

АЛГОРИТМ УПРАВЛЕНИЯ ИТП

Объект: Реставрация, приспособление для современного использования многофункционального комплекса объекта культурного наследия федерального значения "Дом, в котором жил Южин (Сумбаров) Александр Иванович", по адресу: г. Москва, Б. Палашевский пер., д.5/1

Оглавление

Общие положения	3
Датчики и исполнительные устройства	3
Контур регулирования	3
Корректировка температуры обратной воды	3
Режимы «зима/лето»	4
Контроль линий датчиков	4
Ввод тепловой сети и узел учета тепла	6
Контур высокотемпературной сети отопления (ВСО)	8
Контур ГВС (двухступенчатая система ГВС);	12
Контур низкотемпературной сети отопления (НСО)	15
Контур рекуперации тепла от холодильных установок	20
Контур системы снеготаяния	22
Резервный контур	24

Общие положения

Датчики и исполнительные устройства

Оборудование теплового узла разделяется на:

- аналоговые датчики температуры и давления TE_/PE_: используются для получения параметров температуры и давления в контрольных точках теплового узла (ИТП), получения обратной связи для регуляторов управления отдельными контурами, мониторинга состояния насосных групп и утечек;
- электронные термостаты TS_: используются для локального отключения исполнительных механизмов с возможностью получения от них сигналов состояния (вкл/выкл);
- электронные расходомеры FE_: используются для измерения количественного значения расхода теплоносителя в контурах и направления расхода;
- регулирующие клапана MY_: используются для регулирования параметров температуры и давления (перепад давления) в узлах и контурах ИТП;
- насосные группы H_-H_p: используются для обеспечения циркуляции теплоносителя в контурах.

Контур регулирования

По функциональному назначению ИТП разделяется на контура мониторинга и регулирования:

- ввод тепловой сети и узел учета тепла;
- контур высокотемпературной сети отопления
- контур ГВС (двухступенчатая система ГВС);
- контур низкотемпературной сети отопления;
- контур системы снеготаяния;
- контур рекуперации тепла от холодильных установок;

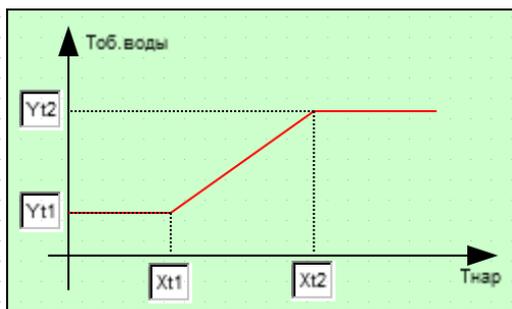
Контура системы предполагают два режима работы:

- включено:
 - управления оборудованием контура производится по заданным пользователем уставкам в автоматическом или ручном (с возможностью задания данного режима для конкретного клапана/насоса) режиме
 - производится мониторинг аварийных состояний оборудования, автоматическое переключение на резервные модули (для соответствующего модуля/группы модулей в автоматическом режиме)
 - информирование оператора о состоянии датчиков, насосов, положении клапанов и аварий;
 - переключение режимов зима/лето (переход осуществляется по заданной уставке при переходе наружной температуры по датчику TE1 (диапазон измерения: -50/+50 °C) через ее границу при включении данного режима для контура)
- отключено:
 - производится отключение насосов и закрытие регулирующих клапанов, в контурах;
 - информирование оператора о состоянии датчиков, насосов, положении клапанов и аварий;

Корректировка температуры обратной воды

Для обратного теплоносителя предусматривается возможность корректировки за счет сдвига соответствующих графиков зависимости температуры прямого теплоносителя в контурах на заданную оператором величину.

Для ИТП задается основной график зависимости температуры обратной вод (по датчику ТЕ3) от температуры наружного воздуха (по датчику ТЕ1)



По умолчанию:

- зависимость ТЕ3 от ТЕ1: $X_{t1} = -1^{\circ}\text{C}$; $X_{t2} = -23^{\circ}\text{C}$; $Y_{t1} = 45^{\circ}\text{C}$; $Y_{t2} = 64^{\circ}\text{C}$;

В случае превышения температурой обратной воды заданного графиком значения производится информирование о перегреве обратки. Для корректировки обратки для контуров ВСО, НСО и снеготаяния вводятся соответствующие постоянные коэффициенты температур, на значение которых уменьшается зависимость ТЕ(обр) соответствующего контура на всем диапазоне заданного графика зависимости регулируемой величины от температуры ТЕ1.

Предусматривается передача сигнала о повышении температуры обратной воды в систему диспетчеризации верхнего уровня.

Режимы «зима/лето»

Режим «зима/лето» предусматривает отключение контуров при переходе на летний режим и включение их при переходе на зимний режим. Переключение осуществляется при переходе значения наружной температуры, измеренной по датчику ТЕ1, через уставку, заданную оператором при снижении температуры теплоносителя ниже заданного значения, измеряемого по датчику ТЕ2. Режим может быть включен или отключен, а также настроен индивидуально для каждого контура.

По умолчанию переход между режимами осуществляется в автоматическом режиме при превышении температуры наружного воздуха значения $+10^{\circ}\text{C}$ (с учетом гистерезиса 2°C) и температуре теплоносителя $+40^{\circ}\text{C}$. В летнем режиме функционируют:

- контур ГВС;
- контур рекуперации тепла;
- контур низкотемпературной сети отопления;

В зимнем режиме при этом функционируют все контура.

Контроль линий датчиков

Алгоритмом предусматривается контроль обрыва и короткого замыкания линий датчиков температуры и давления.

Обрыв линий связи датчиков определяется:

- для датчиков температуры по бесконечно большому значению сопротивления линии (значение температур более диапазона измерений – по умолчанию $+200^{\circ}\text{C}$);
- для датчиков давления – по отсутствию давления в точке измерения (по умолчанию – 0 бар).

Короткое замыкание линий датчиков определяется:

- для датчиков температуры по бесконечно малому значению сопротивления линии (значение температур ниже диапазона измерений – по умолчанию -100°C);
- для датчиков давления – по отсутствию давления в точке измерения (по умолчанию – 0 бар).

В зависимости от типа датчика (датчик, по которому ведется регулирование или информационный датчик) и его принадлежности к конкретному контуру регулирования производится.

При выходе из строя датчика температуры TE1 (датчик температуры наружного воздуха) контура ВСО, НСО и контур снеготаяния переводятся в аварийный режим (аналогичный отказу датчика температуры, по которому ведется основное регулирование в каждом из контуров). Контур рекуперации при этом отключается. Контур ГВС продолжает функционировать в штатном режиме.

