

**МЕХАНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра теплотехніки та теплових двигунів**

**ВИВЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ, РОБОТИ І  
ЕКСПЛУАТАЦІЇ УНІФІКОВАНОЇ СИСТЕМИ  
АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ, УПРАВЛІННЯ  
ТА ЗАХИСТУ МІКРОКОТЛА ТИПУ АМК-V-I-Г**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**до лабораторної роботи  
з дисципліни**

***«АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНИХ  
УСТАНОВОК»***

**Харків - 2014**

Методичні вказівки розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри теплотехніки і теплових двигунів 25 лютого 2013 року, протокол № 3.

У методичних вказівках наведено структурну та функціональну схеми теплового контролю й автоматизації котла Е-І/9-Г, розглянуто окремі елементи засобів його автоматизації та їх робота в уніфікованій системі типу АМК-V-I-Г. Призначено для виконання лабораторної роботи з дисципліни «Автоматизація теплоенергетичних установок» студентами спеціальності “Теплоенергетика” денної і заочної форм навчання.

Укладачі:

проф. С.А. Єрощенко,  
доц. Н.А. Шаройко,  
асист. А.В. Онищенко,  
доц. Ю.А. Бабіченко

Рецензент

доц. С.В. Комар

ВИВЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ, РОБОТИ І  
ЕКСПЛУАТАЦІЇ УНІФІКОВАНОЇ СИСТЕМИ  
АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ,  
УПРАВЛІННЯ ТА ЗАХИСТУ МІКРОКОТЛА  
ТИПУ АМК-V-I-Г

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторної роботи  
з дисципліни

*«АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНИХ  
УСТАНОВОК»*

Відповідальний за випуск Шаройко Н.А.

Редактор Еткало О.О.

---

Підписано до друку 14.05.14 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 1,25. Тираж 25. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Українська державна академія залізничного транспорту,  
61050, Харків-50, майдан Фейербаха, 7.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2874 від 12.06.2007 р.

## ЗМІСТ

Мета роботи.....	4
.....	
1 Функціональна схема теплового контролю, регулювання і захисту парового котла Е-І/9-Г. ....	4
2 Основні елементи системи АМК-V-I-Г.....	8
.....	
3 Напівавтоматичний пуск котла.....	13
.....	
4 Робота системи АМК-V-I-Г.....	17
.....	
5 Рекомендації з експлуатації АМК-V-I-Г.....	21
Контрольні питання.....	22
.....	
Список літератури.....	23
.....	
Додаток А. Уніфікована система автоматичного регулювання, управління та захисту мікрокотла типу АМК-І/9 Г.....	24
Додаток Б. Схема електрична автоматизації котла.....	25

## **МЕТА РОБОТИ**

1 Вивчити функціональну схему теплового контролю, регулювання і захисту парового котла Е-І/9-Г.

2 Вивчити роботу основних елементів уніфікованої системи автоматичного регулювання, управління і захисту мікрокотлів типу АМК-V-І-Г.

3 Ознайомитися з установкою АМК-V-І-Г на котлі Е-І/9-Г та її експлуатацією при роботі котла.

## **1 ФУНКЦІОНАЛЬНА СХЕМА ТЕПЛООВОГО КОНТРОЛЮ, РЕГУЛЮВАННЯ І ЗАХИСТУ ПАРОВОГО КОТЛА Е-І/9-Г**

### **1.1 Технічна характеристика котла**

У лабораторії встановлено вертикально-водотрубний двобарабанний котел з природною циркуляцією типу Е-І/9-Г Таганрозького котельного заводу «Красный котельщик»:

- продуктивність котла – 1 т/год;
- тиск пари в барабані котла (надлишковий) – 9 кгс/см<sup>2</sup>;
- ступінь сухості пари – 0,97;
- діаметр верхнього барабана котла – 1000 мм;
- припустиме відхилення рівня води в барабані – ± 40 мм;
- паливник газовий короткофакельний

- змішувальний типу Г-І.ОК;
- тиск газу перед пальником – 150–250 мм вод. ст.;
  - об’ємна витрата газу на номінальному режимі роботи котла (за нормальних фізичних умов) – 85 м<sup>3</sup>/год;
  - вентилятор типу ВД-2,7 продуктивністю 1100 м<sup>3</sup>/год при напорі 150 мм вод. ст.;
  - димосос типу Д-3,5;
  - живильний насос дозаторний поршневий типу ПН-1,6/16Б продуктивністю 1,6 м<sup>3</sup>/год з електроприводом потужністю 1,5 кВт.

## 1.2 Структурна і функціональна схеми

Вирішення завдань контролю й автоматизації парового котла Е-І/9-Г здійснюється за допомогою уніфікованої системи АМК VI-Г, яка виконує такі функції:

- 1) підтримка в заданих межах тиску пари і рівня води в котлі;
- 2) пропорційна подача повітря і забезпечення тяги у відповідності до подачі палива (газу);
- 3) захист котла при:
  - втраті води в барабані котла нижче аварійного рівня;
  - перевищенні припустимого значення тиску пари в барабані котла;
  - зниженні тиску повітря і зменшенні розрідження;
  - аварійній зміні тиску газу;
  - згасанні полум’я;
  - припиненні подачі електроенергії;
- 4) напівавтоматичний пуск і зупинення котла;
- 5) світлова сигналізація про нормальну роботу котла; звукова і світлова сигналізація про втрату води; звукова сигналізація при перевищенні рівня води.

Принципова структурна схема теплового контролю, регулювання і захисту котла наведена на рисунку 1.

Газ від газорегуляторного пункту (ГРП) котельної надходить до котла після лічильника РГ-100 через газові клапани «великого» і «малого» горіння (К-70 і К-40), які управляються

блоком соленоїдних клапанів БС-М. Цей же блок управляє подачею запалювального газу ЗП.

Зміну подачі газу блок соленоїдних клапанів БС-М здійснює підтримкою постійного тиску пари в барабані котла. З цією ж метою встановлено двопозиційний регулятор тиску пари РДП, як виконавчі пристрої якого використовуються соленоїди блока БС-М.

Пропорційність між подачею палива і повітря реалізується відповідним відкриванням повітряної заслінки ВЗ перед дуттєвим вентилятором на максимальну («велике» горіння) і часткову («мале» горіння) подачу повітря. Ступінь відкривання заслінки регулюється при налаштуванні котла. Привід її дистанційний автоматичний – електромагнітним виконавчим механізмом (ЕВМ) за тиском перед пальником від сигналізатора падіння тиску повітря (СПТП).

