

УДК 621.671

Голивкина П.Б. ст. гр. УИ41, ФГБОУ ВО ДГТУ;
Рук. Фридрих Р.А. к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО ДГТУ.

СИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ВОДОСНАБЖЕНИЕМ ГОСТИНИЧНОГО КОМПЛЕКСА МАЛОЙ ВМЕСТИМОСТИ

Аннотация. В статье рассматривается система автоматизированного управления водоснабжением гостиничного комплекса малой вместимости, на основе проведенного анализа вопроса подтверждена актуальность работы, сформулированы цели и задачи работы. Разработаны принципиальная гидравлическая схема системы водоснабжения гостиничного комплекса, таблицы состояний работы системы, пульт управления. А также разработана принципиальная электрическая схема автоматизированной системы управления.

Abstract. The article deals with the system of automatic control of water supply of the hotel complex of small capacity, on the basis of the conducted analysis confirmed the relevance of the work, goals and objectives of the work. Developed the principal hydraulic scheme of the water supply system of the hotel complex, stateful operation of the system control panel. As well as developed a circuit diagram of the automated control system.

Ключевые слова: автоматизированная система управления, гостиничный комплекс, система водоснабжения, пульт управления.

Key words: automated system, hotel, water supply system, desk control.

В последние годы в самых разных уголках нашей страны наблюдается оживленное строительство небольших гостиничных комплексов. Из-за гибкой ценовой политики такие гостиницы пользуются высоким спросом у туристов. Высокая рентабельность этого вида бизнеса делает вложение в его развитие привлекательным для многих частных инвесторов.

Гостиничным подъемом затронуты курортные зоны Краснодарского края, Крымский полуостров, Балтийское побережье, а также популярные туристические места в Сибири, на полуострове Камчатка, горном Алтае и

Кавказе. Как правило, это небольшие здания, по общей площади сравнимые с коттеджами, рассчитанные максимум на два-три десятка номеров и, нередко, имеющие собственную кухню, ресторан и прачечную.

Обеспечение гостиницы качественной чистой водой является одной из самых насущных задач. Она требуется для функционирования ваннных комнат и канализации, а также для работы кухни и прачечной. Автономная система водоснабжения предполагает использование таких источников воды, как колодец или скважина – в зависимости от ежедневной потребности. Расход воды на одного человека по российским нормативам составляет от 120 л/сутки (с общими ваннными и душевыми комнатами) до 300 л/сутки (с ваннными комнатами в каждом номере). То есть средняя ежедневная потребность гостиницы на десять-двадцать номеров может составлять не один десяток кубометров воды. Это стоит учитывать при расчете производительности водоподъемного оборудования. Грамотное проектирование водоснабжения позволит избежать массы проблем при отсутствии воды.

Более высокие требования предъявляются к энергоэффективности инженерного оборудования и систем. Новизна принципиальна для систем водоснабжения, отопления, пожаротушения — в технологии, в гарантии качества, легкости монтажа и, главное, экономичности.

В условиях нехватки финансирования решать вопросы инвестирования в энергоэффективные технологии крайне сложно. Именно по этой причине, на первое место выходят проекты, от которых есть реальная отдача, которые сразу, после внедрения, начинают приносить ощутимый эффект. Одним из популярных финансирующим мероприятием является внедрение автоматизированных энергоэффективных систем управления в ЖКХ. Системы автоматизированного управления характеризуются быстротой внедрения и небольшим сроком окупаемости. Они позволяют не только получить экономию электроэнергии и воды, обеспечить ресурсосбережение

работающего оборудования, значительно повысить качество услуг, но и решить проблему, связанную с высоким износом основных фондов в жилищно-коммунальном хозяйстве без колоссальных инвестиций в модернизацию. Комплексный подход к внедрению АСУ ТП в ЖКХ позволяет (при минимальной экономии электроэнергии в 15-20%) получить ресурс для развития городов без строительства дополнительных генерирующих мощностей, что стоит существенно дороже.

Наиболее важными экономическими результатами комплексного подхода к внедрению автоматизированных систем управления процессами водоснабжения, водоотведения и теплоснабжения являются:

- снижение затрат на электроэнергию до 30%;
- увеличение ресурса эксплуатации трубопроводов и оборудования в 1,5-2 раза;
- значительное сокращение числа аварий на объектах;
- обеспечение устойчивости и надежности функционирования систем, водоснабжения, водоотведения и теплоснабжения;
- возможность в режиме реального времени реагировать на возникновение внештатных ситуаций;
- получение в режиме реального времени информации о работе систем жизнеобеспечения;
- автоматическое архивирование информации о работе систем жизнеобеспечения и о произошедших авариях;
- возможность управления в автоматическом режиме по установленному графику (параметрам) и минимизация роли «человеческого фактора»;
- сокращение численности обслуживающего персонала;
- улучшение качества и обеспечение доступности жилищно-коммунальных услуг для населения и других потребителей.

