

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Емельянов Сергей Геннадьевич  
Должность: ректор  
Дата подписания: 14.09.2023 16:25:22  
Уникальный программный ключ:  
9ba7d3e34c012eba476ffd2d064c9

## МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Юго-Западный государственный университет»  
(ЮЗГУ)

Кафедра теплогазоснабжения

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

О.Г. Локтионова

«09» 09 2022 г.



### Расчет и подбор основного оборудования автоматизированного АИТП

Методические указания для практических занятий , курсового проектирования и самостоятельной работы студентов всех форм обучения направлений подготовки 08.03.01, 08.04.01, 13.03.01, 13.04.01

УДК 697.2(07)

Составители: Е.В. Умеренков, Э.В. Умеренкова

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент кафедры  
теплогазоводоснабжения В.А. Жмакин

**Расчет и подбор основного оборудования автоматизированного АИТП:** методические указания для практических занятий , курсового проектирования и самостоятельной работы студентов всех форм обучения направлений подготовки 08.03.01, 08.04.01, 13.03.01, 13.04.01 /Юго-Зап. гос. ун-т; сост. Э.В. Умеренкова, Е.В. Умеренков. Курск, 2022. 37 с.: ил.3, прилож. 5. Библиогр.: с. 37 .

Излагаются требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям помещений автоматизированных индивидуальных тепловых пунктов (АИТП) зданий жилищно-гражданского назначения, даны рекомендации по расчету и подбору оборудования, приборов учета, контроля и автоматизации, применяемых в АИТП.

Методические указания предназначены для студентов и магистров ВУЗов теплоэнергетических и строительных специальностей всех форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать . Формат 60x84 1/16.  
Усл.печ. л. 2,15. Уч.-изд. л. 1,95 Тираж 100 экз. Заказ. Бесплатно.  
Юго-Западный государственный университет.  
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

# **МИНОБРНАУКИ РОССИИ**

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Юго-Западный государственный университет»  
(ЮЗГУ)

Кафедра теплогазоводоснабжения

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ О.Г. Локтионова

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

## **Расчет и подбор основного оборудования автоматизированного АИТП**

Методические указания для практических занятий , курсового  
проектирования и самостоятельной работы студентов всех форм  
обучения направлений подготовки 08.03.01, 08.04.01, 13.03.01,  
13.04.01

Курск 2022

УДК 697.2(07)

Составители: Е.В. Умеренков, Э.В. Умеренкова

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент кафедры

теплогазоводоснабжения В.А. Жмакин

**Расчет и подбор основного оборудования автоматизированного АИТП:** методические указания для практических занятий, курсового проектирования и самостоятельной работы студентов всех форм обучения направлений подготовки 08.03.01, 08.04.01, 13.03.01, 13.04.01 /Юго-Зап. гос. ун-т; сост. Э.В. Умеренкова, Е.В. Умеренков. Курск, 2022. 37 с.: ил.3, прилож. 5. Библиогр.: с. 37 .

Излагаются требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям помещений автоматизированных индивидуальных тепловых пунктов (АИТП) зданий жилищно-гражданского назначения, даны рекомендации по расчету и подбору оборудования, приборов учета, контроля и автоматизации, применяемых в АИТП.

Методические указания предназначены для студентов и магистров ВУЗов теплоэнергетических и строительных специальностей всех форм обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать . Формат 60x84 1/16.

Усл.печ. л. 2,15. Уч.-изд. л. 1,95 Тираж 100 экз. Заказ. Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

## Оглавление

Введение .....	4
1 Основные положения .....	5
2 Схемы присоединения систем отопления к тепловым сетям. ..	8
3 Расчет и подбор оборудования автоматизированных узлов управления (АУУ) систем отопления.....	13
4 Примеры характерных расчетов .....	15
5 Вопросы и задачи для самоконтроля..... <b>Ошибка! Закладка не определена.</b>	8
Библиографический список .....	20
Приложение 1 .....	21
Приложение 2 .....	23
Приложение 3 .....	24
Приложение 4 .....	25
Приложение 5 .....	33

## Введение

Установка (АИТП) вместо широко применяемых тепловых узлов является современным техническим решением важнейшей задачи в сфере энергосбережения, связанной с рациональным использованием тепловой энергии и, как следствие, снижением эксплуатационных затрат.

АИТП здания работает в автономном режиме без постоянного обслуживающего персонала, выполняя следующие основные функции:

- автоматическое регулирование системы отопления, обеспечивая рациональное расходование тепловой энергии и комфортные условия у потребителей;
- защиту системы теплоснабжения здания от аварийного изменения параметров теплоносителя;
- учет потребляемой тепловой энергии.

На источнике тепла осуществляется качественное регулирование теплоносителя, но в связи с большой протяженностью тепловых сетей изменения температуры теплоносителя до потребителя поступают со значительным запаздыванием. По этим соображениям автоматизированный индивидуальный тепловой пункт (АИТП) позволяет непосредственно у потребителя корректировать температуру воды, поступающей в систему отопления, в зависимости от температуры наружного воздуха практически сразу же после изменений температур теплоносителя или наружного воздуха. Это дает значительную экономию тепловой энергии.

Задачей студента является освоение теоретических и практических основ, позволяющих грамотно и профессионально выполнять все расчеты и принимать соответствующие решения, связанные с выбором схемного решения, подбора и расчета основного оборудования индивидуальных тепловых пунктов (ИТП).

## 1. Основные положения

**АИТП (автоматизированный индивидуальный тепловой пункт)** – это сооружение с комплектом оборудования, позволяющим изменить тепловой и гидравлический режимы теплоносителя, обеспечить учет и регулирование тепловой энергии и теплоносителя, предназначенное для присоединения систем отопления, вентиляции, горячего водоснабжения одного здания или его части.

В общем случае АИТП состоит из **узла ввода и автоматизированного узла управления (АУУ)**.

**Узел ввода** – это устройство с комплектом оборудования, позволяющее осуществлять контроль параметров теплоносителя и при необходимости осуществлять распределение потоков теплоносителя между потребителями.

**Автоматизированный узел управления (АУУ)** предназначен для автоматического регулирования параметров теплоносителя (температура, давление), поступающего в систему отопления, обеспечения учета и регулирования расхода тепловой энергии.

В одном здании для групп помещений разного назначения или групп помещений, предназначенных для разных арендаторов (владельцев), по заданию на проектирование могут предусматриваться индивидуальные узлы учета расхода теплоты для отдельных групп помещений.

В АИТП, согласно [8], предусматривается размещение оборудования, арматуры, приборов контроля, управления и автоматизации, посредством которых осуществляется:

- преобразование вида теплоносителя или его параметров;
- контроль параметров теплоносителя;
- регулирование расхода теплоносителя и распределение его по системам потребления теплоты;
- отключение систем потребления теплоты;
- защита местных систем от аварийного повышения параметров теплоносителя;
- заполнение и подпитка систем потребления теплоты;

- учет тепловых потоков и расходов теплоносителя и конденсата.

В тепловом пункте в зависимости от его назначения и конкретных условий присоединения потребителей могут осуществляться все перечисленные функции или только их часть.

Устройство ИТП обязательно для каждого здания независимо от наличия центрального теплового пункта (ЦТП), при этом в ИТП предусматриваются только те функции, которые необходимы для присоединения систем потребления теплоты данного здания и не предусмотрены в ЦТП.

Индивидуальные тепловые пункты должны быть встроенными в обслуживаемые ими здания и размещаться в отдельных помещениях на первом этаже у наружных стен здания. Допускается размещать ИТП в технических подпольях или в подвалах зданий и сооружений.

Встроенные в здания тепловые пункты следует размещать у наружных стен зданий на расстоянии не более 12 м от выхода из этих зданий.

Высоту помещений ИТП от отметки чистого пола до низа выступающих конструкций перекрытия (в свету) рекомендуется принимать не менее 2,2 м.

При размещении ИТП в подвальных и цокольных помещениях, а также в технических подпольях зданий допускается принимать высоту помещений и свободных проходов к ним не менее 1,8 м.

В помещениях тепловых пунктов следует предусматривать отделку ограждений долговечными, влагостойкими материалами, допускающими легкую очистку, при этом необходимо выполнить:

- штукатурку наземной части кирпичных стен;
- затирку цементным раствором заглубленной части бетонных стен;
- расшивку швов панельных стен;
- побелку потолков;
- бетонное или плиточное покрытие полов.

В тепловых пунктах следует предусматривать открытую прокладку труб.



В общем случае комплект оборудования для автоматизации и учета тепла в АИТП систем отопления любого типа включает:

- . Задвижки (стальные шаровые краны)
- Фильтры или грязевики
- Соленоидный вентиль
- Обратный клапан
- Теплосчетчик
- Регулятор перепада давления или регулятор части с/о и индивидуального перепада давления и расхода воды
  - Регулирующий прибор в одноканальном исполнении, обеспечивающий поддержание температурного графика в системе в зависимости от температуры наружного воздуха.
  - Датчик температуры наружного воздуха
  - Датчик температуры воды в подающей магистрали системы отопления
    - Датчик температуры внутреннего воздуха
    - Регулирующий клапан с электродвигателем
    - Насос смесительный бесшумный, бесфундаментный или автоматический элеватор с регулируемым соплом
    - Контроллер
    - Шкаф управления электрический

Задвижки устанавливаются для герметического отключения системы отопления (с/о) от трубопроводов теплоснабжения. Запорная арматура предусматривается:

- на всех подающих и обратных трубопроводах тепловых сетей на вводе и выводе их из тепловых пунктов;
- на всасывающем и нагнетательном патрубках каждого насоса.

Запорную арматуру на вводе в ИТП с суммарной тепловой нагрузкой на отопление и вентиляцию 0,2 МВт и более рекомендуется применять стальную.

Фильтр сетчатый (или грязевик) обеспечивает очистку воды от твердых взвесей. Грязевики в тепловых пунктах следует предусматривать:

- на подающем трубопроводе при вводе в тепловой пункт непосредственно после первой запорной арматуры;

- на обратном трубопроводе перед регулирующими устройствами, насосами, приборами учета расхода воды и тепловых потоков - не более одного.

Соленоидный клапан прекращает подачу сетевой воды в с/о при обесточивании электродвигателей.

Поддержание постоянного расхода и давления теплоносителя осуществляется регулятором перепада давлений . Выбор регулятора осуществляют по условной пропускной способности  $K_y$  [ $\text{м}^3/\text{ч}$ ] , под которой понимают объемный расход теплоносителя,  $\text{м}^3/\text{ч}$ , с плотностью, равной  $1000 \text{ кг}/\text{м}^3$  пропускаемой регулирующим органом при перепаде давления в нем  $0,1 \text{ МПа}$ .

Измерение теплопотребления здания осуществляется при помощи тепломера .

