

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

Кафедра твердотельной электроники

**РЕГУЛИРОВАНИЕ И АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМ
ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению лабораторных работ для студентов
направления подготовки 14.03.01 «Ядерная энергетика и
теплофизика» профиль «Технологические системы
жизнеобеспечения атомных электростанций и
промышленных предприятий» очной формы обучения

Воронеж 2025

УДК 681.54
ББК 681.54

Составители:

канд. физ.-мат. наук К. Г. Королев

Регулирование и автоматизация систем холодоснабжения : методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов направления подготовки 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика» профиль «Технологические системы жизнеобеспечения атомных электростанций и промышленных предприятий» очной формы обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: К.Г. Королев. – Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2025. – 18 с.

Методические указания подготовлены в электронном виде и содержатся в файле 49. МУ_1404.01_РиАСХ_ЛР.pdf.

Ил. 6. Табл. 18. Библиогр.: 5 назв.

УДК 681.54
ББК 681.54

Рекомендовано методическим семинаром кафедры твердотельной электроники и методической комиссией ФРТЭ Воронежского государственного технического университета в качестве методических материалов

Лабораторная работа № 1. Схемы автоматизации компрессорно-конденсаторного агрегата холодильной машины

Цель работы:

- изучить условные графические обозначения элементов функциональных схем автоматизации
- составить функциональные схемы автоматизации
- подобрать контрольно-измерительные приборы и запорно-регулирующую арматуру

Исходные данные:

- хладагент
- параметры холодильной машины
- схема холодильной машины [1]

Таблица 1.1

Контрольно-измерительные приборы (ГОСТ 21.404–85)

№ п/п	Наименование	Обозначение на схеме	Обозначение по ГОСТу
1			
2			
3			
...			

Таблица 1.2

Запорно-регулирующая арматура (ГОСТ 2.785–70)

№ п/п	Наименование	Обозначение на схеме	Обозначение по ГОСТу
1			
2			
3			
...			

Таблица 1.3

Оборудование (ГОСТ 2.780–96)

№ п/п	Наименование	Обозначение на схеме	Обозначение по ГОСТу
1			
2			
3			
...			

Таблица 1.4

Контрольно-измерительные приборы

№ п/п	По месту / на щите	Наименование	Назначение
1			
2			
3			
4			
5			
...			

