



УКРАЇНА
АСОЦІАЦІЯ
ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНИХ КОМПАНІЙ УКРАЇНИ
ПРИВАТНЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО
«ІНЖЕНЕРНИЙ ЦЕНТР
«УКРГАЗТЕХНІКА»



Технічний звіт

по пуско-налагоджувальних роботах
двох водогрійних котлів ВК-34 (КСВа-0,63), встановлених
у котельні Красноградського ПТМ по вул. Свято-Троїцькій, 16,
с. Наталине, Красноградського району Харківської області,
при роботі на природному газі

Технічний директор _____ С.О. Вальков

Харків
~ 2016 ~

У цьому технічному звіті наведені результати пуско-налагоджувальних робіт двох водогрійних котлів ВК-34 (КСВа-0,63), встановлених у котельні Красноградського ПТМ по вул. Свято-Троїцькій, 16, с. Наталине, Красноградського району Харківської області, при роботі на природному газі.

Викладені методика проведення робіт, розрахунку теплового балансу і теплотехнічних показників котла.

Дані рекомендації з безпечної та економічної роботи устаткування.

ЗМІСТ

<i>Зміст</i>	3
ВСТУП.....	4
1. СТИСЛА ХАРАКТЕРИСТИКА УСТАТКУВАННЯ	4
2. ПЕРЕВІРКА ЩІЛЬНОСТІ ТОПКИ, ГАЗОХОДІВ, ПОВІТРОПРОВОДІВ	6
3. РЕЖИМНО-НАЛАГОДЖУВАЛЬНІ ВИПРОБУВАННЯ	6
3.1. Визначення концентрації шкідливих речовин в димових газах.....	6
3.2. Визначення оптимального коефіцієнта надлишку повітря.....	7
3.3. Балансові випробування	7
3.4. Визначення втрат тепла і складання теплового балансу.....	8
4. РЕЗУЛЬТАТИ РОБОТИ	9
• Додаток 1. Результати випробувань котла ст. № 1	11
• Додаток 1. Результати випробувань котла ст. № 2	
• Додаток 3. Програма проведення налагоджувальних робіт	
• Додаток 4. Акти на виконанні роботи.....	

ВСТУП

У відповідності до **договору** № 68 від 31 серпня 2016 р., пуско-налагоджувальні роботи двох водогрійних котлів ВК-34 (КСВа-0,63), встановлених у котельні Красноградського ПТМ по вул. Свято-Троїцькій, 16, с. Наталине, Красноградського району Харківської області, при роботі на природному газі.

Метою проведених робіт було:

1. Введення в експлуатацію автоматики котельні
2. Визначення показників роботи встановленого устаткування і відповідності їх проектним даним.
3. Перевірка роботи котлів в експлуатаційних умовах для контролю основних параметрів і якості експлуатації.
4. Вибір оптимальних режимів роботи устаткування.
5. Визначення коефіцієнта корисної дії котлів.
6. Складання теплового балансу котлів і визначення питомих норм витрати палива.
7. Визначення концентрації шкідливих викидів в димових газах, що йдуть.
8. Розробка режимних карти роботи котлів.

Роботи виконувалися відповідно до програми налагоджувальних робіт, затвердженої Замовником. (див. додаток 2).

Право на виробництво робіт надане:

- **Статутом** АТ «ІЦ «УКРГАЗТЕХНІКА», ідентифікаційний код № 14073155.
- **Ліцензією** серії АЕ № 640016, видана Державною архітектурно-будівельною інспекцією України 28 квітня 2015 р.
- **Дозволом** № 394.15.63 від 25 червня 2015 г., виданого Територіальним управлінням Державного комітету України з промисловій безпеці, охороні праці і гірському нагляду по Харківській області.

1. СТИСЛА ХАРАКТЕРИСТИКА УСТАТКУВАННЯ

Котельня виробляє гарячу воду для потреб опалення житлового масиву.

У котельній встановлено: два водогрійних котла ВК-34.

Димові гази від кожного котла скидаються в індивідуальний металевий димар.

В якості палива застосовується природний газ. Газопостачання котельної здійснюється від магістрального газопроводу середнього тиску.