Ввод тепловой сети и узел учета тепла

Оборудование ввода тепловой сети и узла учета тепла:

- регулирующие клапана: МУ1, МУ2
- датчики давления: РЕ39 (диапазон измерения: 1-16 бар), РЕ40 (диапазон измерения: 1-16 бар), РЕ41 (диапазон измерения: 1-16 бар), РЕ42 (диапазон измерения: 1-16 бар), РЕ43 (диапазон измерения: 1-16 бар)
- датчики температуры: ТЕ2 (диапазон измерения: 5-150 °С), ТЕ3 (диапазон измерения: 5-100 °С)
- узел учета тепловой энергии:
 - расходомеры: FE1.1, FE1.2, FIE 1.3
 - датчики давления: РЕ1.1 (диапазон измерения: 1-16 бар), РЕ1.2 (диапазон измерения: 1-16 бар)
 - датчики температуры: ТЕ1.1 (диапазон измерения: 5-150 °С), ТЕ1.2 (диапазон измерения: 5-100 °С)

Для контура предусматривается два режима работы:

- включен: производится опрос цифровых датчиков и оборудования узла учета тепловой энергии. Клапана МУ1, МУ2 находятся в рабочем режиме. При этом для клапанов может быть задан один из рабочих режимов:
 - автоматический – управление клапанами осуществляется по ПИД закону с учетом значения сигнала обратной связи (фактический перепад давления по датчикам РЕ41 и РЕ43);
 - ручной – положение клапана определяется оператором (от 0 до 100%);
- отключен: производится опрос цифровых датчиков и оборудования узла учета тепловой энергии. Клапана МУ1, МУ2 закрыты.

На вводе тепловой сети производится:

1. мониторинг параметров температуры и давления теплоносителя в прямом и обратном трубопроводе по цифровым датчикам РЕ39, РЕ40, РЕ41, РЕ42, ТЕ2, ТЕ3;
Показания аналоговых датчиков отображаются на панели оператора в ИТП и передаются на АРМ диспетчера.
2. регулирование перепада давления на узле ввода и учета тепловой энергии с помощью регулирующих клапанов МУ1, МУ2;

В автоматическом режиме:

оператором задается требуемый перепад давления между прямым и обратным трубопроводом (по умолчанию 1 бар). Измерение перепад давления между прямым и обратным трубопроводами осуществляется по разности показаний датчиков давления РЕ41 и РЕ43. Поддержание заданного оператором перепада осуществляется за счет изменения положения двухходового клапана МУ1 при подаче на него аналогового управляющего сигнала 0-10В с контроллера управления.

Управление клапаном по сигналу обратной связи (разность давления по датчикам РЕ41 и РЕ43) осуществляется по ПИД закону.

В случае, если управляющий сигнал на клапан МУ1 составляет 100% (диапазона положения клапана не хватает для регулирования/клапан МУ1 демонтирован/выведен из строя) и недостигнуто требуемое значение перепада давления, регулирование дополнительно осуществляется клапаном МУ2 по ПИД закону.

Подбор коэффициентов регулятора осуществляется на этапе ПНР. Для тепловых режимов лето/зима производится индивидуальный подбор коэффициентов регулирования. Переход между моделями регулятора производится автоматический при смене режима работы (зима/лето).

Ручной режим:

положение клапанов задается операторов.

3. мониторинг состояния фильтров:
 - мониторинг состояния грязевика и фильтра на вводе тепловой сети осуществляется по показаниям датчиков давления РЕ39 и РЕ40. Оператором задается максимально допустимый перепад давления, превышение которого свидетельствует о засорении устройств и необходимости их очистки (по умолчанию 0,2 бар).
 - мониторинг состояния фильтра на обратной линии сети осуществляется по показаниям датчиков давления РЕ43 и РЕ42. Оператором задается максимально допустимый перепад давления, превышение которого свидетельствует о засорении устройств и необходимости их очистки (по умолчанию 0,2 бар).
4. мониторинг состояния линий датчиков давления и температуры:
 - при обрыве или коротком замыкании линии связи датчиков оператор оповещается соответствующим сигналом аварии датчиков;
 - при выходе из строя любого из датчиков РЕ41 и/или РЕ43 клапан МУ1 открывается на заданную оператором величину работы в аварийном режиме (по умолчанию – 50%).

Контур высокотемпературной сети отопления (ВСО)

Оборудование высокотемпературной сети отопления (ВСО):

- регулирующий клапан: МУ6
- датчики давления: РЕ46 (диапазон измерения: 1-16 бар), РЕ57 (диапазон измерения: 1-10 бар), РЕ58 (диапазон измерения: 1-10 бар), РЕ59 (диапазон измерения: 1-10 бар), РЕ60 (диапазон измерения: 1-10 бар);
- датчики температуры: ТЕ6 (диапазон измерения: 5-150 °С), ТЕ15 (диапазон измерения: 5-100 °С), ТЕ16 (диапазон измерения: 5-100 °С), ТЕ23 (диапазон измерения: 5-100 °С), ТЕ24 (диапазон измерения: 5-100 °С), ТЕ25 (диапазон измерения: 5-100 °С), ТЕ17 (диапазон измерения: 5-100 °С);
- клапан подпитки МУ12;
- расходомер узла подпитки FE115
- циркуляционные насосы с ПЧ Н1 и Н1р

Для контура предусматривается два режима работы:

- включен: производится опрос цифровых датчиков. Клапан МУ6, МУ12 находятся в рабочем режиме. Насосы находятся в рабочем режиме.

Для клапанов может быть задан один из рабочих режимов:

- автоматический – управление клапаном МУ6 осуществляется по ПИД закону по сигналу обратной связи от датчика температуры ТЕ6 и/или ТЕ15; управление клапаном МУ12 осуществляется по ПИД закону по показаниям датчика давления РЕ60 и данным с расходомера FE115;
- ручной – положение клапанов определяется оператором (от 0 до 100%);

Для насосов может быть задан один из рабочих режимов:

- автоматический – производится мониторинг состояния насосов, авторотация, поддержание заданного перепада давления, вкл/откл. в зависимости от режима зима/лето;
- ручной – отключена ротация насосов. Включен выбранный оператором насос.

- отключен: производится опрос цифровых датчиков. Клапан МУ6 закрыт. Клапан МУ12 находится в автоматическом режиме работы. Насосы отключены.

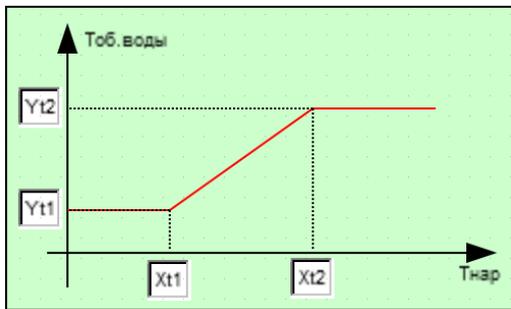
В контуре ВСО осуществляется:

1. мониторинг параметров температуры и давления теплоносителя в прямом и обратном трубопроводе по цифровым датчикам РЕ46, РЕ57, РЕ58, РЕ59, РЕ60, ТЕ6, ТЕ15, ТЕ16, ТЕ23, ТЕ24, ТЕ25, ТЕ17; Показания аналоговых датчиков отображаются на панели оператора в ИТП и передаются на АРМ диспетчера.
2. регулирование температуры теплоносителя в контуре ВСО по датчикам ТЕ15 и ТЕ6

Автоматический режим:

Для контура производится задание двух температурных графиков зависимости температуры ТЕ15 от температуры наружного воздуха, измеряемой по датчику ТЕ1, и температуры ТЕ6 от температур наружного воздуха.