Целью данного проекта является повышения эффективности процесса получения из вне и транспортировки воды, повышения качества и надежности подачи воды потребителям, снижения затрат электроэнергии, увеличение ресурсов насосной станции, также появление возможности контролировать все режимы работы системы водоснабжения и параметры всех датчиков в реальном времени и сокращение численности дежурного персонала.

Системы внутреннего водопровода для здания выбираются согласно положений СНиП 2.04.01-85. Вначале на плане этажа наносят водопроводные стояки и подводки к приборам. Для этой цели можно использовать оттиск с планом этажа секции, но лучше перерисовать его в тонких линиях, так как будет не архитектурный план секции, а план с инженерной сетью водопровода, где толстыми основными линиями наносят только водопровод. Комнатные подводки задаются конструктивно (без расчёта) диаметром 15 мм, так как водоразборная арматура имеет такой же диаметр. В результате получен план этажей секции с сетями В1, Т3, К1 в масштабе 1:100.

Стояки наносят крупными точками. Стальные трубопроводы-подводки, согласно СНиП 2.04.01-85, проложены открыто, без заделки в стену, поэтому они показаны толстыми сплошными линиями. Местоположение стояка выбирается таким образом, чтобы он обслуживал группу близкорасположенных приборов.

Ввод представляет собой подземный трубопровод, подводящий воду от наружной сети к зданию. Начинается он от колодца с задвижкой и пожарным гидрантом узла подключения к наружной сети водопровода. Ввод прокладывается с глубиной заложения труб на 0,5 метра больше глубины промерзания грунта. Подведя к зданию, трубу ввода пропускают под наружной стеной или через неё и монтируют вертикально вверх у внутренней поверхности стены подвала. Здесь ввод водопровода заканчивается и далее располагается водомерный узел, который подвешивают на стену.

По виду опирания трубы разводящей сети могут быть проложены тремя способами:

- 1) на опорах по полу подвала или техноподполья;
- 2) на кронштейнах по стенам;
- 3) на подвесках к потолку.

В данном проекте используется 1-й способ. Высоту принимаем около 10 см над полом. Опираются трубы на специальные опоры через 2-5 метров при диаметрах труб соответственно 15-50 мм. Зазор между трубой и стеной должен быть около 5 см. По высоте стояки крепят через 3 метра. Для опорожнения труб, трубопроводы проектируются с уклоном не менее 0,002 в сторону колодца (узла подключения), а в колодце устанавливается сливной кран - это требование СНиПа.

На внутренней водопроводной сети В1, Т3 должна быть установлена запорная арматура (вентили, задвижки) в соответствии с п. 10.4 и п. 10.5 СНиП 2.04.01-85.

На аксонометрической схеме В1, Т3 обозначают все стояки здания. Полностью показан самый удалённый от ввода водопровода стояк (он будет расчётный).

На рис.1 представлены общий вид гостиницы, схема прокладки внутреннего водопровода (В1,Т3) и канализации (К1), а также аксонометрическая схема внутреннего водопровода.

Целью гидравлического расчёта водопровода является определение внутренних диаметров трубопроводной сети и величин потерь напора при движении воды по этим трубопроводам.

