

Куликов В.Н.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ КОТЕЛЬНАЯ



2015

1. Вводная часть

В настоящее время большой популярностью в мире пользуются автоматизированные котельные, которые могут работать без постоянного присутствия обслуживающего персонала. Для этого в автоматизированных котельных кроме обязательной котловой автоматики должна быть:

1. Общекотловая автоматика - которая должна в отсутствии людей управлять всей котельной, т.е.:

- автоматически производить ротацию (попеременную работу) котлов;
- при отключении котла его насос должен работать еще примерно 20 мин.;
- автоматически производить ротацию (попеременную работу) насосов отопления, вентиляции, горячего водоснабжения (технологического процесса);
- в зависимости от нагрузки автоматически включать (отключать) дополнительный котел;
- автоматически поддерживать температуру теплоносителя на обратном трубопроводе котла (заданную заводом изготовителем котла);
- автоматически осуществлять подпитку системы при понижении давления теплоносителя;
- автоматически поддерживать температурный график теплоносителя в системе отопления, вентиляции, горячего водоснабжения, технологического процесса.

2. Технологическая сигнализация - которая должна фиксировать все аварийные ситуации и выдавать световую и звуковую сигнализацию. В технологическую сигнализацию входят сигналы:

- утечка газа (Метан);
- появление угарного газа (CO);
- понижение либо повышение давления газа (выход за уставки);
- понижение либо повышение давления теплоносителя (выход за уставки);
- понижение, повышение (выход за уставки) либо пропадание фазы питающей сети;
- аварии котла N1-n;
- пожара;
- охраны;

При появлении на технологической сигнализации любого сигнала, кроме аварии котла N1-n и сигнала охраны - должно произойти экстренное отключение газового электромагнитного клапана.

3. Удаленная диспетчеризация - которая должна дублировать состояние технологической сигнализации в помещении дежурного и включать звуковую и световую сигнализацию.

Это обязательный минимум, который необходимо отслеживать, независимо от питающей сети.

2. Автоматизация гидравлической схемы

В настоящее время современные гидравлические схемы котельных делают с гидравлическим распределителем (см. рис.1). Это очень оригинальное решение, которое позволяет дешево и просто отделить котельную от нагрузок, т.е. котельная "живет своей жизнью", а нагрузки "живут своей жизнью". Это приводит к экономной и долговременной работе котельной и системы в целом. Об этом много написано в специализированных газетах и журналах типа "АВОК" (см.: <http://www.abok.ru>).

Минимальная автоматизация данной гидравлической схемы напрашивается сама, т.е. для поддержания температуры теплоносителя на обратном трубопроводе

котла достаточно установить электроконтактный датчик температуры (см рис 2 или <http://www.rele.ru/catalog/trm11.htm>), с уставкой в 55оС (задается производителем котла). Когда температура на обратном трубопроводе котла меньше 55оС датчик температуры Dt1 своими контактами блокирует (отключает) работу нагрузок и котельная работает сама на себя. При повышении температуры на обратном трубопроводе котла выше 55оС датчик температуры Dt1 включает нагрузки котельной. Т.е. датчик Dt1 стремится поддерживать температуру теплоносителя на обратном трубопроводе котла не ниже 55оС.

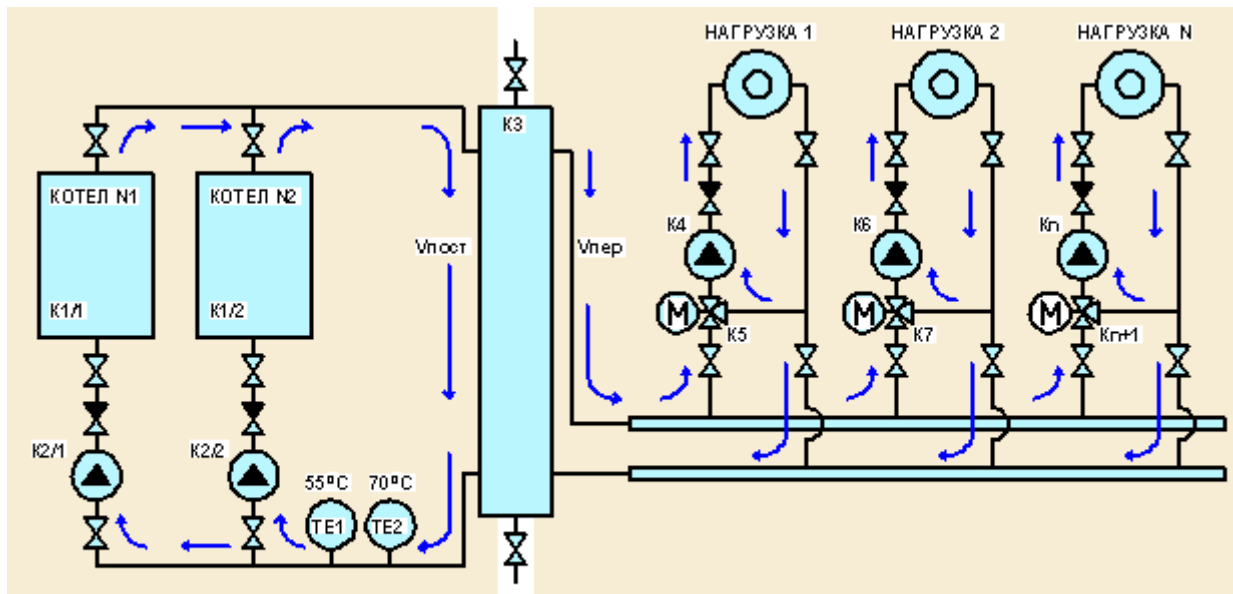


Рис.1 Схема котельной с гидравлическим разделителем.

При данной автоматике, первоначально будет происходить затухающий процесс включения и отключения нагрузок до тех пор, пока котельная и нагрузки ее не войдут в свой температурный режим. Период и время затухающих температурных колебаний зависит от протяженности внешних тепловых сетей и от объема воды в системе нагрузок.



Рис. 2

Второй электроконтактный датчик температуры Dt2 на обратном трубопроводе котла, следует установить с уставкой 70оС. Когда температура на обратном трубопроводе котла не более 70оС датчик температуры Dt2 своими контактами включает в работу второй котел. Т.е., датчик температуры Dt2 с уставкой 70оС, стремится поддерживать температурный график теплоносителя котельной в подающей линии (Т1) 90оС, а в обратной линии (Т2) 70оС. Что соответствует более стабильному и расчетному температурному графику работы котельной. Рассмотрим одновременную работу обоих датчиков (Dt1, Dt2) температуры. При первоначальном включении котельной исходная температура теплоносителя равна +10оС, соответственно температура на обратном трубопроводе котельной меньше 55 и 70оС, т.е. нагрузки котельной отключены и работают два котла сами на себя, через гидравлический распределитель. Когда температура на обратном трубопроводе поднимется до 55оС, начнется периодическое включение и отключение нагрузок котельной. По завершении затухающего процесса температура на обратном трубопроводе котельной достигнет температуры 70оС,

что приведет к отключению второго котла. Повторное включение 2 котла, зависит от теплоотдачи нагрузок (больше теплоотдача - чаще включается второй котел). Для полнофункциональной автоматизированной котельной так же следует предусмотреть:

- автоматическую ротацию (попеременную работу) котлов;
- автоматического включения второго котла, при понижении температуры на обратном трубопроводе котлов;
- задержку выключения котлового насоса после отключения котла;
- автоматическую ротацию (попеременную работу) насосов нагрузок;
- в летний период времени каждые 24 часа производить включение на 1-2 мин. незадействованных насосов нагрузок. (Рекомендации заводов изготовителей Wilo, Grundfos и др.).
- автоматическую подпитку системы при понижении давления теплоносителя;



Рис. 3

Более гибко это можно реализовать на простом, надежном и недорогом универсальном контроллере серии ALPHA, производства MITSUBISHI (см. рис. 3 или

<http://www.ipc2u.ru/e/cat.nsf/0!openview&restricttcategory=ns>).

Алгоритм работы котельной можно всегда легко изменить и подстроить под свои режимы при помощи ввода в контроллер новой программы, состоящей из функциональных блоков, либо простой коррекцией запрограммированной программы. Структурная схема блока управления котельной (это и есть сам контроллер AL-20MR-D) показана на рис. 4

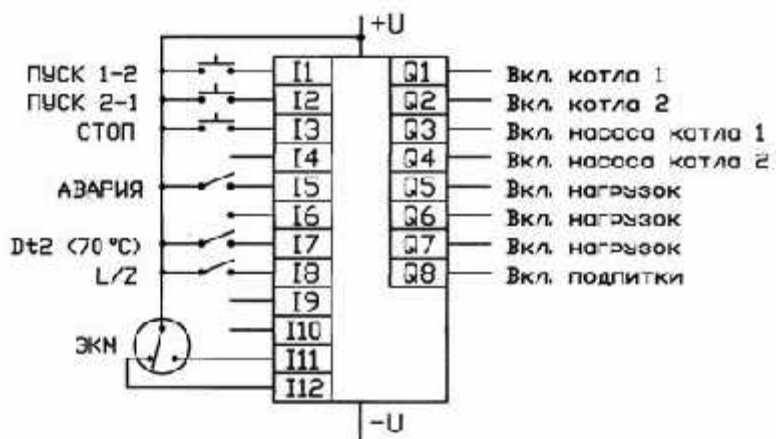


Рис. 4

ALPHA Серия - это ряд контроллеров, разработанных как компактное, универсальное изделие для решения несложных задач управления, где необходимо гибко решать задачи по автоматизации. Любой модуль а Серии позволит Вам контролировать состояние датчиков и своевременно реагировать на изменение ситуации. Часы реального времени помогут Вам избежать неоправданных затрат на электроэнергию и отопление. Плюс полный отчет о состоянии контроллера можно видеть на жидкокристаллическом дисплее, который позволит полностью контролировать технологический процесс.