Відповідно до навантаження змінюється і тяга. Привод заслінки ГЗ димососа ДТ також регулюється від свого ЕВМ за сигналом розрідження в топці, який надходить від сигналізатора падіння тиску газів у топці СПТП. При нормальній природній тязі привод заслінки не встановлюють.

Рівень води в барабані котла підтримується позиційним регулятором РУ. Чутливим елементом є електроди, встановлені в ревномірній колонці УК-І для контролю верхнього (ВР), нижнього (НР) і аварійного (АР) рівнів.

При досягненні верхнього рівня ВР замикається ланцюг управління, магнітним пускачем МП вимикається поршневий живильний насос ЖН.

При падінні рівня води до нижнього значення живильний насос вмикається і працює до того моменту, поки рівень води не досягне верхнього значення.

Дистанційний напівавтоматичний пуск котла здійснюється за допомогою електроіскрового запального пристрою ЗП, що живиться від трансформатора запалювання ТРЗ або іншого спеціального пристрою.

При роботі котла здійснюється контроль:

- кількості використаного газу газовим лічильником РГ-100;
- тиску газу перед пальником U-подібним манометром;

– тиску пари в барабані парового котла пружинним манометром;

– продуктивності котла за перепадом тиску на камерній діафрагмі ДК-50 (датчик – ДМІ-ПІ-ВІУ5, вторинний прилад ВФС);

– розрідження в топці мікроманометром;

– температури спрацьованих газів термометром розширення;

– рівня води в барабані за водомірною колонкою ВК.

Аналіз вихідних газів здійснюється переносними приладами при налаштуванні або теплобалансових випробуваннях котла.

## **2 ОСНОВНІ ЕЛЕМЕНТИ СИСТЕМИ АМК-V-I-Г**

Система АМК є комплексом приладів і пристроїв, різне сполучення яких дає змогу створювати схеми, які можуть вирішувати завдання автоматизації (парових і водогрійних) мікрокотлів незалежно від їх теплової схеми і виду палива продуктивністю від 0,2 до 1,6 т/год. АМК-У розроблена Московським заводом теплової автоматики (МЗТА).

АМК-V-I-Г, наведена в додатку, застосовується в схемах комплексної автоматизації парових мікрокотлів з природною циркуляцією продуктивністю 1 т/год, які працюють на газі низького тиску.

Живиться система АМК від мережі змінного струму напругою 220 В. Опис основних елементів системи АМК-V-I-Г наведено нижче.

### **2.1 Блок управління модернізований типу БУ-М**

Блок складається з металевого корпусу з кришкою і каркаса, розташованого всередині корпусу. У нижній частині корпусу розташований сальниковий отвір для підведення проводів до клемників блока управління.

На передній стороні каркаса розміщено 10 реле типу МКУ-48, трансформатор ТР-I, магнітний пускач ПМИ-I-220, теплове реле типу РТ з нагрівачем, тумблер перемикання напруги типу ДПК-2 з плавкими запобіжниками ПК-45-5, приймальна підсилювальна лампа БН6П.



На тильній стороні каркаса закріплено конденсатор  $C_3$ , а також здійснюється розпайка джгута між елементами системи.

На лівому боці каркаса розміщено три сигнальні лампи (біла – «напруга»; зелена – «норм. робота»; червона – «води нема») і кнопкова станція («пуск» і «стоп»).

На правому боці розташовано три клемники, за допомогою яких здійснюється живлення й електричний зв'язок блока управління з датчиками і виконавчими механізмами.

## 2.2 Датчик тиску контактний соленоїдний типу ДДК-II

Датчик тиску призначений для розмикання електричних контактів ланцюгів автоматики при підвищенні тиску пари до верхньої межі (контакти  $РД_H$ ) і ланцюгів захисту при досягненні тиску пари аварійного значення (контакти  $РД_B$ ).

Чутливим елементом датчика тиску є два сильфони, які розміщені в камерах. Камери оснащено вивідними штуцерами для підключення до парового простору котла. Кожний сильфон за допомогою штока зв'язаний із системою важелів.

Переміщення штока під дією пари в камері сильфона через систему важелів передається кнопці мікровимикача, який розташований на стояці.

За допомогою регулювальних гвинтів, змінюючи натяг пружини, датчик тиску налаштовується таким чином, щоб спрацьовування мікровимикачів відбувалося в першій камері – при верхній межі тиску (розрив контактів  $РК_H$ ), а в другій камері – при аварійному тиску (розрив контактів  $РК_B$ ).

Зона повернення встановлюється переміщенням мікровимикача і спрямовуючих пазах стояка.

Діапазон налаштувань спрацьовування датчика тиску пари  $\Delta P_H = 3 \dots 10 \text{ кгс/см}^2$ .

Точність підтримки тиску пари  $\Delta P_H = + 0,2 \dots - 0,4 \text{ кгс/см}^2$ . Запобіжний клапан котла налаштовується на  $0,2 \dots 0,3 \text{ кгс/см}^2$  більше значення тиску спрацьовування датчика.

## 2.3 Клапани газові К-70 і К-40

Клапани газові здійснюють подачу газу в котел у режимах «великого» (К-70) і «малого» (К-40) горіння та його відсікання. За принципом дії і конструктивним виконанням газові клапани ідентичні.

Газовий клапан складається з корпусу, мембрани з жорстким центром, кришки, пружини з регулювальним гвинтом і штуцера для підведення газу, який управляє положенням мембрани.

Якщо тиск у верхній камері клапана і під мембраною однаковий, то клапан закритий і газ не надходить до пальника. Пружина створює додаткове притискання мембрани до сідла клапана.

Якщо тиск газу з верхньої камери клапана через блок соленоїдів БС-М скидається до пальника, то під тиском газу клапан відкривається і газ надходить до пальника.

Величина відкриття клапанів, а отже, і його пропускна здатність може змінюватись на непрацюючому котлі за допомогою регулювального гвинта, розташованого в кришці і закритого зверху ковпачком для затримання газу, що надходить по нарізці гвинта.

Газові клапани К-70 і К-40 встановлюються безпосередньо на трубопроводах подачі газу до пальника на відстані не більше  $l \pm 0,5$  м від стінки котла.

## **2.4 Блок соленоїдний модернізований типу БС-М**

Блок соленоїдів призначений для подачі газу до запальника й управління газовими клапанами К-70 і К-40. Він складається з корпусу і трьох електромагнітних систем.

