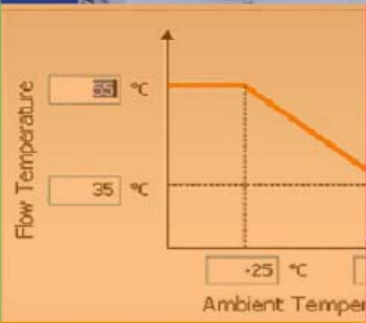
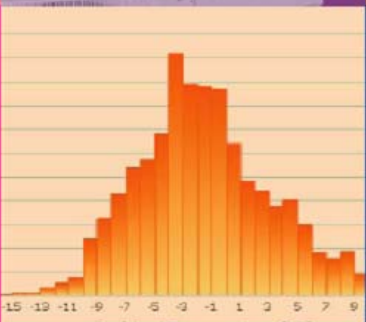
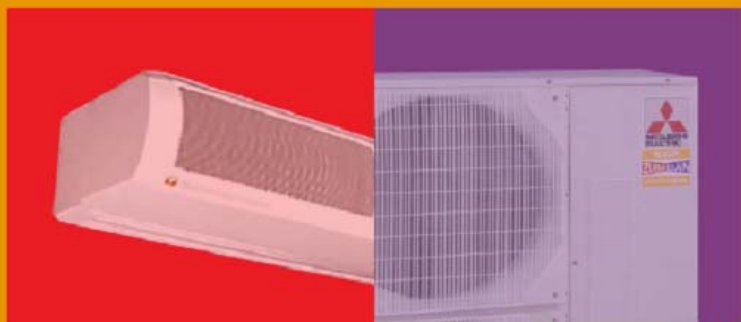


**Опыт проведения лабораторных работ
в МГТУ им. Н.Э. Баумана
по исследованию характеристик
теплового насоса «Воздух - Вода»
производства Mitsubishi Electric**





МГТУ им. Н.Э.Баумана.
«Исследование теплового насоса «Воздух - Вода»



Содержание

1. Сотрудничество
2. Преимущества
3. Перспективы применения в РФ
4. Лабораторный стенд. Описание и компоненты.
5. Методика выполнения работы.
6. Выводы и заключение.



1. Сотрудничество



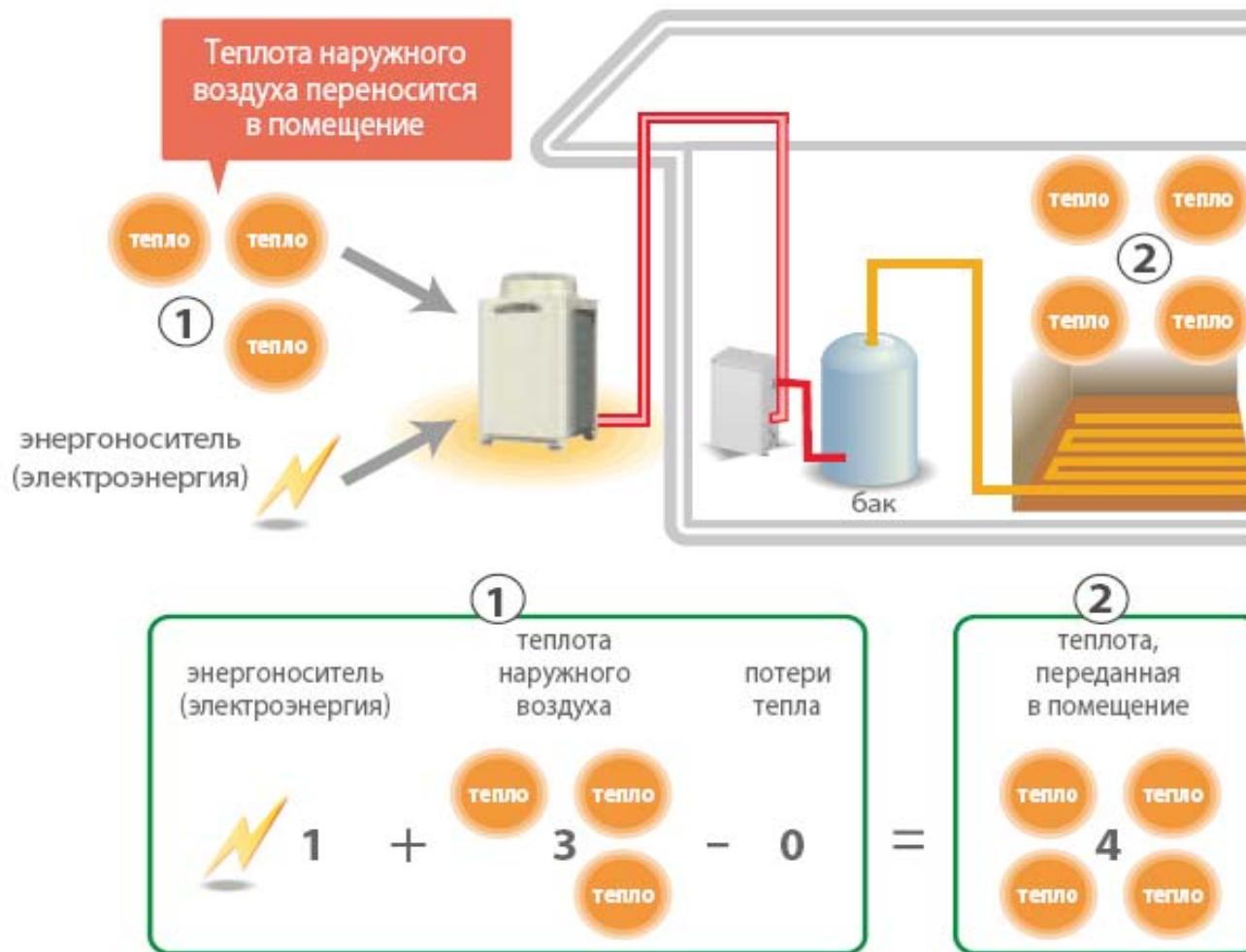
Меморандум о сотрудничестве от 14.06.2013 г.