2. Технологическая сигнализация котельной

Блок технологической сигнализации включает в себя универсальный контроллер а Серии AL-20MR-D. Принцип работы технологической сигнализации заключается в фиксации (запоминании) всех аварийных сигналов и ручная разблокировка их при помощи вмешательства обслуживающего персонала котельной. Т.е. выясняется причина аварии, ее устранение и только после этого возможна ручная разблокировка технологической сигнализации, после чего возможен повторный пуск котельной. Сигналы аварии (это "сухие" нормально разомкнутые или нормально замкнутые контакты) поступают в шкаф технологической сигнализации от устройств:

- сигнализатора загазованности CH₄ (Метан);
- сигнализатора загазованности CO (угарный газ);
- понижение либо повышение давления газа (выход за уставки);
- понижение либо повышение давления теплоносителя (выход за уставки);
- понижение, повышение (выход за уставки) либо пропадание фазы питающей сети;
- авария котла №1-п;
- пожара;
- охрана.

Структурная схема технологической сигнализации показана на рис. 5. При поступлении сигнала (любой формы, постоянный , импульсный) на входную клемму контроллера его триггер "взводится" в 1, чем и обусловлено сохранение его состояния до тех пор пока принудительно триггер не вернуть в исходное состояние. Выход триггера поступает на выходные клеммы контроллера и нагружен на световой индикатор. Все сигналы аварий поступают на вход своего триггера, а выходы триггеров поступают на свою световую индикацию, а так же на элементы OR для объединения всех аварийных сигналов и отключения газового электромагнитного клапана.

Технологическая сигнализация

Сердцем технологической сигнализации являются RS триггер и не важно, на какой базе это реализовано. Триггеры фиксируют все приходящие аварийные сигналы, которые в дальнейшем надо просто логически сгруппировать: на сигналы **экстренной остановки** работы котельной и на сигналы **предупреждающие**.

К сигналам **экстренной остановки** работы котельной относятся:

- авария по CH₄ (Метану);
- авария по CO, второй порог (Двуокись углерода);
- авария по пожару;
- авария по давлению в системе;
- авария по min/max давлению газа;
- авария по повышению/понижению, пропаданию фазы, питающей сети.

При появлении сигналов **экстренной остановки** следует в первую очередь отключить работающие горелки котлов и через 2-3 сек. произвести отключение

главного газового электромагнитного клапана. К **предупреждающим** сигналам относятся:

- авария по СО, первый порог;
- авария котла;
- охранный сигнал.

При появлении **предупреждающих** сигналов следует предпринять соответствующие меры.

Все это удобно реализовать на простом свободно Программируемом Логическом Контроллере (ПЛК) Mitsubishi серии Alpha с питанием от Резервированного Источника Питания 24В (РИП 24). Такой подход позволяет всегда легко изменить алгоритм работы технологической сигнализации программным способом.

Сигналы на входы ПЛК надо подавать сформированными, т.е. логическая «1» равна +24В, а логический «0» — это либо минусовой провод, питающий контроллер, либо полное отсутствие сигнала (вход контроллера «висит» в воздухе). Это легко реализовать используя «сухие» контакты с датчиков (приборов) аварийной сигнализации. Все логические элементы контроллера называются Функциональные Блоки (ФБ). Так же можно создать Пользовательский Функциональный Блок (ПФБ) из нескольких ФБ. Как было описано выше (в данном случае) мы имеем 9 аварийных сигналов. Для их обработки используем девять RS триггеров. Входы SET триггеров соединяем с входными клеммами ПЛК. Это могут быть входы I1-I9. Входы сброса (RESET) всех 9-ти триггеров объединяем вместе и соединяем их с входом ПЛК I10. Этот вход контроллера будет использоваться для ручного сброса аварийных сигналов. Для простоты схемы всю эту «матню» из 9-ти триггеров лучше собрать в ПФБ. На рис.1 видно 9-ть RS триггеров, а на рис.2 эти триггеры объединены в ПФБ, он меньше занимает места на экране и проще в программировании.

Далее сформируем из этих 9-ти сигналов сигнал для **экстренной остановки** работы котельной. Тут нам понадобится элемент OR (логическое сложение) с 6-ю входами, а в контроллере элементы OR имеют только 4 входа. Но это легко сделать объединив два элемента OR, как показано на рис.3. А еще лучше, если эти два элемента OR поместить в ПФБ (см. рис. 4).

На рисунке 5 можно видеть простую схему из 9-ти RS триггеров (объединенных в ПФБ1) и двух элементов OR (объединенных в ПФБ2). Выход ПФБ2 на двух элементах OR следует соединить с выходом ПЛК Q1 и использовать как аварийный сигнал для **экстренной остановки** работы котельной.

Для формирования сигнала **предупреждение** нам опять понадобится элемент OR (ФБ1). Входы ФБ1 следует соединить с выходами соответствующих RS триггеров сигнала **предупреждение**, а ФБ1 объединить с выходом ПФБ2 при помощи ФБ2 и его выход соединить с выходом ПЛК Q2. При данной схеме мы имеем на выходе контроллера два сигнала:

Q1 — сигнал **экстренной остановки** котельной;

Q2 — сигнал для включения общей световой и звуковой сигнализации аварии.

Дальнейшая наша задача — это вывести все аварийные сигналы на световое табло с надписью сигнала аварии (См. рис. 6). Для этого нам потребуется 9 выходов ПЛК, т.е. каждый сигнал аварии должен быть соединен со своим выходом ПЛК. Но поскольку количество выходов ПЛК ограничено, то нам следует зашифровать аварийные сигналы. Что бы зашифрованные сигналы были легко читаемы и понятны, надо поступить следующим образом:

Выходной сигнал авария «Метан» с выхода ФБ1 подать на вход ФБ3 (OR), выход ФБ3 соединить с выходом ПЛК3 Q3. На второй вход ФБ3 подать сигнал авария «Сеть». Этот сигнал надо взять с соответствующего выхода ФБ1 и соединить его с входом нового ФБ8 Flicker, выход сигнала ФБ8 надо подать на второй вход ФБ3. ФБ Flicker работает следующим образом:

При появлении на входе сигнала (логич. «1») он начинает генерировать импульсы. Частоту и длительность импульсов можно задать в setup-е ФБ. Для нашего случая частоту следования импульсов следует задать где то 2 Гц со скважностью 2 (меандр). При данном схемном решении у нас получится: При появлении сигнала авария «Метан», н.р. контакты ПЛК (Q3) переключатся в н.з. и будут в этом состоянии до тех пор, пока не будет нажата кнопка «Сброс» (вх. ПЛК I10);

При появлении сигнала авария «Сеть» н.р. контакты ПЛК (Q3) будут с частотой в 2 Гц замыкаться и размыкаться.

При такой организации шифрования сигнала на выходе ПЛК Q3 ясно и наглядно видно, что если световой индикатор горит постоянно, то произошла авария «Метан»; если световая индикация мигает (2 Гц), то произошла авария «Сеть». Этим мы сэкономим в 2 раза «драгоценные» выходы ПЛК.

Другие аварийные сигналы надо выполнить соответствующим образом.

Оставшиеся входы и выходы ПЛК можно использовать для автоматической подпитки системы, как было описано выше, в статье [«Автоматическая система подпитки на базе контроллера Mitsubishi серии Alpha»](#).

Для создания простейшей удаленной диспетчеризации достаточно параллельно световой индикации аварий, подключить через телефонный кабель дополнительную панель аварийных сигналов.

• Совершенствование гидравлических схем водогрейных котельных

В данной публикации описываются широко используемые гидравлические схемы водогрейных котельных, их достоинства и недостатки, а так же возможности автоматизации этих схем. Совершенствование гидравлических схем, точнее, преобразование одной схемы в другую более качественную, надежную и легко управляемую.

Всем известна традиционная классическая гидравлическая схема водогрейной котельной (далее классическая схема), показанная на рисунке 1, - "рождение" ее было связано с появлением первых котлов, и на протяжении долгого времени была неизменной. Естественно, эта гидравлическая схема не отвечает современным требованиям, предъявляемым заводами изготовителями котлов и техническим возможностям настоящего времени. Одни из существенных недостатков классической схемы это:

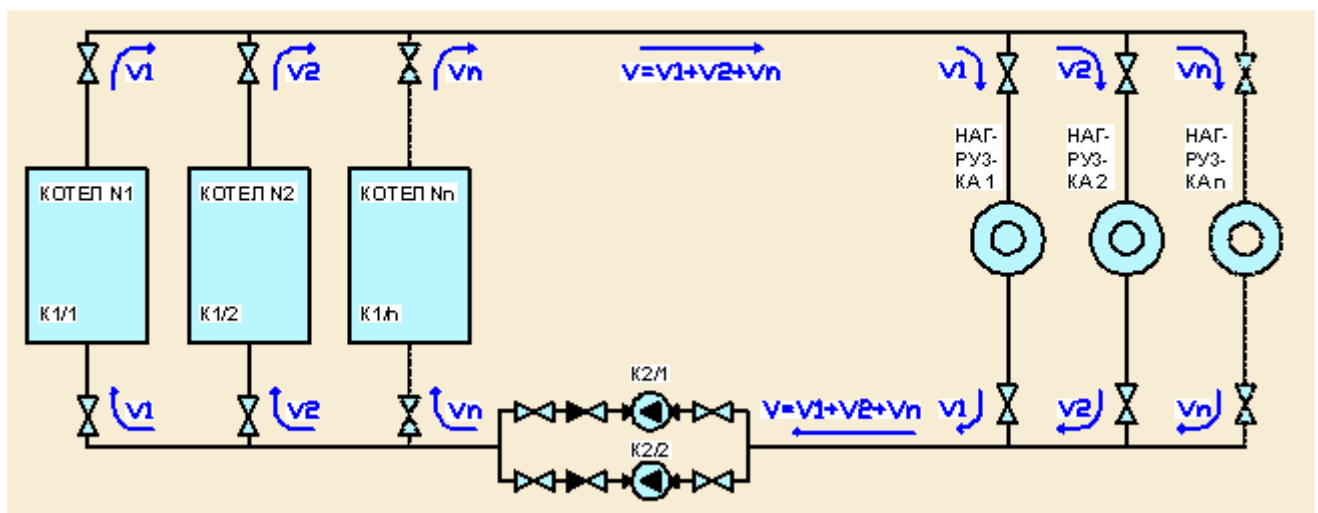
1. отсутствие возможности поддержания определенной минимальной температуры теплоносителя на входе котла. Это одно из требований заводов изготовителей котлов;

2. схема имеет переменный проток воды через котлы, т.е. во время ремонтных либо профилактических работ котел отсекается от системы своей запорной арматурой, объем воды нагнетаемый насосом распределяется через оставшиеся котлы, при этом меняется гидравлическое сопротивление котельной и соответственно температурный график, а это уже явное отклонение от проектных расчетов, что существенно сказывается на общем КПД котельной;

3. не качественное регулирование теплоносителя в нагрузках. В настоящее время управление нагрузками осуществляется 3-х (4-х) ходовыми смесителями совместно с погодозависимыми регуляторами температуры.