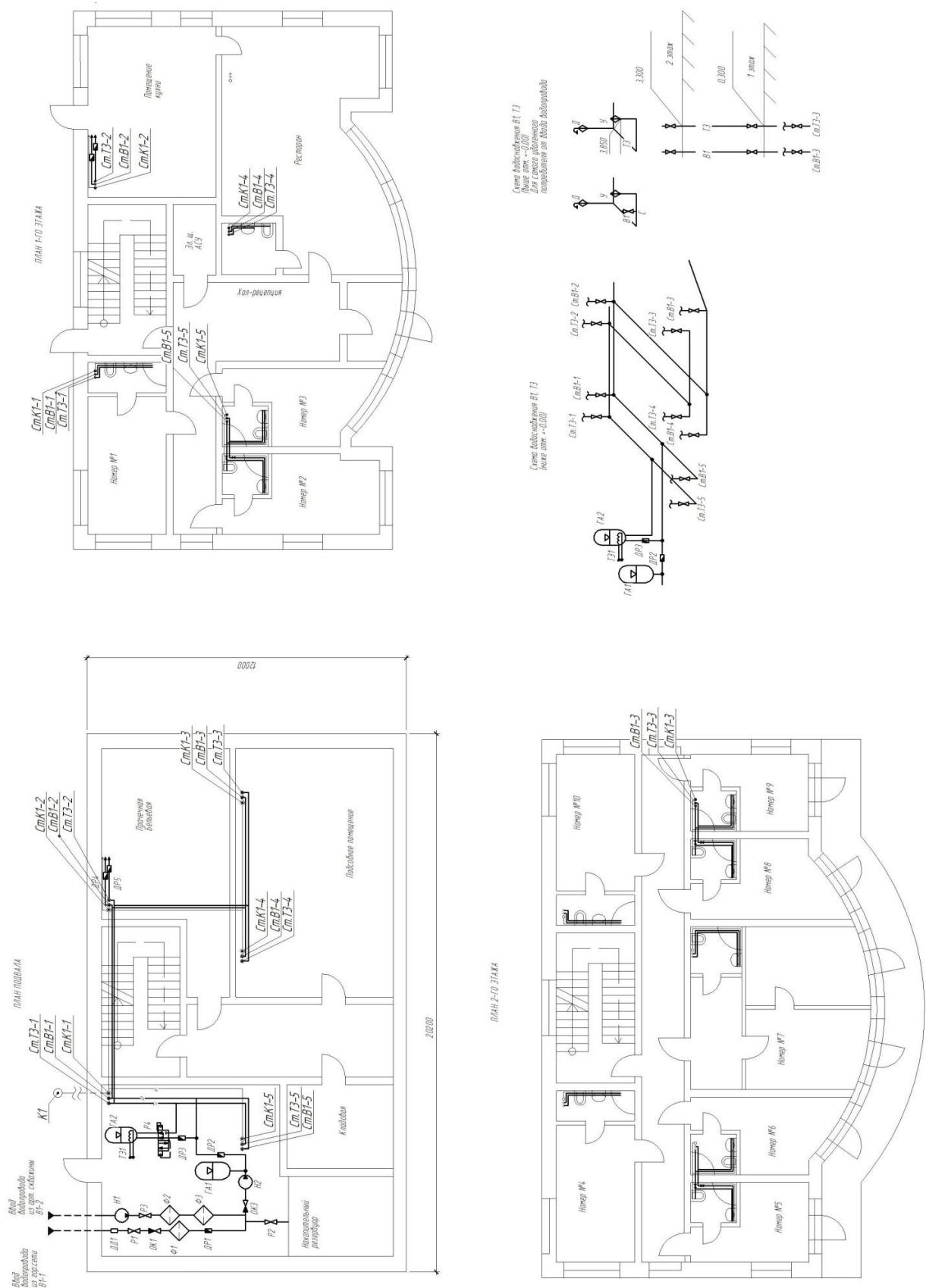


Рис.1. Общий чертеж гостиничного комплекса, схема внутреннего водопровода, аксонометрическая схема.

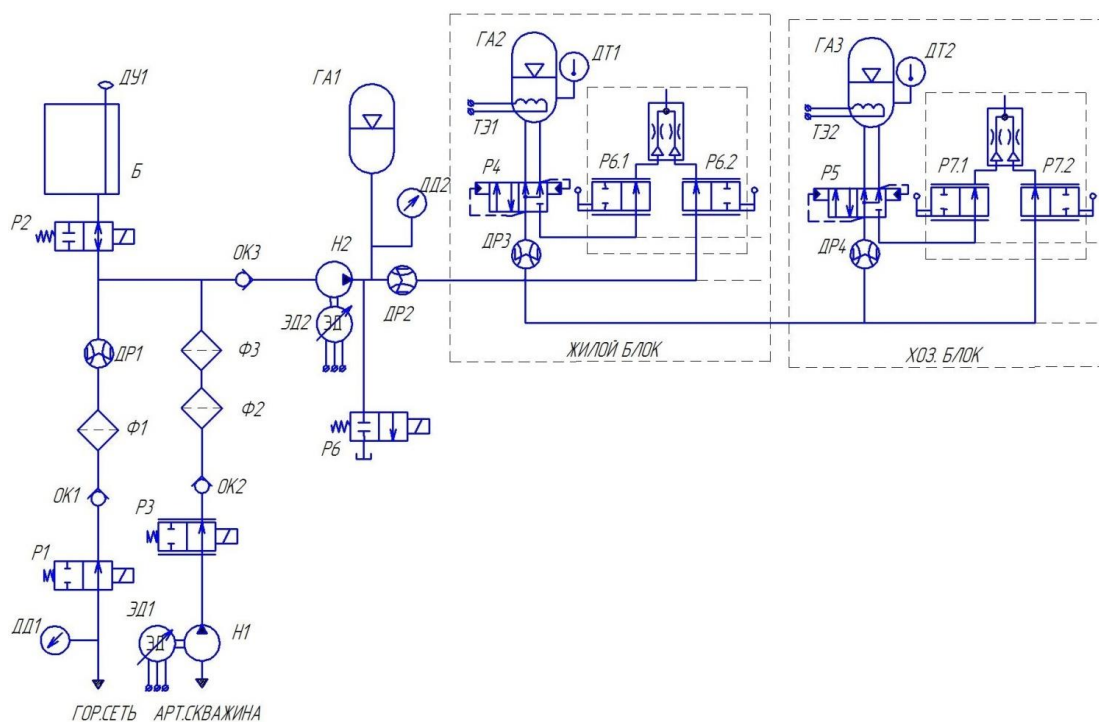


Рис. 2. Гидравлическая схема системы водоснабжения гостиничного комплекса

В системе водоснабжения гостиницы имеется городской водопровод и артезианская скважина (колодец).