- Организация совместных мероприятий (лекций, семинаров и т.п.), на которых сотрудники Mitsubishi Electric расскажут о передовых технологиях и инженерных решениях, о реализованных проектах с использованием продукции компании.
- Организация стажировок студентов МГТУ им. Н. Э. Баумана в российских офисах Mitsubishi Electric;
- Совместное участие в проведении Летней школы инженерного бизнеса;
- Поставка оборудования Mitsubishi Electric для использования в образовательных программах и исследованиях.



2. Преимущества

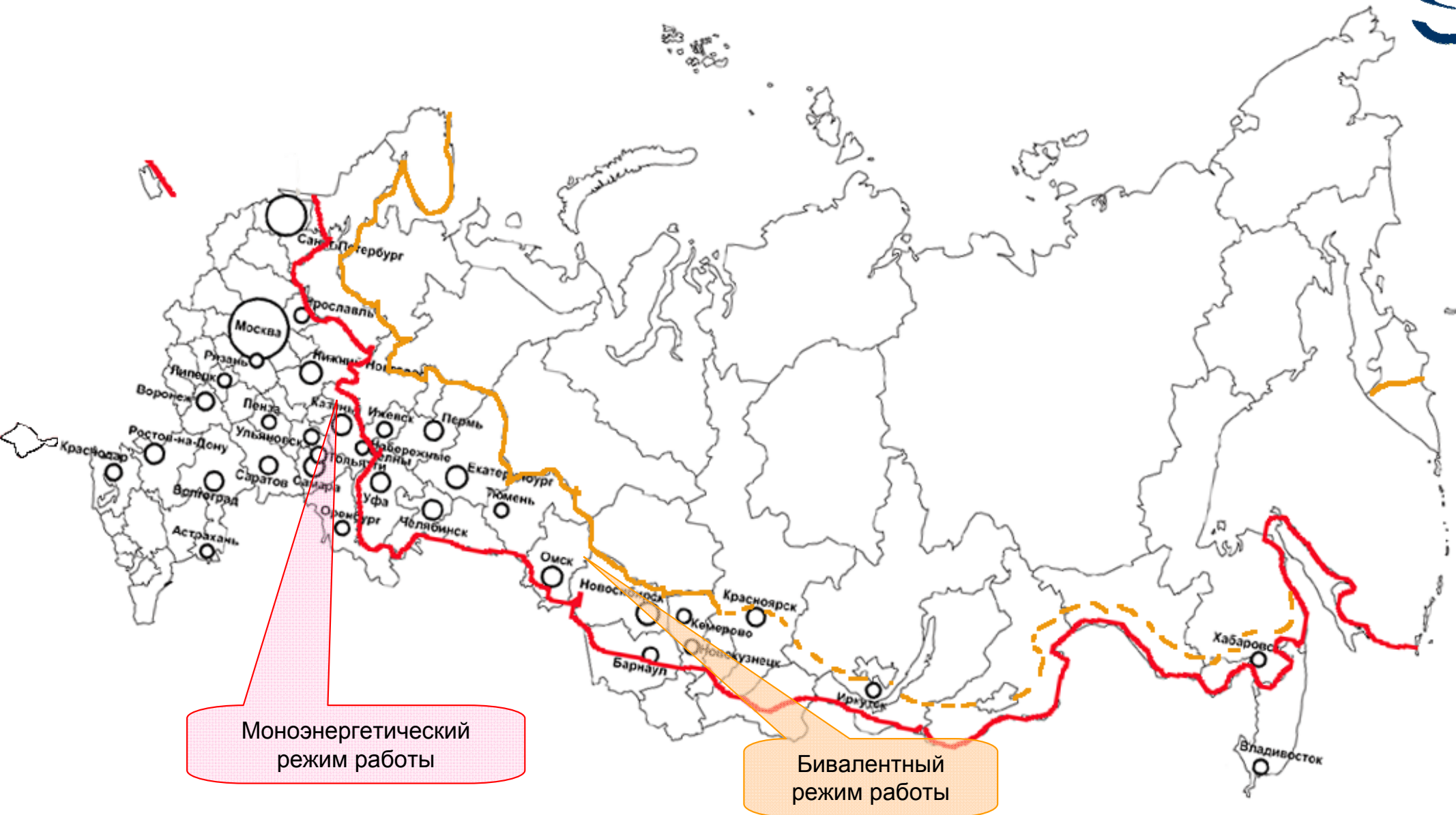
Система отопления на основе Теплового Насоса «Воздух-Вода»



Тепловой насос, затрачивая единицу электрической энергии, «перекачивает» в помещение от 2 до 6 единиц тепловой энергии.