Не зря же все стремятся заставить работать двигатель внутреннего сгорания на одних постоянных оборотах, при постоянной рабочей температуре и при этом иметь переменную нагрузку, при такой работе двигателя можно получить максимальный КПД работы, но об этом после. В теплотехнике нагрузки практически всегда имеют переменный характер работы, как по температуре теплоносителя, так и по потоку теплоносителя, но нам надо, что бы это никак не влияло на температуру теплоносителя в котле и на проток теплоносителя через котел.

Рис.1 Классическая схема водогрейной котельной.



То что насосы стоят в обратной линии (см. рис. 1) связано только с тем, что отечественные насосы серии К (раньше широко применялись) по паспорту могут перекачивать теплоноситель с температурой до 70оС. Где стоят насосы, в обратной или подающей линии зависит от проектных решений и удобства монтажа, главное что бы насосы по паспорту выдерживали температуру теплоносителя, было обеспечено подпорное давление и производительность

насосов должна соответствовать паспортным данным.

Согласно СНиП II-35-76 "Котельные установки" и СП 41-104-2000 "Проектирование автономных источников теплоснабжения", котлов в схеме должно быть не менее двух. Это и послужило поводом для создания и использования общекотловой автоматики, дающей экономию энергоресурсов и исключающей человеческий фактор. Общекотловая автоматика классической схемы позволяет:

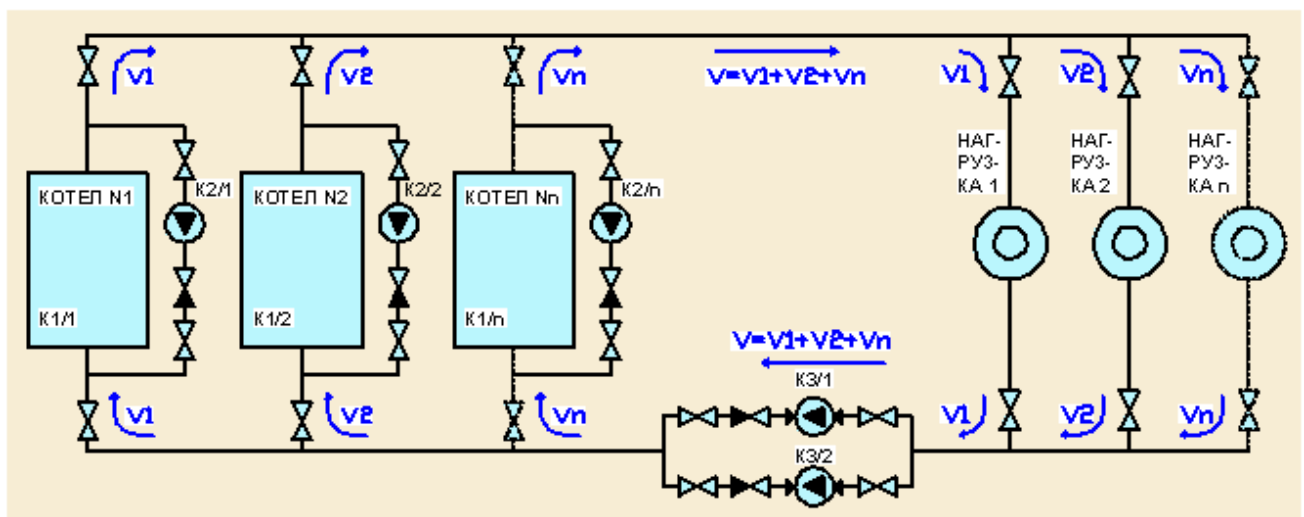
- использовать ротацию котлов и насосов (поочередную работу котлов и сетевых насосов K2);
- при необходимости автоматическое включение в работу дополнительного котла.

Ротация котлов позволяет делать одинаковый моторесурс всех котлов, а ротация насосов кроме одинакового моторесурса не позволяет насосам "захряснуть". Многие производители насосов, такие как Grundfos, Wilo и др., особенно на маломощные насосы рекомендуют использовать поочередную работу насосов или при долгом отключении насоса проводить его кратковременное включение на 1-2 минуты.

Для устранения основных недостатков классической схемы, стали вносить изменения и вводить дополнительные элементы:

1. дополнительные насосы, т.е. для повышения температуры обратного теплоносителя перед котлом, установлены дополнительные насосы на каждый котел, как показано на рисунке 2.

Рис.2 Схема с дополнительными насосами.



Производительность насоса K3 примерно на 30% меньше производительности насоса K2. При помощи элементов автоматики, насос K3 поддерживает необходимую минимальную температуру теплоносителя на входе котла.

Общекотловая автоматика в этой схеме (см. рис. 2) позволяет:

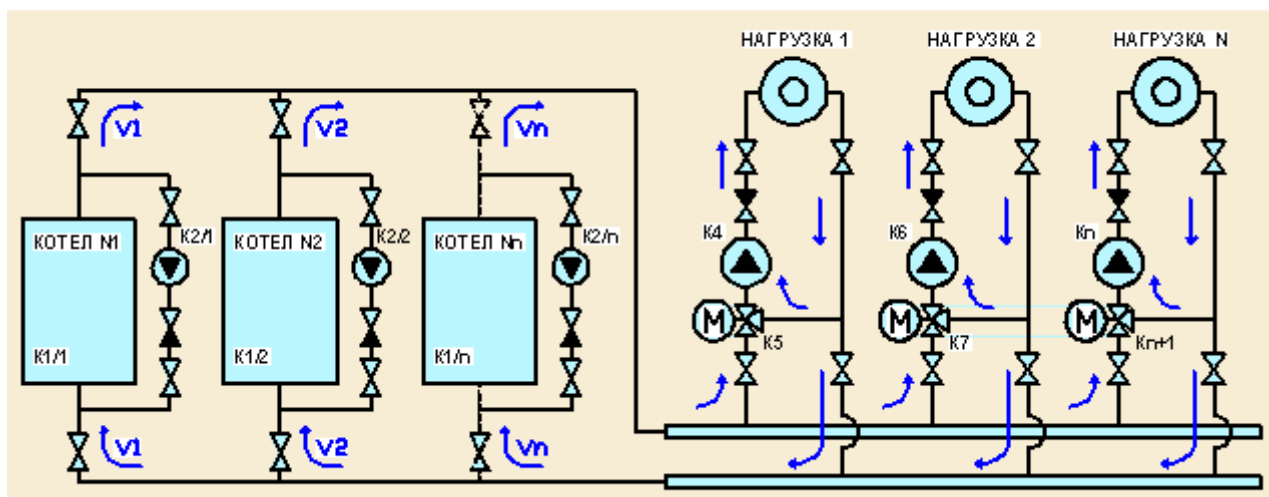
- поддерживать определенную минимальную температуру теплоносителя на входе котла;
- использовать ротацию котлов и сетевых насосов;
- при необходимости автоматическое включение в работу дополнительного котла.

Недостаток схемы (см. рис. 2):

- проток воды через котел имеет переменный характер;
- через выключенный котел течет теплоноситель;

2. Для качественного регулирования нагрузок котельной, применили 3-х (4-х) ходовые смесители. Это действительно оригинальное решение в гидравлических схемах котельных, смотрите рисунок 3.

Рис.3 Схема с применением 3-х или 4-х ходовыми смесителями.



Качественное регулирование нагрузки осуществляется за счет подмешивания подающего теплоносителя от котлов и обратного теплоносителя от нагрузки при помощи 3-х (4-х) ходового смесителя и соответствующего прибора автоматики с ПИД регулированием. Температурный график теплоносителя нагрузки может быть как переменный, так и постоянный это зависит от технического задания на проектирование. Для нормальной работы этой гидравлической схемы большое внимание следует уделить котловой и общекотловой автоматике. Данную автоматику следует назвать интеллектуальной, поскольку она должна отслеживать инерционный нагрев и остывание котла на разных режимах нагрузок, в противном случае котлы часто будут перегреваться и при помощи предохранительного температурного термостата будут входить в аварию. Как правило, схему на рисунке 3 рекомендуют производители котлов и котловой автоматики такие, как Buderus, Wiessmann, De Dietrich и др. Общекотловая автоматика в этой схеме (см. рис. 3) позволяет:

- поддерживать определенную минимальную температуру теплоносителя на входе котла;
- использовать ротацию котлов и сетевых насосов;
- при необходимости автоматическое включение в работу дополнительного котла;
- погодозависимое управление нагрузками.

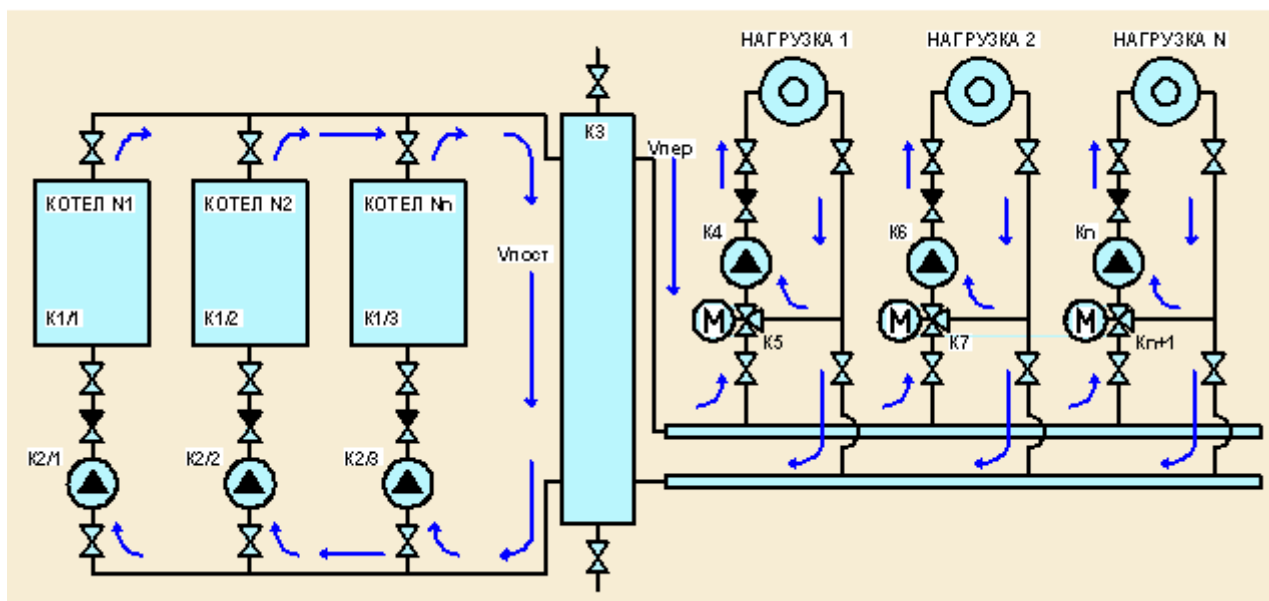
Недостаток схемы (см. рис. 3):

- проток воды через котел имеет переменный характер;
- через выключенный котел течет теплоноситель.