Контроллер АУУ позволяет установить температурный график, записанный на режимной карте. С помощью датчиков производится сравнение фактической и заданной температуры теплоносителя. Регулирующий прибор , получая информацию о наружной температуре по датчику температуры наружного воздуха , поддерживает температурный график в подающей магистрали с/о по датчику температуры воды в ней. Регулирующий прибор поддерживает соответствующий данной местности и данному объекту отопительный график через регулирующий клапан с электроприводом , изменяя количество сетевой воды, поступающей в с/о.

Насос на смесительной обеспечивает подмес воды из обратного трубопровода, или обеспечивает циркуляцию и смешение, если установлен на подающей либо обратной линии.

## **2 Схемы присоединения систем отопления к тепловым сетям**

В соответствии с требованиями [1] , при централизованном теплоснабжении системы отопления и внутреннего теплоснабжения жилых и общественных зданий следует, как правило, присоединять к тепловым сетям по независимой схеме.

Присоединение систем внутреннего теплоснабжения зданий к тепловым сетям по зависимой схеме, а также систем отопления

строящихся или реконструируемых отдельных зданий (внутри сложившейся застройки с общим для группы зданий тепловым пунктом) допускается предусматривать через автоматизированный узел управления (АУУ) для каждого здания, обеспечивая защиту от повышения давления, а также регулирование температуры теплоносителя в зависимости от изменения температуры наружного воздуха. Присоединение систем внутреннего теплоснабжения через автоматизированный элеваторный узел допускается по заданию на проектирование при обосновании.

Основные принципиальные схемы АУУ для централизованных систем теплоснабжения представлены рис. 1- 3 .

Присоединение систем потребления теплоты следует выполнять с учетом гидравлического режима работы тепловых сетей (пьезометрического графика) и графика изменения температуры теплоносителя в зависимости от изменения температуры наружного воздуха.

Пьезометрический график характеризует динамическое и статистическое давление в любой точке системы теплоснабжения.

Т.о., выбор схемы ИТП зависит от:

- абсолютного давления в подающей и обратной магистралях тепловой сети (т/с) в месте присоединения их к с/о;
- предельно допустимого давления для НП с/о и оборудования;
- статического давления в т/с;
- статического давления с/о ( $h_{зд} + 5м$ );
- гидравлической характеристики с/о.

В соответствии с положениями /3/ с/о принимают следующие основные схемы присоединения :

- зависимую без смешения при совпадении гидравлического и температурного режимов тепловой сети и местной системы;
- зависимую со смешением при необходимости снижения температуры воды в системе отопления (с установкой автоматического элеватора с регулируемым соплом , смесительного насоса на перемычке между подающей и обратной магистралями. с установкой насоса на обратном трубопроводе

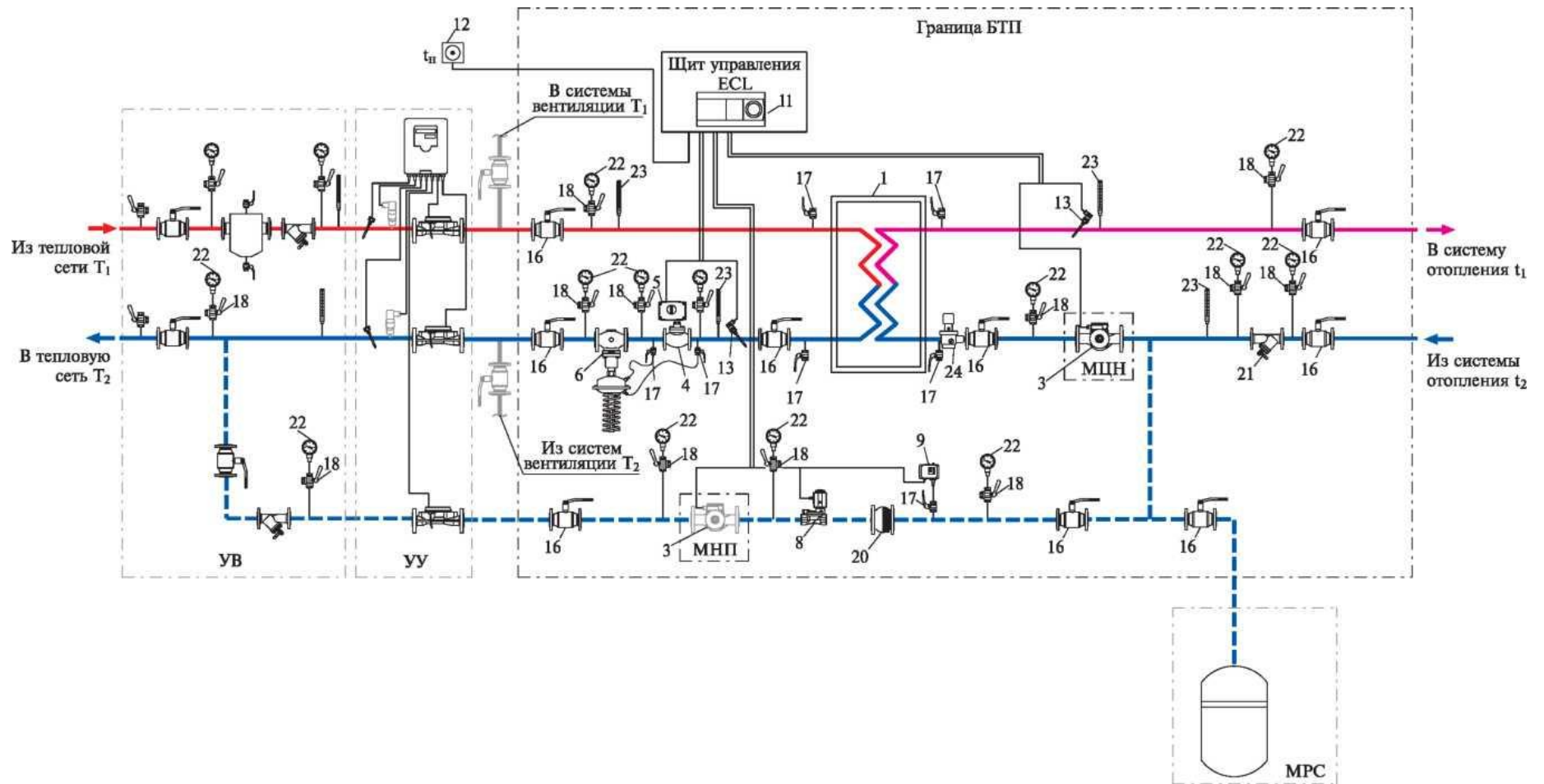
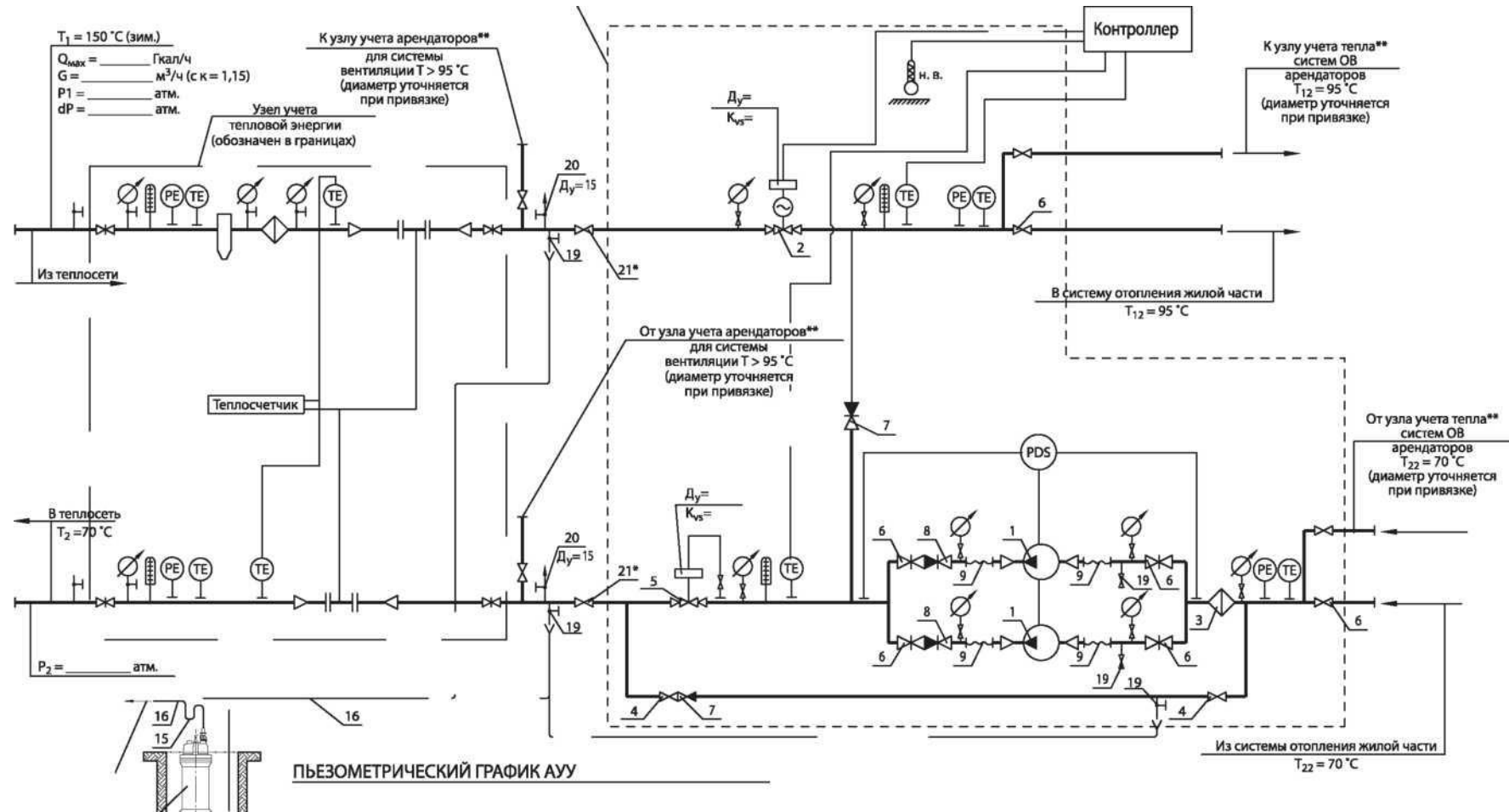


Рис. 1 - Схема АИТП при независимом присоединении системы отопления к тепловой сети (обозначение позиций см. прилож.1.)



магистралями.



— Рис. 3- Схема АУУ с циркуляционно-смесительным насосом на обратной магистрали

- перед узлом смешения
- или на подающем трубопроводе после узла смешения ) ;
- независимую.