Общий вид каждого графика:



По умолчанию:

- зависимость TE15 от TE1: $X_{t1} = -1^{\circ}\text{C}$; $X_{t2} = -23^{\circ}\text{C}$; $Y_{t1} = 56^{\circ}\text{C}$; $Y_{t2} = 85^{\circ}\text{C}$;
- зависимость TE6 от TE1: $X_{t1} = -1^{\circ}\text{C}$; $X_{t2} = -23^{\circ}\text{C}$; $Y_{t1} = 45^{\circ}\text{C}$; $Y_{t2} = 64^{\circ}\text{C}$;

Подстройка графиков осуществляется на этапе ПНР.

Предусматривается два варианта регулирования (выбор режима осуществляется оператором):

- погодное регулирование по показаниям температуры теплоносителя во внутреннем контуре ВСО (показаниям датчика температуры TE15) с учетом контроля температуры обратной воды контура (по датчику TE6): регулирование осуществляется за счет изменения положения клапана МУ6 по ПИД закону в соответствии с вычисленной уставкой регулируемой температуры (вычисляется на основе показаний наружной температуры TE1 и заданного погодного графика для TE15). В процессе регулирования при превышении температуры обратной воды контура ВСО (по датчику TE6) вычисленного значения (вычисляется на основе показаний наружной температуры TE1 и заданного погодного графика для TE6) система информирует о выходе температур обратной воды за границы графика;
- погодное регулирование по показаниям температуры обратной воды TE6 от контура ВСО: регулирование осуществляется за счет изменения положения клапана МУ6 по ПИД закону в соответствии с вычисленной уставкой регулируемой температуры (вычисляется на основе показаний наружной температуры TE1 и заданного погодного графика для TE6).

Подбор коэффициентов регулятора для клапана МУ6 осуществляется на этапе ПНР. Для каждого из алгоритмов производится индивидуальный подбор коэффициентов регулирования. Переход между моделями регулятора производится автоматический при смене алгоритма.

Ручной режим:

Установка положения клапана МУ6 осуществляется оператором. Регулирование не осуществляется.

3. мониторинг состояния фильтров;

- мониторинг состояния фильтра на прямом трубопроводе на вводе в теплообменник ВСО осуществляется по показаниям датчиков давления РЕ41 и РЕ46. Оператором задается максимально допустимый перепад давления, превышение которого свидетельствует о засорении и необходимости очистки (по умолчанию 0,2 бар).
- мониторинг состояния фильтра до насосов сети осуществляется по показаниям датчиков давления РЕ59 и РЕ60. Оператором задается максимально допустимый перепад давления, превышение которого свидетельствует о засорении и необходимости очистки (по умолчанию 0,2 бар).

4. мониторинг и управление насосами;

При выборе автоматического режима управления насосами производится:

- авторотация насосов с периодичностью, заданной оператором (авторотация может быть отключена оператором);

- изменение производительности рабочего насоса для поддержания заданного оператором перепада давления (по умолчанию 0,4 бар). Перепад давления измеряется по разности показаний датчиков на всасывании и нагнетании по датчикам PE57 и PE58. Изменение частоты на ПЧ насосов осуществляется по ПИД закону. Коэффициенты определяются на этапе ПНР;
- мониторинг состояния насосов по разности давлений на всасывании и нагнетании по датчикам PE58 и PE59. При снижении перепада давления ниже заданной оператором уставки (по умолчанию 0,2 бар) производится переключение на резервный насос (или основной при работе резервного). В случае если, после переключения между насосами по перепаду давления авария сохраняется (неисправны оба насоса) – производится отключение обоих насосов (критическая авария);
- мониторинг состояния насосов по положению переключателей щита автоматики: при переводе любого из насосов в ручной режим производится отключение автоматического регулирования. Управление реализуется с панели щита автоматики до момента перевода насосов в автоматический режим;
- мониторинга состояния насосов по сигналу аварии от ПЧ: при получении сигнала аварии от ПЧ производится переключение на резервный насос (или основной при работе резервного);
- мониторинг состояния насосов по сигналу термозащиты насосов: при срабатывании термозащиты производится переключение на резервный насос (или основной при работе резервного);
- отключение насосов при переходе в режим лето.

При выборе ручного режима работы включенным остается только один выбранный насос. Осуществляется мониторинг состояния рабочего насоса по перепаду давления, сигналу с панели щита автоматики, сигналу неисправности ПЧ и термозащите. При возникновении любой из аварий производится отключение насоса. Переход на резервный не производится(!)

5. Подпитка и контроль протечки

Для управления подпиткой в контуре ВСО предусмотрен двухходовой клапан МУ12. Для контроля направления расхода теплоносителя из мембранных баков при подпитке контура предусмотрен мониторинг расходомера FE115.

Автоматический режим:

- подпитка контура при снижении давления измеряемого по датчику PE50 (по умолчанию 2 бар) за счет изменения положения двухходового клапана подпитки МУ12 по ПИД закону;
- контроль направления расхода от мембранных баков по расходомеру FE115: в случае если давление по датчику PE60 ниже заданной уставки, а направление расхода идет в сторону контура или отсутствует в течение заданного оператором времени (по умолчанию 30 сек.) система переводит контур ВСО в аварию – протечка. При этом производится отключение циркуляционных насосов, закрытие клапанов МУ6 и МУ12;
- в случае если при включении подпитки направление расхода направлено в сторону баков и был достигнут необходимый уровень давления в контуре (по умолчанию 3 бара), но через заданный оператором промежуток времени (по умолчанию 600 сек.) давление в контуре повторно снизилось до уставки, заданной оператором (по умолчанию 2 бар) контур также переходит в аварию – протечка. При этом производится отключение циркуляционных насосов, закрытие клапанов МУ6 и МУ12;

Ручной режим:

Положение клапана подпитки задаётся оператором

6. мониторинг состояния линий датчиков давления и температуры:

- при обрыве или коротком замыкании линии связи датчиков оператор оповещается соответствующим сигналом аварии датчиков;
- при выходе из строя любого из датчиков PE58 и/или P59 производится информирование оператора об аварии датчика контроля работы насосной группы. Насосы продолжают работать в заданном оператором режиме (автоматическом или ручном);
- при выходе из строя любого из датчиков PE57 и/или P58 производится информирование оператора об аварии датчика контроля работы насосной группы. Насосы переводятся аварийный режим работы – включен основной насос Н1 на заданную оператором производительность (по умолчанию 50%);
- при выходе из строя датчика TE15 производится перевод регулирующего клапана МУ6 в режим работы по обратной воде по датчику ТЕ6;
- при выходе из строя датчика ТЕ6 система переводится на регулирование по датчику TE15;
- при выходе из строя обоих датчиков TE15 и ТЕ6 производится открытие регулирующего клапана на заданную оператором величину (по умолчанию 50%).