Для устранения проточек сетевой воды через выключенный котел, некоторые фирмы стали отсекают котел от системы при помощи запорной арматуры с управляющим электроприводом, но это не совсем красивое решение.

3. На рисунке 4 показана гидравлическая схема, которая лишена практически всех выше перечисленных недостатков. В схему введен новый дополнительный элемент K8,

Рис.4 Схема с гидравлическим разделителем.



описание которого вы не найдете ни в одном справочнике и СНиП-е. Элемент K8 называют гидравлическим (термогидравлическим) распределителем или в простонародье гидравлическая "стрелка" и т.д. . В журнале АВОК за 2002г. N3 есть статья доктора технических наук П.А. Хаванова, - "Принципиальные тепловые схемы автономных источников теплоснабжения с коллекторами малых перепадов давления", где описывается гидравлический распределитель. Сам по себе гидравлический распределитель представляет собой короткозамкнутый участок, имеющий минимальное гидравлическое сопротивление и выполняет 3 функции:

1. — гидравлическое разделение котельной и нагрузки, т.е. работает золотое правило - котельная и нагрузки работают по своим правилам, не мешая друг другу;

2. — гидравлический распределитель является фильтром-отстойником для крупных взвешенных частиц присутствующих в сетевой воде;

3. — гидравлический распределитель является сборником воздуха и деаэратором. Некоторые производители в своих гидравлических распределителях в верхней зоне устанавливают так называемую "отбойную доску", с множеством маленьких отверстий по всей площади. Это помогает интенсивному выделению воздуха из сетевой воды.

Основное требование для нормальной работы гидравлической схемы, что бы объем циркулируемой воды в котловом контуре, превышал в 1/2 - 1/5 раза суммарный объем циркулируемой воды во всех контурах нагрузок при максимальной потребности в тепле. Скорость протока воды через гидравлический распределитель должна быть не более 0,1 м³/час. Эта гидравлическая схема прекрасно управляется общекотловой автоматикой и работает она действительно как двигатель внутреннего сгорания.

Рис.5 Расчеты по изготовлению гидравлического распределителя г. Самара.

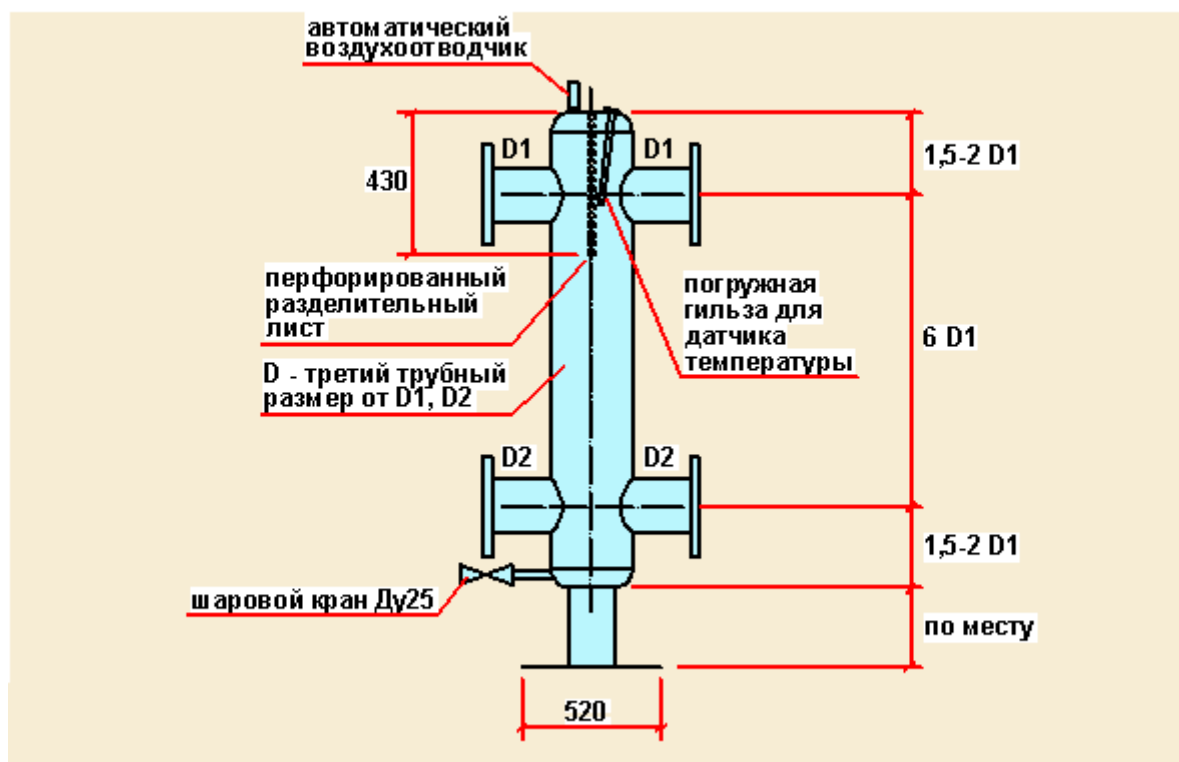


Рис.6 Расчеты по изготовлению гидравлического распределителя г. Мытищи.

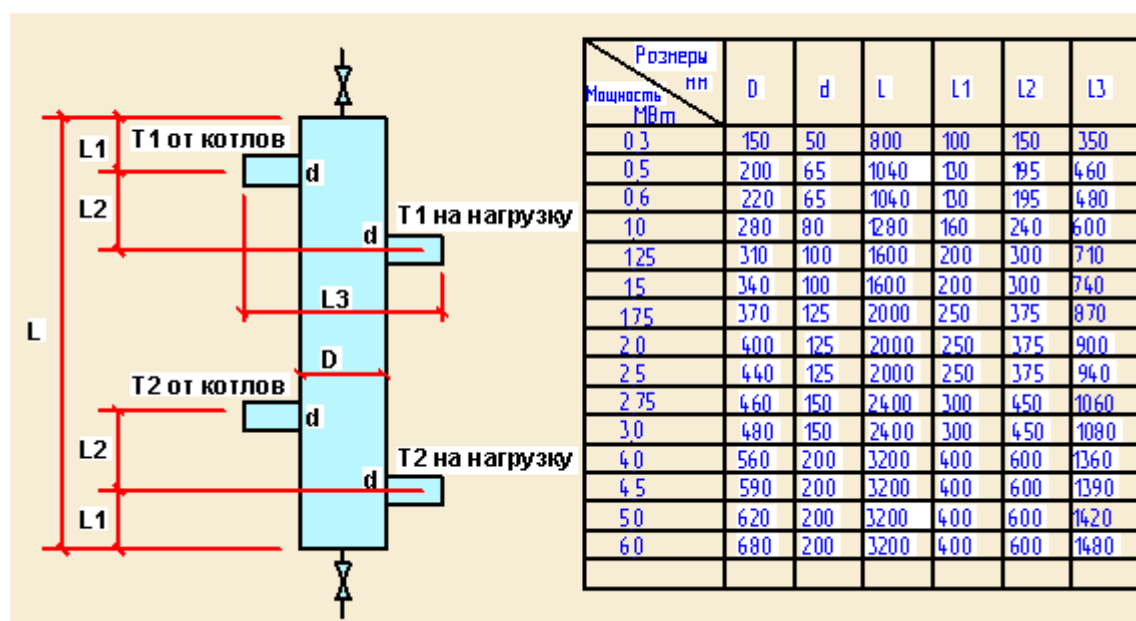
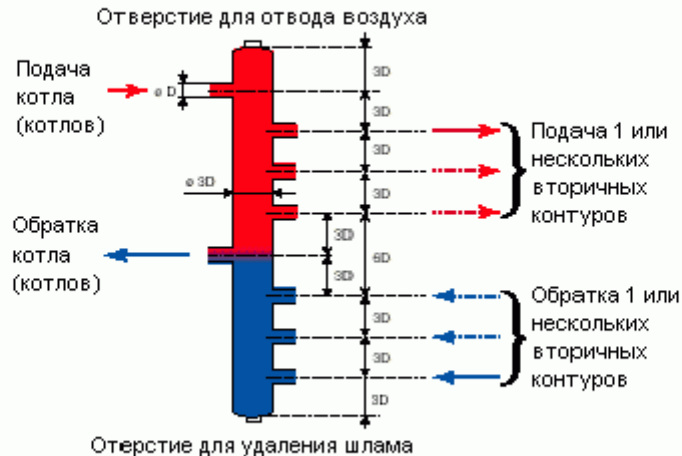


Рис.7 Схема гидравлического распределителя De Dietrich.



Более подробное описание общекотловой автоматики и описание гидравлической схемы показанной на рисунке 4, вы можете посмотреть по интернет адресу: <http://www.sura.ru/atm/stat/stat1.html> .

Фотографии котельных выполненных по схеме 4, вы можете посмотреть по адресу: <http://www.sura.ru/pgk/foto.html> .