### **3 Расчет и подбор оборудования автоматизированных узлов управления (АУУ) систем отопления**

Диаметр условного прохода регулирующего клапана выбирают по техническим характеристикам регулирующих клапанов, принимая при этом ближайшее значение, отвечающее условию:

$$K_v y \geq 1.2 K_v \max, \quad (3.1)$$

здесь  $K_{\max}$  - наибольшее рабочее (требуемой расчетное) значение при полном подъеме плунжера:

$$K_v \max = V / \sqrt{10 \Delta P}, \quad (3.2)$$

где  $V$  - объемный расход теплоносителя перед клапаном  
 $\{ V = 0.86 \cdot Q / \Delta t \cdot \rho,$   
 $\text{м}^3/\text{ч} \};$

$\Delta P$ , МПа - перепад давления на клапане.

Коэффициент запаса 1,2 принимается с учетом возможных отклонений, в пределах  $\pm 8\%$ , а также с целью обеспечения возможности регулирования при значениях не только в сторону уменьшения расхода, но и на некоторую величину в сторону его увеличения. Необходимость иметь запас диктуется и тем, что в процессе эксплуатации системы возможны колебания расхода среды, давления, температуры.

Измерение теплотребления здания осуществляется при помощи тепломера .

Контроллер АУУ позволяет установить температурный график, записанный на режимной карте. С помощью датчиков производится сравнение фактической и заданной температуры теплоносителя. Регулирующий прибор , получая информацию о

наружной температуре по датчику температуры наружного воздуха , поддерживает температурный график в подающей магистрали с/о по датчику температуры воды в ней. Регулирующий прибор поддерживает соответствующий данной местности и данному объекту отопительный график через регулирующийся клапан с электроприводом , изменяя количество сетевой воды, поступающей в с/о.

Насос на смесительной или подающей линии или автоматический элеватор с регулируемым соплом обеспечивает подмес воды из обратного трубопровода .

При выборе насосов для систем отопления, устанавливаемых в ИТП в соответствии с [2], следует принимать:

а)при установке насоса на перемычке между подающим и обратным трубопроводами системы отопления:

- напор - на 2-3 м больше потерь давления в системе отопления (либо с учетом фактических потерь в регулирующем клапане);
- подачу насоса  $G$ , кг/ч, - по формуле

$$G = 1,1 G_r \cdot u , \quad (3.3)$$

где  $G_r$  - расчетный максимальный расход воды на отопление из тепловой сети, кг/ч, определяется по формуле :

$$G_r = 0,86 Q_{c.o.} / (T_r - t_o) , \quad (2.4)$$

где  $Q_{c.o.}$  - максимальный тепловой поток на отопление, Вт;

$u$  - коэффициент смешения, определяемый по формуле:

$$u = (T_r - t_r) / (t_r - t_o) , \quad (3.5)$$

где  $T_r$  - температура воды в подающем трубопроводе тепловой сети при расчетной температуре наружного воздуха для проектирования отопления,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$t_r$  - то же, в подающем трубопроводе системы отопления,  $^{\circ}\text{C}$ ;

$t_o$  - то же, в обратном трубопроводе от системы отопления,  $^{\circ}\text{C}$ ;



б) при установке насоса на подающем или обратном трубопроводе системы отопления:

- напор - в зависимости от давления в тепловой сети и требуемого давления в системе отопления с запасом в 2-3 м (либо с учетом фактических потерь в оборудовании);
- подачу насоса  $G$ , кг/ч, - по формуле

$$G = 1,1 G_r \cdot (1+u) . \quad (3.6)$$

## 4 Примеры характерных расчетов

### Задача 1

Исходные данные:

- абсолютное давление в подающей магистрали  $P_p=500$  кПа;
- абсолютное давление в обратной магистрали  $P_o=350$  кПа;
- статическое давление системы отопления  $P_{ст.с/о}=H_{зд}+5m=15,3+5=20,3m=20,3$  кПа;
- потери давления в системе отопления  $\Delta P_{с/о}=46,18$  кПа.
- Теплотери системы отопления  $Q_{с/о} = 340,24$  кВт
- Температура воды на вводе теплосети  $T_r = 150^\circ\text{C}$
- Температура воды в подающей магистрали  $t_r = 80^\circ\text{C}$
- Температура воды в обратной магистрали  $t_o = 60^\circ\text{C}$ .

### Решение

Располагаемое давление для создания циркуляции теплоносителя в системе можем определить как разность давлений в подающей и обратной магистралях. Эта величина составляет 150 кПа.

Исходя из вышперечисленного, принимаем, что насос устанавливаем на перемычке между подающим и обратным трубопроводами системы отопления, учитывая, что напор – на 2-3 м больше потерь давления в системе отопления. Согласно результатам расчета мощности системы отопления и гидравлического расчета:

Определяем потери давления линейной части:

$$\Delta P_{лтп} = R_{сп} \cdot l,$$

где  $R_{\text{ср}} = 100$  Па/м – среднее значение потерь давления на трение;

$$\Delta P_{\text{ИТП}} = 100 \cdot 23 = 2,3 \text{ кПа}.$$

Определим расход сетевой воды.

$$G_r = \frac{0,86 \cdot 340240}{150 - 70} = 3657,58 \frac{\text{кг}}{\text{ч}}$$

Объемный расход сетевой воды, м<sup>3</sup>/ч:

$$t_{\text{ср}} = \frac{150 + 70}{2} = 110^\circ \text{C}$$

$$\rho_{\text{ср}} = 950,7 \text{ кг/м}^3;$$

$$V = \frac{3657,58}{950,7} = 3,85 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}.$$

По диаметру ввода подбираем фильтр – фильтр сетчатый FVF чугунный фланцевый  $D_y = 50$  мм с условной пропускной способностью  $K_y = 54 \text{ м}^3/\text{ч}$ , потери давления на фильтре составят:

$$\Delta P_{\phi} = 100 \cdot \left( \frac{3,85}{54} \right)^2 = 0,5 \text{ кПа}.$$

Подбор ультразвукового расходомера выполняем по объемному расходу перегретой воды. Выбираем ультразвуковой расходомер ULTRAFLOW с условной пропускной способностью  $K_y = 21,2 \text{ м}^3/\text{ч}$  и  $D_y = 25$  мм потери давления на расходомере составят:

$$\Delta P_{\text{расходомер}} = 100 \cdot \left( \frac{3,85}{21,2} \right)^2 = 3,28 \text{ кПа}.$$

Тогда потери давления в с/о с учётом потерь давления на сетчатом фильтре составят:

$$\Delta P_{\text{с/о}} = 45,63 + 0,5 = 46,13 \text{ кПа} = 4,6 \text{ м.в.ст.}$$

Потери давления в ИТП с учётом потерь давления на тепломере:

$$\Delta P_{ИТП} = \Delta P'_{ИТП} + 2 \cdot \Delta P_T = 2,3 + 2 \cdot 3,28 = 8,86 \text{ кПа}.$$

Рассчитываем потери давления на двухходовом регулирующем клапане VB2 D<sub>y</sub> 15 мм с K<sub>y</sub> = 4 м<sup>3</sup>/ч. Находим потери давления в регулирующем клапане при прохождении через него теплоносителя:

$$\Delta P_{кт}^{m.n.} = 100 \cdot \left( \frac{0,346}{4} \right)^2 = 0,75 \text{ кПа},$$

$$\Delta P_{кт}^{1+6} = 100 \cdot \left( \frac{0,544}{4} \right)^2 = 1,85 \text{ кПа},$$

$$\Delta P_{кт}^{2+7} = 100 \cdot \left( \frac{0,803}{4} \right)^2 = 4,03 \text{ кПа},$$

$$\Delta P_{кт}^3 = 100 \cdot \left( \frac{0,743}{4} \right)^2 = 3,34 \text{ кПа},$$

$$\Delta P_{кт}^4 = 100 \cdot \left( \frac{0,658}{4} \right)^2 = 2,7 \text{ кПа},$$

$$\Delta P_{кт}^5 = 100 \cdot \left( \frac{0,562}{4} \right)^2 = 1,97 \text{ кПа}.$$

Для выбора типоразмера регулятора давления, определим его максимальную условную пропускную способность, если на нем будет дросселироваться избыток давления:

$$\Delta P_{изб} = 150 - 8,86 - 45,63 - 0,75 - 1,85 - 4,03 - 3,34 - 2,7 - 1,97 = 60,32 \text{ кПа}.$$

$$K_y = \frac{3,85}{\sqrt{10 \cdot 0,06032}} = 4,96 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}.$$

К установке принимаем регулятор перепада давления AVPD<sub>y</sub> 20 с  $K_y = 6,3 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Подбираем смесительный насос для системы отопления 1.

Напор насоса должен быть не менее суммы потерь давления в системе отопления №1:

$$H_n = \Delta P_{c/o} = 4,6 \text{ м.в.ст.}$$

Подача насоса определится величиной объемного расхода обратной воды, подмешиваемой насосом:

$$U = \frac{150 - 80}{80 - 60} = 3,5,$$

$$G = 0,35 \cdot 3,5 = 1,225 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}.$$

Устанавливаем насос типа UPS 25-70 ,  $D_y = 25 \text{ мм}$ , который на 2 скорости при производительности  $1,225 \text{ м}^3/\text{ч}$  развивает напор – 5,5 м.

## 5 Вопросы и задачи для самоконтроля

1. Какое устройство используют в ИТП для учета расхода тепла?
2. Для чего служит грязевик?
3. Какую функцию выполняет насос, установленный на перемычке между подающей и обратной магистралями в ИТП?
4. В каком случае можно присоединить систему отопления жилого дома к тепловой сети по зависимой прямоточной схеме?
5. Элементы узла ввода
6. Можно ли присоединить систему отопления жилого дома к тепловой сети по зависимой прямоточной схеме , если тепловой и гидравлический режимы системы отопления и тепловой сети не совпадают
7. Где располагают оборудование ИТП, если он располагается на 1-ом этаже здания?

8. По каким параметрам подбирается насос?
9. В каком случае необходимо присоединять систему отопления к тепловым сетям по независимой схеме?
10. Чему равен расход насоса, установленного на перемычке между подающей и обратной магистралями системы отопления?
11. Можно ли присоединить систему отопления здания к тепловой сети по зависимой схеме со смесительным насосом на перемычке, если давление в подающем теплопроводе тепловой сети 350 кПа, в обратной - 230 кПа, высота здания - 30 м ?
12. Чему равны потери на клапане смешения, если его условная пропускная способность - 32 куб.м/ч, расход через клапан - 5 куб.м/ч?
13. Какой расход будет проходить через клапан смешения, если его условная пропускная способность - 32 куб.м/ч, а потери давления на клапане - 100 кПа?
14. Какую условную пропускную способность должен иметь регулятор перепада давления, чтобы на нем дросселировалось 50 кПа при расходе теплоносителя 3,5 куб.м/ч?
15. Чему равны потери давления на фильтре тонкой очистки, если его условная пропускная способность 67 куб.м /ч, а расход теплоносителя - 2,5 куб.м/ч?
16. Можно ли присоединить по зависимой прямоточной схеме систему отопления здания больницы, если температурный режим тепловой сети - 95-70 °С?