Преимущества, которые дает автономное водоснабжение :

- ОПТИМАЛЬНОЕ давление в системе;
- НАЛИЧИЕ запаса воды;
- ВЫСОКОЕ качество воды.

Необходимо обеспечить бесперебойное водоснабжение горячей и холодной водой номера в количестве 10 (душевая кабинка, унитаз, раковина), хозяйственный блок (кухня, прачечная).

Для обеспечения бесперебойного функционирования в системе водоснабжения должен быть предусмотрен резервуар (Б), в котором поддерживается запас в объеме, предусмотренном ГОСТ (не менее

50л/сутки на человека). Водонапорный бак устанавливается в верхней точке здания. Система обслуживается двумя насосами: погружной насос Н1 предназначенный для подачи воды из артезианской скважины, а насос Н2 для повышения давления контура водоснабжения гостиничного комплекса. Системы внутреннего водопровода оснащаются трубопроводной и водоразборной арматурами.

Трубопроводная арматура предназначена для отключения участков трубопроводов на период ремонта, регулирования давления и расхода в системе. Различают запорную, регулирующую, предохранительную и контрольную трубопроводную арматуру.

В качестве запорной и регулирующей арматуры используются распределители: распределитель Р1 с электромагнитным управлением используется для подключения/отключения подачи воды из городской сети, распределители Р2, Р4, Р5 - для подачи холодной и горячей воды потребителям. А распределитель Р3 устанавливается для аварийного сброса. Запорная арматура устанавливается на вводе, стояках и ответвлениях.

К предохранительной арматуре относятся обратные клапаны ОК1, ОК2 и ОК3, к контрольной — указатель уровня датчика Д1.

К водоразборной арматуре относятся различные краны у мест разбора воды: настенные, туалетные, краны сливных бачков, поливочные, писсуарные, смывные, а также краны-смесители для моек, ванн, душей, умывальников, бассейнов, стиральных машин и др.

Также в системе предусмотрена очистка воды: фильтр тонкой очистки Ф1 воды городской сети, фильтр грубой очистки Ф2 и фильтр тонкой очистки Ф3 воды артезианской скважины.

Система горячего водоснабжения гостиничного комплекса включает в себя три основных элемента: генератор горячей воды (водонагреватель), трубопроводы и водопроводы и водоразборные точки.

Также в системе предусмотрены датчики контроля и регулирования: ДД1, ДД2 – датчики давления; ДР1, ДР2, ДР3, ДР4 – датчики контроля и регистрирования расхода воды в гостиничном комплексе.

Электрическая система водоснабжения включает два электродвигателя насосов (ЭД1, ЭД2) и водонагревательные элементы гидроаккумуляторов (ТЭ1, ТЭ2)

Электродвигатель ЭД1 обеспечивает включение/выключение и регулировку подачи воды насосом Н1. Электродвигатель ЭД2 обеспечивает включение/выключение насоса Н2.

Водонагреватели ТЭ1 и ТЭ2 включаются по показаниям температурных датчиков ДТ2 и ДТ3, поддерживая температуру в диапазоне от 40 до 60 градусов С.

Для управления системы водоснабжения гостиничного комплекса предназначен пульт управления.

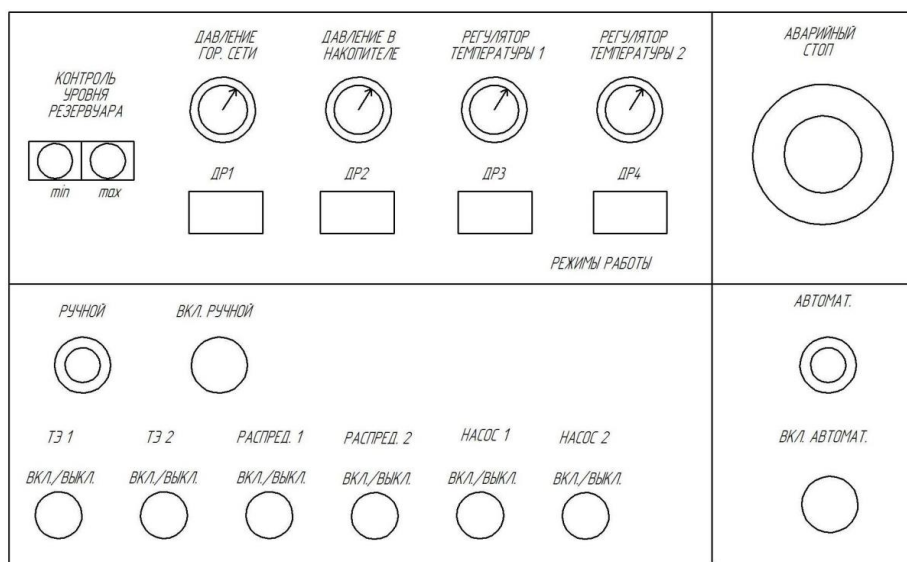


Рис.3. Пульт управления системой водоснабжения гостиничного комплекса

На общем пульте управления имеются следующие кнопки, лампы и датчики которые влияют на состояние системы водоснабжения:

Датчики «ДАВЛЕНИЕ ГОР. СЕТИ» показывает давление на входе, т.е. давление городской сети и «ДАВЛЕНИЕ РЕЗЕРВУАРА» - давление накопительного бака.