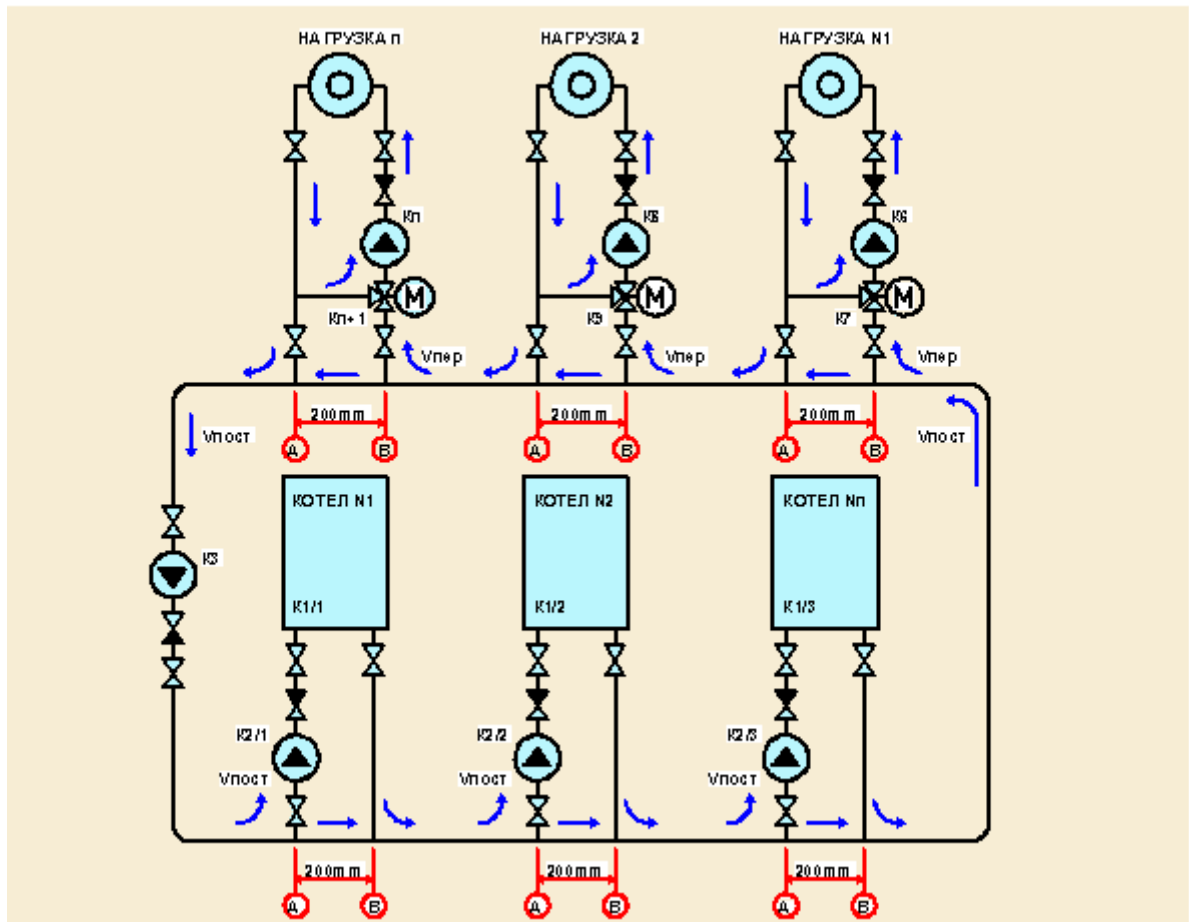
Описание и работа гидравлического распределителя не плохо описана в проспекте на котлы De Dietrich, это описание можно скачать с сайта по интернет адресу: <http://beg.kiev.ua/download/proect.exe> . Файл proect.exe является самораспаковывающимся RAR-архивом.

В руки автора попадали еще 2 рисунка с расчетами по изготовлению гидравлического распределителя, один рисунок из г. Самары (см. рис. 5), второй рисунок из г. Мытищи (см. рис. 6) и третий рисунок из проспекта на котлы De Dietrich (см. рис. 7).

По рисункам 5, 6 и 7 видно, что идеология построения гидравлического распределителя очень похожи.

Существуют и другие решение по построению гидравлических схем, смотрите рисунок 8. Эту гидравлическую схему для своих котлов предложила американская компания "Teledyne Laars" и называется она - "Многокотловые отопительные системы с первичными и вторичными циркуляционными кольцами". Описание этой гидравлической схемы можно посмотреть по интернет адресу: <http://otoplenie.com.ru/otp2/gl1.html> .

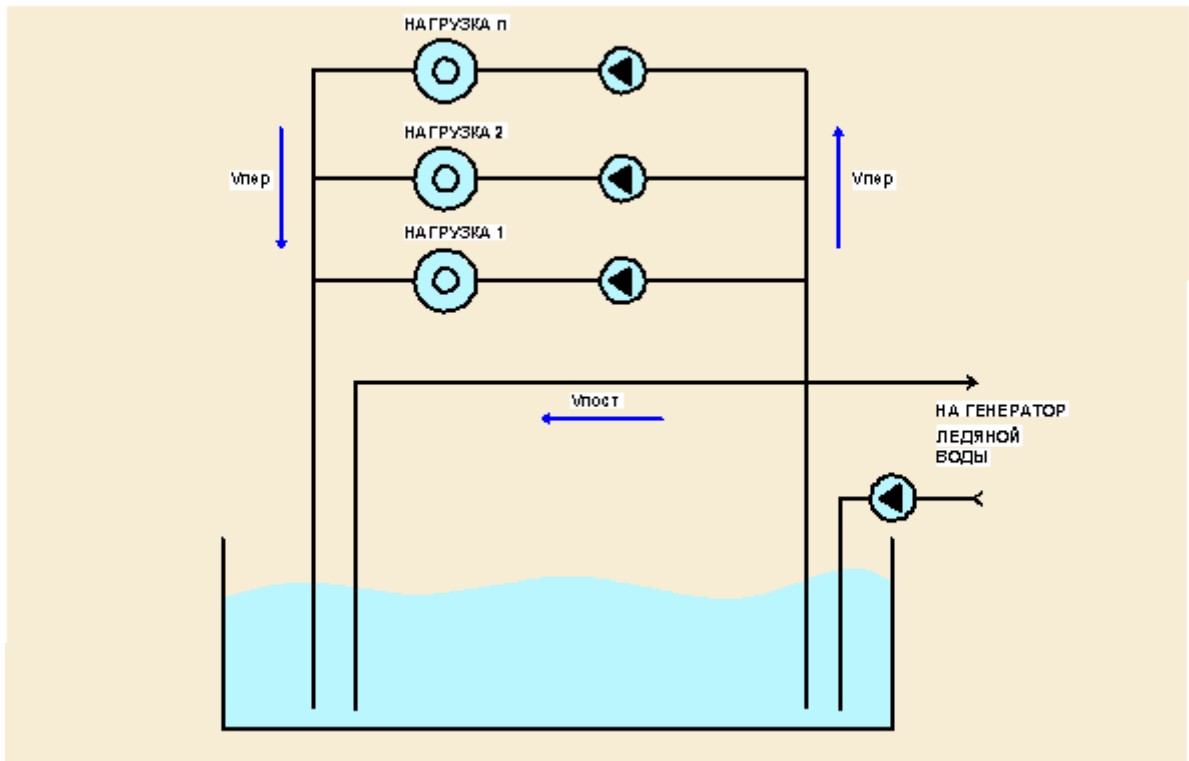
Рис.8 Многокотловые отопительные системы.



На первый взгляд эта схема коренным образом отличается от предыдущих схем, однако это совсем не так. Обратите внимание на короткозамкнутые участки А и В, расстояние между врезок труб равно 200мм, а это и есть миниатюрные гидравлические распределители, который мы рассматривали выше, только соединены все они последовательно. Если соединить все точки А и В, то мы получим гидравлическую схему показанную на рисунке 4 и лишенную недостатков находящихся в схеме на рисунке 8. Недостатки эти видны не вооруженным взглядом, температура теплоносителя после каждой нагрузки понижается в зависимости от характера нагрузки.

Еще одна часто применяемая гидравлическая схема для приготовления ледяной воды (+1 - +4оС), смотрите на рисунке 9. Опять видно, что это не что иное, как наш гидравлический распределитель, только открытого типа и расположен он горизонтально.

Рис.9 Схема с гидравлическим разделителем открытого типа.



Дальнейшее развития гидравлических схем водогрейных котельных, вряд ли обойдется без гидравлического распределителя и 3-х (4-х) ходовых смесителей в контурах нагрузок.

• Формирование аварийных сигналов котла и аварии давления в системе

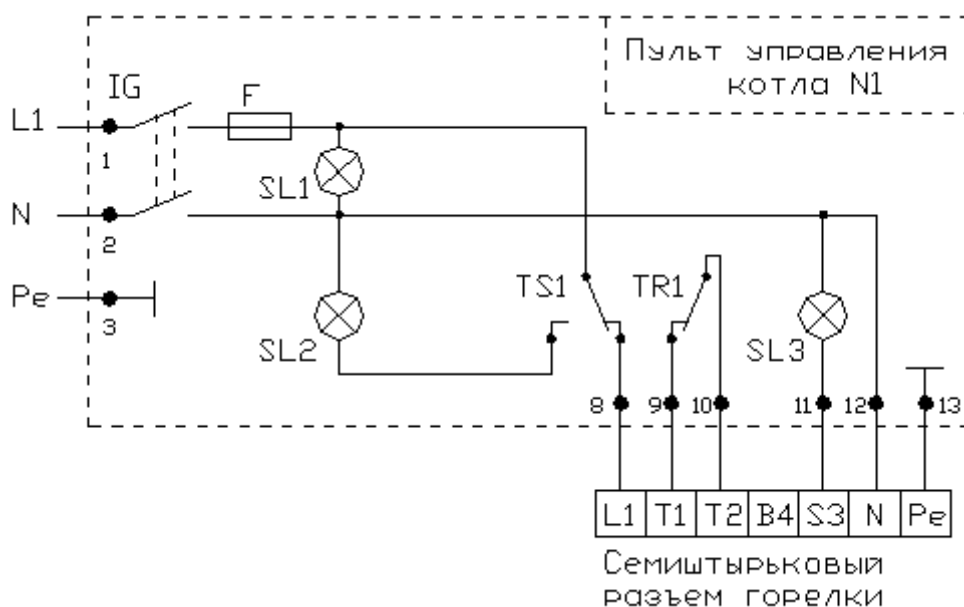
Автоматизированная котельная, работающая без постоянного присутствия обслуживающего персонала, должна выдавать аварийные световые и звуковые сигналы об «аварийной остановке котла» и «давления в системе» (в котле) на технологическую сигнализацию и удаленную диспетчеризацию. Все современные котлы типа Buderus, Wiessmann, ACV, Ferroli и т.д., со своими горелками имеют эти сигналы в виде световой индикации на панели управления котла (авария перегрев котла), на менеджере состояния горелки (авария горелки). Сигнал аварии min-max давления в теле котла надо снять с электроконтактного манометра (далее ЭКМ), установленного на каждом котле в подающей линии до запорной арматуры. Итого имеем три сигнала, два из которых относятся к «аварии котла» и один сигнал относится к «аварии давления» в системе. Рассмотрим эти сигналы:

- Световая индикация на панели управления котла — авария перегрев котла. — Появление этого сигнала происходит от срабатывания аварийного термостата котла.
- Световая индикация на менеджере состояния горелки — авария горелки. — Появление этого сигнала происходит от неисправности датчиков или механизма самой горелки, либо отсутствия топлива.
- Сигнал min-max давления в системе — авария давления. — Появление этого сигнала происходит при понижении либо повышении давления в системе.