Таблица 1.5

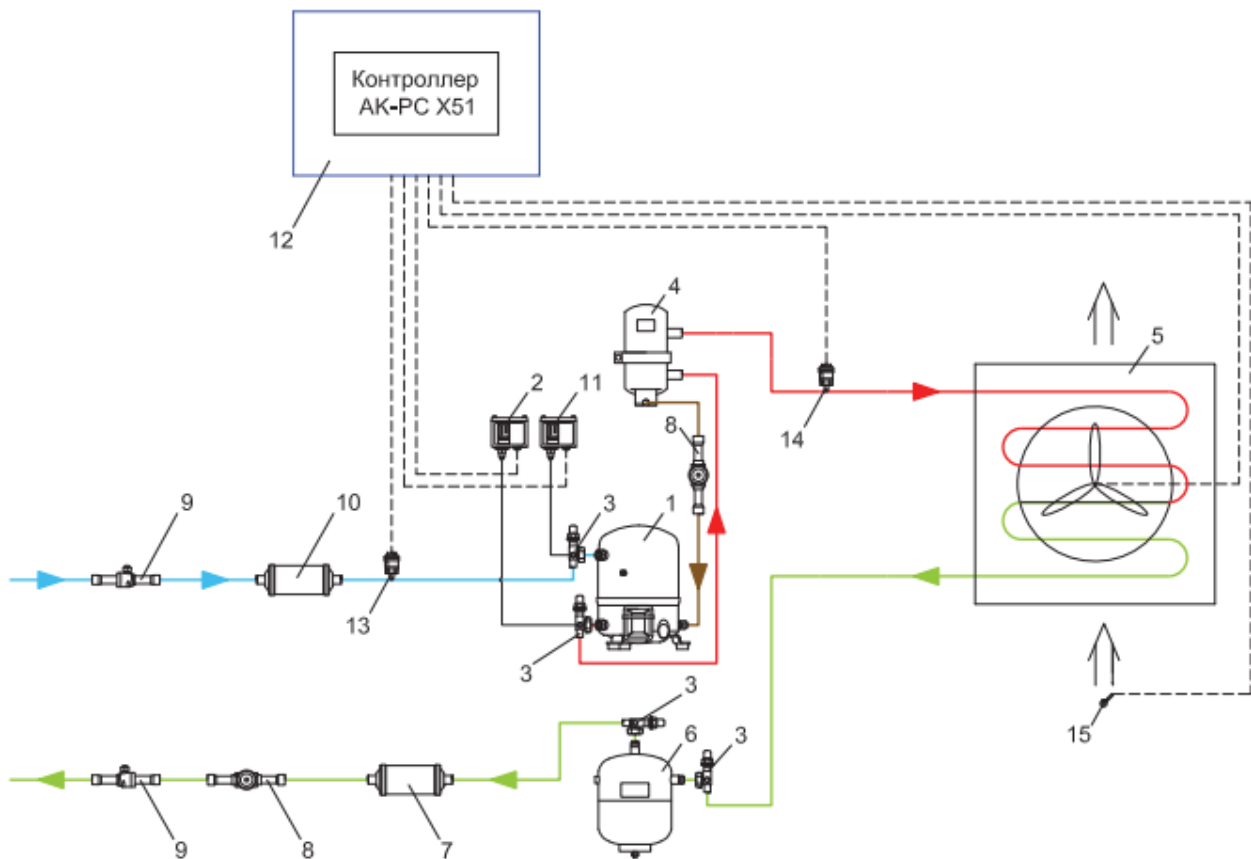
Запорно-регулирующая арматура

№ п/п	По месту / на щите	Наименование	Назначение
1			
2			
3			
4			
5			
...			

Таблица 1.6

Оборудование

№ п/п	Наименование	Назначение
1		
2		
3		
4		
5		
...		



1 - компрессор; 2 - реле высокого давления КР; 3 - клапан запорный Rotolock; 4 - маслоотделитель OUB; 5 - конденсатор воздушного охлаждения тип МСНЕ; 6 - ресивер линейный; 7 - фильтр-осушитель DML/DCL; 8 - стекло смотровое SG; 9 - кран шаровой GBC; 10 - фильтр DAS/DCR со вставкой 48-DA/48-F; 11 - реле низкого давления КР; 12 - щит электрический с контроллером АК-РС X51; 13 - преобразователь низкого давления AKS 32R/DST P110; 14 - преобразователь высокого давления AKS 32R/DST P110; 15 - датчик температуры EKS/AKS

Рис. 1.1. Пример исходной схемы холодильной машины [1]