**Библиографический список**

1. СП 60.13330.2020 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха»
2. СП 41–105–95 «Проектирование тепловых пунктов»

## Сводная спецификация тепломеханического оборудования, приборов и арматуры АИТП

Таблица П1.1.

Позиция по схеме	Описание оборудования, приборов и устройств и рекомендации по их применению				
1	Одноходовой теплообменник для системы отопления, вентиляции или ГВС				
	Паяный типа ХВ, Ру = 25 бар, Т <sub>макс</sub> = 180 °С		Разборный типа ХГ, Ру = 16 бар, Т <sub>шкс</sub> = 150 °С		
2	Двухходовой моноблочный теплообменник для двухступенчатого водоподогревателя системы ГВС				
	Паяный типа ХВ, Ру = 25 бар, Т <sub>макс.</sub> = 180 °С		Разборный типа ХГ, Ру = 16 бар, Т <sub>шкс</sub> = 150 °С		
3	Насос циркуляционный или подпиточный				
	Одинарный или сдвоенный с частотным преобразователем или без него				
4	Клапан регулирующий, седельный, проходной				
	УВ2 Ду = 15-50 мм, Kvs = 1-40 м <sup>3</sup> /ч, чугунный, фланцевый, Ру = 25 бар, Т <sub>макс.</sub> = 150 °С		VF2 Ду = 65-100 мм, Kvs = 63-145 м <sup>3</sup> /ч, чугунный, фланцевый, Ру = 16 бар, Т <sub>макс.</sub> = 150 °С (130 °С – для клапана Ду = 65-80 мм с приводом AMV435)		
5	Редукторный электропривод регулирующего клапана				
	AMV20 для клапана ВВ2, 220 В, 15 с/мм,	AMV30 для клапана ВВ2, 220 В, 3 с/мм,	AMV435 для клапана VF2, Ду = 65-80 мм 220 В, 7,5 или 15 с/мм	AMV55 для клапана VF2, 220 В, 8 с/мм	AMV56 для клапана VF2, 220 В, 4 с/мм
6	Регулятор перепада давления				
	Моноблочный типа AVP для подающего или обратного трубопровода Ду = 15-50 мм, K <sub>vs</sub> = 4,0-20 м <sup>3</sup> /ч, чугунный, фланцевый, Ру = 25 бар, Т <sub>макс.</sub> = 150 °С, ДР = 0,2-1,0 или 0,3-2,0 бар		Составной типа AFP/VFG2		
			Клапан VFG2 Ду = 15-125 мм, K <sub>vs</sub> = 34-160 м <sup>3</sup> /ч, чугунный, фланцевый, Ру = 16 бар, Т <sub>макс.</sub> = 200 °С		
	Импульсная трубка AV для AVP (1 или 2 шт.)		Регулирующий элемент AFP-9 ДР = 0,15-1,50 или 0,5-3,0 бар		
		Импульсная трубка AF для AFP (2 шт.)			
7	Регулятор перепуска				
	Моноблочный типа AVPA			Составной типа AFPA/VFG2	
	Ду = 15-25 мм, Kvs = 4-8 м <sup>3</sup> /ч, бронзовый, с наружной резьбой, Ру = 16 бар, Т <sub>макс.</sub> = 150 °С, ДР = 0,2-1,0 бар	Ду = 15-25 мм, Kvs = 4-8 м <sup>3</sup> /ч, бронзовый, с наружной резьбой, Ру = 25 бар, Т <sub>макс.</sub> = 150 °С, ДР = 0,3-2,0 бар	Ду = 32-50 мм, Kvs = 12,5-20 м <sup>3</sup> /ч, чугунный, фланцевый, Ру = 25 бар, Т <sub>макс.</sub> = 150 °С, ДР = 0,2-1,0 или 0,3-2,0 бар	Клапан VFG2 Ду = 50-100 мм, Kvs = 32-125 м <sup>3</sup> /ч, чугунный, фланцевый, Ру = 16 бар, Т <sub>макс.</sub> = 200 °С	
				Регулирующий элемент AFP-9 ДР = 0,15-1,20 или 0,5-2,5 бар	
	Присоединительные фитинги для AVPA		-		
	С наружной резьбой (комплект, 2 шт.)	Под приварку (комплект, 2 шт.)	-		
Импульсная трубка AFPA (2 шт.)					
8	Электромагнитный (соленоидный) клапан				
	Клапан EV220В Ду = 15-50 мм, Kv = 4-40 м <sup>3</sup> /ч, бронзовые, муфтовые, Ру = 16 бар, Т <sub>макс</sub> = 120 °С				
	Катушка электромагнитная на 220 В для клапана EV220В				
	Штекер для подключения кабеля к электромагнитной катушке				
9	Электроконтактное реле давления (прессостат) KPI35				

## продолжение табл.П1.1.

Позиция по схеме	Описание оборудования, приборов и устройств и рекомендации по их применению			Примечание	
10	Реле разности давлений RT262A для АВР насосов				
11	Электронный регулятор температуры/контроллер ECL Вариант выбирается исходя из структуры БТП, требований к объему вводимой/выводимой информации и диспетчеризации				
	ECL 210	ECL 310	ECL Apex 20		
	Ключ A230, A260, A266	Ключ A260, A266, A368	-		
	-	-	Трансформатор питания 24 В постоянного тока и		
	Крепежные элементы для монтажа в щите управления				
12	Датчик температуры наружного воздуха ESM1				
13	Датчик температуры теплоносителя и горячей воды				
	ESMU, погружной, медный, L = 100 мм	ESMU, погружной, из нержавеющей стали, L = 100 мм			
	Гильза из нержавеющей стали для погружного медного датчика ESMU		-		
14	Расходомер холодноводный			Производитель: по указанию заказчика	
15	Клапан балансировочный, ручной				
	MSV-BD Ду = 15-50 мм, латунный, муфтовый, Ру = 20 бар, Т <sub>макс.</sub> = 120 °С	MSV-F2 Ду = 15-150 мм, чугунный, фланцевый, Ру = 16 бар, Т <sub>макс.</sub> = 130 °С			
16	Кран шаровой типа JIP Ду = 32-150 мм, стальной, под приварку или фланцевый, Ру = 40 бар (для Ду = 25-50 мм) и Ру = 25 бар (для Ду = 65-150 мм), Т <sub>макс.</sub> = 150 °С				
17	Кран шаровой типа XT666 Ду = 15-50 мм, стальной, муфтовый, Ру = 69 бар, Т <sub>макс.</sub> = 230 °С				
18	Кран трехходовой под манометр, Ду = 15 мм, Ру = 16 бар, Т <sub>шт.&lt;с</sub> = 150 °С			Стороннего поставщика	
19	Дисковый поворотный затвор типа SYLAX Ду = 25-100 мм, чугунный, для установки между фланцами, Ру = 16 бар, Т <sub>шт.&lt;с</sub> = 120 °С				
20	Клапан обратный				
	Тип 223 Ду = 20-50 мм, латунный, с наружной резьбой, Ру = 16 бар, Т <sub>макс.</sub> = 80 °С	Тип 462 Ду = 50-100 мм, чугунный, фланцевый, Ру = 10 бар,	Тип 802 Ду = 20-50 мм, латунный, для установки между фланцами, Ру = 16 бар, Т <sub>макс.</sub> = 200 °С		Тип 802 Ду = 65-100 мм, чугунный, для установки между фланцами, Ру = 16 бар, Т <sub>макс.</sub> = 150 °С
	Присоединительные штуцеры				
	с наружной резьбой (компл., 2	под приварку (компл., 2 шт.)			
21	Фильтр сетчатый				
	Тип Y222P Ду = 20-50 мм, латунный, муфтовый, со спускным краном, Ру = 25 бар, Т <sub>макс.</sub> = 110 °С	Тип FVF Ду = 15-150 мм, чугунный, фланцевый, со спускным краном, Ру = 16 бар, Т <sub>макс.</sub> = 150 °С			
22	Манометр показывающий, сертифицированный в России, с диаметром шкалы не менее 100 мм, верхним пределом измерения в соответствии со значением испытательного давления			Стороннего поставщика	
23	Термометр показывающий с гильзой, сертифицированный в России, с верхним пределом измерения в соответствии с максимальной температурой измеряемой среды			Стороннего поставщика	
24	Клапан предохранительный			Стороннего поставщика	



## Приложение 2

## Ультразвуковой расходомер ULTRAFLOW

(технические данные)

Таблица П.2.1

Ном.расход,м <sup>3</sup> /ч	Монтажная длина	ΔP, кПа	K <sub>y</sub>
0,6	G <sub>3/4</sub> ×110мм(Dy15)	10	1,9
1,5	G <sub>3/4</sub> ×110мм(Dy15)	22	3,2
0,6	G <sub>1</sub> ×130мм(Dy20)	10	1,9
1,5	G <sub>1</sub> ×130мм(Dy20)	22	3,2
1,5	G <sub>3/4</sub> ×165мм(Dy15)	18	3,5
1,5	G <sub>3/4</sub> ×165мм(Dy20)	18	3,5
1,5	G <sub>1</sub> ×190мм(Dy20)	18	3,5
2,5	G <sub>1</sub> ×190мм(Dy20)	22	5,3
3,5	G <sub>1/4</sub> ×260мм(Dy25)	8	12,4
3,5	Dy25×260 мм(фл.)	8	12,4
6	G <sub>1/4</sub> ×260мм(Dy25)	8	21,2
6	Dy25×260 мм(фл.)	16	15
10	G <sub>2</sub> ×300мм(Dy25)	6	40,8
10	Dy40×300 мм(фл.)	6	40,8
15	Dy50×270 мм(фл.)	11	45,2
25	Dy65×300 мм(фл.)	12	72,2
40	Dy80×300 мм(фл.)	8	141,4