Первые два сигнала имеют одинаковые свойства:

а) выдают световую сигнализацию;

б) блокируют свое состояние;
т.е. для выяснения происхождения сигнала аварии, устранения неисправности и ручной разблокировки устройства требуется вмешательство человека.
Формирование третьего сигнала, — min-мах давление опишем в пункте 1.2..
Но нам надо, как было написано выше, передать сигнал об «аварийной остановке котла» на [технологическую сигнализацию](#) и [удаленную диспетчеризацию](#). Поскольку эти два аварийных сигнала при срабатывании выдают световой сигнал и блокируются (этого достаточно для визуального нахождения конкретной причины аварии), то мы их можем объединить вместе и назвать этот сигнал как «Авария котла», т.е. произошло аварийное отключение котла. Далее сигнал «Авария котла» надо подать на схему (шкаф) [технологической сигнализации](#), где включится соответствующая световая и звуковая сигнализация, свидетельствующая о неисправности технологического процесса. При поступлении на схему [технологической сигнализации](#) любого аварийного сигнала технологического процесса, его можно передать на [удаленную диспетчеризацию](#) как чисто по физическому кабелю, так и при помощи [GSM модема](#).



IG – Сетевой выключатель
F – Предохранитель
SL1 – Индикатор сети
SL2 – Индикатор аварии котла
TS1 – Аварийный термостат котла
TR1 – Рабочий термостат 1-ой ступени
SL3 – Индикатор аварии горелки

Рис. 1

На практике это выглядит так: на рис. 1 мы видим схему типового термостатического пульта управления котла. Данная схема используется практически на всех котлах, а на котлах таких производителей как Buderus, Viessmann и т.п., на данную схему накладывается еще и дополнительная схема автоматического управления котлом.

Сигналы авария котла и горелки, как видно по схеме, это световые индикаторы SL2 и SL3, во время сигнала аварии на них подается напряжение 220в. Объединения двух сигналов авария и преобразовании уровня сигнала с 220в на +24в (требуемый потенциал для [технологической сигнализации](#)) с гальванической развязкой, можно подключив параллельно к каждому индикатору SL2 и SL3 промежуточное реле типа РП-21.

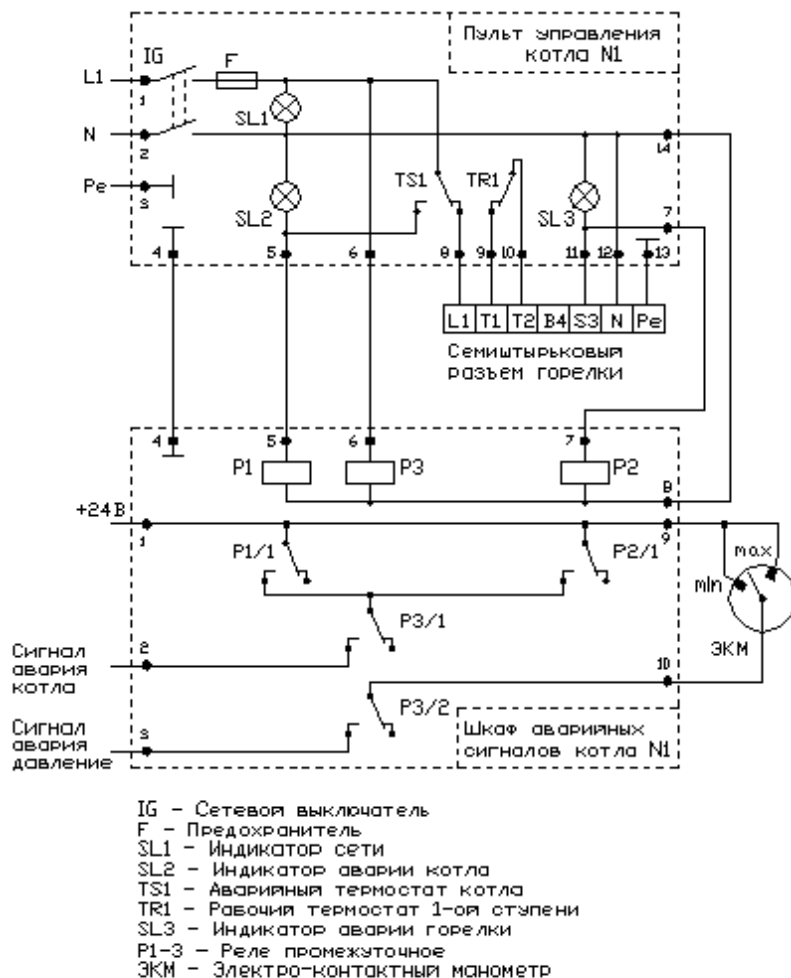


Рис. 2

На рис.2 мы видим схему соединений «Пульт управления котла N1» и «Шкафа аварийных сигналов котла N1». Контакты P3/1 промежуточного реле P3 установлены для того, что бы во время отключения котла (например для ремонта) его аварийные сигналы были отключены от общей котловой автоматики. Подключение следующего котла к общекотловой автоматике осуществляется аналогично, см. Рис. 3.

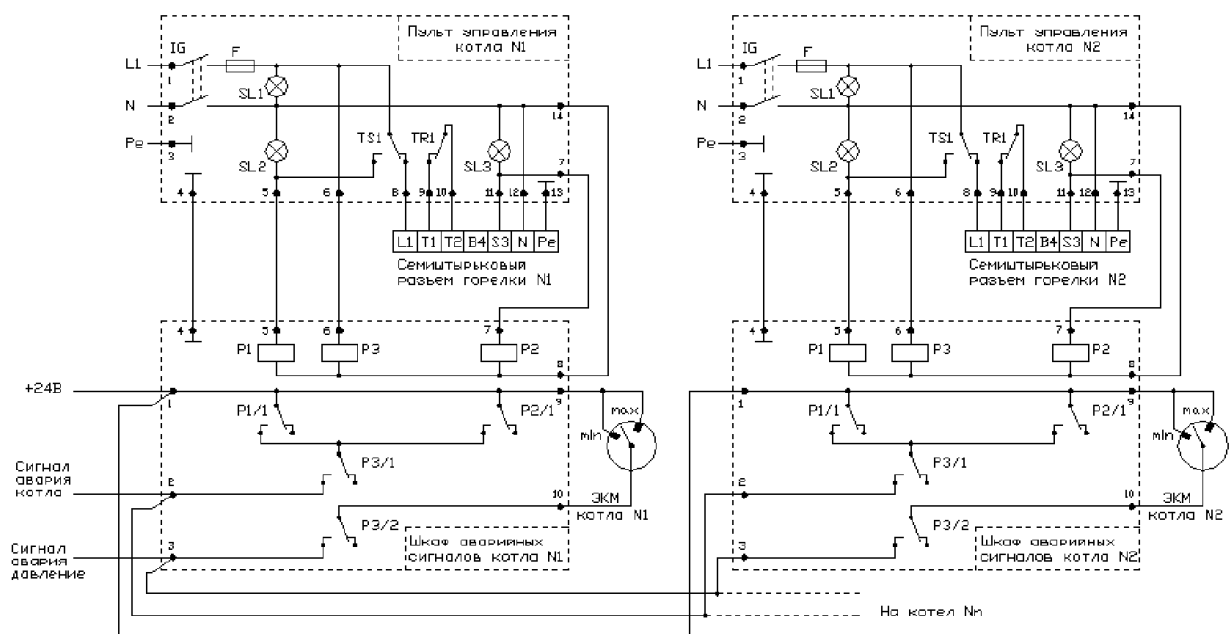


Рис. 3

Рис. 3

1.2. ЭКМ установленный на каждый котел выполняет две функции, это визуальный контроль давления и электрические сигналы аварийного давления в котле. Для контроля min-max давления в котле целесообразно в шкаф «Аварийных сигналов котла» ввести сигналы с ЭКМ через контакты РЗ/2 промежуточного реле РЗ. При отключении котла сетевым выключателем для регламентных (ремонтных) работ, контакты реле РЗ/2 разомкнутся, что предотвратит появления сигнала «Авария давление» во время опорожнения котла.

- **Раз манометр, два манометр, три манометр...**

Манометры устанавливаются на трубопроводы через 3-х ходовой кран, как показано на рисунке 1.