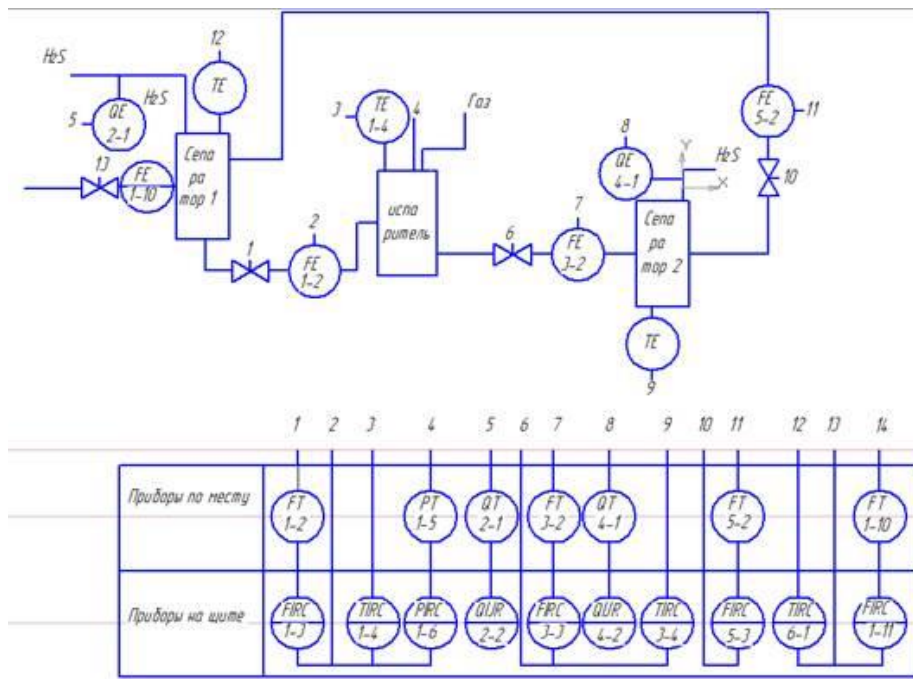


Рис. 1.2. Пример функциональной схемы автоматизации

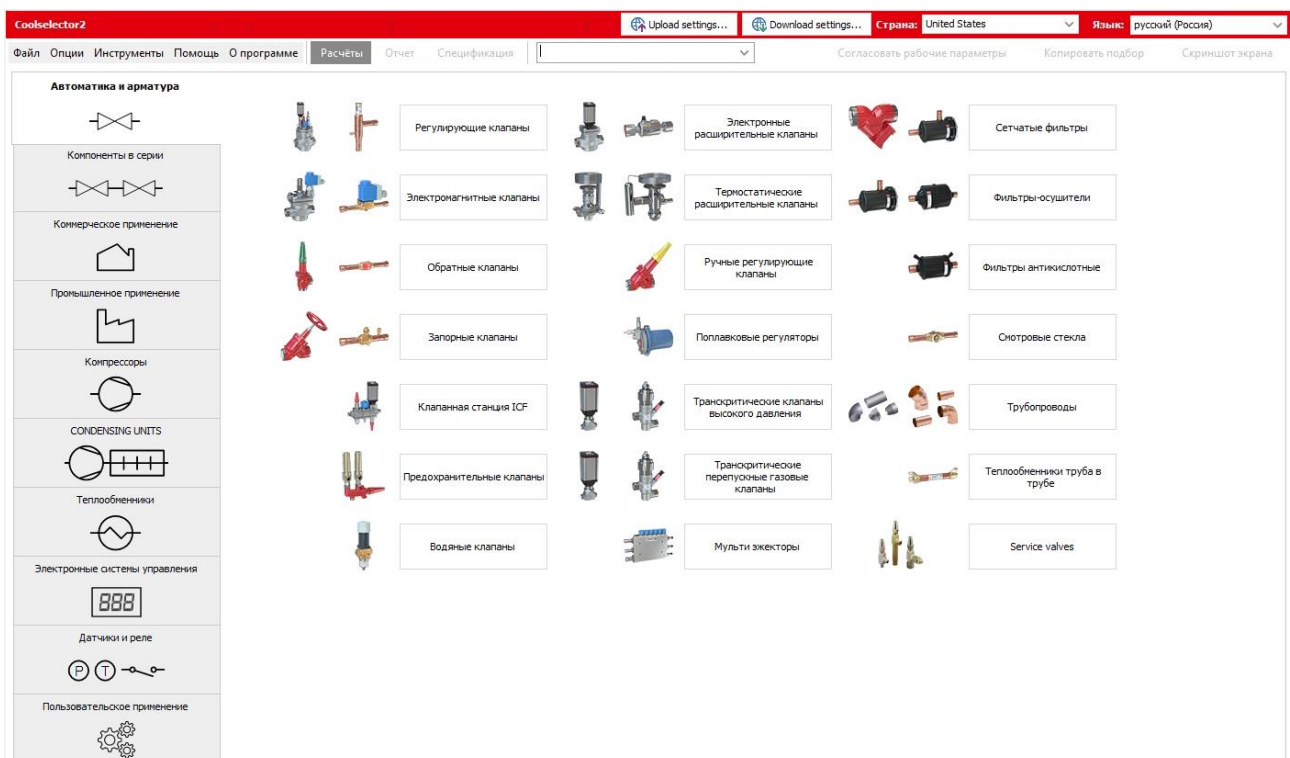


Рис. 1.3. Скриншот окна выбора запорно-регулирующей арматуры в программе «Coolselector»