Принцип дії блока соленоїдів оснований на електромагнітному управлінні розподільними золотниками, за допомогою яких верхні порожнини газових клапанів К-70 і К-40 з'єднуються з підведенням газу (закриття клапанів) або зі скиданням його до пальника (при відкритті газових клапанів). Для цієї мети відповідно передбачені соленоїд «великого» горіння СВГ (управляє клапаном К-70) і соленоїд «малого» горіння СМГ (управляє клапаном К-40). Розподільний золотник соленоїда запальника СЗ здійснює подачу газу до запальника пальника. Тягове зусилля блока соленоїдів залежить від зазора в

магнітній системі між якорем і сердечником, який встановлюється при налаштуванні.

У верхній частині блока соленоїдів розташована клемна панель з кришкою для підключення ланцюгів від блока управління БУ-М.

## **2.5 Трансформатор запалювання типу ТЗ-2**

Трансформатор запалювання здійснює за допомогою іскри запалення палива запальника. Він містить: вузол живлення, вузол двотактного автогенератора прямокутних імпульсів, вузол підсилювача напруги.

Споживана потужність  $P_{\text{ТР}} \leq 100 \text{ ВА}$ .

Максимально допустимий зазор між електродом запалювання і корпусом пальника, при якому створюється стійка іскра при вмиканні трансформатора запалювання, складає  $l = 6 \dots 10 \text{ мм}$ .

## **2.6 Електромагнітний виконавчий механізм типу ЕВМ**

Електромагнітний виконавчий механізм призначений для впливу на заслінки вентилятора і димососа. Він складається з електромагніта типу МИС-3100, штока, корпусу та двох кришок. Шток прикріплений до якоря електромагніта за допомогою пальця (тягове зусилля 3 кг). Максимальний хід сердечника електромагнітного виконавчого механізму  $h = 20 \text{ мм}$ .

Положення максимального і мінімального відкриття повітряної заслінки встановлюють регулювальними гвинтами, розташованими на повітропроводі, при налаштуванні котла з умови оптимального спалювання газу.

Положення максимального і мінімального відкриття заслінки димососа встановлюють регулювальними гвинтами, розташованими на газоході таким чином, щоб розрідження в топці дорівнювало заданому значенню.

## 2.7 Колонка рівнемірна типу УК-І

Колонка рівнемірна застосовується в схемі регулювання рівня і захисту котла при втраті води. Колонка складається з циліндричного корпусу, трьох вставок з електродами і ковпачками. У корпусі є два штуцери для під'єднання колонки до парового і водяного об'ємів котла.

Чутливими елементами колонки є три електроди, які запресовані у фторпластові вставки. На електроди накручуються стрижні різної довжини у відповідності до аварійного рівня АУ (27 мм), нижнього рівня, що регулюється, НРУ (57 мм) і верхнього рівня, що регулюється, ВРУ (87 мм). Вивідні кінці електродів мають маркіровку: АУ, НРУ, ВРУ.

На дні корпусу є штуцер для періодичної продувки котла.

Точність підтримки рівня  $\pm 15 / \pm 90$  мм.

## 2.8 Сигналізатор падіння тиску типу СПД-І

Сигналізатор падіння тиску призначений для фіксації падіння тиску повітря перед пальником і розрідження в топці котла й застосовується для захисту котла при припиненні подачі повітря і падінні розрідження в топці.

Чутливим елементом сигналізатора є мембрана з жорстким центром, яка розділяє сигналізатор на дві порожнини. До верхньої порожнини подається тиск або розрідження, падіння яких необхідно фіксувати, нижня порожнина з'єднується з атмосферою.

При падінні тиску або розрідження нижче припустимих значень жорсткий центр мембрани зміщується від початкового положення й електрозолотником розмикає контакти Т<sub>Р</sub> і Т<sub>Г</sub>, які при нормальній роботі котла були замкнуті. Налаштування здійснюється регулювальним гвинтом, розташованим зверху сигналізатора. Діапазон налаштувань спрацьовування датчика тиску повітря  $\Delta P_B = 0 \dots 100$  мм вод. ст., датчика розрідження в топці  $\Delta P_P = 0 \dots 10$  мм вод. ст.

Величина налаштування СПД-І за тиском повітря повинна бути на 30...50 мм вод. ст. менше за існуючий напір вентилятора, за тягою – дещо більше за величину розрідження в топці.

## 2.9 Сигналізатор тиску газу перед котлом

Захист котла при аварійному підвищенні тиску газу перед котлом здійснюється від датчика-реле напору типу ДН-250-ІОК з межами налаштування від 180 до 220 кгс/см<sup>2</sup> (нормально відкритий контакт датчика).

При аварійному підвищенні тиску газу вище налаштування датчика розривається контакт В ІІ. При цьому спрацьовує схема захисту, знеструмлюються реле Р9 і Р14.

Датчиком захисту котла при аварійному зниженні тиску газу є той самий датчик-реле напору, налаштований на тиск від 80 до 120 кгс/см<sup>2</sup> (нормально закритий контакт датчика).

При аварійному зниженні тиску газу датчик спрацьовує, розривається контакт датчика В ІІ, спрацьовує схема захисту, знеструмлюються реле Р9 і Р14.

## 2.10 Основні елементи електросхеми

Призначення електромагнітних реле типу МКУ-48, використаних у схемі:

- 1Р – реле контролю полум'я в топці;
- 2Р – реле в ланцюзі датчиків;
- 3Р – реле в ланцюзі датчиків;
- РО – реле зупинки котла;
- РБ – реле блокування;
- РЗ – реле захисту;
- РТ – реле температури рідкого палива (при спалюванні мазуту);
- РДП – реле тиску пари в барабані котла;
- 1РУП – проміжне реле рівня води в барабані котла;
- 2РУП – реле аварійного рівня води в барабані.

## 3 НАПІВАВТОМАТИЧНИЙ ПУСК КОТЛА

Котел вводиться в роботу натисненням кнопки «пуск». При цьому вмикається магнітний пускач (додаток Б), подається напруга на ланцюги автоматики, вмикається блокувальне реле РБ, вмикаються електродвигуни вентилятора, димососа, живильного насоса і на блоці управління загоряється біла сигнальна лампа 1ЛІ «напруга». Відбувається вентиляція топки й підготовка схеми до подачі палива (газу) і його запалювання: повинні замкнутися контакти ТВ – датчика тиску повітря СПДВ, ТГ – датчика розрідження в топці СПДР і 2РУП – реле аварійного рівня (рисунки 2, 3).