3. Перспективы применения в РФ



Моноэнергетический
режим работы

Бивалентный
режим работы

3. Перспективы применения в РФ

Применимость в регионах РФ воздушных тепловых насосов в моноэнергетическом режиме



СНиП 23-01-99 1

**СИСТЕМА НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ
СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ И ПРАВИЛА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

СТРОИТЕЛЬНАЯ КЛИМАТОЛОГИЯ

СНиП 23-01-99

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОМУ КОМПЛЕКСУ
(ГОССТРОЙ РОССИИ)

Москва 2000

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

Республика, край, область	Населенный пункт	Температура воздуха наиболее холодной пятидневки, °С, обеспеченностью	
		0,98	0,92
Владимирская область	Владимир	-32	-28
Московская область	Москва	-30	-28
Тамбовская область	Тамбов	-30	-28
Тверская область	Ржев	-31	-28
Калужская область	Калуга	-30	-27
Липецкая область	Липецк	-29	-27
Мурманская область	Мурманск	-29	-27
Новгородская область	Новгород	-33	-27
Рязанская область	Рязань	-30	-27
Саратовская область	Саратов	-30	-27
Тульская область	Тула	-30	-27
Брянская область	Брянск	-30	-26
Воронежская область	Воронеж	-28	-26
Курская область	Курск	-29	-26
Ленинградская область	Санкт-Петербург	-30	-26
Орловская область	Орел	-30	-26
Псковская область	Псков	-30	-26
Смоленская область	Смоленск	-28	-26
Волгоградская область	Волгоград	-28	-25
Приморский край	Владивосток	-25	-24
Сахалинская область	Южно-Сахалинск	-25	-24
Астраханская область	Астрахань	-24	-23
Белгородская область	Белгород	-27	-23
Республика Калмыкия	Элиста	-25	-23
Ростовская область	Ростов-на-Дону	-25	-22
Камчатская область	Петропавловск-Камчат	-22	-20
Калининградская область	Калининград	-21	-19
Краснодарский край	Краснодар	-23	-19
Республика Адыгея	Майкоп	-21	-19
Ставропольский край	Ставрополь	-22	-19
Кабардино-Балкарская Республика	Нальчик	-20	-18
Карачаево-Черкесская Республика	Черкесск	-20	-18
Республика Северная Осетия	Владикавказ	-20	-18
Чеченская Республика	Грозный	-20	-18
Республика Дагестан	Махачкала	-17	-14
Крым	Ялта	-7	-6
Краснодарский край	Сочи	-5	-3

Температура воздуха наиболее холодной пятидневки до -28 °С

Температура воздуха наиболее холодной пятидневки до -25 °С

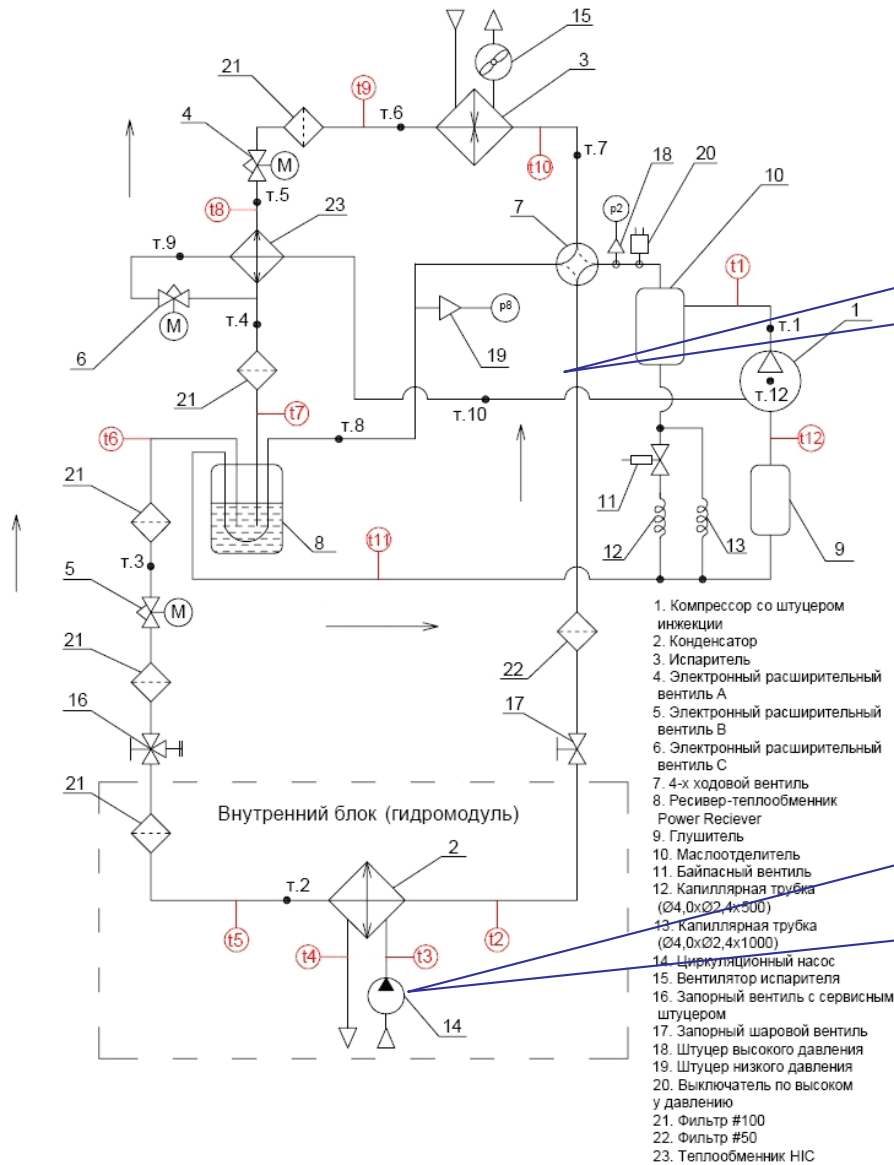
4. Лабораторный стенд. Описание и компоненты