Облік витрати газу передбачений на ГРУ за допомогою вимірювального комплексу.

На газоході за котлом ст. № 2 встановлений теплутилізатор тепла димових газів.

Кожен котел обладнаний блоковим пальником з комплектом засобів автоматики безпеки і регулювання типу «БАРС-3В», який забезпечує:

- автоматичний пуск і зупинку пальника котла;
- аварійне автоматичне відключення подання газу на пальник котла, включення світлової і звукової сигналізації, з запам'ятовуванням причини аварійної зупинки при виході контрольованих параметрів за межі норми;
- аварійне автоматичне відключення подання газу на пальник котла при зникненні електроенергії;
- автоматичне плавне регулювання продуктивності котла (підтримка температури води, що задається експлуатаційним персоналом, за котлом).

Котельня обладнана регулятором температури прямої мережевої води в залежності від температури зовнішнього повітря.

Докотлова обробка води здійснюється за схемою натрій-катіонування.

Режим роботи котельні – за запитом споживача теплового навантаження.

Технічні характеристики устаткування, прийнятого до наладки, приведені в таблиці 1.

Таблиця 1. Технічні характеристики устаткування

Найменування устаткування	Технічні характеристики	Значення параметрів
Водогрійний котел	Тип	ВК-34 КСВа-0,63
	Теплопроизводительность	0,63 МВт (0,54 Гкал/ч)
	Розрахунковий тиск води	0,6 МПа(6 кгс/см ²)
	Максимальна температура води на виході з котла	115 °С
	Мінімальна температура води на вході в котел	60 °С
	Витрата газу	72 м ³ /год.
	Гідравлічний опір	0,03 МПа (0,3 кгс/см ²)
	Коефіцієнт надлишку повітря	1,1
	Температура газів, що йдуть	165 °С
	Коефіцієнт корисної дії	92,00 %
Теплоутилізатор	Площа поверхні нагріву	29 м ²
	Теплопродуктивність	40 кВт
	Розрахунковий підігрів води	10 °С
	Розрахункове охолодження димових газів	130 °С
Пальник блоковий	Тип	ГГБ-100
	Приєднувальний тиск газу	3,5 кПа (350 кг-с/м ²)
	Номинальний тиск газу	30 кПа (3000 кгс/м ²)
	Номинальна теплова потужність	1,0 МВт (0,86 Гкал/год)
	Витрата газу на номінальному навантаженні	104 м ³ /год.
	Коефіцієнт регулювання теплової потужності	6,3
	Коефіцієнт надлишку повітря на номінальному навантаженні	1,05

Під час проведення випробувань було виконано:

- введення в експлуатацію двох водогрійних котлів з комплектами засобів автоматичного управління;
- перевірка роботи водогрійного котла в експлуатаційних умовах;
- проведення режимної наладки пальника котла з метою вибору оптимального режиму роботи устаткування;
- проведення балансових випробувань котла і визначення техніко-економічних показників його роботи;
- введення в експлуатацію системи автоматичного регулювання температури прямої мережевої води в залежності від температури зовнішнього повітря.

Виміри при випробуваннях забезпечили можливість визначення наступних величин:

- максимальна теплопродуктивність котла;

- співвідношення тисків «газ-повітря», при якому забезпечується оптимальний коефіцієнт надлишку повітря;
- концентрації шкідливих речовин в димових газах;
- втрати тепла і коефіцієнт корисної дії котла;

2. ПЕРЕВІРКА ЩІЛЬНОСТІ ТОПКИ, ГАЗОХОДІВ, ПОВІТРОПРОВІДІВ

Метою перевірки газощільності було виявлення місць, через які може відбуватися вибивання продуктів згорання або підсос повітря. Перевірка газощільності робилася факелом, що горів. Місця нещільності ущільнювалися.

3. РЕЖИМНО-НАЛАГОДЖУВАЛЬНІ ВИПРОБУВАННЯ

До початку робіт було зроблено обстеження котельної і складена відомість дефектів і недоробок. Основні роботи були виконані після усунення усіх дефектів.