Контур ГВС (двухступенчатая система ГВС);

Оборудование контура ГВС:

- регулирующий клапан: МУ7
- регулирующий клапан первой ступени теплообменника: МУ8
- датчики давления: РЕ47 (диапазон измерения: 0-16 бар), РЕ48 (диапазон измерения: 0-16 бар), РЕ49 (диапазон измерения: 0-16 бар), РЕ61 (диапазон измерения: 0-10 бар), РЕ62 (диапазон измерения: 0-10 бар), РЕ63 (диапазон измерения: 0-10 бар), РЕ64 (диапазон измерения: 0-10 бар)
- датчики температуры: ТЕ7 (диапазон измерения: 5-100 °С), ТЕ8 (диапазон измерения: 5-100 °С), ТЕ9 (диапазон измерения: 5-100 °С), ТЕ26 (диапазон измерения: 5-100 °С), ТЕ27 (диапазон измерения: 5-100 °С), ТЕ28 (диапазон измерения: 5-100 °С), ТЕ29 (диапазон измерения: 5-100 °С), ТЕ34 (диапазон измерения: 5-100 °С), ТЕ35 (диапазон измерения: 5-100 °С)
- циркуляционные насосы НЗ-НЗр, Н4-Н4р, Н5-Н5р;
- накопительные баки с тэнами (поз.119,120)

Для контура предусматривается два режима работы:

- включен: производится опрос цифровых датчиков. Клапана МУ7 и МУ8 находятся в рабочем режиме. Насосы находятся в рабочем режиме. Электрические нагреватели в накопительных баках находятся в рабочем режиме.

Для клапанов может быть задан один из рабочих режимов:

- автоматический – управление клапаном МУ7 осуществляется по ПИД закону по сигналу обратной связи от датчика температуры ТЕ26 в соответствии с заданной пользователем уставкой и привязкой к временному графику работы; управление клапаном МУ8 осуществляется по ПИД закону по заданной оператором уставке требуемого перепада давления для первой ступени теплообменника ГВС (по умолчанию 0,2 бар), измерение перепада давления осуществляется по разности значений с датчиков РЕ48 и РЕ49;
- ручной – положение клапана МУ7/МУ8 определяется оператором (от 0 до 100%);

Для насосов может быть задан один из рабочих режимов:

- автоматический – производится мониторинг состояния насосов, авторотация;
- ручной – отключена ротация насосов. Включен выбранный оператором насос.

Для электрических нагревателей может быть задан один из рабочих режимов:

- Автоматический – управление осуществляется в автоматическом режиме при невозможности нагрева воды в течение заданного оператором времени до требуемой температуры (с учетом гистерезиса) с помощью сетевого теплоносителя;
 - Ручной – управление осуществляется в независимости от общего режима контура по уставке оператора без учета времени ожидания нагрева от сетевого теплоносителя;
 - Отключен – электронагревательные элементы баков отключены.
- отключен: производится опрос цифровых датчиков. Клапан МУ7 и МУ8 закрыты. Электрически нагреватели в накопительных баках отключены.

В контуре ГВС осуществляется:

1. мониторинг параметров температуры и давления теплоносителя в прямом и обратном трубопроводе по цифровым датчикам ТЕ7, ТЕ8, ТЕ9, ТЕ26, ТЕ27, ТЕ28, ТЕ29, ТЕ34, ТЕ35, РЕ47, РЕ48, РЕ49, РЕ61, РЕ62, РЕ63, РЕ64;
Показания аналоговых датчиков отображаются на панели оператора в ИТП и передаются на АРМ диспетчера;
2. регулирование температуры горячей воды на выходе из теплообменника в контуре ГВС по датчику ТЕ26 в соответствии с временным графиком работы.

Автоматический режим

Управление температурой горячей воды осуществляется с помощью изменения положения клапана МУ7 по ПИД закону.

Подбор коэффициентов регулятора для клапана МУ7 осуществляется на этапе ПНР.

Для работы системы задается рабочий режим. Уставка по температуре ГВС 50°C

Дополнительно задается режим «антилегионелла». Для режима задается временной диапазон включения (по умолчанию с 4:00 до 5:00) и температура ГВС в данный период (по умолчанию 60°C). Временная уставка и уставка температуры контура могут быть изменены оператором.

Ручной режим:

- положение клапана задается оператором

3. Регулирование перепада давления первой ступени

Автоматический режим

- Регулирование осуществляется за счет изменения положения клапана МУ8. Управление клапаном МУ8 осуществляется по ПИД закону по заданной оператором уставке требуемого перепада давления для первой ступени теплообменника ГВС (по умолчанию 0,2 бар), измерение перепада давления осуществляется по разности значений с датчиков РЕ48 и РЕ49;

Ручной режим:

- положение клапана задается оператором

4. мониторинг состояния фильтров;

- мониторинг состояния фильтра на прямом трубопроводе на вводе в теплообменник ГВС осуществляется по показаниям датчиков давления РЕ41 и РЕ47. Оператором задается максимально допустимый перепад давления, превышение которого свидетельствует о засорении и необходимости очистки (по умолчанию 0,2 бар).
- мониторинг состояния фильтра до насосов подсистем ГВС не ведется (отсутствуют соответствующие датчики).

5. мониторинг и управление насосами;

При выборе автоматического режима управления насосами производится (может быть выбран отдельно для каждой группы насосов Н3-Н3р, Н4-Н4р, Н5-Н5р):

- авторотация насосов с периодичностью, заданной оператором (авторотация может быть отключена оператором);
- мониторинг состояния насосов (только для Н3-Н3р) по разности давлений на всасывании и нагнетании по датчикам РЕ62 и РЕ64. При снижении перепада давления ниже заданной оператором уставки (по умолчанию 0,2 бар) производится переключение на резервный насос (или основной при работе резервного). В случае если, после переключения между насосами по

перепаду давления авария сохраняется (неисправны оба насоса) – производится отключение обоих насосов (критическая авария);

- мониторинг состояния насосов по положению переключателей щита автоматики: при переводе любого из насосов в ручной режим производится отключение автоматического регулирования. Управление реализуется с панели щита автоматики до момента перевода насосов в автоматический режим;
- мониторинг состояния автоматических выключателей насосов: при отключении автомат производится переключение на резервный насос (или основной при работе резервного);

При выборе ручного режима работы включенным остается только один выбранный насос. Осуществляется мониторинг состояния рабочего насоса (только для группы НЗ-НЗр) по перепаду давления, сигналу с панели щита автоматики, сигналу от автомата защиты насоса. При возникновении любой из аварий производится отключение насоса. Переход на резервный не производится(!)

6. управление электронагревателями накопительных баков

Автоматический режим

При выборе автоматического режима управления производится подогрев воды в накопительных баках до заданной оператором температурной уставки (определяется по датчику ТЕ26). Включение нагревателей производится в случае соблюдения условий: регулирующий клапан МУ7 открыт на 100%, температура по датчику ТЕ26 ниже уставки, временной промежуток, в течение которого открыт клапан МУ7 (по умолчанию 60 сек).