Датчики «ДР1», «ДР2», «ДР3», «ДР4» показывают расход холодной и горячей воды.

Индикатор «УРОВЕНЬ РЕЗЕРВУАРА» показывает максимальный и минимальный уровень (max,min) резервуара.

Включение режимов осуществляется кнопками «ВКЛ. РУЧНОЙ», «ВКЛ. ПОЛУАВТОМАТ.» и «ВКЛ. АВТОМАТ.».

Режимы работы системы водоснабжения гостиничного комплекса:

1. Автоматический режим

Автоматический режим начинается при нажатии кнопки «ВКЛ.АВТОМАТ.», и продолжается по сравнению показаний датчиков давления и расхода. Распределитель Р2 находится в рабочем положении.

- Заполнение резервуара от городской сети (при отсутствии потребления) начинается при учете показаний датчиков: ДУ1- min уровень, ДД1>ДД2, подается сигнал на включение электромагнитов распределителей Р1 и Р2. Распределитель Р2 находится в рабочем положении, до тех пор пока показания ДУ1 не достигнет max уровня.

- Заполнение резервуара от арт. скважины (при отсутствии потребления) начинается при учете показаний датчиков: : ДУ1- min уровень, ДД1<ДД2, подается сигнал на включение электродвигателя ЭД1 погружного насоса Н1, до тех пор пока показания ДУ1 не достигнет max уровня.

- Заполнение накопителя (при отсутствии потребления) начинается при учете показания ДД2≤Давления min, подается сигнал на включение электродвигателя ЭД2 насоса Н2.

- Заполнение резервуара, накопителя и бойлеров от городской сети (при одновременном потреблении) происходит по показаниям датчиков: ДУ1- min уровень, $ДД1 > ДД2$, подается сигнал на включение электромагнита распределителя Р1 и на включение электродвигателя ЭД2 насоса Н2.

- Заполнение резервуара, накопителя и бойлеров от арт. скважины (при одновременном потреблении) происходит по показаниям датчиков: ДУ1- min уровень, $ДД1 < ДД2$, подается сигнал на включение электродвигателя ЭД1 погружного насоса Н1и электродвигателя ЭД2 насоса Н2.

- Нагрев бойлеров 1 и 2 начинается по показаниям $ДТ1 < 40^\circ$, $ДТ2 < 40^\circ$, подается сигнал на включении электронагревателей ТЭ1 и ТЭ2, до тех пор пока $ДТ1 = 70^\circ$ и $ДТ2 = 70^\circ$.

- При максимальном потреблении ($ДР2 = \text{Расход max}$) в целях экономии, подается сигнал на включение электродвигателя ЭД1 погружного насоса Н1и электродвигателя ЭД2 насоса Н2.

Для автоматического режима работы используются вспомогательные сигналы, которые будут формировать управление последующими сравнениями:

1. $ДУ1 = \text{min уровень} - ВС1$
2. $ДУ2 = \text{max уровень} - ВС2$
3. $ДД1 > ДД2 - ВС3$
4. $ДД1 \leq ДД2 - ВС4$
5. $ДД1 < ДД2 - ВС5$
6. $ДД2 < \text{Давления min} - ВС6$
7. $ДД2 = \text{Давления max} - ВС7$
8. $ДР2 > \text{Расход min} - ВС8$
9. $ДР2 = \text{Расход min} - ВС9$

10. ДТ1<40° - ВС10

11. ДТ1=70° - ВС11

12. ДТ2<40° - ВС12

13. ДТ2=70° - ВС13

14. ДР2=Расходмах - ВС14

Таблица 1 –Таблица состояний для автоматического режима.