Наружный блок

Гидромодуль с
накопительным баком ГВС

4. Лабораторный стенд. Описание и компоненты



Наружный блок

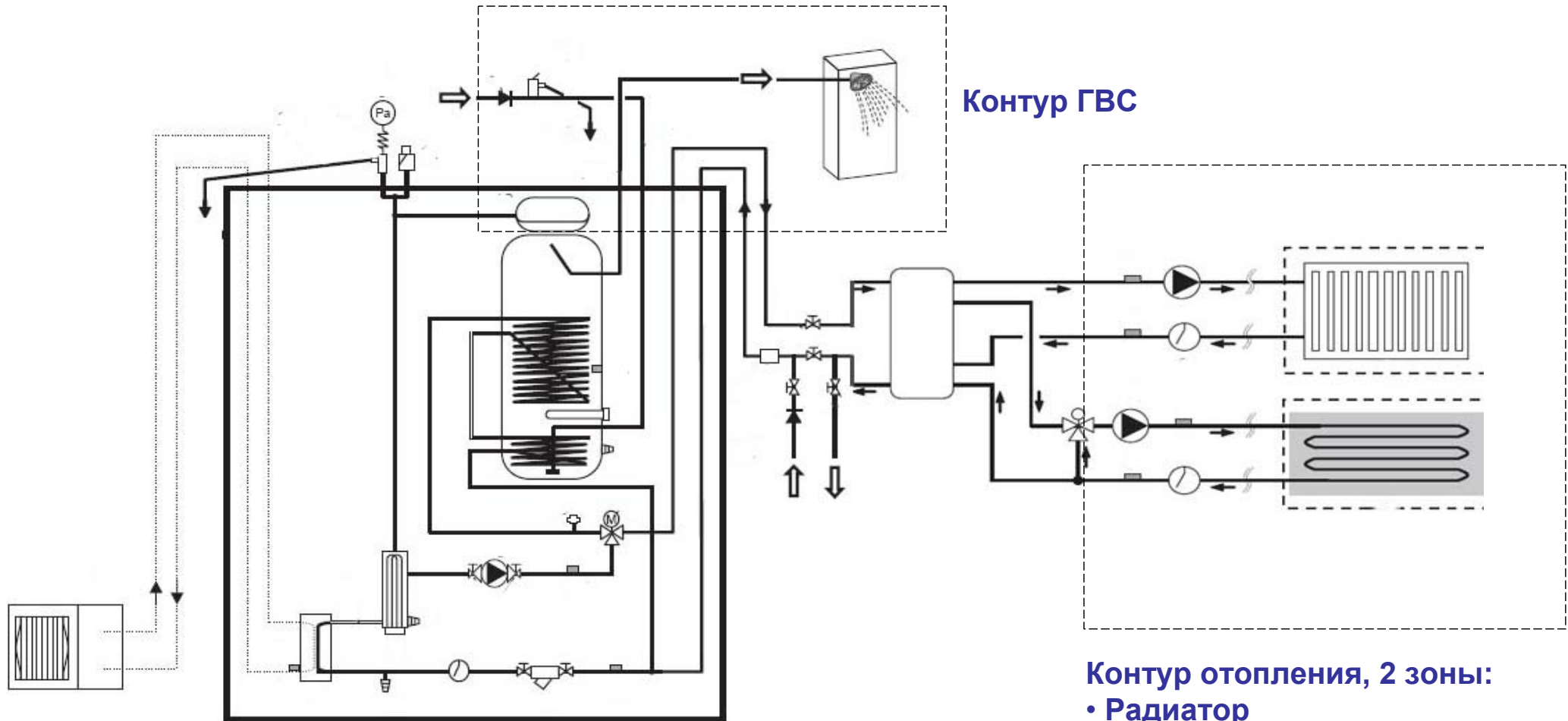


Гидромодуль с накопительным баком ГВС

4. Лабораторный стенд. Описание и компоненты



Вторичный контур



Контур ГВС

Контур отопления, 2 зоны:

- Радиатор
- Теплый пол

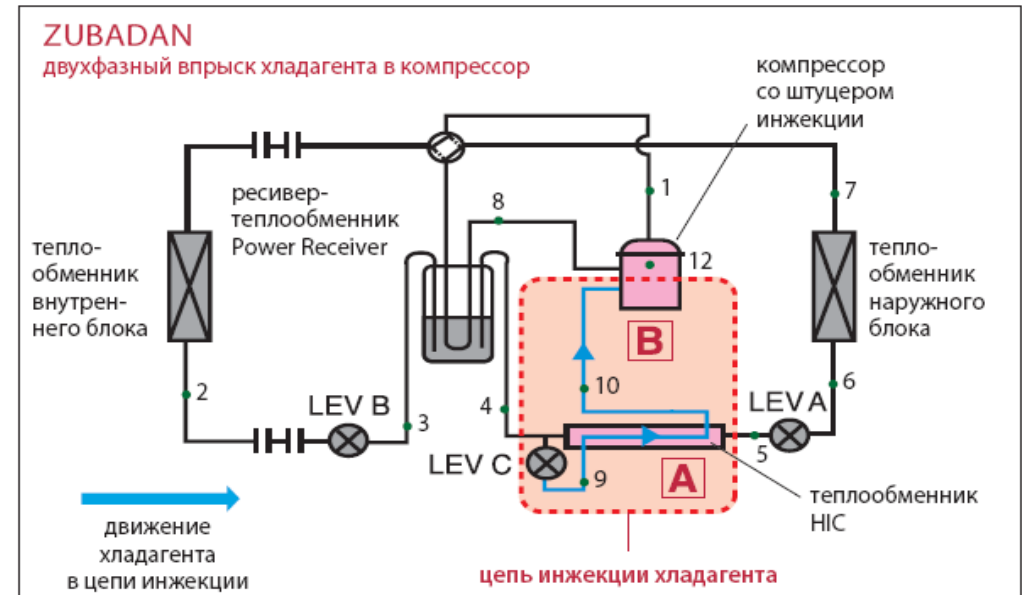
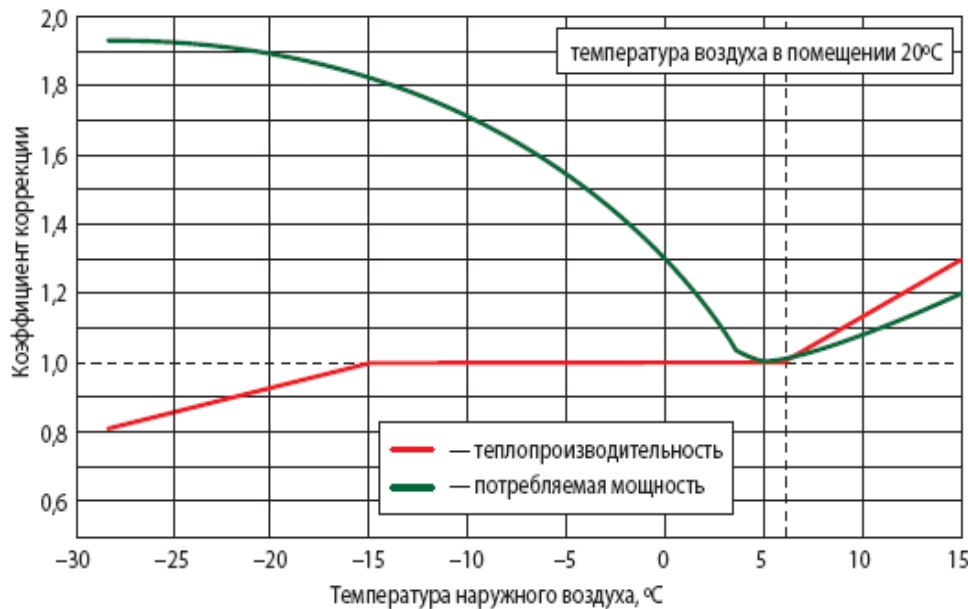
4. Лабораторный стенд. Описание и компоненты



Наружный блок серии

ZUBADAN

Стабильная теплопроизводительность

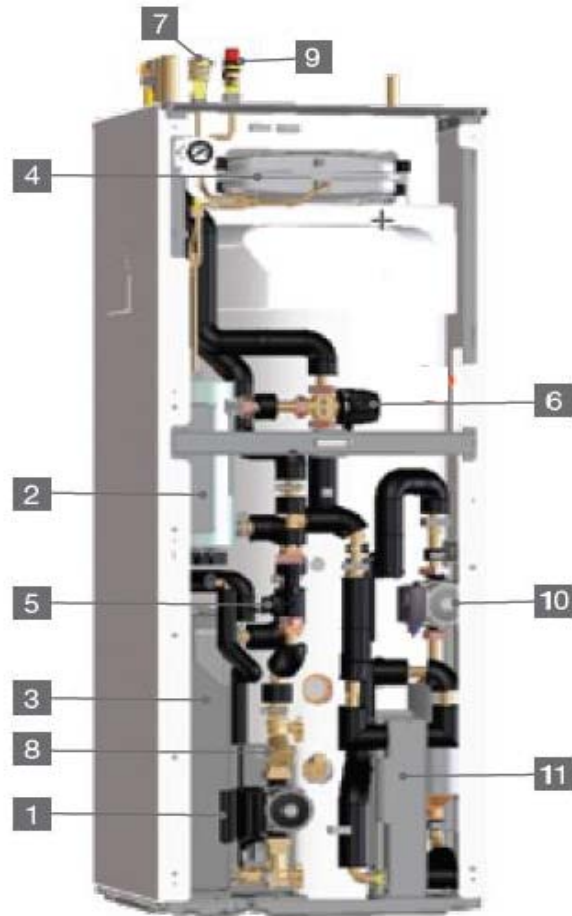


Технология ZUBADAN, разработанная корпорацией Mitsubishi Electric, обеспечивает стабильную теплопроизводительность при понижении температуры наружного воздуха. Диапазон рабочих температур наружного воздуха в режиме отопления и ГВС: -28 °C ~ +35 °C

4. Лабораторный стенд. Описание и компоненты

Гидро модуль с накопительным баком ГВС

ecodan
Renewable Heating Technology

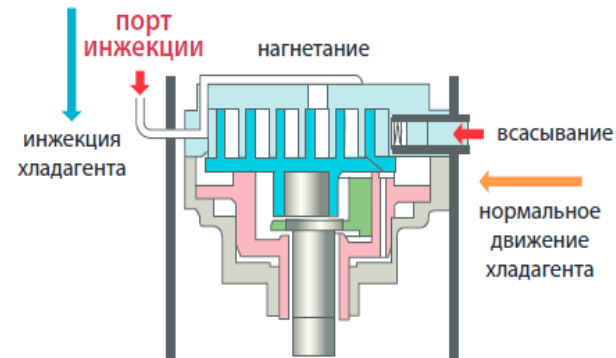
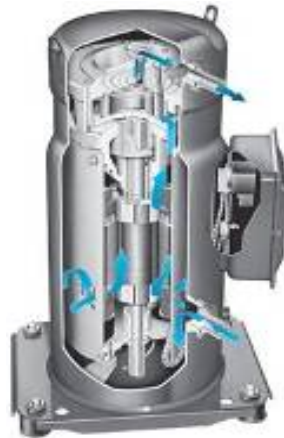