Ручной режим:

В ручном режиме включение нагревателей для подогрева производится без учета состояния клапана МУ7 и времени его полного открытия по временному графику, заданному оператором. Данный режим применим в случае отсутствия возможности подогрева воды сетевым теплоносителем.

Отключение

В случае отключения – электронагреватели не включаются для нагрева или подогрева воды.

7. мониторинг состояния линий датчиков давления и температуры:

- при обрыве или коротком замыкании линии связи датчиков оператор оповещается соответствующим сигналом аварии датчиков;
- при выходе из строя любого из датчиков РЕ62 и/или Р64 производится информирование оператора об аварии датчика контроля работы насосной группы. Насосы переводятся аварийный режим работы – включен основной насос НЗ на заданную оператором производительность (по умолчанию 50%);
- при выходе из строя любого из датчиков РЕ48 и/или Р49 производится информирование оператора об аварии датчика контроля работы клапана второй ступени. Клапан МУ8 переводится в аварийный режим и открывается в заданное оператором положение (по умолчанию 0% - отключение второй ступени ГВС) ;
- при выходе из строя датчика ТЕ26 производится перевод регулирующего клапана МУ7 в аварийный режим (клапан закрывается);

Контур низкотемпературной сети отопления (НСО)

Оборудование контура низкотемпературной сети отопления включает в себя:

- Основные регулирующие клапана: МУ3; МУ4
- Клапан регулирования минимального расхода: МУ9
- Насосная группа: Н2-Н2р;
- Клапан подпитки: МУ11;
- Клапан задания расхода через насосную группу (контроля объема циркуляции в контуре) МУ9
- Датчики температуры: ТЕ4 (диапазон измерения: 5-100 °С), ТЕ11(диапазон измерения: 5-100 °С), ТЕ14(диапазон измерения: 5-100 °С), ТЕ12(диапазон измерения: 5-100 °С), ТЕ18(диапазон измерения: 5-100 °С), ТЕ13(диапазон измерения: 5-100 °С), ТЕ17(диапазон измерения: 5-100 °С), ТЕ18(диапазон измерения: 5-100 °С), ТЕ20(диапазон измерения: 5-100 °С), ТЕ21(диапазон измерения: 5-100 °С), ТЕ22 (диапазон измерения: 5-100 °С)
- Датчики давления: РЕ44 (диапазон измерения: 0-16 бар), РЕ45 (диапазон измерения: 0-16 бар), РЕ52 (диапазон измерения: 0-10 бар), РЕ53 (диапазон измерения: 0-10 бар), РЕ54 (диапазон измерения: 0-10 бар), РЕ56 (диапазон измерения: 0-10 бар), РЕ66 (диапазон измерения: 0-10 бар), РЕ68 (диапазон измерения: 0-10 бар), РЕ69 (диапазон измерения: 0-10 бар), РЕ70 (диапазон измерения: 0-10 бар)
- Термостаты теплых полов TS1, TS2
- Регулирующие клапаны теплых полов МУ13, МУ14
- Насосные группы теплых полов Н8-Н8р, Н9-Н9р
- Расходомер FE114

Контур разделяется на:

- основной регулирующий контур (регулирование за счет клапанов МУ3; МУ4)
- дополнительные два регулирующих контура (регулирование за счет клапанов МУ13, МУ14)

Для основного контура предусматриваются два режима работы:

- включен: производится опрос цифровых датчиков. Клапан МУ3, МУ4, МУ11, МУ13, МУ14 находятся в рабочем режиме. Насосы Н2-Н2р, Н8-Н8р, Н9-Н9р находятся в рабочем режиме.

Для клапанов основного контура может быть задан один из рабочих режимов:

- автоматический – управление клапаном МУ3 и МУ4 осуществляется по ПИД закону по сигналу обратной связи от датчика температуры ТЕ4 и/или ТЕ11; управление клапаном МУ11 осуществляется по ПИД закону по показаниям датчика давления РЕ56 при учете данных с расходомера FE114;
- ручной – положение клапанов МУ3 и МУ4 определяется оператором (от 0 до 100%);

Для насосов Н2-Н2р может быть задан один из рабочих режимов:

- автоматический – производится мониторинг состояния насосов, авторотация, поддержание заданного перепада давления;
 - ручной – отключена ротация насосов. Включен выбранный оператором насос.
- отключен: производится опрос цифровых датчиков. Клапана МУ3, МУ4 закрыт. Клапан МУ11 находится в автоматическом режиме работы. Клапана дополнительных контуров МУ13, МУ14 закрыты. Все насосы отключены.

Для дополнительных контуров предусматривается два режима работы:

- включен: производится опрос цифровых датчиков. Клапан МУ13, МУ14 находятся в рабочем режиме. Насосы Н8-Н8р, Н9-Н9р находятся в рабочем режиме.

Для клапанов дополнительных контуров контура может быть задан один из рабочих режимов:

- автоматический – управление клапанами МУ13 и МУ14 осуществляется по ПИД закону по сигналу обратной связи от датчика температуры ТЕ20 и ТЕ22 соответственно;
- ручной – положение клапанов МУ13 и МУ14 определяется оператором (от 0 до 100%);

Для насосов Н8-Н8р, Н9-Н9р может быть задан один из рабочих режимов:

- автоматический – производится мониторинг состояния насосов, авторотация, поддержание заданного перепада давления;
 - ручной – отключена ротация насосов. Включен выбранный оператором насос.
- Отключен (для каждого дополнительного контура в отдельности): производится опрос цифровых датчиков. Клапана МУ13/МУ14 закрыт. Насосы отключенного подконтура отключаются.

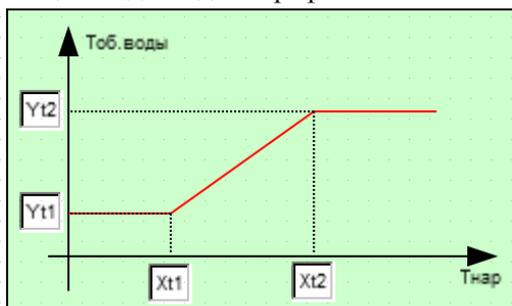
В контуре НСО осуществляется:

1. мониторинг параметров температуры и давления теплоносителя в прямом и обратном трубопроводе по цифровым датчикам РЕ44, РЕ52, РЕ53, РЕ54, РЕ56, РЕ66, РЕ66, РЕ68, РЕ69, РЕ70, ТЕ4, ТЕ11, ТЕ12, ТЕ18, ТЕ13, ТЕ17, ТЕ18, ТЕ20, ТЕ21, ТЕ22;
Показания аналоговых датчиков отображаются на панели оператора в ИТП и передаются на АРМ диспетчера.
2. регулирование температуры теплоносителя в основном контуре ВСО по датчикам ТЕ11 и ТЕ4

Автоматический режим:

Для контура производится задание температурного графика зависимости температуры ТЕ4 от температур наружного воздуха.

