- 7 ДНБ В.2.5 – 20-2001. Газоснабжение. - К.: Госстрой Украины, 2002. – 287 с.

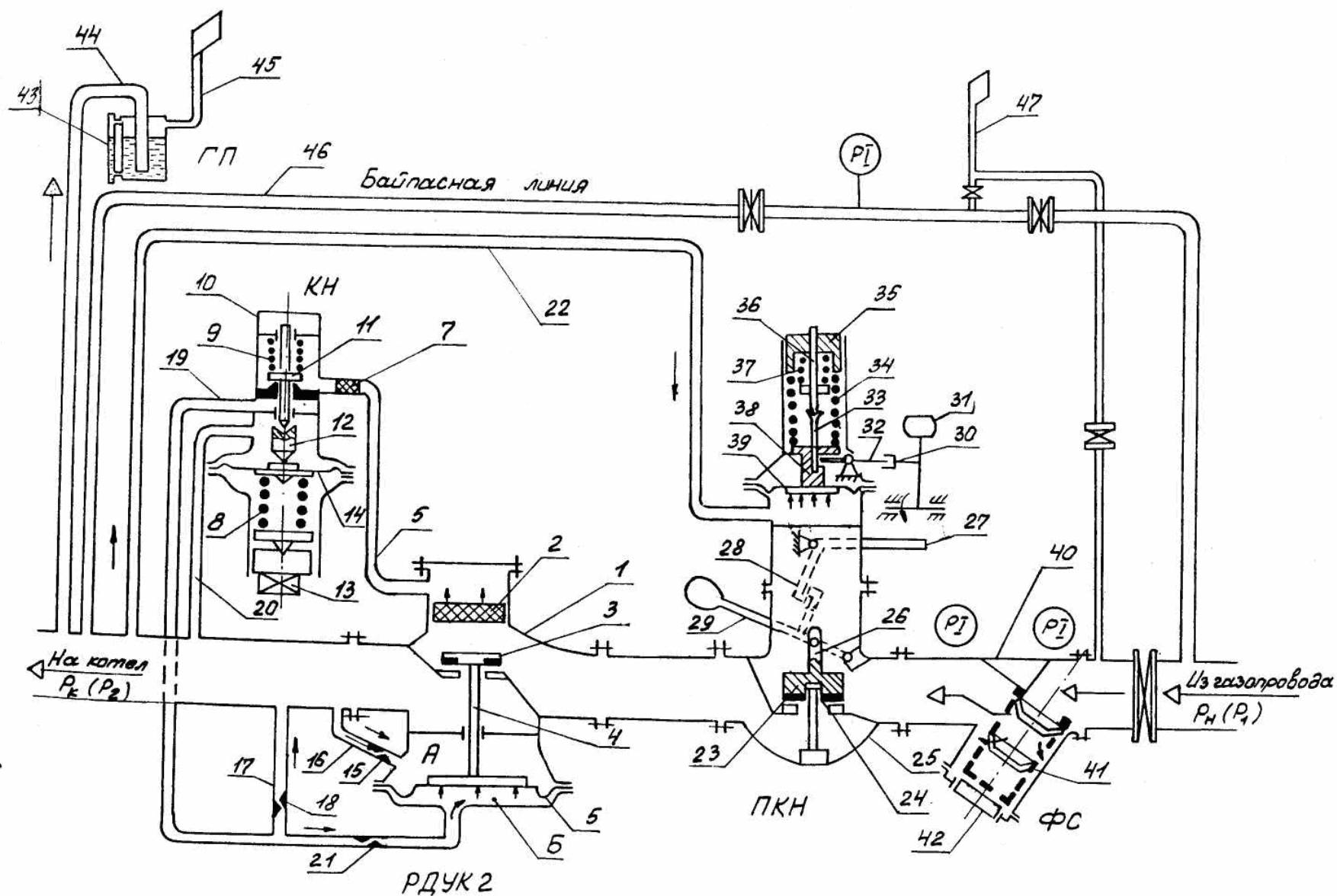


Рисунок 3.1 - Принципова схема регулятора типу РДУК2 з пілотом КН