- 1 – циркуляционный насос
- 2 – проточный нагреватель
- 3 – Т/О фреон/вода
- 4 – расширительный бак 12л
- 5 – электронный расходомер
- 6 – 3-х ходовой клапан
- 7 – клапан Маевского
- 8 – клапан Маевского
- 9 – пред.клапан + манометр
- 10 – насос контура ГВС
- 11 – Т/О контура ГВС

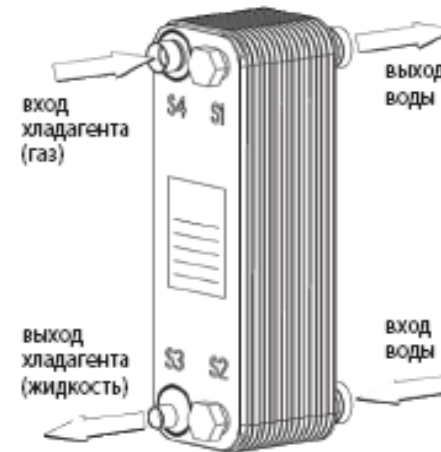
4. Лабораторный стенд. Описание и компоненты



Спиральный компрессор с портом инъекции



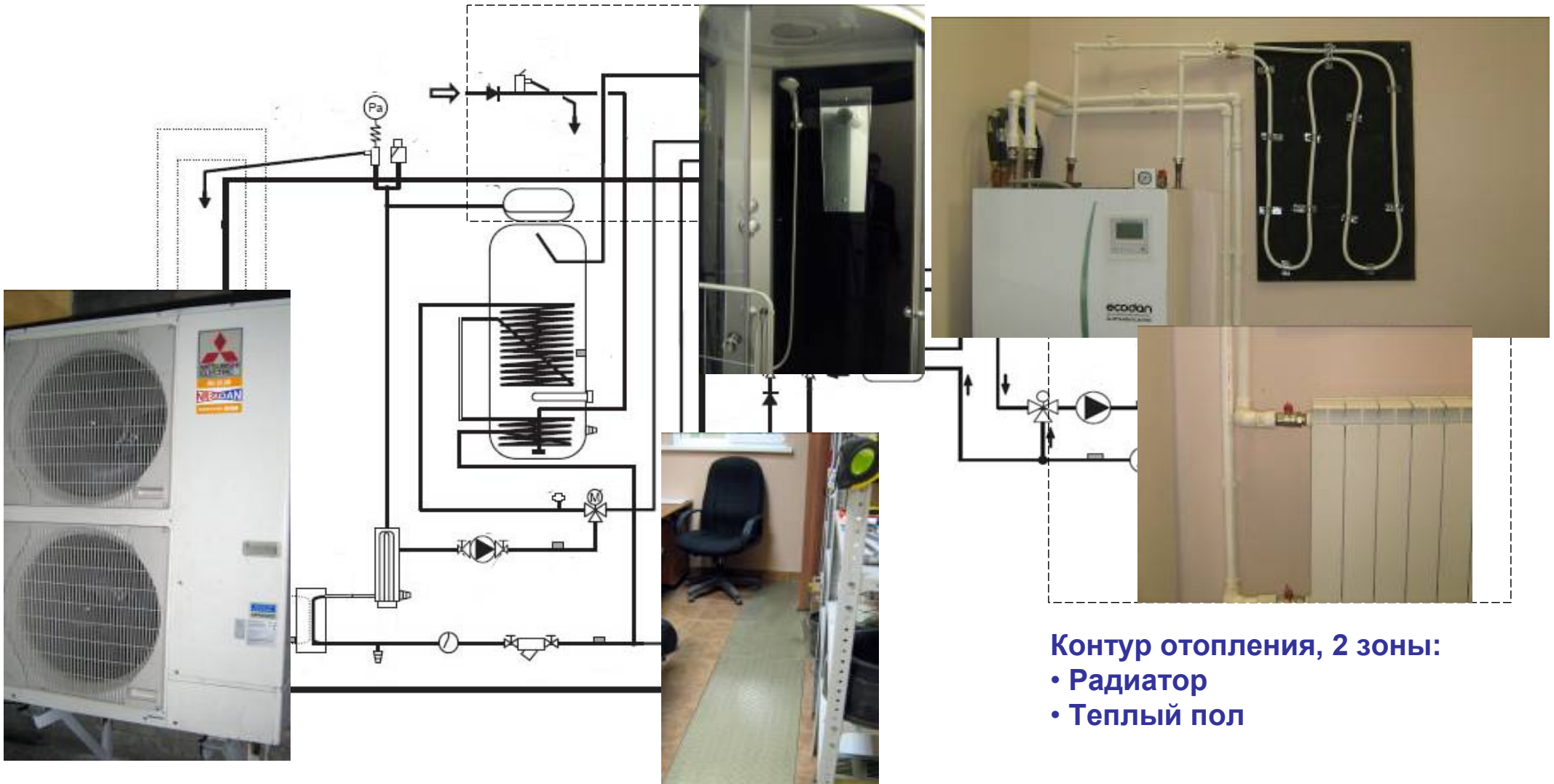
Пластинчатый теплообменник «фреон-вода»