Общий вид каждого графика:



По умолчанию:

- зависимость ТЕ4 от ТЕ1: Xt1 = -1°C; Xt2 = -23°C; Yt1 = 45°C; Yt2 = 64°C;

Подстройка графиков осуществляется на этапе ПНР.

Основным регулируемым параметром является температура прямой воды в контуре НСО (по умолчанию +45°C), измеряемая по датчику ТЕ11. Регулирование осуществляется за счет изменения положения клапана МУ3 по ПИД закону относительно заданной уставки и сигнала обратной связи с датчика ТЕ11. При этом производится постоянный контроль температуры обратной воды по датчику ТЕ4 относительно температуры уличного воздуха (по датчику ТЕ1). При превышении температурой обратной

воды рассчитанного в соответствии с заданным графиком значения оператор информируется о завышении обратной воды в контуре НСО.

Для клапана МУ3 предусматривается резервирование клапаном МУ4. Клапан МУ4 имеет два режима работы:

- автоматический: при открытии клапана МУ3 на 100% и невозможности обеспечить температур в контуре НСО (по датчику ТЕ11) в соответствии с заданной оператором уставкой в течение заданного оператором времени (по умолчанию 60 сек) производится подача регулирующего ПИД сигнала на клапан МУ4.
- ручной: положение клапана задается оператором.

Подбор коэффициентов регулирования ПИД регулятора клапаном МУ3 и МУ4 осуществляется на этапе ПНР.

Ручной режим:

Предусматривается задание ручного режима для каждого из клапанов. Положение клапана в ручном режиме устанавливается оператором.

3. регулирование температуры теплоносителя в дополнительных контурах

Автоматический режим

- В дополнительных контурах НСО предусмотрена дополнительная схема регулирования температуры за счет использования трехходовых клапанов МУ13 и МУ14.
- Для каждого контура предусматривается возможность задания уставки по температуре воды в контуре, измеряемой датчиками ТЕ20 и ТЕ22 соответственно. Регулирование осуществляется за счет изменения положения соответствующих клапанов по ПИД закону.

Подбор коэффициентов регулирования ПИД регулятора клапаном МУ3 и МУ4 осуществляется на этапе ПНР.

Ручной режим:

Положение клапанов задается оператором.

4. Контроль с помощью термостатов TS1 TS2.

- вне зависимости от выбранного режима дополнительных контуров предусматривается их отключение (закрытие клапанов и отключение насосов) при срабатывании термостатов TS1 TS2.

5. мониторинг состояния фильтров;

- мониторинг состояния фильтра на прямом трубопроводе на вводе в теплообменник НСО осуществляется по показаниям датчиков давления РЕ41 и РЕ44. Оператором задается максимально допустимый перепад давления, превышение которого свидетельствует о засорении и необходимости очистки (по умолчанию 0,2 бар).
- Мониторинг состояния фильтра до клапана МУ10 осуществляется по показаниям датчиков давления РЕ55 и РЕ56. Оператором задается максимально допустимый перепад давления, превышение которого свидетельствует о засорении и необходимости очистки (по умолчанию 0,2 бар).
- мониторинг состояния фильтра дополнительных контуров не осуществляется

6. мониторинг и управление насосами;

При выборе автоматического режима управления насосами производится:

- авторотация насосов с периодичностью, заданной оператором (авторотация может быть отключена оператором);
- изменение производительности рабочего насоса для поддержания заданного оператором перепада давления (по умолчанию 0,4 бар). Перепад давления измеряется по разности показаний датчиков на всасывании и нагнетании по датчикам PE52 и PE53 (для насосов Н2-Н2р), PE66 и PE67 (для насосов Н8-Н8р), PE69 и PE70 (для насосов Н9-Н9р). Изменение частоты на ПЧ насосов осуществляется по ПИД закону. Коэффициенты определяются на этапе ПНР;
- мониторинг состояния насосов по разности давлений на всасывании и нагнетании по датчикам PE58 и PE59, PE52 и PE67, PE53 и PE70. При снижении перепада давления ниже заданной оператором уставки (по умолчанию 0,2 бар) производится переключение на резервный насос (или основной при работе резервного). В случае если, после переключения между насосами по перепаду давления авария сохраняется (неисправны оба насоса) – производится отключение обоих насосов (критическая авария);
- мониторинг состояния насосов по положению переключателей щита автоматики: при переводе любого из насосов в ручной режим производится отключение автоматического регулирования. Управление реализуется с панели щита автоматики до момента перевода насосов в автоматический режим;
- мониторинга состояния насосов по сигналу аварии от ПЧ: при получении сигнала аварии от ПЧ производится переключение на резервный насос (или основной при работе резервного);
- мониторинг состояния насосов по сигналу термозащиты насосов: при срабатывании термозащиты производится переключение на резервный насос (или основной при работе резервного);
- отключение насосов при переходе в режим лето.

При выборе ручного режима работы включенным остается только один выбранный насос. Осуществляется мониторинг состояния рабочего насоса по перепаду давления, сигналу с панели щита автоматики, сигналу неисправности ПЧ и термозащите. При возникновении любой из аварий производится отключение насоса. Переход на резервный не производится(!)

7. Подпитка и контроль протечки

Для управления подпиткой в контуре ВСО предусмотрен двухходовой клапан МУ11. Для контроля направления расхода теплоносителя из мембранных баков при подпитке контура предусмотрен мониторинг расходомера FE114.

Алгоритмом предусматривается:

- подпитка контура при снижении давления измеряемого по датчику PE56 (по умолчанию 2 бар) за счет изменения положения двухходового клапана подпитки МУ11 по ПИД закону;
- контроль направления расхода от мембранных баков по расходомеру FE114: в случае если давление по датчику PE56 ниже заданной уставки, а направления расхода идет в сторону контура или отсутствует в течение заданного оператором времени (по умолчанию 30 сек.) система переводит контур ВСО в аварию – протечка. При этом производится отключение циркуляционных насосов контура, закрытие всех регулирующих клапанов;
- в случае если при включение подпитки направление расхода направлено в сторону баков и был достигнут необходимый уровень давления в контуре (по умолчанию 3 бара), но через заданный оператором промежуток времени (по умолчанию 600 сек.) давление в контуре повторно снизилось до уставки, заданной оператором (по умолчанию 2 бар) контур также переходит в аварию – протечка. При этом производится отключение циркуляционных насосов контура, закрытие всех регулирующих клапанов;

8. Контроль минимального расхода через насосы Н2-Н2р

С целью обеспечения минимальной циркуляции теплоносителя в контуре НСО за счет насосов Н2-Н2р предусматривает возможность управления клапаном МУ9.