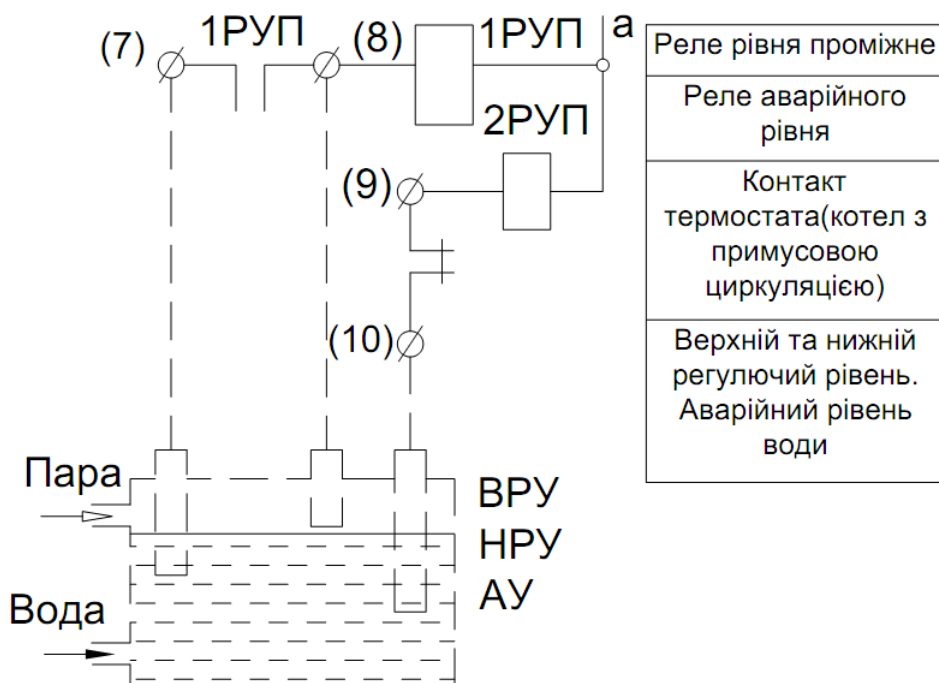


Рисунок 2 – Схема регулювання рівня



Рисунок 3 – Схема блокованих реле та захисту

Схема блокувальних реле і захисту поки знеструмлена (розімкнуті контакти РЗ), тому знеструмлені і реле 2Р і 3Р (рисунок 3).

У зв'язку з цим контакти  $3P_1$  (рисунок 5) розімкнуті, лівий тріод електронної лампи типу 6Н6П відкритий і реле контролю полум'я ІР спрацьовує. Однак у цьому випадку контакти реле ІР не можуть здійснити вплив на схему управління горінням і запалюванням.

Через деякий час, необхідний для вентиляції топки (3 – 5 хв), здійснюється повторне натискання на кнопку «пуск». При цьому вмикається реле захисту РЗ, яке після відпускання кнопки «пуск» блокується своїми контактами РЗ. Якщо всі параметри котла в пусковому режимі в нормі (розрідження в топці і рівень води в барабані котла), то контакти ТВ, ТГ і 2РУП будуть замкнутими і замиканням контактів РЗ реле захисту РЗ вмикає схему блокувальних реле і захисту і подається напруга на котушки реле 2Р і 3Р. Вмикання реле 3Р призводить до замикання контактів  $3P_1$ , відпускається реле ІР. Спрацьовування реле 2Р викликає відкривання соленоїдного клапана СКЗ на підведенні газу до запальника (контакт 2Р) і вмикання трансформатора запалювання ТРЗ (контакт  $2P_1$ ).

Іскра, що виникає при цьому між корпусом пальника і спеціальним ізольованим електродом запалювання ЕЗ, запалює газ. Замиканням своїх контактів 2Р реле 2Р вмикає теплове реле часу ТРВ, через нагрівник якого починає протікати струм в 1,18...1,24 А.

Установка реле часу складає 25 – 40 с.

Контроль наявності полум'я запальника здійснюється електродом ЕК. Коли в топці з'явиться полум'я від запальника,

вихідне реле пристрою контролю полум'я ІР, до цього часу знеструмлене за рахунок замикання контакту ЗР реле ЗР при повторному натисканні кнопки «пуск», знову спрацьовує і контактами ІР вимикає живлення трансформатора запалювання ТРЗ, розмикається теплове реле часу ТРВ (рисунок 3).

Робота запального пальника дає можливість вмикати за допомогою контактів реле ІР соленоїдні клапани «великого» горіння СКБГ і «малого» горіння СКМГ блока соленоїдів БС-М (рисунок 6.) Відкривання соленоїдних клапанів призводить до