4. Лабораторный стенд. Описание и компоненты



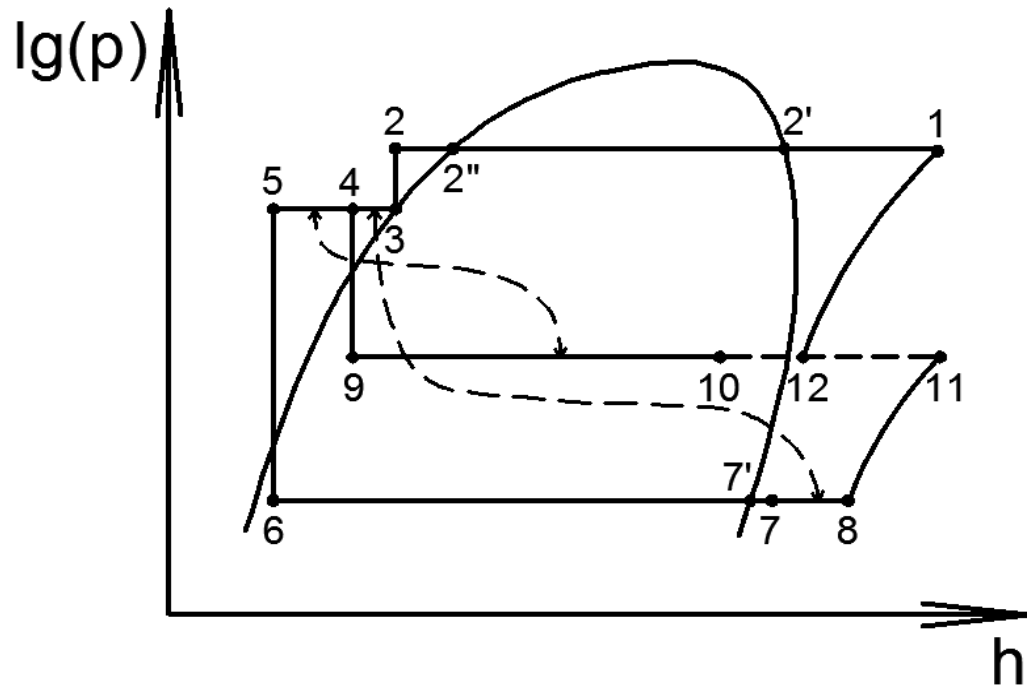
Вторичный контур



5. Методика выполнения работы



Теория



Цикл ТН в режиме нагрева в $lgp-h$ диаграмме

- 8 – 11, 12 – 1 – процесс сжатия в компрессоре;
- 1 – 2' – охлаждение пара в конденсаторе (сбив перегрева);
- 2' – 2'' – конденсация пара в конденсаторе;
- 2'' – 2 – переохлаждение жидкости в конденсаторе;
- 2 – 3 – дросселирование в ЭРК «В» до промежуточного давления;
- 3 – 4 – переохлаждение в ресивере - переохладителе;
- 4 – 5 – переохлаждение в теплообменнике НИС
- 5 – 6 – окончательное дросселирование в ЭРК «А» до конечного давления;
- 6 – 7' – кипение в испарителе;
- 7' – 7 – перегрев пара в испарителе;
- 7 – 8 – перегрев пара в ресивере - переохладителе;
- Температура определяется экспериментально в точках:
- 12, 8 – температура всасывания;
- 1 – температура нагнетания;
- 2'' – температура в двухфазной точке конденсатора;
- 2 – температура жидкостной трубы конденсатора;
- 3 – температура конца процесса дросселирования в ЭРК «В»;
- 4 – температура конца переохлаждения;
- 5 – температура жидкостной трубы теплообменника НИС;
- 6 – температура жидкостной трубы испарителя;
- 7 – температура газовой трубы испарителя;