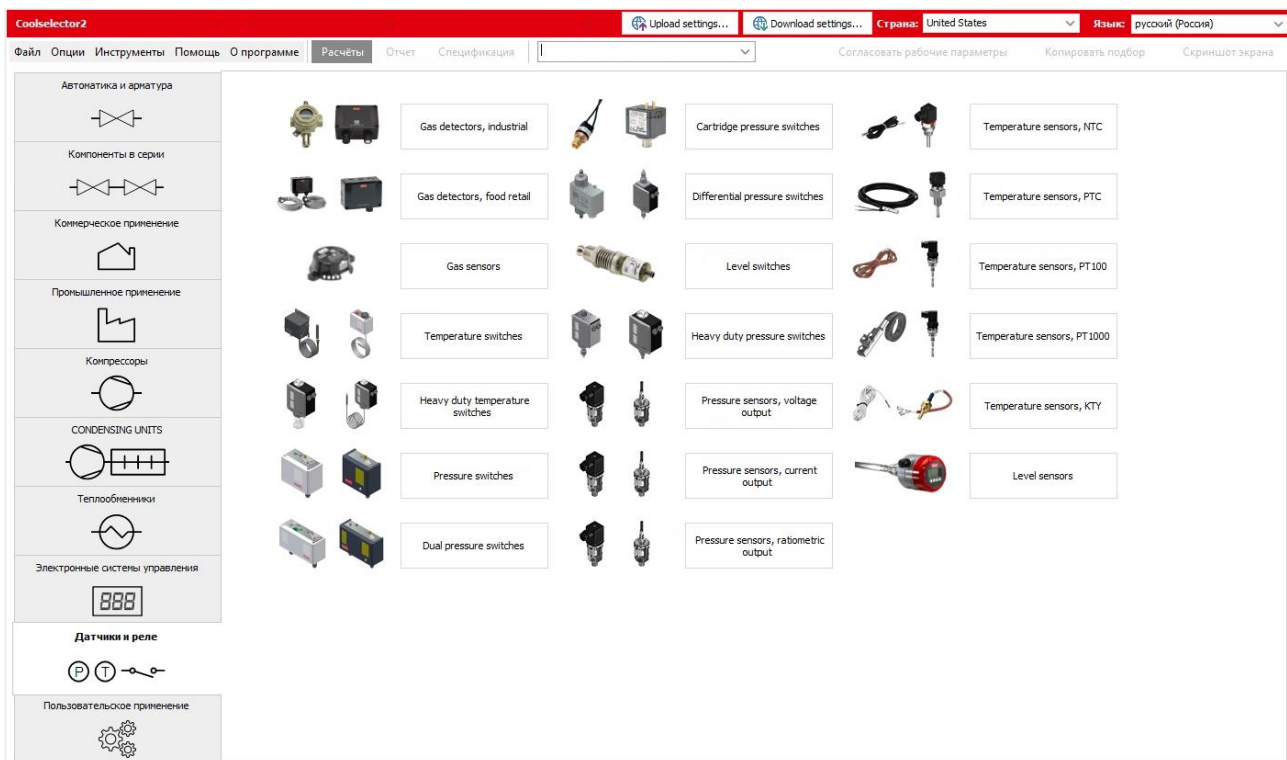
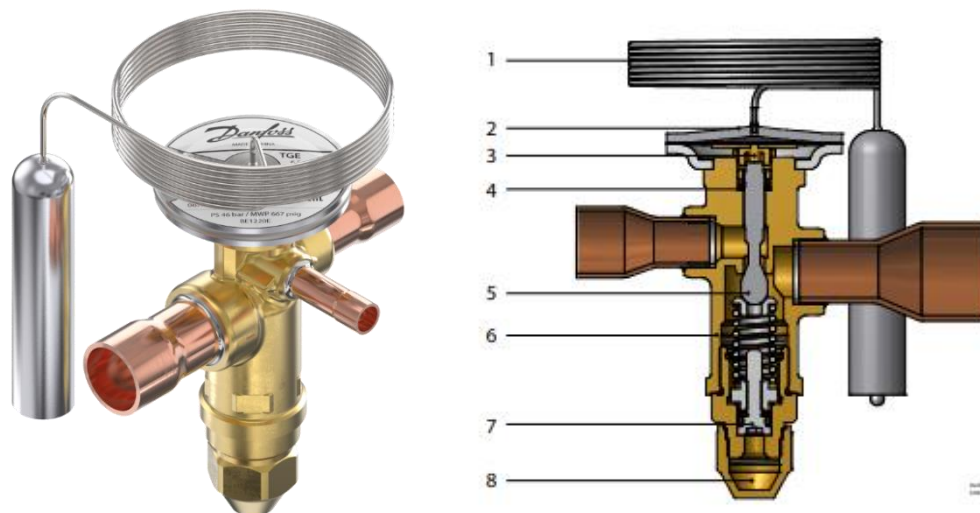