№	Состояние	Элементы управления							Показания датчиков
		Y1	Y2	Y3	H1	H2	TЭ1	2	
1.1	Заполнение резервуара от гор. сети (потребл. отсутст.)	+	+	-	-	-	-	-	ДУ1 min уровень (BC1) И показания ДД1>ДД2 (BC3)
1.2	Прекращение заполнения	-	+	-	-	-	-	-	ДУ1 max уровень (BC2) И показания ДД1<=ДД2 (BC4)
2.1	Заполнение резервуара от скважины (потр.отсутст.)	-	+	-	+	-	-	-	ДУ1 min уровень (BC1) И показания ДД1<ДД2 (BC5)
2.2	Прекращение заполнения	-	+	-	-	-	-	-	ДУ1 max уровень (BC2)
3.1	Заполнение накопителя (потр.отсутст.)	-	+	-	-	+	-	-	показания ДД2< Давления min (BC6)
3.2	Прекращение заполнения	-	+	-	-	-	-	-	показания ДД2= Давления max (BC7)
4.1	Заполнение резервуара, накопителя и бойлеров от гор.сети и одноврем. потребление	+	+	-	-	+	-	-	ДУ1 min уровень (BC1) И показания ДД1>ДД2 (BC3) И ДР2>Расход min (BC8)
4.2	Прекращение заполнения	-	+	-	-	-	-	-	ДУ1 max уровень (BC2) И показания ДД1<=ДД2 (BC4) И ДР2=Расход min (BC9)
5.1	Заполнение резервуара, накопителя и бойлеров от арт.скваж. и одноврем. потребление	-	+	-	+	+	-	-	ДУ1 min уровень (BC1) И показания ДД1<ДД2 (BC5) И ДР2> Расход min (BC8)
5.2	Прекращение заполнения	-	+	-	-	-	-	-	ДУ1 max уровень (BC2) И показания ДР2= Расход min (BC9)
6.1	Нагрев бойлера 1	+/-	+	-	+/-	+/-	+	-	ДТ1<40° (BC10)
6.2	Прекращение нагрева	+/-	+	-	+/-	+/-	-	-	ДТ1=70° (BC11)
7.1	Нагрев бойлера 2	+/-	+	-	+/-	+/-	-	+	ДТ2<40° (BC12)
7.2	Прекращение нагрева	+/-	+	-	+/-	+/-	-	-	ДТ2=70° (BC13)
8.	Максимальное потребление	-	+	-	+	+	-	-	ДР2=Расходмах (BC14)

По аналогии, на основе описания ручного и аварийного режимов работы составляются таблицы состояний в ручном, полуавтоматическом и автоматическом режимах.

2. Ручной режим

В ручном режиме работы все операции выполняются с пульта управления вручную с помощью соответствующих переключателей.

3. Аварийный режим

Аварийный режим включается при нажатии кнопки «Аварийный останов». При этом исполнительные элементы должны переключиться в следующее состояние:

1. подача воды прекращается;
2. Р1 и Р2 находятся в закрытом состоянии;
3. питание ЭД1 и ЭД2 обесточивается;
4. Р6 открыт на аварийный сброс.

5. при срабатывании датчика «сухого хода» происходит аварийное отключение питания ЭД1.

Управление в ручном режиме возможно только при отжатии кнопки «Аварийный стоп».

Таблица 2. Таблица состояний для ручном и аварийного режимов.

Исполнительные устройства	Y1	Y2	Y3	H1	H2	TЭ1	TЭ2	Элемент управления
TЭ1	-	-	-	-	-	+	-	КН1 с фиксац.
TЭ2	-	-	-	-	-	-	+	КН2 с фиксац.
РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬ 1	+	-	-	-	-	-	-	КН3 с фиксац.
РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬ 2	-	+	-	-	-	-	-	КН4 с фиксац.
НАСОС 1	-	-	-	+	-	-	-	КН5 с фиксац.
НАСОС 2	-	-	-	-	+	-	-	КН6 с фиксац.
Аварийный режим	-	-	+	-	-	-	-	КН «АВАРИЙНЫЙ СТОП»

Для системы управления системой водоснабжения используется контроллер фирмы «ОВЕН» ПЛК160-220АМ и поддерживаемый модуль расширения MB110-224.2А.

Логика работы контроллера определяется потребителем в процессе программирования контроллера. Программирование осуществляется с помощью программного обеспечения CoDeSys 2.3 (версии 2.3.9.9). При этом поддерживаются все языки программирования, указанные в МЭК 61131-3. Документация по программированию контроллера и работе с программным обеспечением CoDeSys приведена в руководстве пользователя (РП) на компакт- диске.