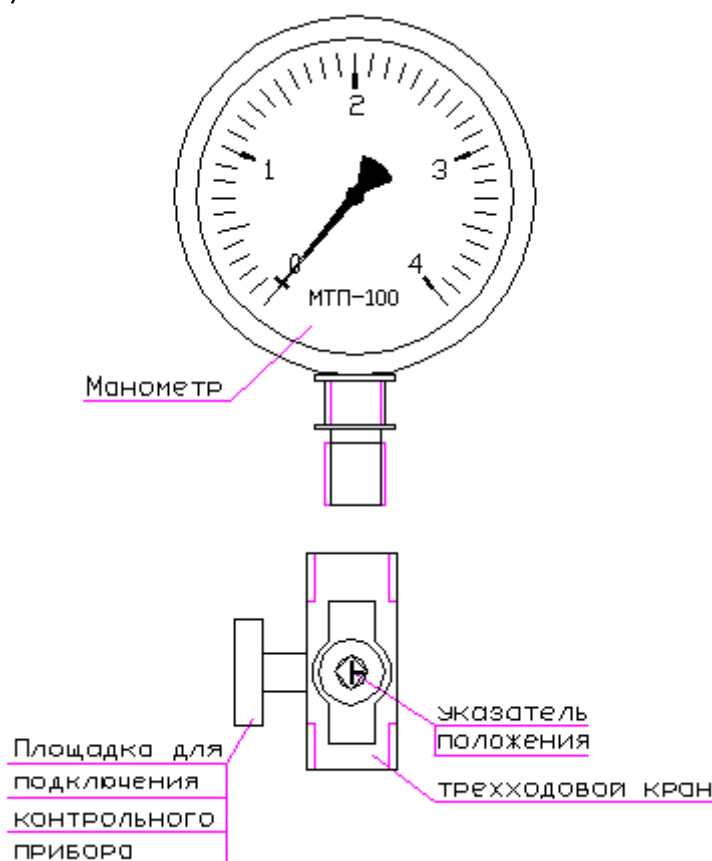
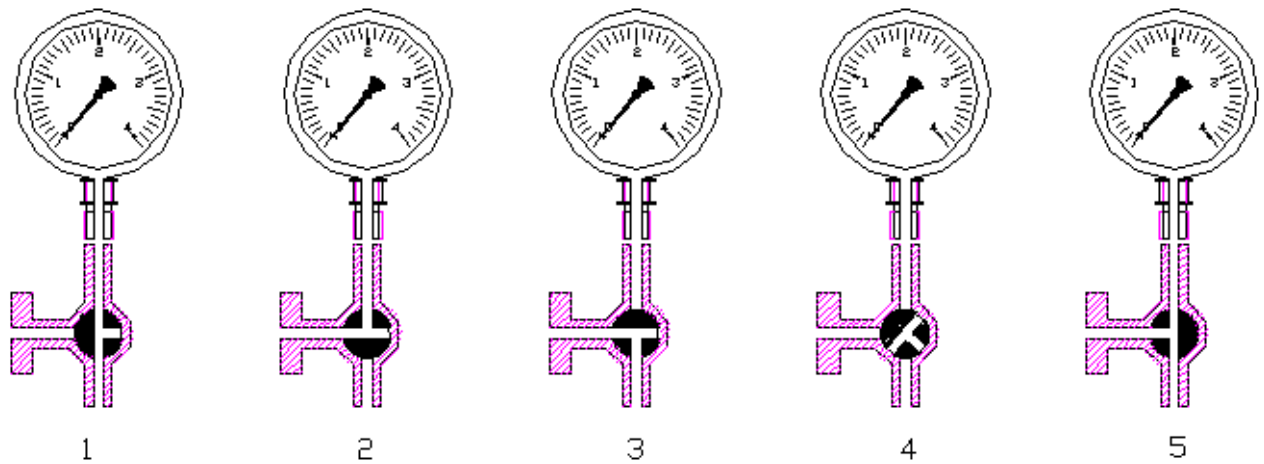


Рис. 1

На рисунке 2 видно, что наш "родной" трехходовой кран для манометра незаменим. Он имеет целых 5 рабочих положений.

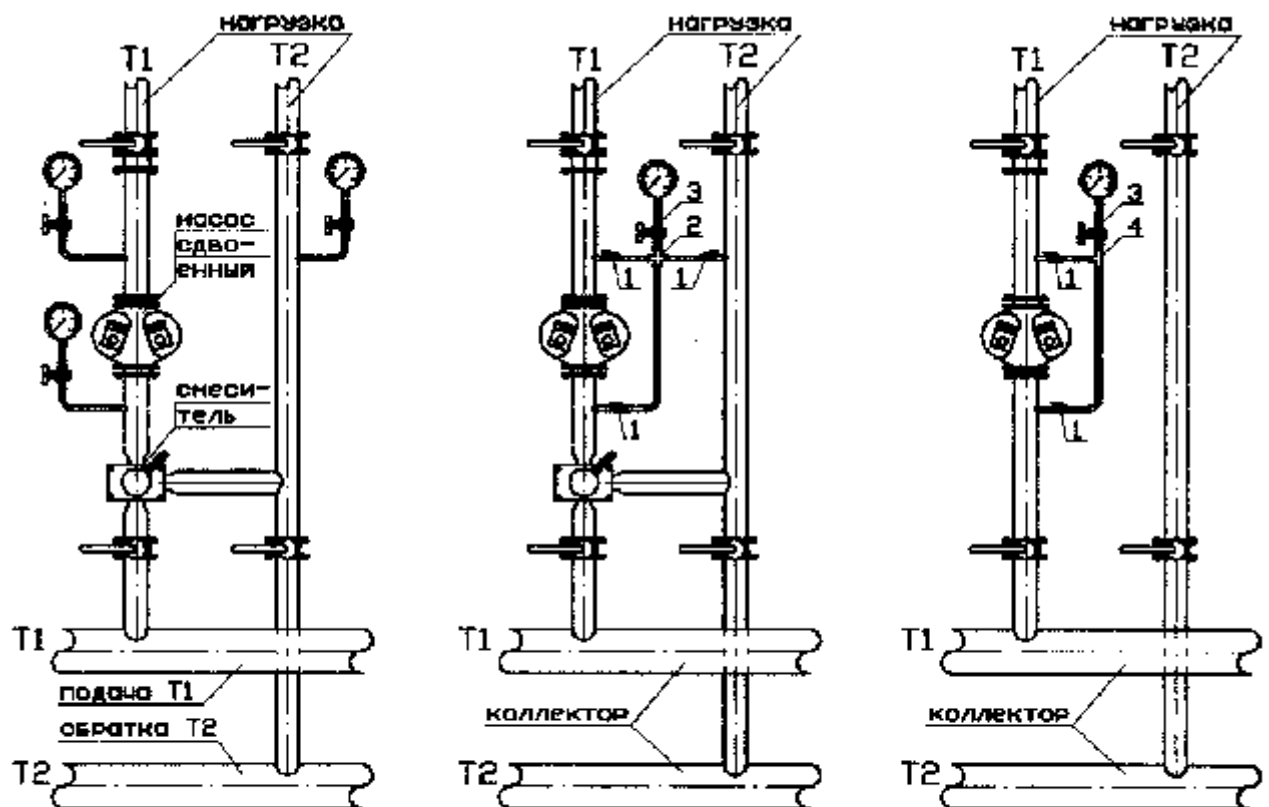
По рисунку 3 видно, что одним манометром можно последовательно замерить 3 точки показания давления. Это не только существенное сокращение количества измерительных приборов в котельной, (которые надо ежегодно поверять) но и упрощение в монтаже. Одну подводку к манометру можно жестко зафиксировать "черняшкой" с установкой на ней крестовиной, 3-х ходового крана и манометра, остальные две точки можно подключить гибкими бронированными подводками. Такое подключение манометра позволяет более точно замерить сопротивление нагрузки и перепад давления у насоса, даже если манометр "врет". Ведь во всех трех точках манометр будет "врать" одинаково.

Трехходовой кран и его положения



- 1 - рабочее положение
- 2 - соединение манометра с атмосферой (продувка манометра).
- 3 - соединение сифонной трубки с атмосферой (продувка сифонной трубки).
- 4 положение "сбор конденсата".
- 5 проверка рабочего манометра контрольным.

Рис. 2



1 - кран шаровый Ду15
2 - крестовина Ду15

3 - кран трехходовой
4 - тройник Ду15

Рис. 3

Гибкая бронированная подводка рисунок 4.

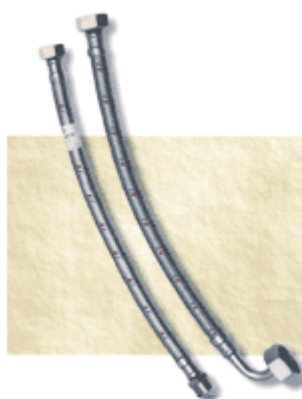


Рис. 4

Кроме того, не забывайте пожалуйста, измеряемая среда должна иметь температуру не более 70°C, если температура измеряемой среды выше, то следует устанавливать перед манометром специальные отводы (см. рис. 5).

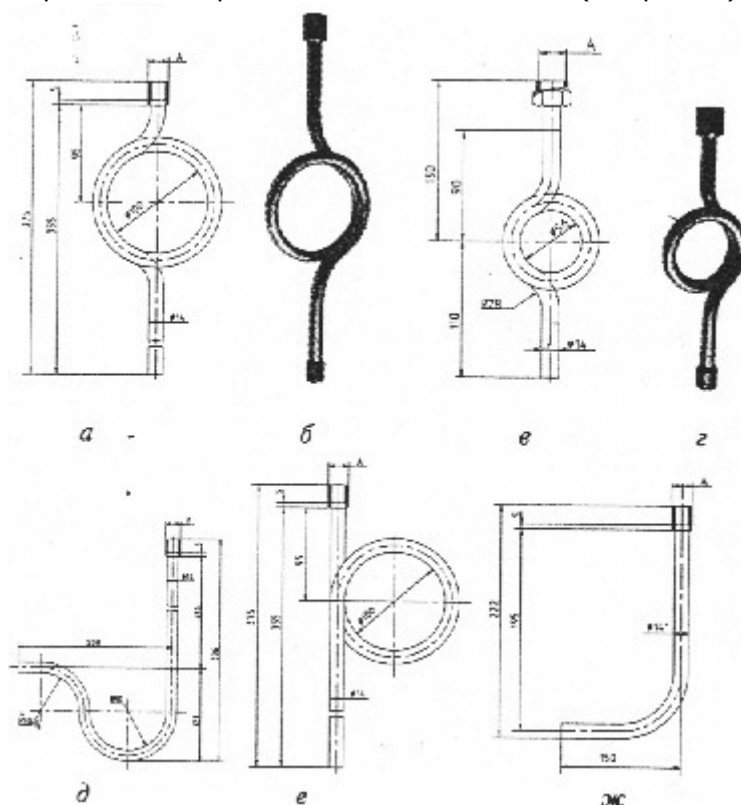


Рис. 5

Схемы и виды сифонных отводов, применяемых для подключения манометров к трубопроводам и сосудам с измеряемыми средами: а, б, в, г - петельный центральный большой (ОС100) и малый (ОС56); д - боковой с коленом (ОС100-02); е - петельный боковой (ОС100-01); ж - угловой (ОС100-03).

Рабочие параметры (МПа): давление <40.

Наружный диаметр трубки: 14мм.