Під час проведення режимно-налагоджувальних випробувань було виконано:

- перевірка роботи котла в експлуатаційних умовах;
- проведення режимної наладки котла з метою вибору оптимальних режимів роботи;
- проведення балансових випробувань котла і визначення еколого-економічних показників його роботи;

Виміри при випробуваннях забезпечили можливість визначення наступних величин:

- максимальна і мінімальна продуктивності котла;
- співвідношення тисків газу і повітря перед пальником при якому забезпечується оптимальний коефіцієнт надлишку повітря;
- втрат тепла і к.к.д котла;
- концентрація шкідливих речовин в димових газах.

3.1. Визначення концентрації шкідливих речовин в димових газах

Масова концентрація шкідливих викидів, приведена до нормальних умов і $\alpha=1,0$, визначається за формулою:

$$C_{\alpha=1,0} = 446,4 \cdot M \cdot V \cdot h \quad \frac{\text{мг}}{\text{м}^3}, \text{ де:}$$

M – молярна маса газу, $M(\text{NO}_x) = 46$, $M(\text{CO}) = 28$;

V – об'ємна концентрація газів, %.

Секундний об'єм продуктів згорання за котлом визначається за формулою:

$$V_{\Gamma} = \frac{B_{\Gamma} [V_{\Gamma}^0 + (\alpha_{\text{д.г.}} - 1)V_{\Pi}^0]}{3600} \cdot \frac{273 + t_{\Pi}}{273} \quad \frac{\text{м}^3}{\text{с}}, \text{ де:}$$

V_{Γ}^0 – теоретичний об'єм продуктів горіння при згоранні 1 м³ газу при $\alpha=1,0$, для природного газу $V_{\Gamma}^0=10,98 \text{ м}^3/\text{м}^3$;

V_{Π}^0 – теоретична кількість повітря, необхідна для згорання 1м³ газу при $\alpha=1,0$, для природного газу $V_{\Pi}^0=9,74 \text{ м}^3/\text{м}^3$.

Питомий викид шкідливих речовин на 1 Гкал виробленого тепла :

$$e = \frac{C_{\alpha=1,0}}{\eta_{\text{бр}}}$$

Секундний викид шкідливих речовин визначається за формулою:

$$M = \frac{6 \cdot Q_k}{3600} \text{ г/сек, де:}$$

Q_k – теплопродуктивність котла, Гкал/год.

3.2. Визначення оптимального коефіцієнта надлишку повітря

Оптимальний надлишок повітря в топці при номінальній продуктивності котла складає: $\alpha_T = 1,1$.

На інших (знижених) навантаженнях коефіцієнт надлишку повітря трохи зростає.