Рис. 1.4. Скриншот окна выбора контрольно-измерительных приборов в программе «Coolselector»



1 - колба с капиллярной трубкой; 2 - термостатический элемент; 3 - упорная накладка; 4 - уплотнение нажимным штифтом; 5 - конус; 6 – корпус клапана; 7 - статический регулировочный шпindelь SH; 8 – защитный колпачок

Рис. 1.5. Терморегулирующий вентиль TGE 10–6 [3]

Значение	Единицы измерения	Вход	Выход	Разница
Давление (абс.)	Pa	770200	200600	-569500
Температура	K	301	263	-38,0
Температура насыщения жидкости	K	303	263	-40,0
Температура точки росы	K	303	263	-40,0
Плотность	kg/m ³	1196	38,29	-1158
Энтальпия	J/kg	239400	239400	0
Качество	-	0,00	0,26	0,26
Скорость	m/s	0,64	11,57	10,93
Массовый расход	kg/s	0,0625	0,0625	0
Объемный расход	m ³ /s	5,226E-05	0,001632	0,00158

Рис. 1.6. Параметры терморегулирующего вентиля TGE 10–6 [3]

Порядок выполнения работы

- изучить технологическую схему
- разработать функциональную схему автоматизации с указанием приборов по месту / на щите (например, в программе КОМПАС-График)
- в программе «Coolselector» подобрать контрольно-измерительные приборы и запорно-регулирующую арматуру по заданным параметрам (рис. 1.3 и 1.4)
- оформить отчет
 - титульный лист
 - табл. 1.1–1.3
 - табл. 1.4–1.6
 - скриншот исходной технологической схемы с обозначениями
 - скриншот чертежа функциональной схемы автоматизации (приложить исходный файл к отчету)
 - оформить выбранные приборы и средства автоматизации, согласно (пример оформления на рис. 1.5 и 1.6)

Контрольные вопросы

1. Правила обозначения приборов и средств автоматизации
2. Функциональное назначение преобразователей, датчиков, регуляторов, реле, клапанов, вентилялей

Лабораторная работа № 2. Способы регулирования работы компрессоров холодильных машин

Цель работы:

- изучение способов регулирования работы компрессоров [2]

Исходные данные:

- хладагент

- способы регулирования работы компрессоров
 - регулирование производительности компрессоров
 - ступенчатое регулирование производительности
 - регулирование производительности с помощью золотникового клапана
 - регулирование производительности изменением числа оборотов вала
 - регулирование производительности путем перепуска горячего пара
 - регулирование температуры нагнетания впрыском жидкого хладагента
 - впрыск жидкого хладагента при помощи терморегулирующего инжекторного клапана
 - впрыск жидкого хладагента при помощи электроприводного клапана
 - впрыск жидкого хладагента при помощи компактной клапанной станции ICF
 - регулирование давления в картере компрессора
 - регулирование давления в картере компрессора при помощи клапанов ICS и CVC
 - предотвращение обратного потока хладагента

Таблица 2.1

Контрольно-измерительные приборы

№ п/п	Наименование	Назначение
1		
2		
3		
4		
...		