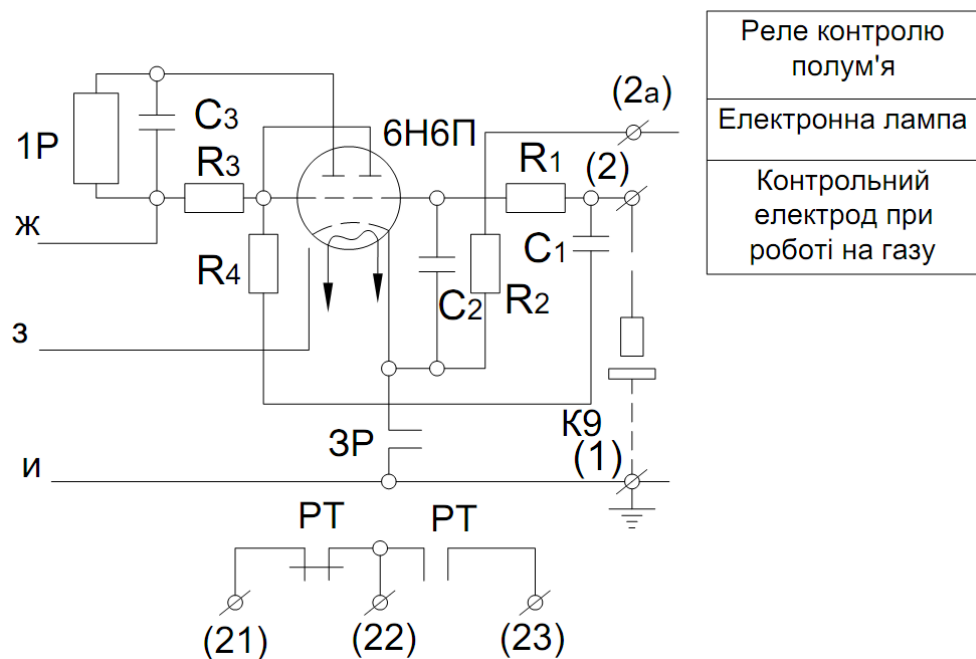


Рисунок 4 – Схема контролю полум'я

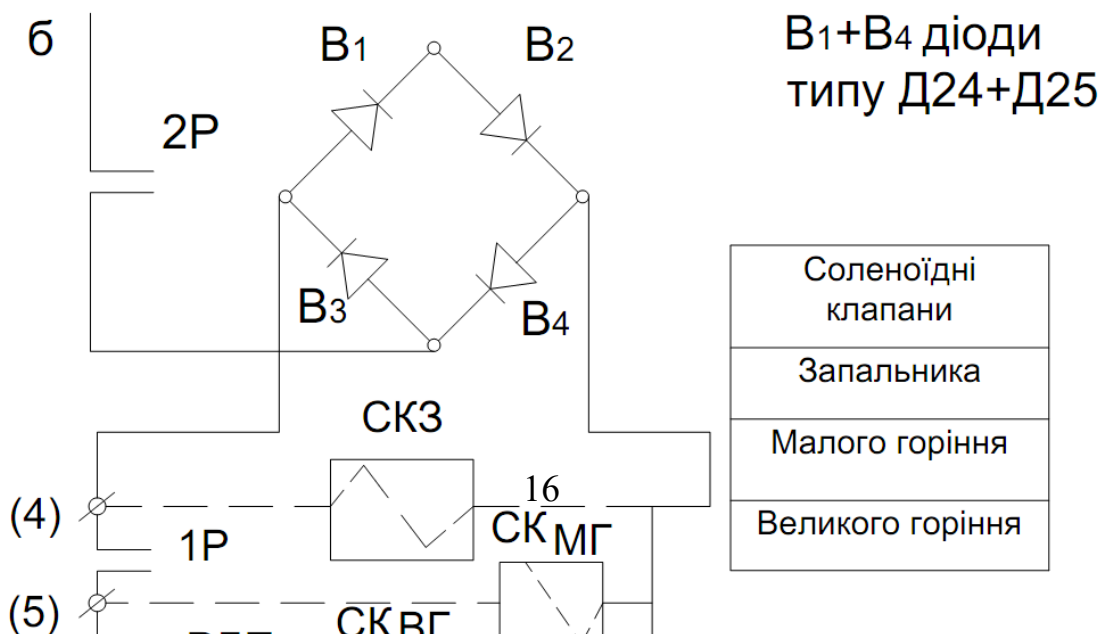




Рисунок 5 – Схема управління горінням і запалюванням підведення в топку газу із верхніх порожнин клапанів К-70 і К-40, обидва клапани («великого» горіння і «малого» горіння) під дією тиску газу під мембрану відкриваються і газ надійде до пальника котла. Таким чином, почнеться спалювання газу в топці. При цьому команда на вмикання соленоїдного клапана «великого» горіння СКБГ була віддана від реле тиску пари в барабані котла РДН, оскільки там цей тиск нижче заданого значення.

Контакти реле РДН увімкнено в ланцюг котушки проміжного реле РДП. Тому одночасно з відкриванням соленоїдних клапанів, завдяки спрацьовуванню реле РДП і замиканню його контактів РДП<sub>1</sub>, вмикаються електромагнітні виконавчі механізми ІЭИМ і 2ЭИМ, які повністю відкривають повітряну заслінку і заслінку димососа.

Завершення пуску котла сигналізується «зеленою» індикаторною лампою 2ЛИ «норм. робота». Таким чином, при нормальній роботі котла на блоці управління горять дві лампи: біла – 1ЛИ – «напруга» і зелена – 2ЛИ – «норм. робота».

Зупинка котла здійснюється натисканням на кнопку «стоп». При цьому розмикається контакт РБ, а отже, розриваються схеми блокувальних реле і захисту, знеструмлюється реле захисту РЗ; котел згасає; реле 2Р знеструмлене. Згасає сигнальна лампа 2ЛИ «норм. робота». Топка котла продовжує вентилюватись.

Через деякий час, необхідний для вентиляції топки (3 – 5 хв), повторно натискають кнопку «стоп». При цьому спрацьовує реле зупинки РО, котре розмиканням своїх контактів РО<sub>1</sub> розмикає ланцюг магнітного пускача ІМП, вимикається допоміжне обладнання (вентилятор, димосос, живильний насос та ін.), живлення ланцюгів автоматики. Згасає лампа 1ЛИ «напруга».

## **4 РОБОТА СИСТЕМИ АМК-V-I-Г**

### **4.1 Регулювання тиску пари**

Регулювання тиску пари в барабані котла здійснюється двопозиційним регулятором – датчиком тиску контактним здвоєним ДДК-П шляхом зміни подачі газу.

При нормальній роботі котла, якщо тиск пари менше заданого налаштуванням датчика значення, його контакти РД<sub>н</sub> замкнуті. При цьому реле РДП своїми контактами РДП<sub>2</sub> або РДП<sub>3</sub> вмикає ланцюг соленоїдного клапана «великого» горіння СКБГ блока соленоїдів БС-М, за допомогою якого вмикається клапан подачі газу «великого» горіння К-70.

Коли тиск пари досягає величини, що задана налаштуванням датчика, останній спрацьовує, контакти РД<sub>н</sub> розмикаються, клапан «великого» горіння К-70 закривається, витрата газу падає різко до 40 %.

Тиск пари починає зменшуватись та при значенні його менше за величину зони повернення контактної пристрою датчика тиску контакти РД<sub>н</sub> замикаються, і клапан К-70 знову відкривається, подача газу збільшується до 100 %.

Таким чином, при роботі котла в діапазоні навантажень 40 – 100 % клапан «великого» горіння К-70 періодично відкривається і закривається з частотою, яка залежить від навантаження котла. Клапан «малого» горіння К-40 постійно відкритий.