3.3. Балансові випробування

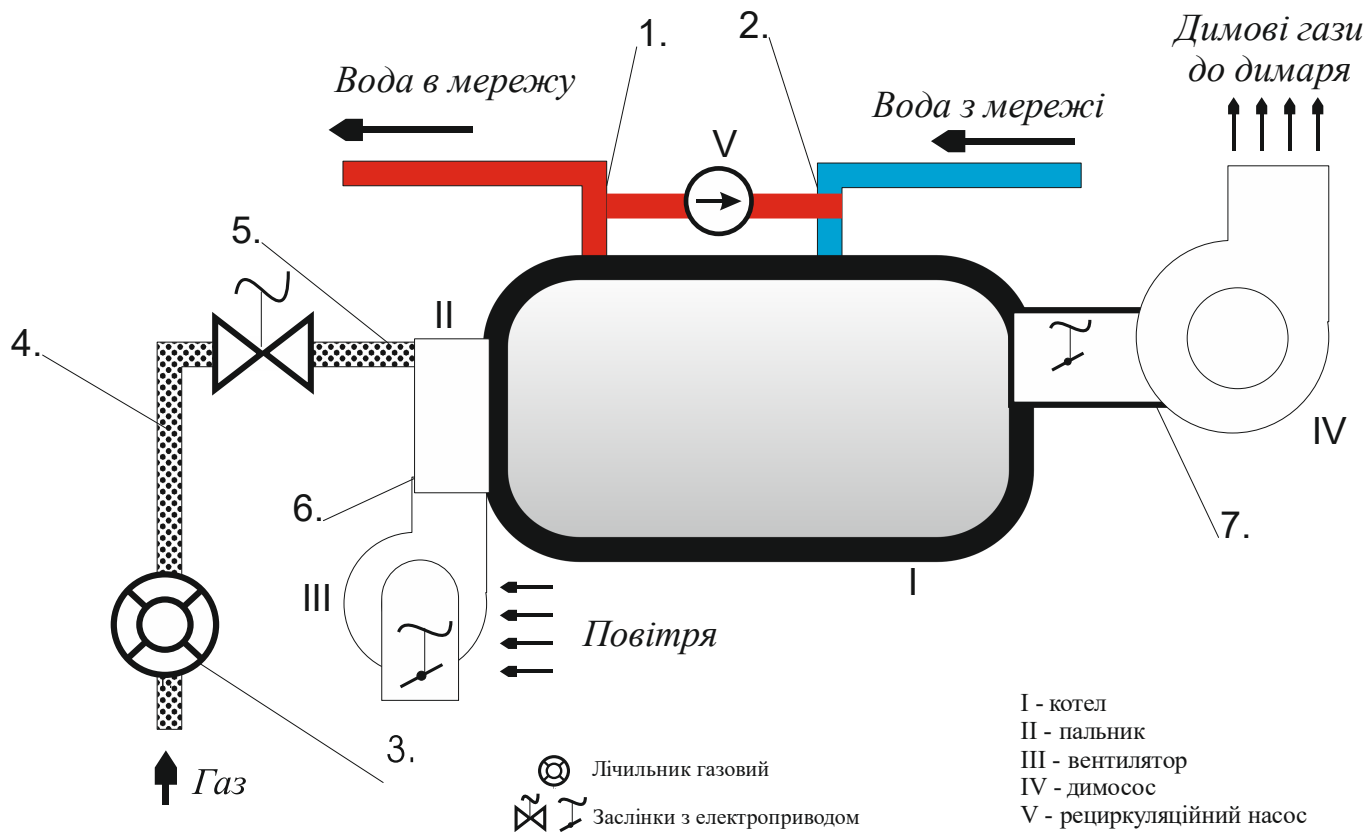
Випробування виконані за третьою категорією складності. Частота записів показань приладів (тиску газу перед пальником, розрідження по газовому тракту, складу і температури димових газів, температури та тиску мережевої води) складала 15 хв.

Тривалість переходу від одного режиму до іншого встановлювалася експериментально, при цьому початок нового режиму характеризувався стабілізацією температури димових газів,