**Приложение 3**

**Регуляторы перепада давления  
IVF и IVFS ( DANFOSS ) с фланцевым соединением**

**Таблица П.3.1**

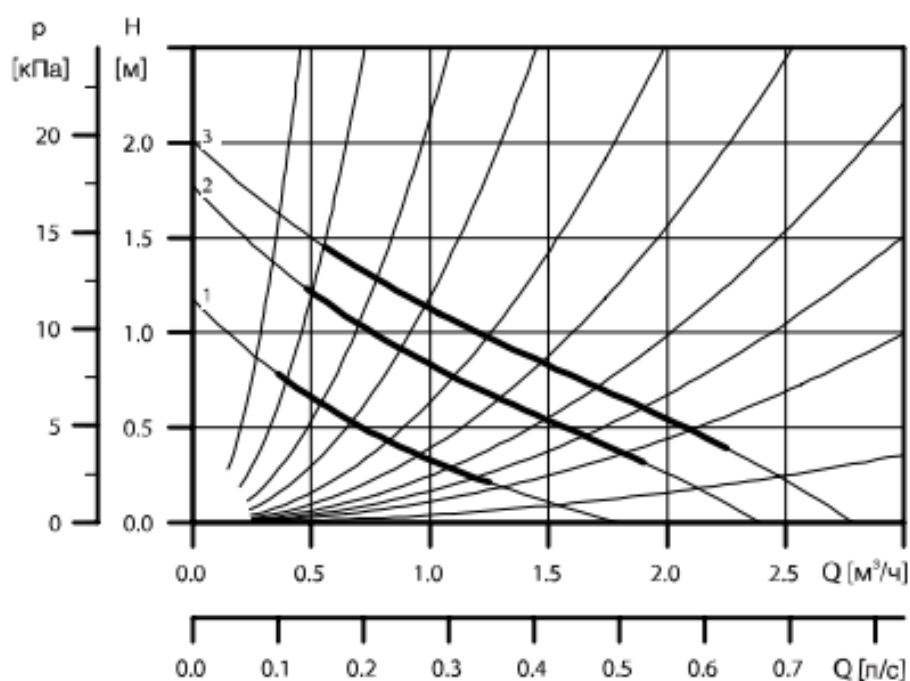
Фланцевое соединение по DIN 2501	Условная пропускная способность, $K_u$	Диапазон настройки	Кодовый № $P_y 16$	Кодовый №' $P_y 25$
15 мм	0,63 м <sup>3</sup> /ч	1 МПа	065-7206	065-1210
15 мм	1,0 м <sup>3</sup> /ч		065-7208	065-1211
15 мм	2,5 м <sup>3</sup> /ч	0,8 МПа	065-7212	065-1213
15 мм	4,0 м <sup>3</sup> /ч	0,8 МПа	065-7215	065-1215
20мм	6,3 м <sup>3</sup> /ч		065-7220	065-1220
25 мм	10 м <sup>3</sup> /ч		065-7225	065-1225
32 мм	16 м <sup>3</sup> /ч		065-7232	065-1232
40мм	20 м <sup>3</sup> /ч		065-7240	065-1240
50 мм	25 м <sup>3</sup> /ч		065-7254	065-1254

**Регулятор расхода УРРД –М**

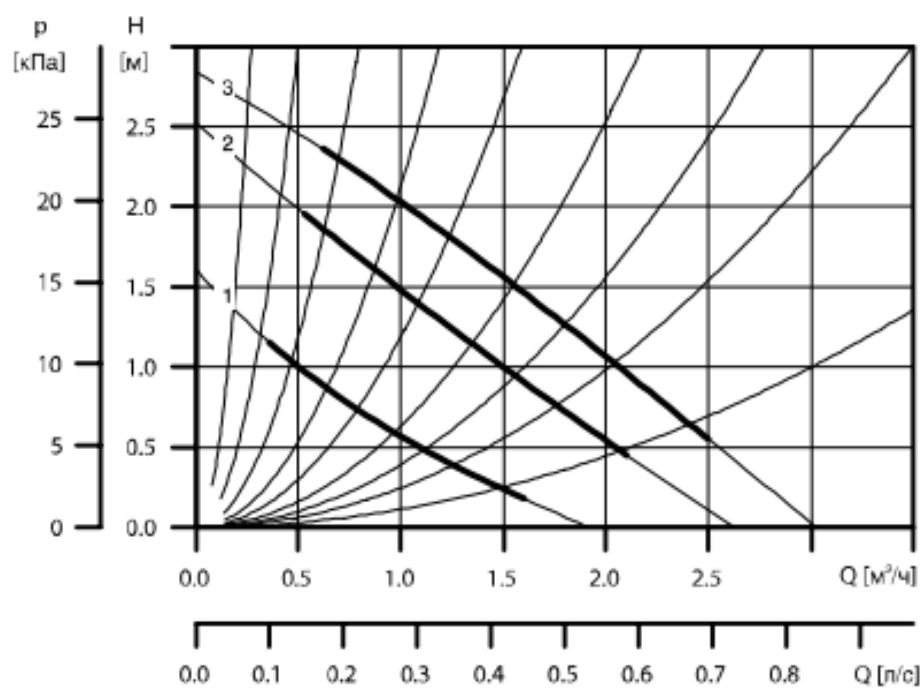
**Таблица П.3.2**

Диаметр условного прохода, мм	Условная пропускная способность, $K_u$	Диапазон настройки
<b>25</b>	<b>6</b>	<b>0,01-0,04 МПа</b>
<b>50</b>	<b>25</b>	
<b>80</b>	<b>60</b>	
<b>100</b>	<b>100</b>	
<b>150</b>	<b>250</b>	