Таблица 2.2

Запорно-регулирующая арматура

№ п/п	Наименование	Назначение
1		
2		
3		
4		
...		

Таблица 2.3

Оборудование

№ п/п	Наименование	Назначение
1		
2		
...		

Таблица 2.4

Сведения о способах регулирования компрессоров

Особенности	Преимущества	Недостатки

Порядок выполнения работы

- изучить технологические схемы
- разработать функциональную схему автоматизации способа регулирования (например, в программе КОМПАС-График)
- в программе «Coolselector» подобрать контрольно-измерительные приборы и запорно-регулирующую арматуру по заданным параметрам (рис. 1.3 и 1.4)
- оформить отчет
 - титульный лист
 - табл. 2.1–2.3
 - табл. 2.4
 - скриншот схем с обозначениями
 - скриншот чертежа функциональной схемы автоматизации (приложить исходный файл к отчету)
 - оформить выбранные приборы и средства автоматизации, согласно (пример оформления на рис. 1.5 и 1.6)

Контрольные вопросы

1. Приборы и средства автоматизации способов регулирования компрессоров
2. Особенности, преимущества и недостатки способов регулирования работы компрессоров

Лабораторная работа № 3. Способы регулирования работы конденсаторов холодильных машин**Цель работы:**

- изучение способов регулирования работы конденсаторов [2]

Исходные данные:

- хладагент

- способы регулирования конденсаторов
 - конденсаторы с воздушным охлаждением
 - ступенчатое регулирование производительности конденсатора с воздушным охлаждением путем включения и отключения вентиляторов при помощи ступенчатого контроллера ЕКС 331
 - регулирование скорости вращения вентиляторов конденсаторов с воздушным охлаждением
 - регулирование производительности конденсаторов с воздушным охлаждением путем изменения площади поверхности теплообмена
 - испарительные конденсаторы
 - ступенчатое регулирование работы испарительного конденсатора при помощи реле давления RT
 - ступенчатое регулирование производительности испарительного конденсатора при помощи ступенчатого контроллера ЕКС 331
 - конденсаторы с водяным охлаждением
 - регулирование расхода воды через конденсатор с водяным охлаждением при помощи водяного клапана
 - регулирование расхода воды через конденсатор с водяным охлаждением при помощи электроприводного водяного клапана

Таблица 3.1

Контрольно-измерительные приборы

№ п/п	Наименование	Назначение
1		
2		
3		
...		

Таблица 3.2

Запорно-регулирующая арматура

№ п/п	Наименование	Назначение
1		
2		
3		
...		

Таблица 3.3

Оборудование

№ п/п	Наименование	Назначение
1		
2		
3		
...		

Таблица 3.4

Сведения о способах регулирования конденсаторов

Особенности	Преимущества	Недостатки

Порядок выполнения работы

- изучить технологические схемы
- разработать функциональную схему автоматизации способа регулирования (например, в программе КОМПАС-График)
- в программе «Coolselector» подобрать контрольно-измерительные приборы и запорно-регулирующую арматуру по заданным параметрам (рис. 1.3 и 1.4)
- оформить отчет
 - титульный лист
 - табл. 2.1–2.3
 - табл. 2.4
 - скриншот схем с обозначениями
 - скриншот чертежа функциональной схемы автоматизации (приложить исходный файл к отчету)
 - оформить выбранные приборы и средства автоматизации, согласно (пример оформления на рис. 1.5 и 1.6)

Контрольные вопросы

1. Приборы и средства автоматизации способов регулирования конденсаторов
2. Особенности, преимущества и недостатки способов регулирования работы конденсаторов

Лабораторная работа № 4. Способы регулирования уровня жидкости холодильных машин**Цель работы:**

- изучение способов регулирования уровня жидкости [2]

Исходные данные:

- хладагент
- способы регулирования уровня жидкости
 - система регулирования уровня жидкости высокого давления
 - механический способ регулирования уровня жидкости высокого давления
 - механический способ регулирования уровня жидкости высокого давления при помощи поплавкового клапана HFI
 - электронный способ регулирования уровня жидкости высокого давления
 - система регулирования уровня жидкости низкого давления
 - механический способ регулирования уровня жидкости низкого давления
 - механический способ регулирования уровня жидкости низкого давления
 - электронный способ регулирования уровня жидкости низкого давления с помощью электроприводного клапана ICM
 - электронный способ регулирования уровня жидкости низкого давления с помощью электронного расширительного клапана AKV
 - электронный способ регулирования уровня жидкости низкого давления с помощью клапанной станции ICF
 - электронный способ регулирования уровня жидкости низкого давления по принципу двухпозиционного регулирования впрыска жидкости

Таблица 4.1

Контрольно-измерительные приборы

№ п/п	Наименование	Назначение
1		
2		
...		

Таблица 4.2

Запорно-регулирующая арматура

№ п/п	Наименование	Назначение
1		
2		
...		

Таблица 4.3

Оборудование

№ п/п	Наименование	Назначение
1		
2		
3		
...		

Таблица 4.4

Сведения о способах регулирования уровня жидкости

Особенности	Преимущества	Недостатки

Порядок выполнения работы

- изучить технологические схемы
- разработать функциональную схему автоматизации способа регулирования (например, в программе КОМПАС-График)
- в программе «Coolselector» подобрать контрольно-измерительные приборы и запорно-регулирующую арматуру по заданным параметрам (рис. 1.3 и 1.4)
- оформить отчет
 - титульный лист
 - табл. 2.1–2.3
 - табл. 2.4
 - скриншот схем с обозначениями
 - скриншот чертежа функциональной схемы автоматизации (приложить исходный файл к отчету)
 - оформить выбранные приборы и средства автоматизации, согласно (пример оформления на рис. 1.5 и 1.6)

Контрольные вопросы

1. Приборы и средства автоматизации способов регулирования уровня жидкости
2. Особенности, преимущества и недостатки способов регулирования уровня жидкости

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Стандартные холодильные машины – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://assets.danfoss.com/documents/160205/AD368545755008ru-RU0101.pdf>
2. Руководство по проектированию промышленных холодильных систем – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://assets.danfoss.com/documents/89495/AB137786416217ru-000602.pdf>
3. Coolselector... – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://coolselectoronline.danfoss.com>
4. ГОСТ 21.404–85 Система проектной документации для строительства. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/616/4294853604.pdf>
5. ГОСТ 2.785–70 Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические. Арматура трубопроводная – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/31f/4294848858.pdf>
6. ГОСТ 2.780–96 Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические. Кондиционеры рабочей среды, емкости гидравлические и пневматические – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://ohranatruda.ru/upload/iblock/d0a/4294850399.pdf>

ПРИЛОЖЕНИЕ А. ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ ОТЧЕТА

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»

Отчет по лабораторной работе
по курсу «Регулирование и автоматизация холодильных установок»

Лабораторная работа № 1

«...»

Выполнил(а) студент(ка) группы ...
Фамилия И. О.

Проверил канд. физ.-мат. наук
Королев К. Г.

Воронеж 2025

СОДЕРЖАНИЕ

Лабораторная работа № 1. Схемы автоматизации компрессорно-конденсаторного агрегата холодильной машины	3
Лабораторная работа № 2. Способы регулирования работы компрессоров холодильных машин.....	8
Лабораторная работа № 3. Способы регулирования работы конденсаторов холодильных машин	10
Лабораторная работа № 4. Способы регулирования уровня жидкости холодильных машин	12
Библиографический список	15
Приложение А. Титульный лист отчета	16

РЕГУЛИРОВАНИЕ И АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМ ХОЛОДОСНАБЖЕНИЯ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению лабораторных работ для студентов направления подготовки 14.03.01 «Ядерная энергетика и теплофизика» профиль «Технологические системы жизнеобеспечения атомных электростанций и промышленных предприятий» очной формы обучения

Составитель:

Королев Константин Геннадьевич

Издается в авторской редакции

Компьютерный набор К. Г. Королева

Подписано к изданию 00.00.0000.

Уч.-изд. л. 1,5

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»
394026 Воронеж, ул. 20-летия Октября, 84