## **4.2 Регулювання подачі повітря і тяги**

Підтримка співвідношення паливо-повітря, а також регулювання тяги здійснюється шляхом електричного блокування управління соленоїдним клапаном «великого» горіння СКБГ і електромагнітним виконавчим механізмом ІЭИМ і 2ЭИМ, які здійснюють відкривання повітряної заслінки і заслінки димососа.

Виконавчі механізми 1ЕВМ і 2ЕВМ управляються контактами РДП<sub>1</sub> і РДП таким чином, що максимальній витраті палива відповідає максимальна витрата повітря (максимальне відкриття повітряної заслінки) і максимальне відкриття заслінки димососа.

Положення максимального і мінімального відкриття заслінок встановлюється при випробуваннях котла за допомогою

регулювальних гвинтів, що містяться в приводі заслінок з метою забезпечення оптимального спалювання палива.

### **4.3 Регулювання живлення котла**

Автоматичне регулювання рівня води в барабані котла здійснюється двопозиційним регулятором, чутливими елементами якого є електроди рівнемірної колонки УК-І (ВРУ і НРУ), виконавчим органом – магнітний пускач МП<sub>IV</sub>, що управляє роботою електродвигуна живильного насоса Д<sub>4</sub>.

Під час пуску котла, доки рівень води низький, проміжне реле рівня ІРУП знеструмлене. Своїми контактами ІРУП<sub>1</sub> (НО) і ІРУП<sub>2</sub> (НЗ) реле, управляючи магнітним пускачем МП<sub>IV</sub>, вмикає електродвигун Д<sub>4</sub> живильного насоса, який працює з номінальною продуктивністю.

Як тільки рівень води в барабані котла, а отже, і в рівнемірній колонці, досягає верхнього значення ВРУ, що регулюється, реле ІРУП спрацьовує і своїми контактами ІРУП<sub>1</sub> і ІРУП<sub>2</sub> розриває ланцюг живлення магнітного пускача МП<sub>IV</sub>, насос зупиняється, подача води в котел переривається.

Знеструмлення реле ІРУП і поновлене вмикання насосу відбувається тільки при зменшенні рівня нижче електрода НРУ.

Точність підтримки рівня  $\pm 15/\pm 90$  мм.

### **4.4 Захист котла**

#### **4.4.1 Захист котла при аварійному підвищенні тиску**

Датчиком автоматичного пристрою захисту котла при аварійному підвищенні тиску пари є прилад ДДК-П, а саме його друга камера. Налаштування здійснюється на більш високий тиск спрацьовування, ніж при регулюванні.

При перевищенні значення тиску пари, що задане налаштуванням, відбувається розмикання контактів РД<sub>В</sub> у схемі блокування і захисту, знеструмлюється реле 2Р і вимикається подача газу до котла.

#### **4.4.2 Захист котла при закінченні подачі повітря і тяги**

Датчиками автоматичних пристроїв захисту при припиненні подачі повітря і тяги є сигналізатори падіння тиску СПД-І. За допомогою регулювальних гвинтів і пружин сигналізатори налаштовуються на потрібний тиск повітря 55 – 35 мм вод. ст. (539 – 348 кПа) і розрідження 12 – 14 мм вод. ст. (117 – 137 кПа). При припиненні подачі повітря і тяги електричні контакти сигналізаторів ТВ і Т<sub>2</sub>Г розмикаються, знеструмлюється реле 2Р і вимикається подача газу до котла.

#### **4.4.3 Захист котла при втраті води**

Датчиком автоматичного пристрою захисту при аварійному зниженні рівня води виступає електрод аварійного рівня АУ, встановлений у рівномірній колонці УК-І.

Послідовно з ним увімкнена обмотка реле аварійного рівня 2РУП. Доки рівень води вище аварійного існує контакт між водою й електродом АУ, реле 2РУП перебуває під струмом і контакти його 2РУП<sub>2</sub> замкнуті. Ланцюг живлення в цьому випадку здійснюється через воду і заземлений корпус колонки. При цьому контакти ТС<sub>1</sub> також замкнуті.

При втраті води розривається ланцюг живлення реле 2РУП, розмикаються контакти 2РУП<sub>2</sub> і замикаються контакти 2РУП<sub>1</sub>. Вмикається індикаторна лампа ЗЛІ «води нема» і дзвонить електричний дзвінок, вимикається подача газу.

#### **4.4.4 Захист котла при аварійному згасанні полум'я**

Полум'я пальника, що контролюється електродом КЕ, іонізовано і має випрямні властивості. Пристрій контролю полум'я – це двокаскадний підсилювач постійної напруги на подвійному тріоді 6Н6П (рисунок 5).

Входом схеми є клеми 1 – 2, до яких підключається чутливий елемент – полум'я пальника через його корпус і контрольний електрод КЕ, ізольований від корпусу пальника.

Виходом схеми є навантаження лівого тріод-реле контролю полум'я ІР, контакти якого (рисунок 3) управляють вмиканням і вимиканням соленоїдних клапанів запальника «малого» і «великого» горіння.

Між клемами 1 – 2 увімкнено детектуючий елемент. При наявності газового полум'я, що охоплює контрольний електрод КЕ і корпус пальника, воно само виступає як детектуючий елемент, тобто має випрямні властивості, і простір між клемами

1 – 2 замкнутий через діод. Тому через  $R_1$  і  $R_2$  роздільника напруги  $C_1 - R_1 - C_2 - R_2$  протікає випрямлений струм. У непровідний півперіод лампи 6Н6П потенціал клеми 2 дорівнює приблизно подвоєному значенню напруги на обмотці ЗН трансформатора ТР-І. При цьому сітка правого тріода набуває суттєво негативний потенціал відносно катода («землі»). Велика постійна часу розрядки конденсатора  $C_2$  забезпечує підтримку негативного потенціалу цієї сітки і в провідний півперіод, коли потенціал клеми 2 дорівнює нулю. Таким чином, при наявності полум'я правий тріод лампи «запирається» лівий - відкривається, реле ІР спрацьовує (притягнуто), соленоїдні клапани відкриті, газові клапани забезпечують підведення палива до пальника.

Якщо полум'я немає, то проміжок між клемми 1 – 2 розімкнутий. Під час провідного півперіоду роботи лампи (коли на анодах обох тріодів «плюс») увімкнений паралельно правому тріоду роздільник напруги  $C_1 - R_1 - C_2 - R_2$  забезпечує позитивний потенціал сітки цього тріода.