Управление клапаном может осуществляться в:

- автоматическом режиме – при работе насосов «на упор», определяемого по разности перепада давления на насосной группе Н2-Н2р по датчикам РЕ53-РЕ54 (по умолчанию 1 бар) производится открытие клапана МУ9 на заданную оператором уставку минимального расхода, определяемую в процессе ПНР (по умолчанию 10%).
- ручном режиме – положение задается оператором

9. мониторинг состояния линий датчиков давления и температуры:

- при обрыве или коротком замыкании линии связи датчиков оператор оповещается соответствующим сигналом аварии датчиков;
- РЕ52 и РЕ53 (для насосов Н2-Н2р), РЕ66 и РЕ67 (для насосов Н8-Н8р), РЕ69 и РЕ70 (для насосов Н9-Н9р) производится информирование оператора об аварии датчика контроля работы насосной группы. Насосы переводятся аварийный режим работы – включен основной насос N_i на заданную оператором производительность (по умолчанию 50%);
- при выходе из строя любого из датчиков РЕ58, РЕ59, РЕ52, РЕ67, РЕ53, РЕ70 производится информирование оператора об аварии датчика контроля работы насосной группы. Насосы продолжают работать в заданном оператором режиме (автоматическом или ручном);
- при выходе из строя датчика ТЕ11 производится перевод регулирующего клапана МУ3 в аварийный режим работы – клапан переводится в аварийное положение заданное оператором (по умолчанию – 50%);
- при выходе из строя датчика ТЕ20 и/или ТЕ22 производится перевод регулирующего клапана МУ13 и/или МУ14 в аварийный режим работы – соответствующий клапан переводится в аварийное положение заданное оператором (по умолчанию – 50%);

Контур рекуперации тепла от холодильных установок

Оборудование контура систем рекуперации:

- Регулирующий клапан: МУ10;
- Насосная группа: Н7-Н7р;
- Датчики температуры: ТЕ30 (диапазон измерения: 0-100 °С), ТЕ31 (диапазон измерения: 0-100 °С), ТЕ32 (диапазон измерения: 0-100 °С), ТЕ33 (диапазон измерения: 0-100 °С)
- Датчики давления: РЕ55 (диапазон измерения: 0-10 бар), РЕ71 (диапазон измерения: 0-10 бар), РЕ72 (диапазон измерения: 0-10 бар), РЕ73 (диапазон измерения: 0-10 бар), РЕ74 (диапазон измерения: 0-10 бар), РЕ75 (диапазон измерения: 0-10 бар)

Для контура предусматривается два режима работы:

- включен: производится опрос цифровых датчиков. Клапан МУ16 находится в рабочем режиме. Насосы находятся в рабочем режиме.

Для клапана может быть задан один из рабочих режимов:

- автоматический – управление клапаном МУ10 осуществляется по ПИД закону по сигналу обратной связи от датчиков температуры ТЕ13 и ТЕ32;
- ручной – положение клапана МУ10 определяется оператором (от 0 до 100%);

Для насосов может быть задан один из рабочих режимов:

- автоматический – производится мониторинг состояния насосов, авторотация, поддержание заданного перепада давления;
- ручной – отключена ротация насосов. Включен выбранный оператором насос.

- отключен: производится опрос цифровых датчиков. Клапан МУ10 закрыт. Насосы отключены.

В контуре рекуперации осуществляется:

1. мониторинг параметров температуры и давления теплоносителя в прямом и обратном трубопроводе по цифровым датчикам РЕ55, РЕ71, РЕ72, РЕ73, РЕ74, РЕ75, ТЕ30, ТЕ31, ТЕ32, ТЕ33
Показания аналоговых датчиков отображаются на панели оператора в ИТП и передаются на АРМ диспетчера;
2. управление перепуском обратной воды контура НСО на контур рекуперации:
Автоматический режим
при включении автоматического режима работы клапан МУ10 производится сравнение температур обратной воды контура НСО и температур воды от холодильных машин по датчикам ТЕ13 и ТЕ32. В случае, если температура обратной воды контура НСО ниже, чем температура контура холодильных машин производится открытие клапана МУ10 по ПИД закону и перепуск обратной воды контура НСО. Т.о. обеспечивается забор дополнительного тепла для контура НСО и охлаждение теплоносителя в контуре холодильных машин для повышения их эффективности.

Ручной режим:

положение клапана задается оператором

3. мониторинг состояния фильтров;

мониторинг состояния фильтра на входе в расширительный бак контура рекуперации осуществляется по данным датчиков давления PE71 и PE72. При увеличении перепада выше заданного оператором уровня (по умолчанию 0,4 бар) производится информирование о засорении фильтра.

4. мониторинг и управление насосами;

При выборе автоматического режима управления насосами производится:

- авторотация насосов с периодичностью, заданной оператором (авторотация может быть отключена оператором);
- изменение производительности рабочего насоса для поддержания заданного оператором перепада давления (по умолчанию 0,4 бар). Перепад давления измеряется по разности показаний датчиков на всасывании и нагнетании по датчикам PE72 и PE73. Изменение частоты на ПЧ насосов осуществляется по ПИД закону. Коэффициенты определяются на этапе ПНР;
- мониторинг состояния насосов по разности давлений на всасывании и нагнетании по датчикам PE74 и PE75. При снижении перепада давления ниже заданной оператором уставки (по умолчанию 0,2 бар) производится переключение на резервный насос (или основной при работе резервного). В случае если, после переключения между насосами по перепаду давления авария сохраняется (неисправны оба насоса) – производится отключение обоих насосов (критическая авария);
- мониторинг состояния насосов по положению переключателей щита автоматики: при переводе любого из насосов в ручной режим производится отключение автоматического регулирования. Управление реализуется с панели щита автоматики до момента перевода насосов в автоматический режим;
- мониторинга состояния насосов по сигналу аварии от ПЧ: при получении сигнала аварии от ПЧ производится переключение на резервный насос (или основной при работе резервного);
- мониторинг состояния насосов по сигналу термозащиты насосов: при срабатывании термозащиты производится переключение на резервный насос (или основной при работе резервного);
- отключение насосов при переходе в режим лето.

При выборе ручного режима работы включенным остается только один выбранный насос. Осуществляется мониторинг состояния рабочего насоса по перепаду давления, сигналу с панели щита автоматики, сигналу неисправности ПЧ и термозащите. При возникновении любой из аварий производится отключение насоса. Переход на резервный не производится(!)

5. мониторинг состояния линий датчиков давления и температуры:

- при обрыве или коротком замыкании линии связи датчиков оператор оповещается соответствующим сигналом аварии датчиков;
- PE72 и PE73 производится информирование оператора об аварии датчика контроля работы насосной группы. Насосы переводятся аварийный режим работы – включен основной насос на заданную оператором производительность (по умолчанию 50%);
- при выходе из строя любого из датчиков PE74 и/или PE75 производится информирование оператора об аварии датчика контроля работы насосной группы. Насосы продолжают работать в заданном оператором режиме (автоматическом или ручном);
- при выходе из строя датчика TE32 производится перевод регулирующего клапана MY10 в аварийный режим работы – клапан переводится в аварийное положение заданное оператором (по умолчанию – 0%);

6. авария верхнего уровня

- при поступлении сигнала аварии верхнего уровня производится закрытие клапана MY10, отключение циркуляционных насосов контура.