## Приложение 4

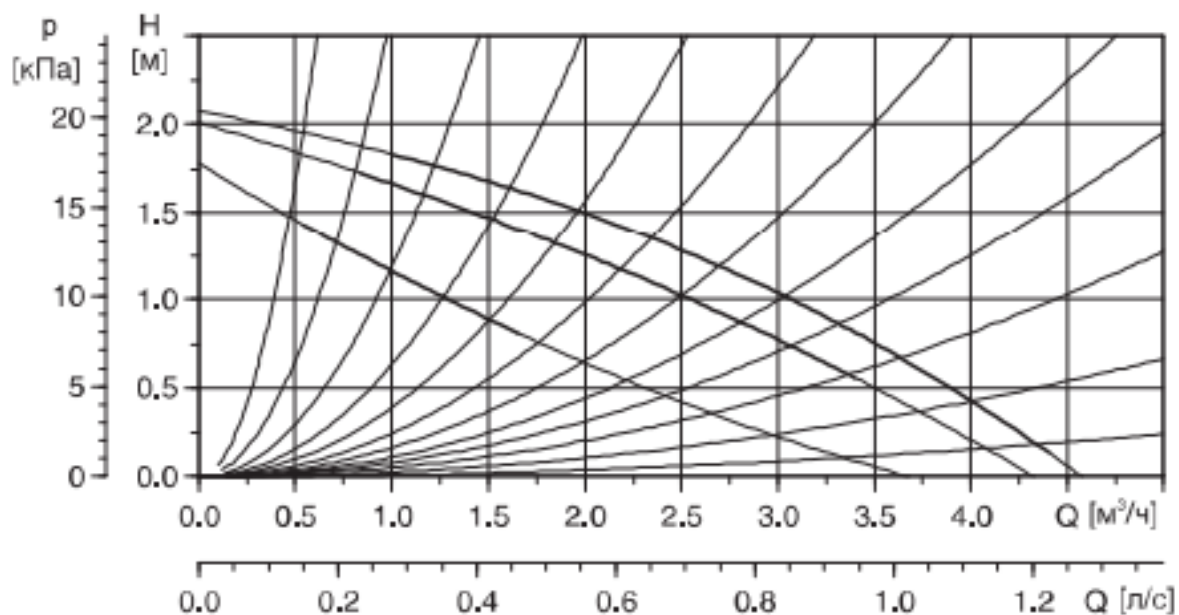


**Рис.П.4.1. Характеристики регулируемых электронасосов UPS 25-20 / UPS 32-20**

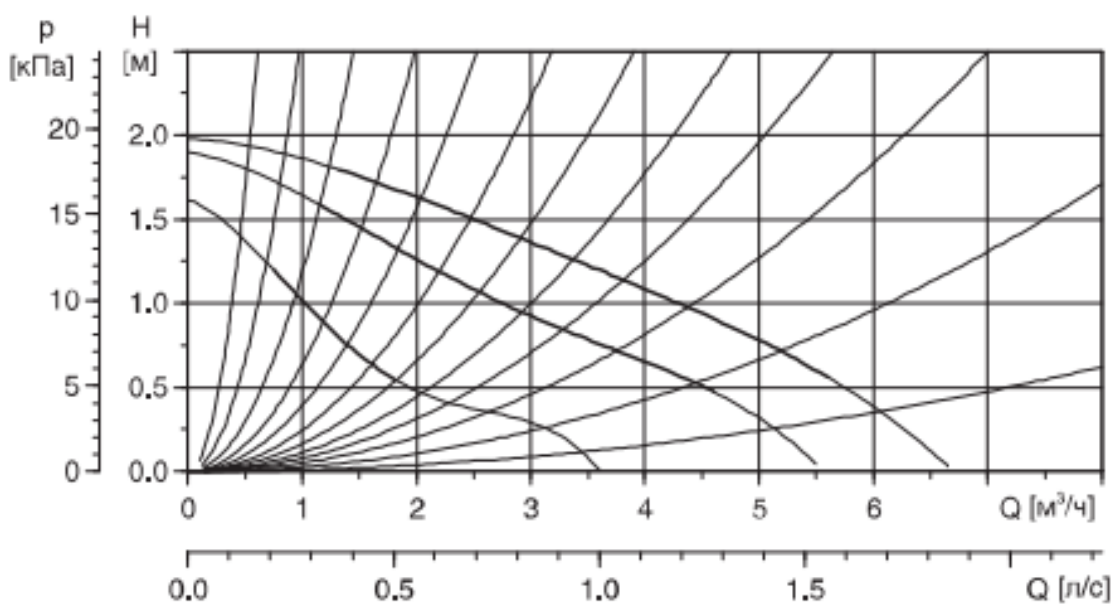


**Рис.П.4.2. Характеристики регулируемых электронасосов UPS 25-30 / UPS 32-30**

продолжение приложения 4

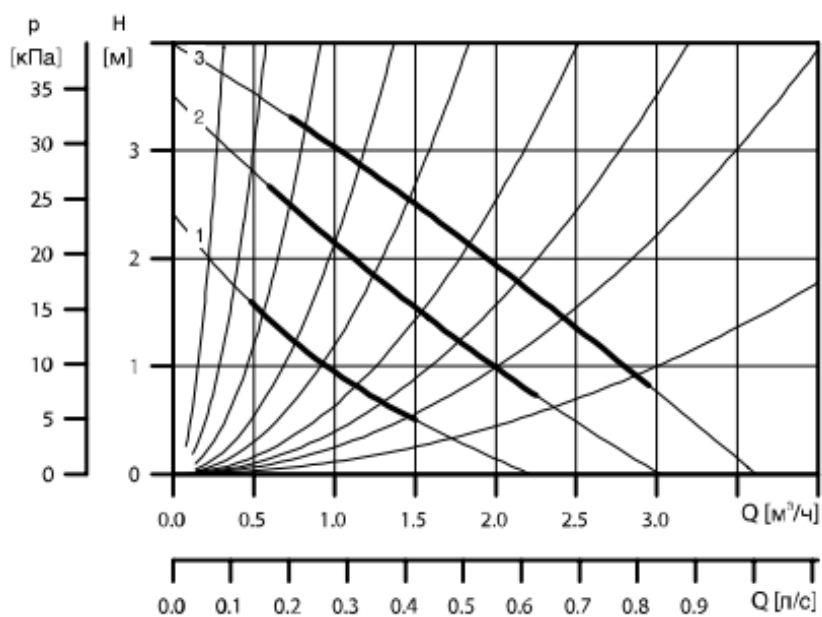


**Рис.П.4.3. Характеристики регулируемого электронасоса UPS 25-25**

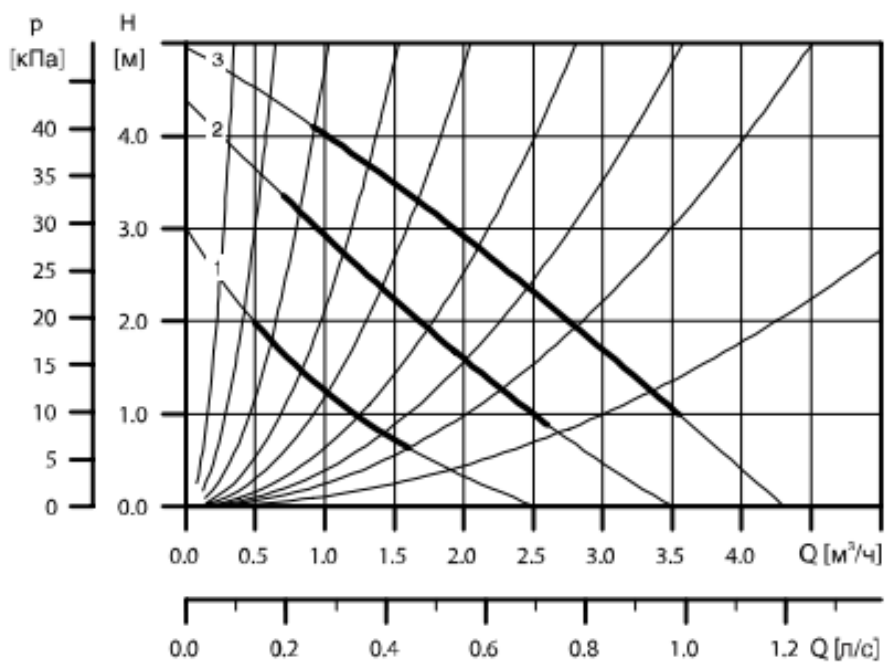


**Рис.П.4.4. Характеристики регулируемого электронасоса UPS 32-25**

продолжение приложения 4

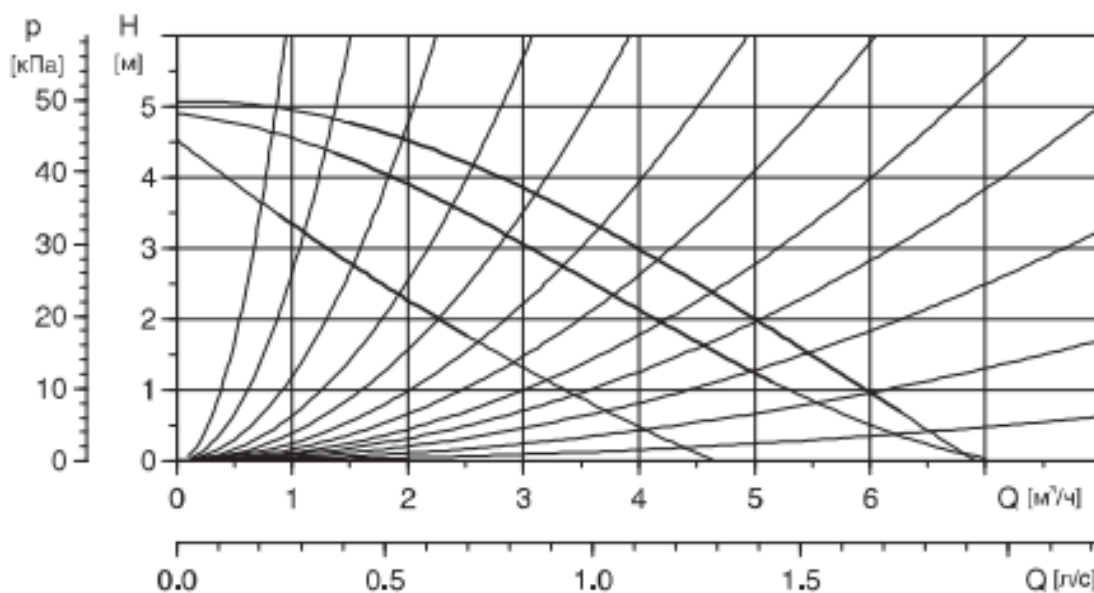


**Рис.П.4.5. Характеристики регулируемых электронасосов  
UPS 25-40 / UPS 32-40**

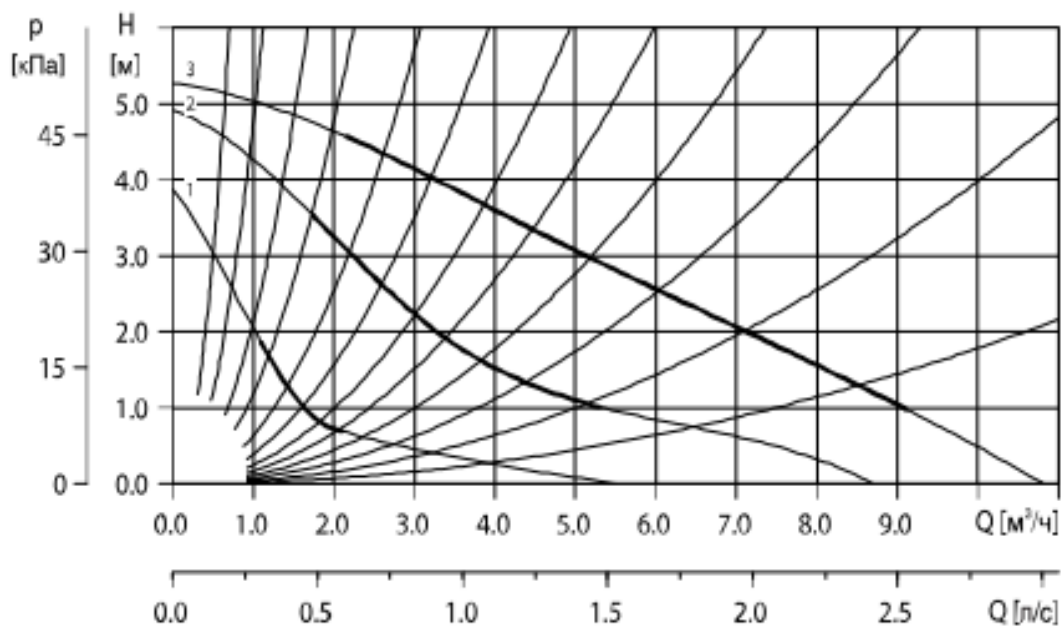


**Рис.П.4.6. Характеристики регулируемых электронасосов  
UPS 25-50 / UPS 32-50**