Через правий тріод протікає струм, який створює падіння напруги на резисторі  $R_4$  і тим самим негативний потенціал на сітці лівого тріода. При цьому тріод «запирається»; реле ІР знеструмлене і своїми контактами  $IP_1$  і  $IP_2$  вмикає клапани подачі палива СКБГ і СКМГ; вимикається трансформатор запалювання ТЗ-2.

Індикаторна лампа зеленого кольору 2ЛІ «норм. робота» при цьому згасає. Одночасно подається напруга на теплове реле часу ТРВ. Якщо за 20 – 40 с полум'я не відновлюється, бо ще відкрито клапан запальника СКЗ, то теплове реле часу спрацьовує і своїми контактами  $ТРВ_1$  розриває ланцюг живлення реле захисту РЗ, яке контактами  $РЗ_4$  знеструмлює схему блокувальних реле і захисту. Подача палива через запальник припиняється, котел зупиняється.

У випадку короткого замикання контрольного електрода КЕ на корпус пальника реле ІР знеструмлюється, і подача газу в котел також припиняється.

## 5 РЕКОМЕНДАЦІЇ З ЕКСПЛУАТАЦІЇ АМК-V-I-Г

Вмикання і вимикання автоматики передбачається в нижченаведеній послідовності.

1 Подати напругу до блока управління БУ-М і воду до живильного насоса.

2 Провести продувку і подати газ до блока соленоїдів і газових клапанів.

3 Натиснути кнопку «пуск» блока управління і після 3... 5 – хвилинної вентиляції топки повторити операцію.

4 З появою полум'я в котлі (загориться зелена індикаторна лампа 2ЛИ «норм. робота») закрити газову свічку.

5 При досягненні тиску в котлі 0,7...0,8 МПа відкрити повністю парову засувку.

6 Для відключення котла необхідно закрити вентилі на газовій магістралі і двічі, з розривом в 3...5 хв, достатньому для вентиляції топки, натиснути кнопку «стоп».

Перевірка роботи окремо кожного з приладів (блока управління БУ-М, датчика тиску ДДК-П, блока соленоїдів БС-М, клапанів К-70 і К-40, трансформатора запалювання ТЗ-2, електромагнітних виконавчих механізмів ЭИМ) здійснюється в спеціальних лабораторіях за методикою заводської індустрії «Уніфікована система автоматичного регулювання, управління і захисту мікрокотлів типу АМК».

## **КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ**

- 1 Які функції виконує система автоматизації котла?
- 2 За якими параметрами котла передбачений його захист?
- 3 Назвіть основні прилади, що входять до системи АМК.
- 4 Призначення блока управління.
- 5 Як забезпечується регулювання тиску пари в барабані котла?
- 6 Принцип дії газових клапанів.
- 7 Призначення і робота соленоїдного блока.
- 8 Як забезпечується запалювання газу запальника?
- 9 Яким чином забезпечується співвідношення газ-повітря?
- 10 Як підтримується необхідне розрідження в топці котла?

- 11 Як забезпечується живлення котла водою?
- 12 У якій послідовності відбувається запуск котла?
- 13 Як зупинити котел?
- 14 У якій послідовності відбувається зупинка котла при спрацьовуванні захисту котла?
- 15 У якому випадку спрацьовує захист за рівнем води?
- 16 На якому принципі побудований захист котла при аварійному згасанні факела?

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- 1 Берсенев И.С. Автоматика отопительных котлов и агрегатов / И.С. Берсенев, М.А. Волков, Ю.С. Давыдов. – М.: Стройиздат, 1979. – 376 с.
- 2 Рысс А.А. Автоматизация сельскохозяйственного теплоснабжения. – Челябинск: Юж.-Урал. кн. изд-во, 1974. – 144 с.
- 3 Волков М.А. Монтаж, наладка и эксплуатация автоматики газифицированных котельных / М.А. Волков, В.А. Волков, Л.Я. Левин. – М.: Стройиздат, 1974. – 240 с.