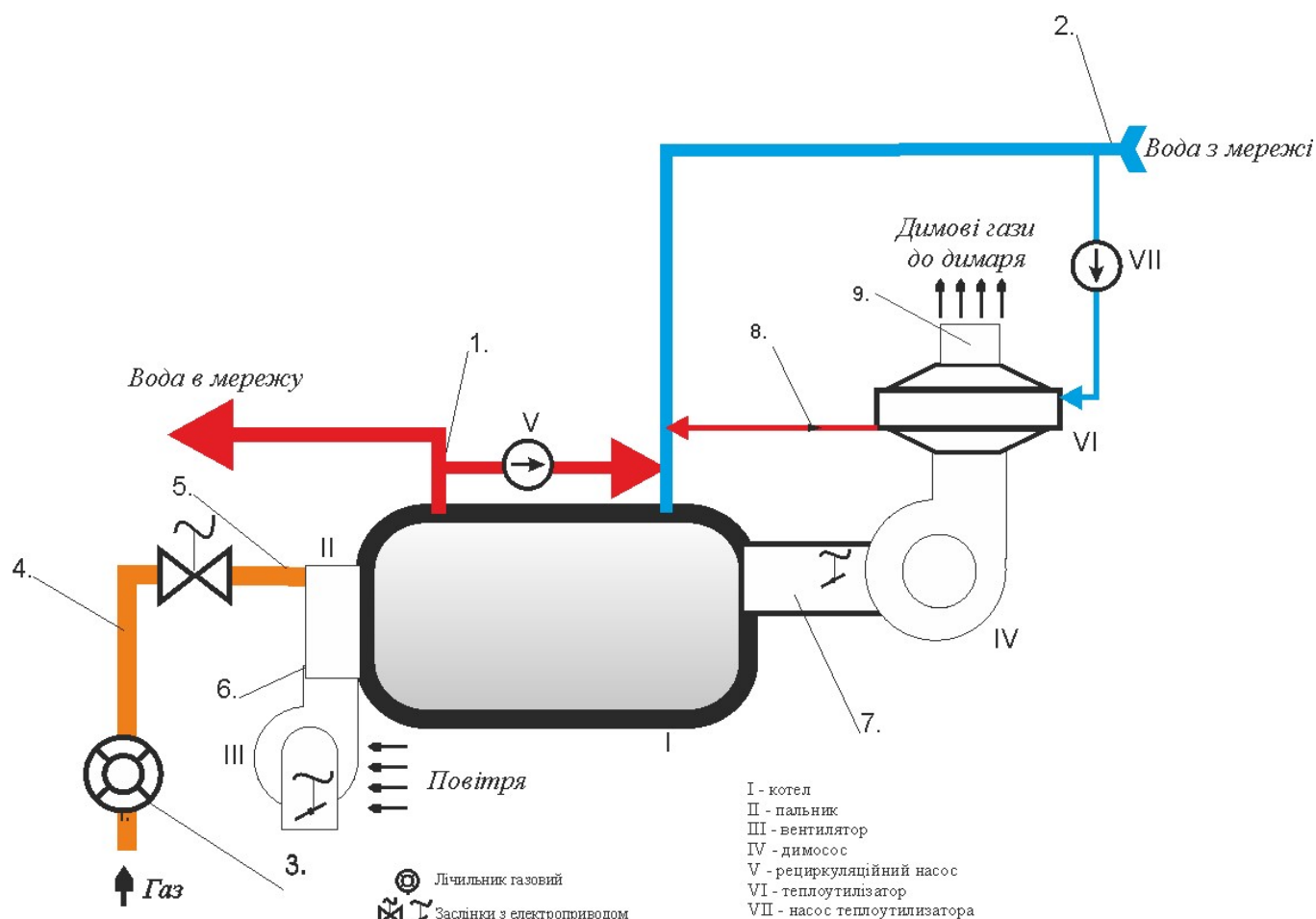
Тривалість дослідів при режимі, що встановився, складала $1,5 \pm 2$ год. Проміжок часу між двома навантаженнями складав не менше однієї години і характеризувався стабілізацією температури димових газів.

Випробування проведені на чотирьох навантаженнях. На кожному навантаженні виконано по два досліді (основний і контрольний) при підбраному співвідношенні тиску газу і повітря.

Схема вимірів при випробуваннях котла № 1 (без теплоутилізатора) наведена на мал. 1, перелік вимірів при випробуваннях котла приведена в таблиці 2. Схема вимірів при випробуваннях котла ст. № 2 (з теплоутилізатором) приведений на мал. 2, перелік вимірів при випробуваннях котла приведена в таблиці 3.



Мал. 1. Схема вимірів при випробуваннях котла без теплоутилізатора



Мал. 2. Схема вимірів при випробуваннях котла з теплоутилізатором

3.4. Визначення втрат тепла і складання теплового балансу

1. Тепловий баланс котла визначається за формулою:

$$q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 = 100 \%, \text{ де:}$$

- q_1 – корисно використовуване тепло (ККД);
- q_2 – втрати тепла з газами, що йдуть;
- q_3 – втрати від хімічної неповноти згорання палива;
- q_4 – втрати від механічної неповноти згорання палива;
- q_5 – втрати тепла в довкілля.

При роботі на газоподібному паливі втрати від механічної неповноти згорання відсутні, тобто $q_4=0$. Втрати тепла в довкілля не залежать від виду спалюваного палива і з достатньою точністю можуть бути визначені по продуктивності установки. Підраховуючи q_5 , і за даними аналізу продуктів горіння визначаючи q_2 , можна скласти тепловий баланс котла і встановити його ККД. Втрати тепла за спрощеною методикою теплотехнічних розрахунків проф. М. Б. Равіча визначалися в наступній послідовності:

2. Визначаються втрати тепла з димовими газами:

$$q_2 = \frac{t_{д.г} - l \cdot t_{п}}{t_{\max}} [C' + (h - 1) \cdot k \cdot B] \cdot 100 \%, \quad \text{де:}$$

h – поправочний коефіцієнт, що показує збільшення об'єму сухих продуктів горіння внаслідок вмісту в них надмірного повітря по відношенню до об'єму сухих продуктів горіння в теоретичних умовах, тобто:

$t_{д.г.}$ – температура димових газів, заміряна при випробуванні установки;

$t_{\max}$ – жаропродуктивність палива, для природного газу $t_{\max}=2010^{\circ}\text{C}$;

$t_{п}$ – температура повітря, що поступає на пальник;

l, C, B, K – поправочні коефіцієнти на температури повітря і димових газів.

3. Визначаються втрати тепла від хімічної неповноти згорання:

$$q_3 = 3 \cdot \text{CO} \cdot h \cdot 100 \%$$

4. Втрати тепла в довкілля на номінальному навантаженні $Q_{\text{ном}} = 0,5 \%$

5. Втрати тепла в довкілля на інших навантаженнях: $Q_{\text{факт}}$ визначаються за формулою:

$$q_5^{\text{факт}} = q_5^{\text{ном}} \cdot \frac{Q_{\text{ном}}}{Q_{\text{факт}}}$$

6. Коефіцієнт корисної дії котла визначається по формулі:

$$\eta_{\text{бр.}} = q_1 = 100 - (q_2 + q_3 + q_5) \%$$

7. Розрахунок теплопроизводительности котла визначається за формулою.

$$Q = V_{\text{г}} \cdot Q_{\text{н}}^{\text{р}} \cdot \eta_{\text{бр}} \text{ ккал/год, де:}$$

$V_{\text{г}}$ – витрата газу, $\text{м}^3/\text{год.}$;

$Q_{\text{нр}}$ – нижча теплота згорання газу, ккал/м^3

8. Витрата умовного палива на одиницю виробленої теплоти визначається вираженням:

4. РЕЗУЛЬТАТИ РОБОТИ

Підбір співвідношення тисків газу і повітря здійснювався так, щоб значення змісту CO_2 в димових газах за котлом було максимально наближене до розрахункового, за відсутності продуктів хімічного недопалення. Концентрації шкідливих викидів при цьому не перевищували значень встановлених для цього типу котлів.

На підставі цих випробувань складені режимні карти роботи котлів.

Результати випробувань котлів представлені в додатках 1, 2.

В результаті проведених робіт встановлено:

- ▣ котли працюють стійко у випробуваному діапазоні робочого регулювання пальників ($26 \div 93 \%$ від номінального);
- ▣ коефіцієнт корисної дії котла № 1 складає: $90,24 \div 90,58\%$;
- ▣ коефіцієнт корисної дії котла № 2 складає: $95,89 \div 97,35\%$ - за нижчою теплотою згорання палива та $99,11 \div 99,55 \%$ з урахуванням прихованої теплоти конденсації водяних парів, що відбувається в теплоутилізаторі.
- ▣ витрата умовного палива складає $152,4 \div 156,2$ кг ум. пал./Гкал для котла № 1 і $143,7,2 \div 144,2$ кг ум. пал./Гкал для котла № 2.
- ▣ коефіцієнт надлишку повітря за кожним котлом знаходиться в розрахункових межах; вміст шкідливих викидів в газах, що йдуть, не перевищує нормованих гранично допустимих значень;

Для надійної і безпечної експлуатації котлів рекомендується:

-  експлуатацію котла здійснювати відповідно до виданої режимної карти;
-  регулярно виявляти і своєчасно усувати нещільність в обшивці котла і газоходах;
-  своєчасно проводити обслуговування засобів автоматики безпеки і регулювання;
-  придбати газоаналізатор, регулярно контролювати якість спалювання газу, за необхідності контролювати параметри співвідношення «газ-повітря».
-  Встановити теплоутилізатор за котлом ст.. № 1.
-  Провести повторні режимно-налагоджувальні випробування котла в наступних випадках:
 -  після капітального ремонту котла;
 -  при систематичних відхиленнях параметрів роботи котла від режимної карти;
 -  при зміні виду і характеристик палива;
 -  після закінчення 3-х років з дня розробки останньої режимної карти.