продолжение приложения 4

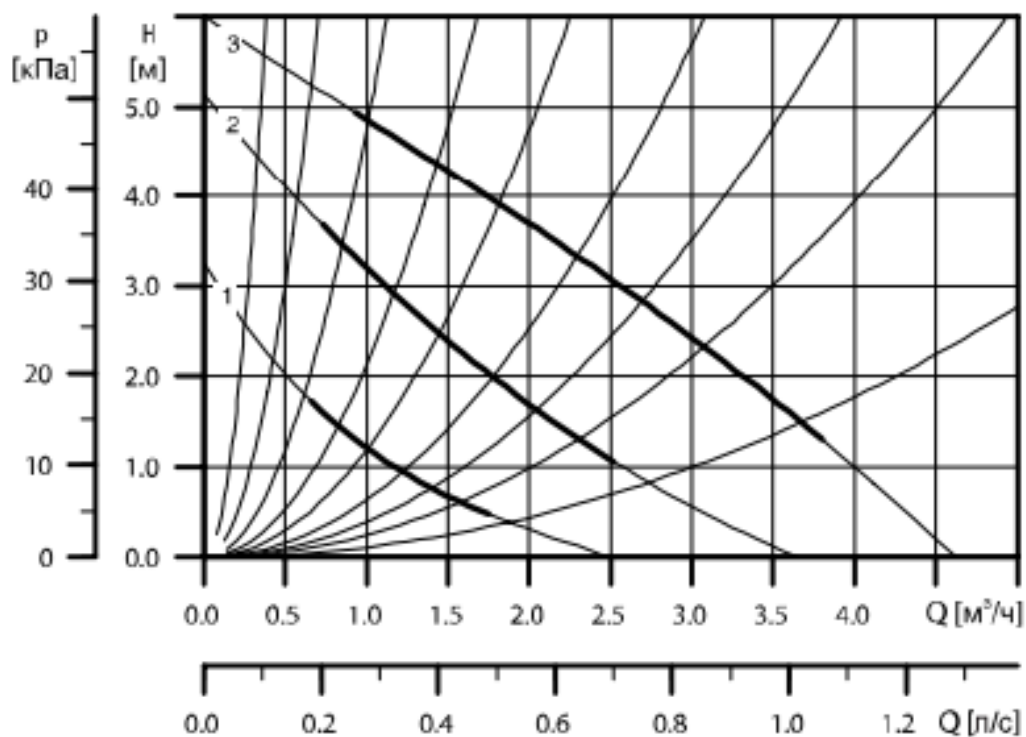


**Рис.П. 4.7. Характеристики регулируемого электронасоса UPS 25-55**

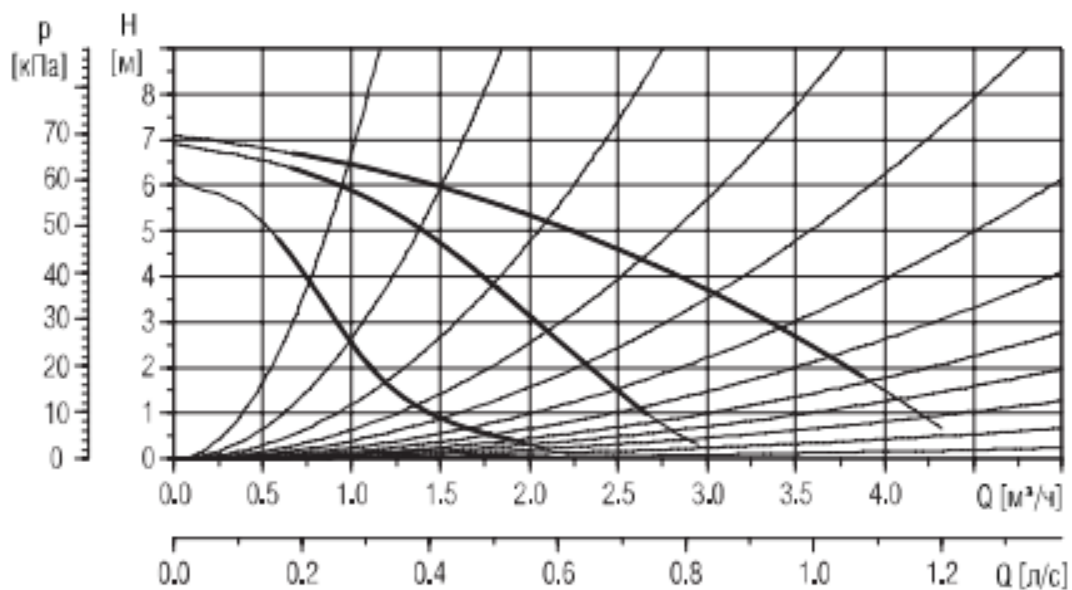


**Рис.П.4.8. Характеристики регулируемого электронасоса UPS 32-55**

продолжение приложения 4

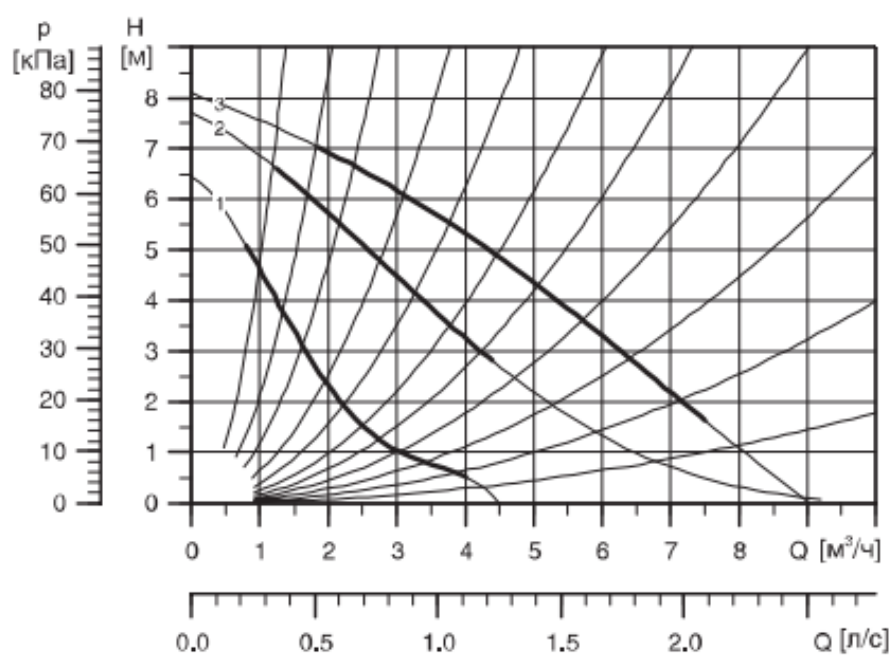


**Рис.П.4.9. Характеристики регулируемых электронасосов  
UPS 25-60 / UPS 32-60**

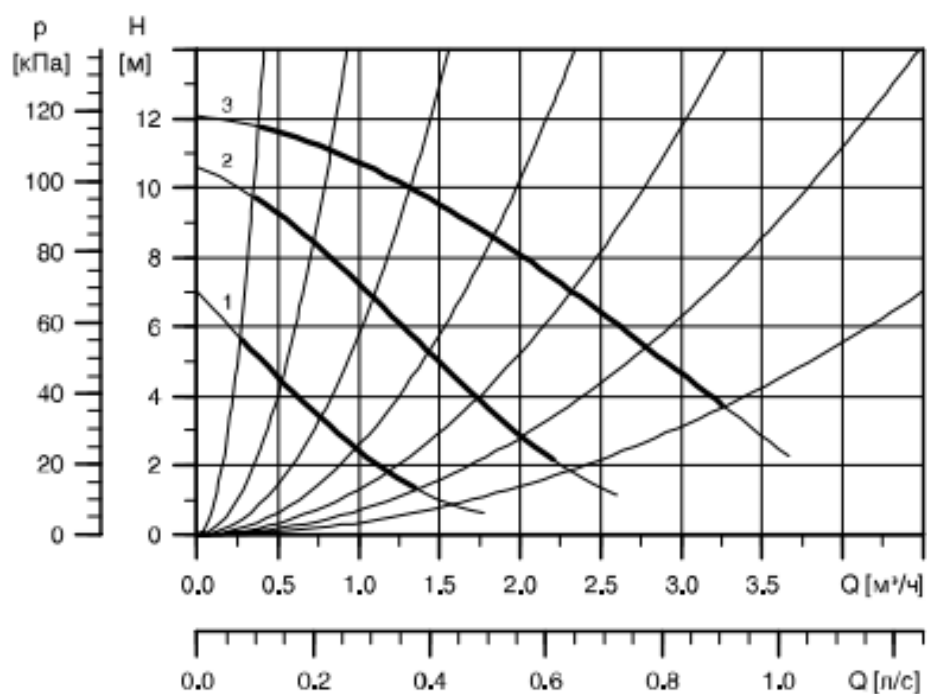


**Рис.П.4.10. Характеристики регулируемых электронасосов  
UPS 25-70 / UPS 32-70**

продолжение приложения 4



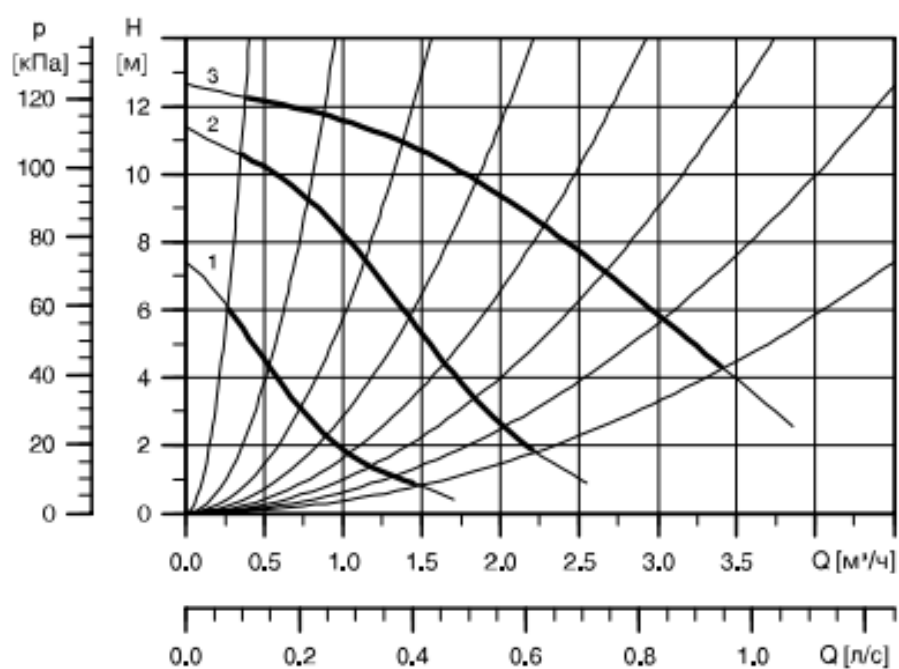
**Рис.П.4.11. Характеристики регулируемого электронасоса UPS 25-80**



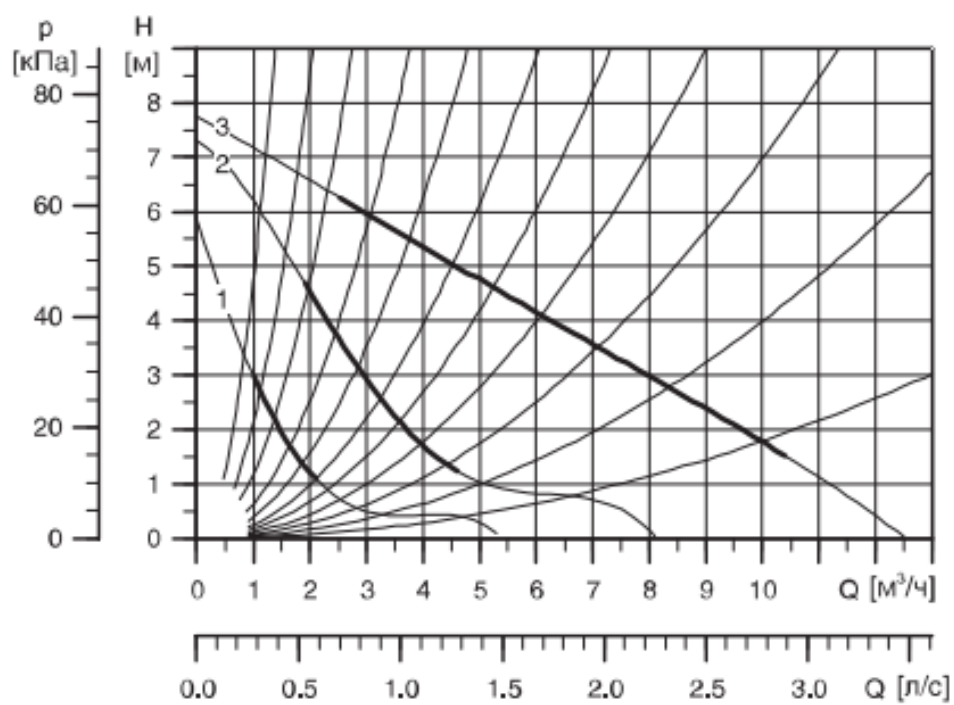
**Рис.П.4.12. Характеристики регулируемого электронасоса UPS 25-120**