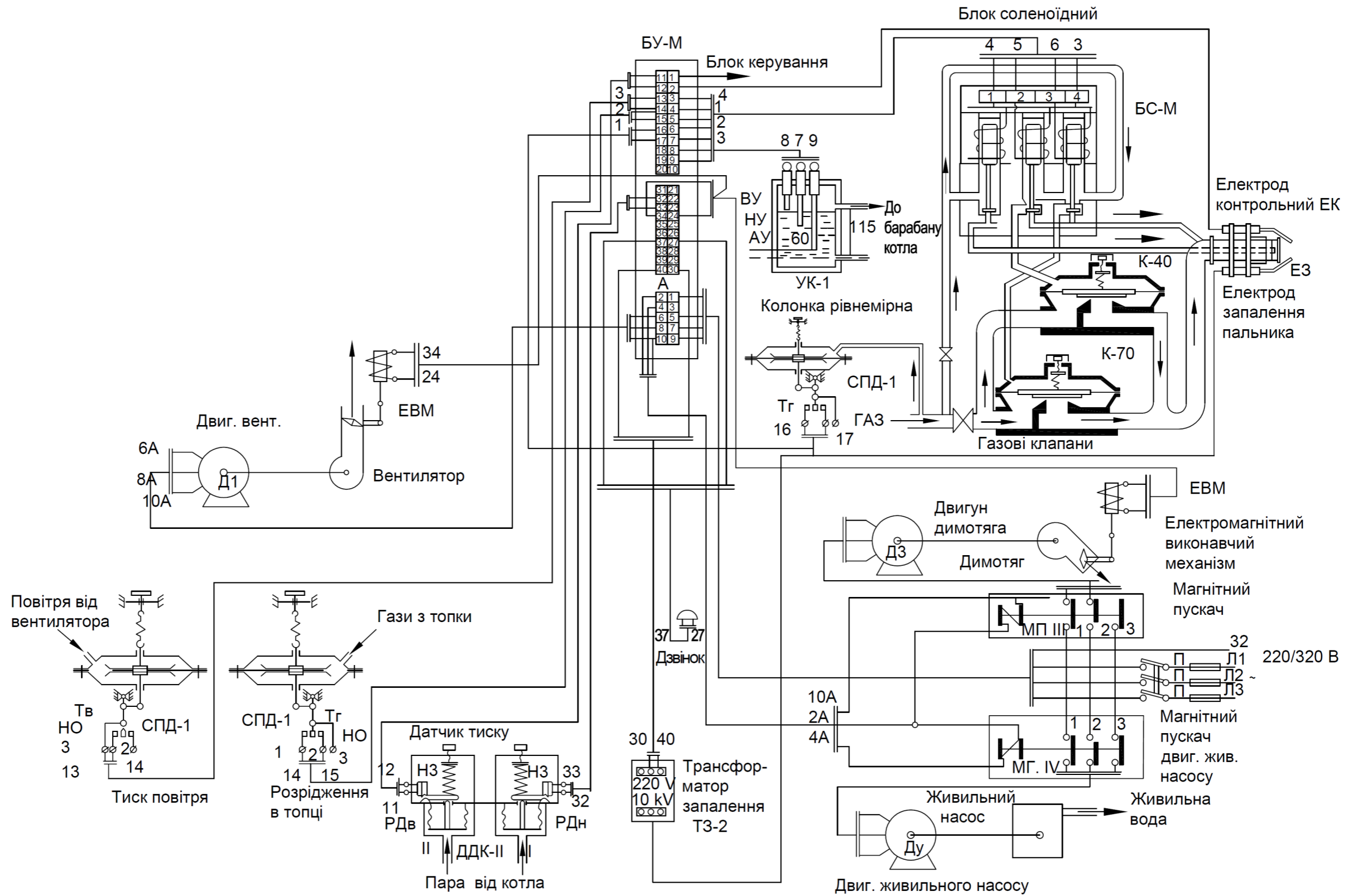








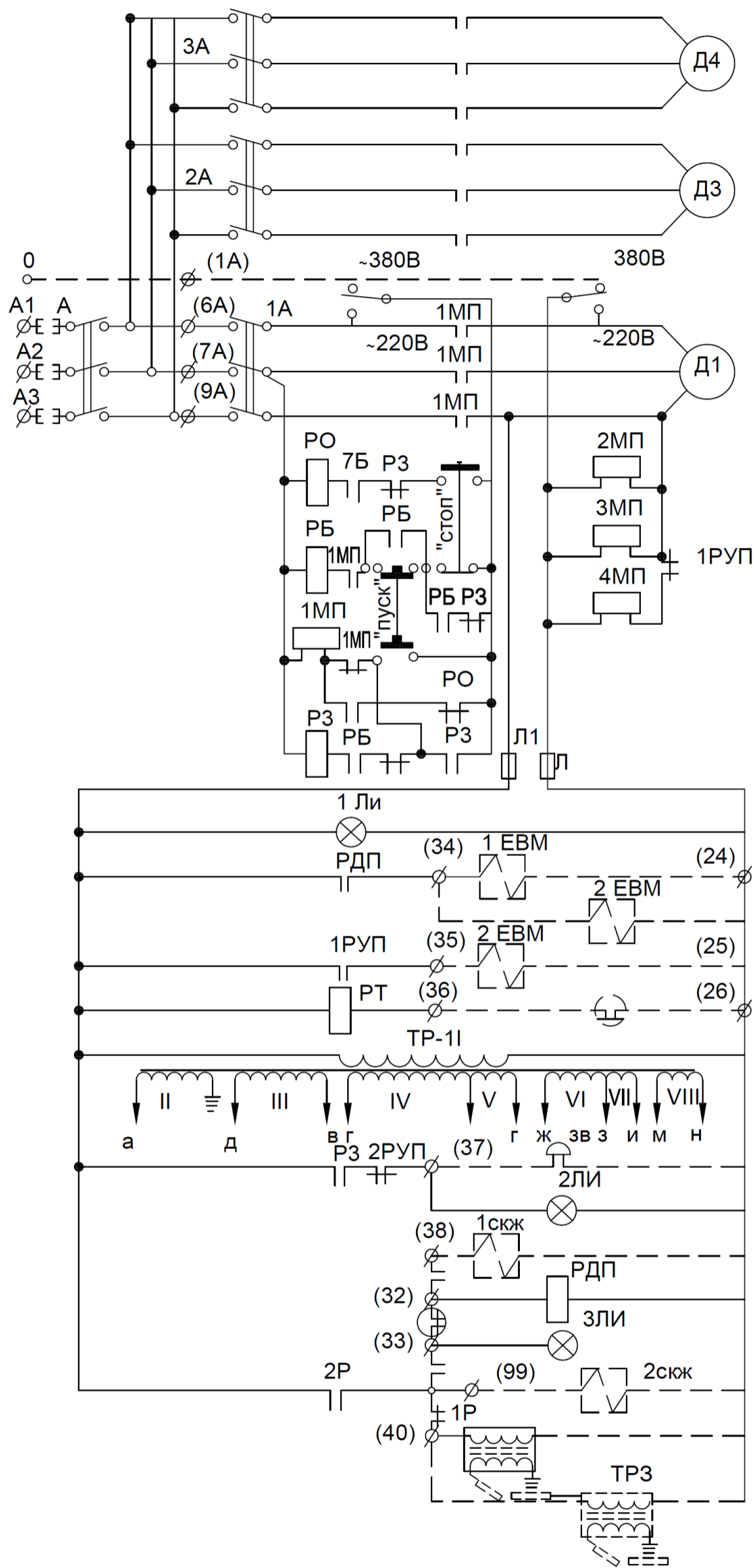
# Додаток А



Уніфікована система автоматичного регулювання, управління та захисту мікрокотла типу АМК -І/9-Г



## Додаток Б



Електродвигун живильного насосу
Електродвигун димотяга
Перемикач напруги
Електродвигун вентилятора
Реле зупинки, Магн. пускача ел. двигун паливного насосу
Кнопка зупинки
Реле блокування, Магнітний пускач ел. двигуна димотяга
Кнопка пуску
Магн. пускач ел. двигуна вент., Магн. пускач ел. двиг. живильного насосу
Реле захисту
Світлова сигналізація вкл. ел. двигуна
Ел. магнітний механ. заслінки вентилятора
Ел. магнітний виконавчий механізм заслінки димотяга
Ел. магнітний виконавчий механізм жив. насосу, коли жив. насос розташований на одній підлозі з вентилятором
Реле температур рідкого палива
Трансформатор
Звукова сигналізація при пуску води (дзвоник)
Світлова сигналізація при впуску води
Соліноідний клапан рідкого палива
Реле тиску
Контакти датчика тиску пари
Світлова сигналізація нормальної роботи
Соліноідний клапан рідкого палива
Трансформатор запалення

Схема електрична автоматизації котла

Уніфікована система автоматичного регулювання, управління та захисту мікрокотла типу АМК -І/9-Г