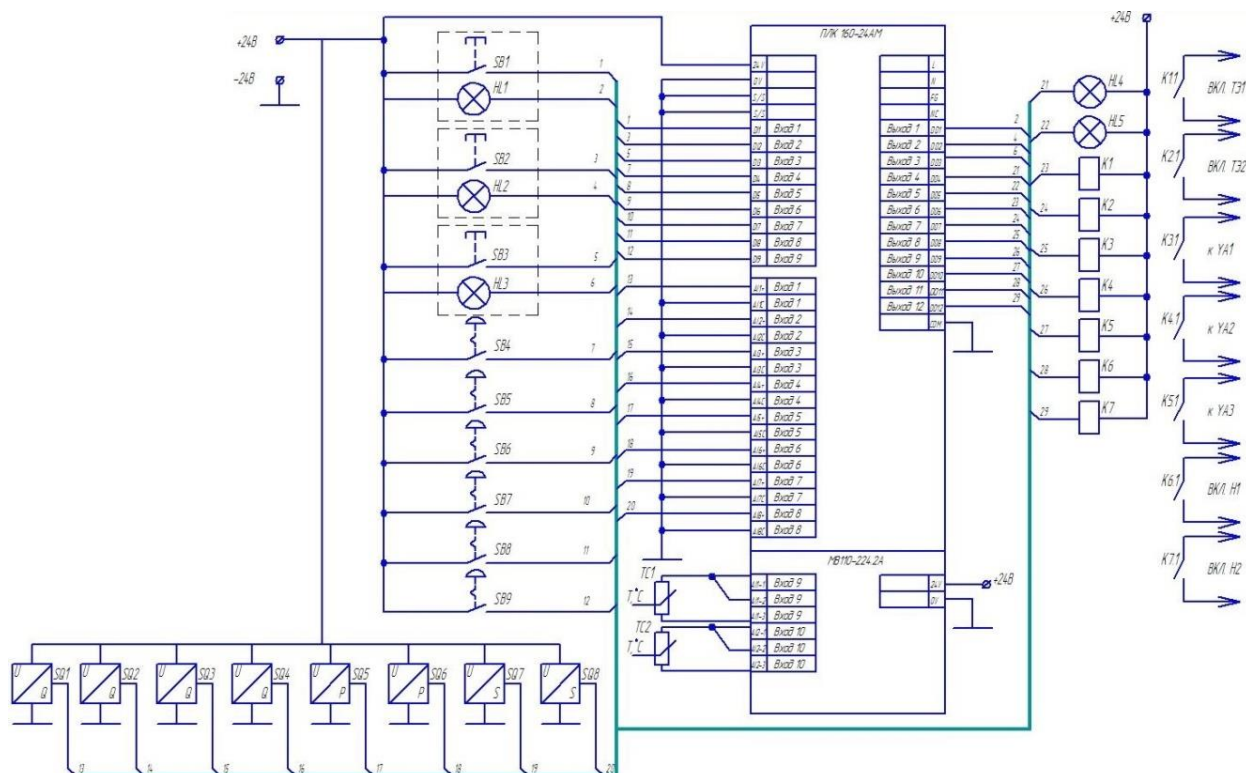


Рис.4. Электрическая схема автоматизированной системы управления водоснабжением гостиничного комплекса

Управляющие программы для выбранной модели контроллера составляются на языке РКС.

Программа на языке РКС представляет собой набор вычислительных цепочек (network). Каждая цепочка начинается от виртуальной шины питания (ВШП), состоит из набора нормально-разомкнутых и нормально-замкнутых контактов и заканчивается выходной обмоткой.

Если от виртуальной шины питания проходит сигнал (виртуальный ток) до выходной обмотки, то на соответствующий выход контроллера подаётся напряжение (он устанавливается в «1»).

Нормально-разомкнутый контакт «замыкается» в том случае, если на соответствующий вход ПЛК подаётся напряжение («1»). Нормально-замкнутый контакт – «размыкается», если на соответствующий вход ПЛК подаётся напряжение («1»).

Контакты могут обозначаться также по номерам выходов. В этом случае нормально-разомкнутый контакт замыкается, если соответствующий выход установлен в «1».

Есть также «внутренние» обмотки и контакты. Такие обмотки можно представить как рабочие обмотки «внутренних» реле контроллера, контакты которых переключаются при прохождении на обмотку сигнала от виртуальной шины питания.

Логическая функция инверсии реализуется за счёт использования нормально-замкнутого контакта, функция «И» - за счёт последовательного соединения контактов, функция «И» - за счёт параллельного соединения контактов, функция «Память» - за счёт схемы самоблокировки.

Вычислительные цепочки 1-8 формируют непосредственно сигналы управления исполнительными элементами в автоматическом, ручном и аварийном режимах.