продолжение приложения 4

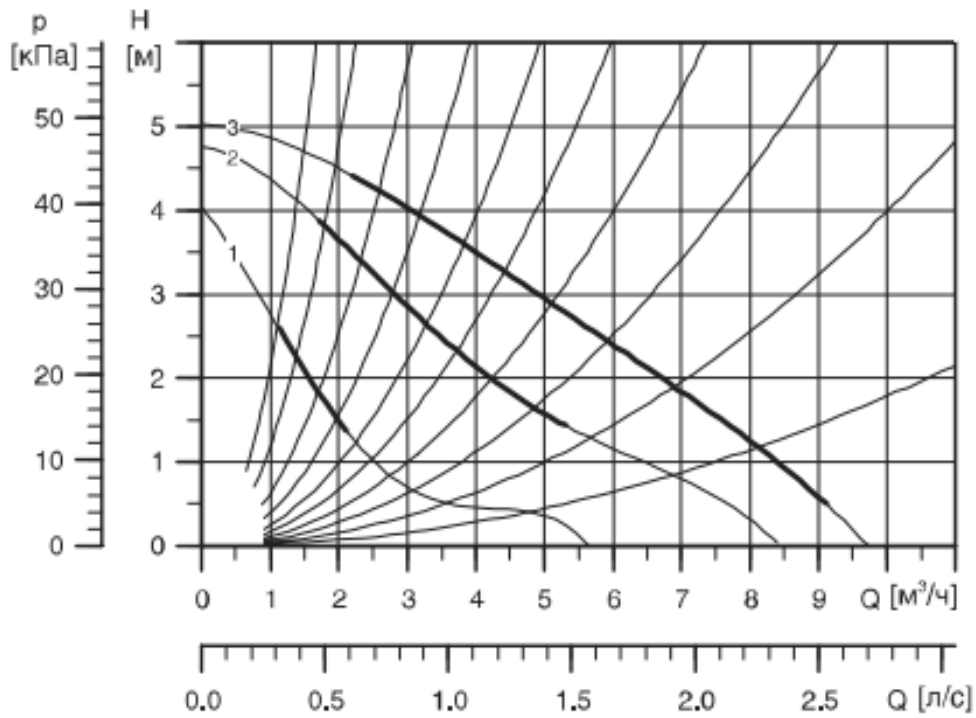


**Рис.П.4.13. Характеристики регулируемого электронасоса UPS 25-125**

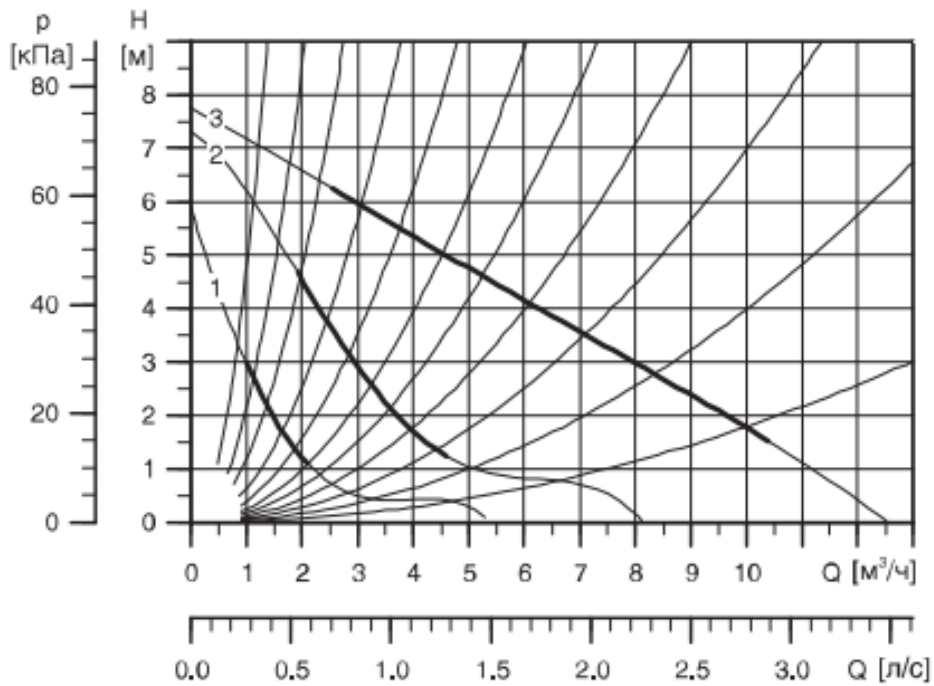


**Рис.П.4.14. Характеристики регулируемого электронасоса UPS 32-80**

продолжение приложения 4



**Рис.П.4.15. Характеристики регулируемого электронасоса UPS 40-50F**



**Рис.П.4.16. Характеристики регулируемого электронасоса UPS 40-80F**

## Приложение 5

**Регуляторы температуры электронные "Электроника Р-2П",  
"Электроника Р-2ПМ", "Электроника Р-2М" с проходным  
регулирующим клапаном**

Таблица П.5.1

Максимальная электрическая мощность, потребляемая регулятором, Вт, не более	15
Температура рабочей среды, °С, не более	150
Рабочее давление, МПа, не более:	
сетевой воды:	
при Ду затвора от 15 до 25 мм	1,6
при Ду затвора от 32 до 40 мм	0,7
пара	0,4
Диапазон задания температуры вторичного теплоносителя, °С	15 - 100
Зона нечувствительности, °С	±0,5
Параметры ПИ - закона регулирования	
коэффициент передачи Кл, с/°С	от 1 до 10
постоянная времени интегрирования, Т <sub>и</sub> , с	10

**Условная пропускная способность регуляторов**

Таблица П. 5.2

Тип регулятора	Ду затвора, мм (все типы)	К <sub>у</sub> , куб.м/ч (все типы)	Масса, кг
"Электроника Р-2П"	15	2,5	16,0
"Электроника Р-2ПМ"	20	4,0	16,0
"Электроника Р-2М"	25	10,0	16,2
	32	16,0	16,2
	40	25,0	16,7

**Регуляторы температуры электронные "Электроника Р-12"  
с проходным регулирующим клапаном**

Таблица П.5.3

Максимальная электрическая мощность, потребляемая регулятором, ВА, не более	15
Температура рабочей среды, °С, не более	180
Рабочее давление первичного теплоносителя, МПа, не более:	
вода	1,6
пар	0,4
Диапазоны задания температуры вторичного теплоносителя, °С	35-95 115-175
Зона нечувствительности, °С	±0,5
Параметры ПИ — закона регулирования :	
коэффициент передачи, Кп, с/°С	
минимальный	0,8
максимальный	75
постоянная времени интегрирования, с	
минимальная	10
максимальная	100

**Условная пропускная способность регуляторов**

Таблица П.5.4

Исполнение клапана	Ду присоединения, мм	Кv, м <sup>3</sup> /ч	Масса, кг
КП01	50	2,5	18
КП02	50	40	18
КПОЗ	50	10,0	18
КП04	50	16,0	18
КПОЗ	50	25,0	18
КП06	50	27,0	52
КП07	50	56,0	52

## Регуляторы температуры электронные "ЭЛЕКТРОНИКА Р-8"

с трехходовым регулирующим клапаном

(технические характеристики)

**Таблица П.5.5**

Максимальная электрическая мощность, потребляемая регулятором, ВА, не более	15
Температура рабочей среды, °С, не более	150
Рабочее давление, МПа, не более:	1,0
Перепад давления между входными патрубками (при этом давление в боковом входном патрубке должно превышать давление в нижнем входном патрубке), МПа, не более	0,2
Перепад давления между входным и выходным патрубками, МПа, не более	0,6
Относительная протечка в каждом затворе, % от KV, не более	0,5
Задание температуры суммарного потока, °С	35-95
Зона нечувствительности, °С, не более	0,5
Параметры ПИ ~ закона регулирования :	
коэффициент передачи, с/°С	0,8-75
постоянная времени интегрирования, с	10-100

## Условная пропускная способность исполнений клапанов

**Таблица П.5.6**

Исполнение клапана	ДУ присоединения, мм	Kv, м <sup>3</sup> /ч
КС01	50	2,5
КС02	50	4,0
КС03	50	6,0
КС04	50	10,0
КС05	50	16,0
КС06	50	27,0
КС07	80	56,0
КС08	80	71,0
КС09	100	118,0
КС10	100	169,0

Регуляторы температуры IVF и IVFS (Danfoss) с двухходовым регулирующим клапаном

Таблица П.5.7

Фланцевое соединение по DIN 2501	Диапазон настройки $K_u, \text{м}^3/\text{ч}$	Применение	Кодовый № PN 16	Кодовый № PN25
15 мм	0,63	0,1 МПа	065-7206	065-1210
15 мм	1,0		065-7208	065-1211
15 мм	2,5	0,08 МПа	065-7212	065-1213
15 мм	4,0	0,08 МПа	065-7215	065-1215
20 мм	6,3		065-7220	065-1220
25 мм	10		065-7225	065-1225
32 мм	16		065-7232	065-1232
40 мм	20		065-7240	065-1240
50 мм	25		065-7254	065-1254

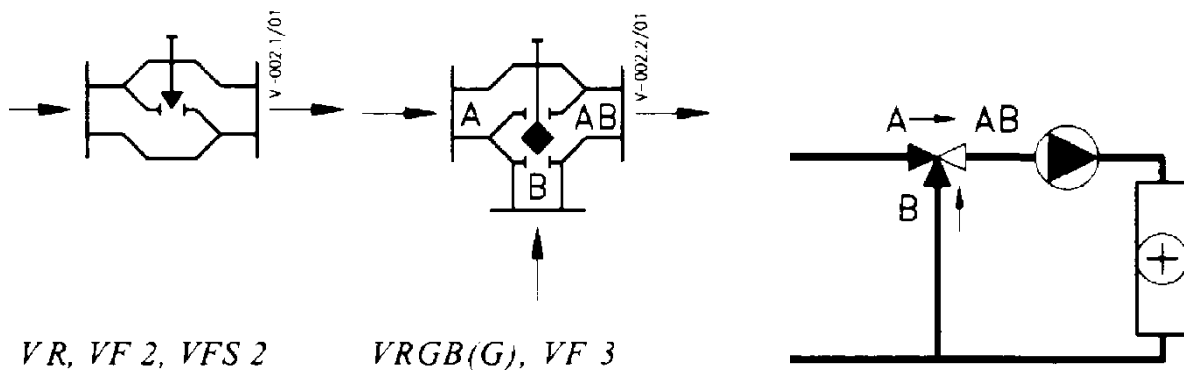


Рис. П.5.1. Принцип работы регулирующих клапанов.

**Регулирующие клапаны: VR, VF, VFS 2-ходовые; VRB(G),  
VF 3-ходовые (Danfoss)**

**Таблица П.5.8**

Условный диаметр Ду, мм	Ku, м <sup>3</sup> /ч	Код №					
		Внутр. резьба	Фланцы	Фланцы	Наружн. резьба	Наружн. резьба	Фланцы
		VR2	VF2	VFS 2	VRG 3	VRB 3	VF 3
15	0,25	065B 1009	065B0009				
	0,4	065B1010	065B0010	065B4010			
	0,63	06B1011	065B0011	065B4011	065B1211	065B1311	
	1,0	065B0012	065B0012	065B4012	065B1212	065B1312	
	1,6	065B1013	065B0013	065B4013	065B1213	065B1313	
	2,5	065B1014	065B0014	065B4014	065B1214	065B1314	065B0114
	4,0	065B1015	065B0015	065B4015	065B1215	065B1315	065B0115
20	6,3	065B1020	065B0020	065B4020	065B1220	065B1320	065B0120
25	10,0	065B1025	065B0025	065B4025	065B1225	065B1325	065B0125
32	16,0	065B1032	065B0032	065B4032	065B1232	065B1332	065B0132
40	25,0	065B1040	065B0040	065B4040	065B1240	065B 1340	065B0140
50	38,0	065B1050	065B0050	065B4050			065B0150
	40,0				065B1250	065B1350	
65	63,0		065B3165	065B3356			065B3065
80	100,0		065B3180	065B3380			065B3080
100	145,0		065B3200	065B3400			065B3100
125	200,0		065B3225				065B3125
150	300,0		065B3250				065B3150