5. Методика выполнения работы

Практика

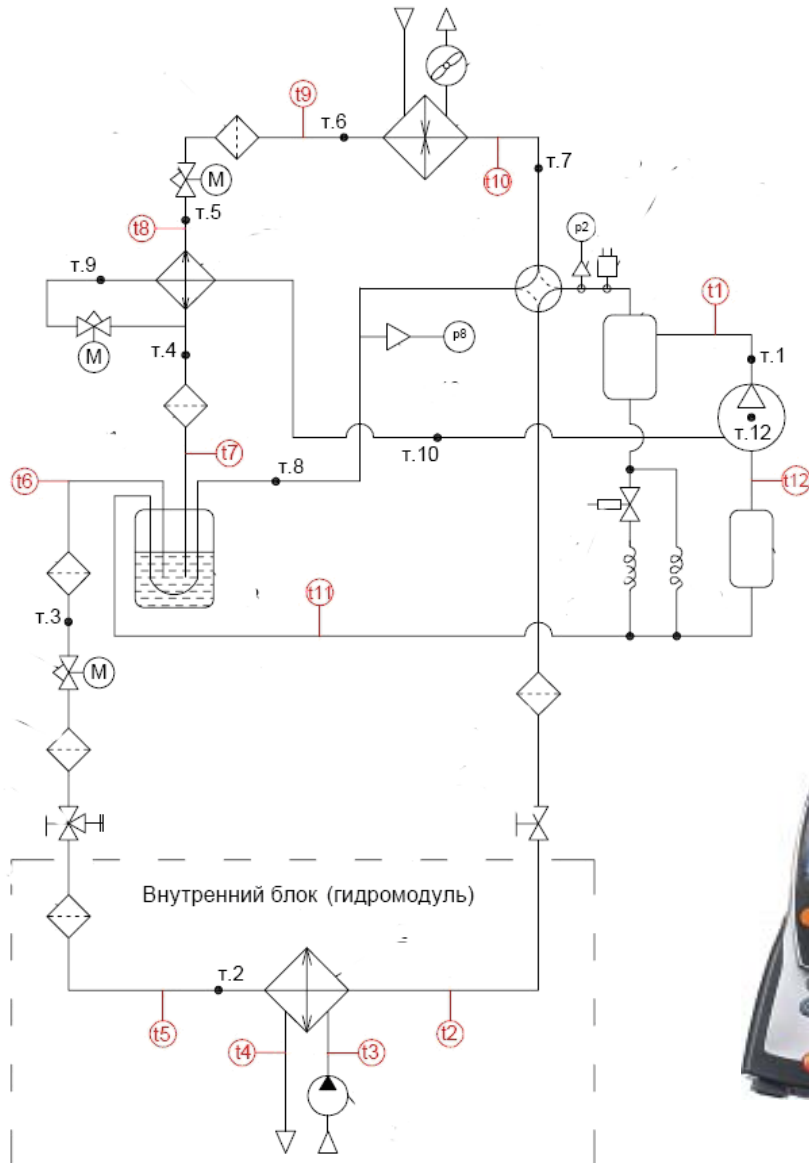


Таблица 1.

$P_{1\text{ман}}$ ати	$P_{2\text{ман}}$ ати	V , Па	P_1 , МПа	P_2 , МПа	t_1 , мВ	t_2 , мВ	$t_{\text{ос}}$, °С	t_1 , °С	t_2 , °С

Замеряемые величины



5. Методика выполнения работы

Методика расчета



5. Методика расчета

Манометры измеряют избыточное давление (давление, превышающее атмосферное). Абсолютное давление – сумма манометрического (избыточного) и барометрического (атмосферного) давления. Для определения абсолютного давления воспользуемся формулой:

$$P = B + P_{\text{ман.}}$$

где B – атмосферное давление, измеренное барометром, Па.

Соответственно

$$P_1 = P_{1\text{ман}} 9,81 \cdot 10^4 + B, \text{ Па};$$

$$P_2 = P_{2\text{ман}} 9,81 \cdot 10^4 + B, \text{ Па};$$

$$(1 \text{ МПа} = 10^6 \text{ Па.})$$

Определив температуры t_1 и t_2 , °С, и давления P_1 и P_2 воспользуемся таблицей теплофизических свойств хладагента R410A (Приложение 2).

Из рис. 10 видно, что точка 2 лежит на линии сухого насыщенного пара:

$$h_2 = h''_{(t_2)}, \text{ кДж/кг};$$

$$s_2 = s''_{(t_2)}, \text{ кДж/(кг·К)}.$$

Точка 3 лежит на линии кипения:

$$h_3 = h'_{(t_2)}, \text{ кДж/кг};$$

$$s_3 = s'_{(t_2)}, \text{ кДж/(кг·К)}.$$

Процесс 3-4 – дроселирование, $h = \text{const}$, следовательно

$$h_4 = h_3, \text{ кДж/кг}.$$

12

13

Для того, чтобы найти параметры в точке 1, надо вначале найти степень сухости в этой точке. Это можно сделать исходя из

$$s_1 = s_2, \text{ кДж/(кг·К)};$$

$$x_1 = \frac{s_1 - s'_{(t_1)}}{s''_{(t_1)} - s'_{(t_1)}}.$$

Значение x_1 находится в пределах 0,9÷1 (для проверки). Тогда

$$h_1 = h''_{(t_1)} \cdot x_1 + h'_{(t_1)} (1 - x_1), \text{ кДж/кг}.$$

Удельное количество теплоты, отдаваемое конденсатором в систему отопления помещения:

$$q_1 = h_2 - h_3, \text{ кДж/кг}.$$

Удельное количество низкопотенциальной теплоты, подведенное из окружающей среды к испарителю:

$$q_2 = h_1 - h_4, \text{ кДж/кг}.$$

Удельная работа цикла

$$l_{\text{цикла}} = q_1 - q_2 = h_2 - h_1, \text{ кДж/кг}.$$

В процессе дроселирования работа не производится, поэтому работа цикла равна работе компрессора. Мощность компрессора $N = 0,2$ кВт.

Расход хладагента

$$G = N / l_{\text{цикла}}, \text{ кг/с},$$

где N – кВт; $l_{\text{цикла}}$ – кДж/кг.

5. Методика выполнения работы

Выводы



Таблица 2

Параметры	h' , кДж/кг	h'' , кДж/кг	s' , кДж/(кг·К)	s'' , кДж/(кг·К)
Температура				
t_1				
t_2				

Величина h – удельная энтальпия, s – удельная энтропия – термодинамические параметры состояния.

Количество теплоты, отдаваемое конденсатором в систему отопления помещения:

$$Q_1 = q_1 \cdot G, \text{ кВт.}$$

Количество низкопотенциальной теплоты, подведенное из окружающей среды к испарителю:

$$Q_2 = q_2 \cdot G, \text{ кВт.}$$

Отопительный коэффициент

$$\mu = q_1 / l_{\text{цикла}}$$

Значение отопительного коэффициента должно быть больше единицы, что показывает, что в систему отопления помещения отдано теплоты больше, чем затрачено работы, в μ раз за счет использования низкопотенциальной теплоты наружного воздуха. Это следует отразить в выводах.

6. Заключение Реализованные объекты в РФ



Около 100 объектов по России : Частные и корпоративные клиенты

6. Заключение



Продолжение следует.....

Спасибо за внимание!

<http://www.mitsubishi-aircon.ru>