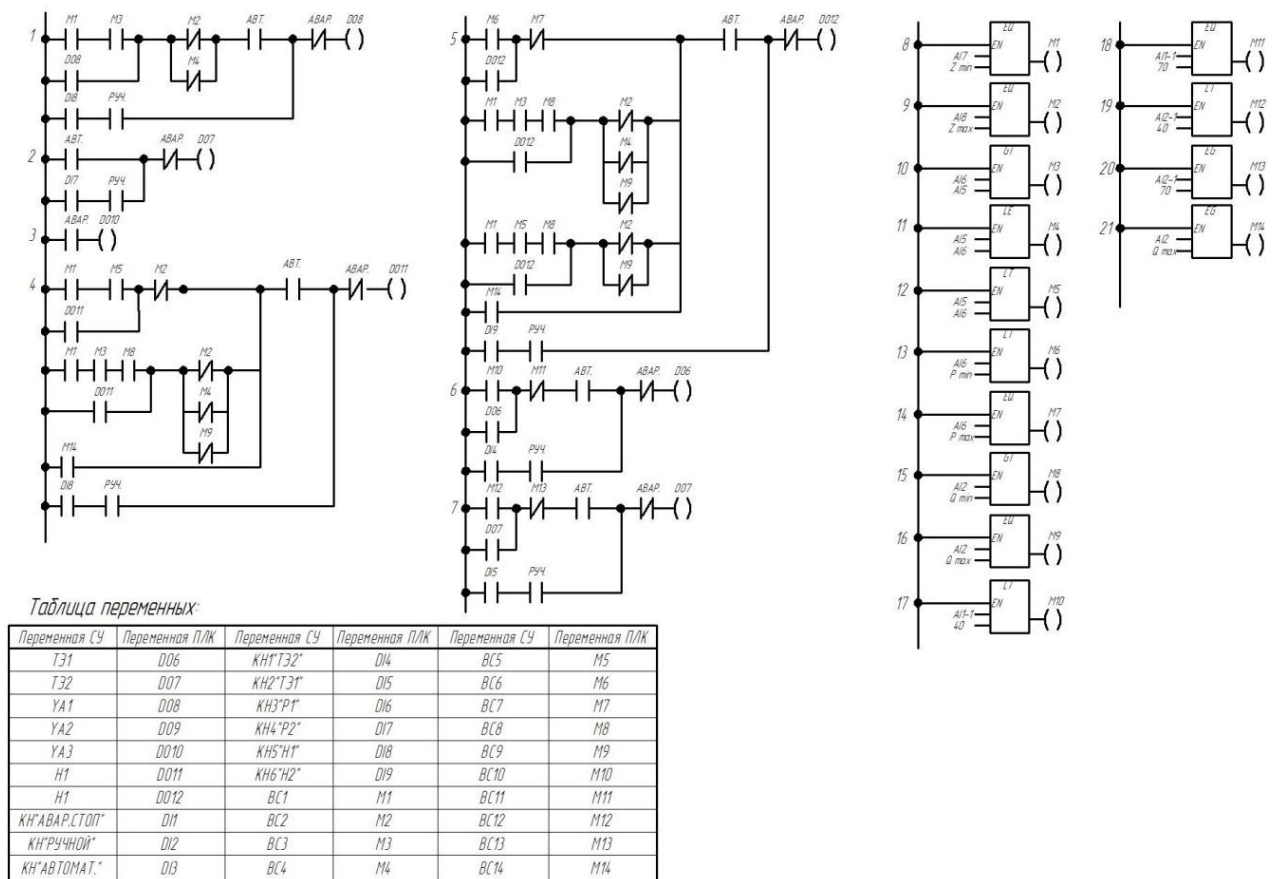


Рис.4. Управляющая программа на языке релейно-контактных схем

Вычислительные цепочки 8-21 формируют вспомогательные сигналы BC1-BC14 (см. пункт 4). Вспомогательные сигналы формируются через операторы сравнения:

1. GT – больше;
2. LT – меньше;
3. LE – меньше или равно;
4. EQ – равно.

Дополнительные значения:

- Z min – минимальное значение уровня;
- Z max – максимальное значение уровня;
- P min – минимальное значение давления;
- P max – максимальное значение давления;
- Q min – минимальное значение расхода;
- Q max – максимальное значение расхода.

Выводы.

В данной работе предложены оригинальные технические решения во вопросу водоснабжения гостиничного комплекса малой вместимости. Исходя из требований СнИПа, получили что трубопровод должен обеспечить норму расхода воды горячей 140 л/сутки и холодной 90 л/сутки на одного потребителя. После проведения гидравлического расчета, предлагаем трубопроводы из полипропилена диаметрами 16 мм и 20 мм. В проекте также предложено решение по автоматизации системы управления водоснабжением, которое обеспечивает повышение эффективности работы системы, экономию затрат на электроэнергию, а также комфорт и безопасность.

Список литературы

1. Постников П.М. Проектирование и расчет внутреннего водопровода и канализации зданий: Метод. указ. – Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2004. – 40с.
2. СНИП 2.04.01 – 85*. Внутренний водопровод и канализация зданий/ Госстрой СССР. М., 1986.
3. СНИП 2.04.0284*. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. – М.: Госстрой, 1996.
4. Гидравлика, водоснабжение и канализация / В.И. Калицун, В.С. Кедров, Ю. М. Ласков. – М.: Стройиздат, 2003.
5. Автоматизация систем водоснабжения (www.abok.ru);
6. ГОСТ 34.602-89 Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы.

7. Системы автоматизации технологических процессов. Принципы компоновки щитов и пультов управления. Пособие к РМ4-107-82, РМ4-51-09. / ГПКИ Проектмонтажавтоматика. – 1990 г. – 70 с.
8. Программируемый логический контроллер ПЛК 160 руководство по эксплуатации (www.owen.ru).
9. Модуль аналогового ввода MB110-224.2a руководство по эксплуатации (www.owen.ru).
10. Руководство пользователя по программированию ПЛК в CoDeSys 2.3. (www.owen.ru).