Контур системы снеготаяния

Оборудование контура систем снеготаяния:

- Регулирующий клапан: МУ16;
- Насосная группа: Н10-Н10р;
- Насосные подпитки: Н4-Н4р, Н5-Н5р;
- Датчики температуры: ТЕ10 (диапазон измерения: 0-100 °С), ТЕ36 (диапазон измерения: 0-100 °С), ТЕ37 (диапазон измерения: 0-100 °С), ТЕ38 (диапазон измерения: 0-100 °С)
- Датчики давления: РЕ50 (диапазон измерения: 0-16 бар), РЕ51 (диапазон измерения: 0-16 бар), РЕ76 (диапазон измерения: 0-10 бар), РЕ77 (диапазон измерения: 0-10 бар)

Для контура предусматривается два режима работы:

- включен: производится опрос цифровых датчиков. Клапан МУ16 находится в рабочем режиме. Насосы находятся в рабочем режиме.

Для клапана может быть задан один из рабочих режимов:

- автоматический – управление клапаном МУ16 осуществляется по ПИД закону по сигналу обратной связи от датчика температуры ТЕ36 в соответствии с заданной пользователем уставкой после получения сигнала о наличии снега на кровел. В случае отсутствия сигнала - клапан МУ16 закрыт.
- ручной – положение клапана МУ16 определяется оператором (от 0 до 100%);

Для насосов может быть задан один из рабочих режимов:

- автоматический – производится мониторинг состояния насосов, авторотация;
 - ручной – отключена ротация насосов. Включен выбранный оператором насос.
- отключен: производится опрос цифровых датчиков. Клапан МУ16 закрыт. Насосы отключены.

В контуре снеготаяния осуществляется:

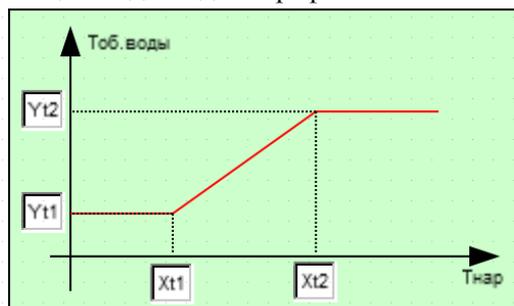
7. мониторинг параметров температуры и давления теплоносителя в прямом и обратном трубопроводе по цифровым датчикам ТЕ10, ТЕ36, ТЕ37, ТЕ38, РЕ50, РЕ51, РЕ76, РЕ77

Показания аналоговых датчиков отображаются на панели оператора в ИТП и передаются на АРМ диспетчера;

8. регулирование температуры в контуре снеготаяния по датчику ТЕ36 в соответствии с заданной оператором уставкой с контролем температуры обратной воды по датчику ТЕ10

Для контура производится задание температурного графика зависимости температуры ТЕ10 от температур наружного воздуха.

Общий вид каждого графика:



По умолчанию:

- зависимость ТЕ4 от ТЕ1: $X_{t1} = -1^{\circ}\text{C}$; $X_{t2} = -23^{\circ}\text{C}$; $Y_{t1} = 45^{\circ}\text{C}$; $Y_{t2} = 64^{\circ}\text{C}$;

Подстройка графиков осуществляется на этапе ПНР.

Основным регулируемым параметром является температура прямой воды в контуре (по умолчанию $+53^{\circ}\text{C}$), измеряемая по датчику ТЕ36. Регулирование осуществляется за счет изменения положения клапана МУ16 по ПИД закону относительно заданной уставки и сигнала обратной связи с датчика ТЕ36. При этом производится постоянный контроль температуры обратной воды по датчику ТЕ10 относительно температуры уличного воздуха (по датчику ТЕ1). При превышении температурой обратной воды рассчитанного в соответствии с заданным графиком значения оператор информируется о завышении обратной воды в контуре НСО.

Управление температурой осуществляется с помощью изменения положения клапана МУ16 по ПИД закону.

Подбор коэффициентов регулятора для клапана МУ16 осуществляется на этапе ПНР.

9. контроль замерзания

При регулировании и снижении температуры теплоносителя по датчику ТЕ38 ниже уставки оператора (по умолчанию $+12^{\circ}\text{C}$) производится открытие клапана МУ16 на 100% и принудительное включение циркуляционного насоса с контролем его аварийности и возможность переключения на резервный.

10. мониторинг состояния фильтров;

- мониторинг состояния фильтра до клапана МУ16 не осуществляется.

11. мониторинг и управление насосами;

При выборе автоматического режима управления насосами производится (может быть выбран отдельно каждой группы насосов Н10-Н10р):

- авторотация насосов с периодичностью, заданной оператором (авторотация может быть отключена оператором);
- мониторинг состояния насосов по положению переключателей щита автоматики: при переводе любого из насосов в ручной режим производится отключение автоматического регулирования. Управление реализуется с панели щита автоматики до момента перевода насосов в автоматический режим;
- мониторинг состояния автоматических выключателей насосов: при отключении автомат производится переключение на резервный насос (или основной при работе резервного);

При выборе ручного режима работы включенным остается только один выбранный насос. Осуществляется мониторинг состояния рабочего насоса (только для группы Н10-Н10р) по сигналу с панели щита автоматики, сигналу от автомата защиты насоса. При возникновении любой из аварий производится отключение насоса. Переход на резервный не производится(!)

12. мониторинг состояния линий датчиков давления и температуры:

- при обрыве или коротком замыкании линии связи датчиков оператор оповещается соответствующим сигналом аварии датчиков;
- при выходе из строя датчика ТЕ36 производится перевод регулирующего клапана МУ16 в аварийный режим работы – клапан переводится в аварийное положение заданное оператором (по умолчанию – 100%);

Резервный контур

Для резервирования контуров ВСО и НСО предусматривается дополнительный теплообменник с регулирующим клапаном МУ5.

Для данного теплообменника предусматриваются режимы работы:

- включен в режиме ВСО: производится опрос цифровых датчиков. Клапан МУ5 находится в рабочем режиме по алгоритму, установленному оператором для контура ВСО.
- включен в режиме НСО: производится опрос цифровых датчиков. Клапан МУ5 находится в рабочем режиме по алгоритму, установленному оператором для контура НСО.
- Ручной режим: положение клапана МУ5 определяется оператором (от 0 до 100%);
- отключен: производится опрос цифровых датчиков. Клапан МУ5 закрыт.

Для резервного теплообменника предусматривает мониторинг состояния фильтра на входе: мониторинг состояния фильтра на входе в расширительный бак контура рекуперации осуществляется по данным датчиков давления РЕ41 и РЕ45. При увеличении перепада выше заданного оператором уровня (по умолчанию 0,2 бар) производится информирование о засорении фильтра.

Контроль насосов и клапанов в резервном контуре аналогичен контролю оборудования в заданном для его работы режиме (контуре, взамен которого он подключен)