Присоединительная резьба: М20х1,5.

Отводы изготавливаются с наружной и внутренней резьбой.

Материал отводов: Сталь 20 ГОСТ 8734-75.

• Сигналы для технологической сигнализации газовой автоматизированной котельной

Вначале определим, какие аварийные сигналы нам нужны для технологической сигнализации.

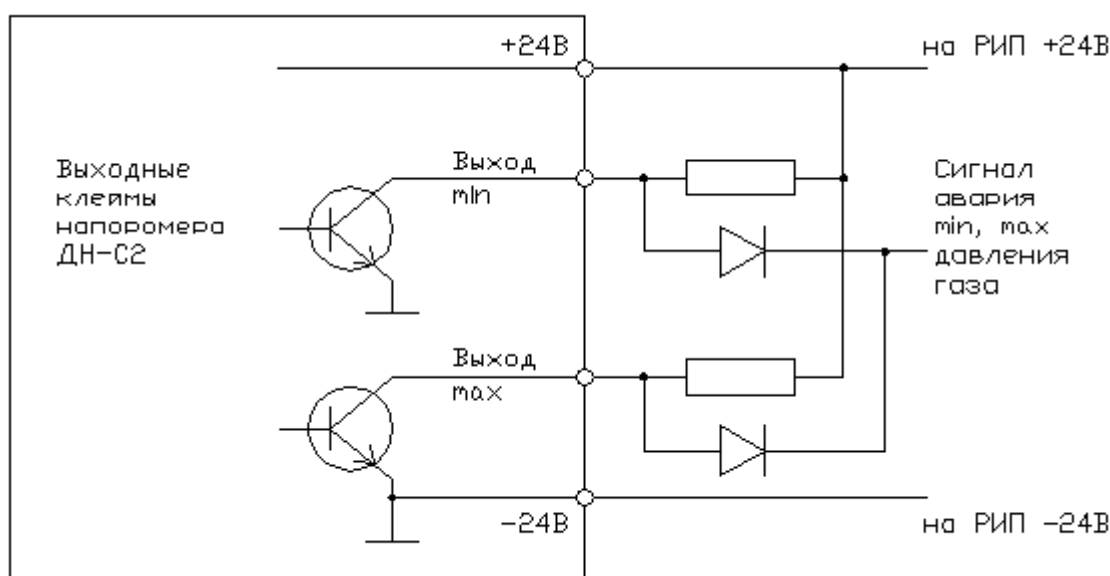
Согласно СП 41-104-2000 "Проектирование автономных источников теплоснабжения", раздел 11 "Автоматизация", выберем пункты, относящиеся к водогрейным котлам с давлением до 0,07МПа (0,7кг/см²) и температурой воды до 115°C.

Раздел 11.2.2 Для водогрейных котлов при сжигании газообразного или жидкого топлива следует предусматривать устройства, автоматически прекращающие подачу топлива к горелкам при:

а) повышении или понижении давления газообразного топлива перед горелками.

Рассмотрим этот пункт: Подвод газа к каждой горелке осуществляется через газовую арматуру, на которой установлены:

- газовый фильтр тонкой очистки;
- регулятор давления газа;
- блок с электромагнитными клапанами, на котором так же установлен датчик min давления газа. Под заказ можно доукомплектовать и датчиком max давления газа, что, в принципе, соответствует этому пункту. Но разные горелки по своему алгоритму обрабатывают эти сигналы. При min давлении газа горелка может периодически пытаться себя разжечь, а при max давлении газа необходимо срабатывание главного быстродействующего запорного клапана топливоснабжения котельной. Если для этого не предпринять соответствующие меры, может возникнуть ситуация замерзания котельной. Для исключения данной ситуации можно поставить на общий газовый трубопровод напоромер с 2-мя уставками (по нижнему и верхнему пределу давления газа). К примеру, можно воспользоваться напоромером [ДН-С2](#), выпускаемым "Саранским приборостроительным заводом". Питание прибора осуществляется постоянным напряжением 24В и запитать его надо от РИПа, который мы используем в своей схеме. В корпусе напоромера установлена простенькая электронная плата с оптопарами и транзисторными ключами. Выход прибора по 2-м уставкам выполнен с открытым коллектором. Получение общего сигнала min и max давления газа можно сделать по следующей схеме:



Сигнал авария min, max давления газа надо непосредственно подать на вход контроллера.

в) понижении давления воздуха перед горелками для котлов, оборудованных горелками с принудительной подачей воздуха;

Рассмотрим этот пункт: В отечественных и импортных горелках эта функция присутствует. При понижении давления воздуха срабатывает датчик min давления воздуха, что приводит к запрету работы горелки. Данная авария довольно таки редкая и, в основном, она связана с неисправностью датчика, либо электродвигателя, установленного в самой горелке.

г) уменьшении разрежения в топке;

Рассмотрим этот пункт: Для качественного регулирования работы котла и для максимального повышения КПД работы котла, устанавливают электронные регуляторы тяги, при помощи которых в топочной камере котла создается стабильная тяга во все времена года и качество продуктов сгорания практически остается на уровне первоначальной настройки горелки на долгое время. Если разрежение в топочной камере уменьшилось, то надо предполагать, что в дымовую трубу упала "крупная ворона" либо полностью или частично закрыт шибер. Для этого достаточно подключить тягонапоромер к камере сгорания котла и периодически контролировать его показания...

е) повышении температуры воды на выходе из котла;

Рассмотрим этот пункт: Контроль за повышением температуры воды на выходе из котла всегда осуществляется датчиком аварийной температуры, который включен последовательно с регулятором температуры воды в теле котла. При срабатывании датчика аварийной температуры горелка прекращает работу и на пульте котла загорается индикатор аварийного состояния котла. Аварийный датчик температуры и датчик регулятора температуры входят в стандартный набор котла.

ж) повышении давления воды на выходе из котла;

Рассмотрим этот пункт: Задача контроля повышении давления воды на выходе из котла решается просто. Для этого необходимо на выходе из котла до запорной арматуры установить электроконтактный манометр с уставками (в дальнейшем ЭКМ). Хорошие манометры выпускает Томский завод [ОАО "Манотомь"](#). Для наших целей подойдут манометры марки ДМ2005Сг (Диаметр 160 мм) и ДМ2010Сг (Диаметр 100 мм), исполнение IV (указатель уставок синего цвета). Если давление стоит между двумя уставками, то на контактах уставок аварийный сигнал отсутствует, а при понижении или повышении давления на уставках появляется сигнал аварии. Сигналы min и max можно соединить вместе и получим всего один аварийный сигнал. ЭКМ надо установить на каждый котел, а выходы сигналов аварии с каждого манометра следует объединить с остальными ЭКМ через н.р. контакты промежуточного реле. Катушку реле запитать после сетевого включателя котла. Это связано с тем, что при аварии какого либо котла, он отключится сетевым выключателем и соответственно отключится ЭКМ, в этом случае не будет выдавать сигнал аварии по давлению этого котла. После чего его можно отключить от системы и слить с него воду.

и) неисправности цепей защиты, включая исчезновение напряжения.

Рассмотрим этот пункт. При неисправности цепей защиты лучше всего подходят сигнализирующие приборы со стандартным токовым выходом или со стандартным выходом напряжения. Но это удорожает систему автоматики. По поводу исчезновения напряжения, следует использовать РИП который выдает напряжение постоянного тока 24В, что достаточно для работы технологической сигнализации.

Раздел 11.3.1 В котельных, работающих без постоянного обслуживающего персонала, на диспетчерский пункт должны выноситься сигналы (световые и звуковые):

Рассмотрим этот раздел: Это одни из главных функций, которые мы реализуем на контроллере и рассмотрим это позже.

Раздел 11.4.1 Автоматическое регулирование процессов горения следует предусматривать для котлов с камерным сжиганием жидкого и газообразного топлива, а также со слоевыми механизированными топками, позволяющими механизировать их работу.

Автоматическое регулирование котельных, работающих без постоянного обслуживающего персонала, должно предусматривать автоматическую работу основного и вспомогательного оборудования котельной в зависимости от заданных параметров работы и с учетом автоматизации теплопотребляющих установок.

Запуск котлов при аварийном их отключении должен производиться после устранения неисправностей вручную.

Рассмотрим этот раздел: Это то что здесь описывается, а вот последняя строка хорошо разделяет работу автоматизированных котельных работающих и созданных в России и автоматизированных котельных работающих и созданных за рубежом. Все импортные горелки при кратковременном пропадании напряжения разжигают себя самостоятельно, что противоречит последней строке раздела 11.4.1 СП 41-104-2000.

Раздел 11.4.2 В циркуляционных трубопроводах горячего водоснабжения и в трубопроводе перед сетевыми насосами следует предусматривать автоматическое поддержание давления.

Рассмотрим этот раздел: Для автоматического поддержания давления в циркуляционных трубопроводах горячего водоснабжения (ГВС) надо на вводе холодного водоснабжения (ХВС) установить регулятор давления. А для контроля min давления надо установить ЭКМ на трубопровод горячего водоснабжения. При пропадании ХВС, соответственно, и ГВС, ЭКМ отключит насос рециркуляции ГВС. Для автоматического поддержания давления перед сетевым насосом, снова воспользуемся ЭКМ и им будем управлять подпитку всей системы. Тем самым мы автоматически поддерживаем необходимое давление перед всеми насосами всей системы.

Раздел 11.4.4 В котельных следует предусматривать автоматическое поддержание заданной температуры воды, поступающей в системы теплоснабжения и горячего водоснабжения, а также заданную температуру обратной воды, поступающей в котлы, если это предусмотрено инструкцией завода (фирмы) изготовителя

Рассмотрим этот раздел: Автоматическое поддержание заданной температуры воды, поступающей в системы теплоснабжения и горячего водоснабжения. Для этих целей существует довольно таки большой диапазон электронных приборов. Например, предприятие ["Гидромонтаж"](#) предлагает для систем отопления погодозависимые регуляторы температуры типа RVT-06, а для ГВС регуляторы температуры STABIL 02. Что самое интересное, к данным приборам у них в выборе есть смесители с разными Ду и сервоприводы к ним. Можно использовать приборы отечественного предприятия ["Овен"](#). У них очень широкая номенклатура электронных приборов управления и т.д.

Автоматическая регулировка температуры обратной воды, поступающей в котлы, описано в статье ["Автоматизированная котельная"](#).