

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО И ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА РЕСПУБЛИКИ
УЗБЕКИСТАН

Ташкентский государственный аграрный университет

Факультет «Агроинженерия»

Кафедра «Электроэнергетика и электротехнологий в сельском хозяйстве»

***ВЫПУСКНАЯ
КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА***

**По направлению бакалавриата: 5430200 – «Электрификация и
автоматизация сельского хозяйства»**

**На тему: Разработка солнечно-электрической системы теплоснабжения
помещения дежурного персонала насосной станции “Хамза-1” Бухарского
вилоята**

Выполнил:

Ш. Жумаев

Руководитель

доц. А.С.Бердышев

**Зав. каф. «Электроэнергетика
и электротехнологии в сельском
хозяйстве, д.т.н., профессор**

**Декан факультета
“Агроинженерия”, к.т.н.,
доцент**

_____ **А. Раджабов**
« _____ » _____ **2016 г.**

_____ **Э.Т. Фармонов**
« _____ » _____ **2016 г.**

Тошкент – 2016 г.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ	6
1. Анализ и выбор технологических оборудований насосной станции «Хамза-1».	9
2. Расчет электротехнической части.	12
2.1. Расчёт электрических сетей силового электрооборудования	12
2.2. Расчёт сети электроосвещения	18
2.3. Выбор и расчет трансформатора собственнкх нужд	25
3. Обзор и анализ существующих солнечно-электрических систем теплоснабжения.	29
3.1. Комбинированные солнечно электрические системы теплоснабжения с использованием внепиковой электроэнергии.	29
3.2. Задачи автоматизации системами солнечного теплоснабжения с электричесеким дублёром.	32
3.3. Опыт решения вопросов создания солнечно электрические системы теплоснабжения, выпускаемых предприятием «QURILISHGELIOSERVIS»LTD	38
3.4. Разработка установки и расчет парметров предлагаемой солнечной системы теплоснабжения с электричесеким дублёром	48
4. Мероприятия по безопасности жизнедеятельности	50
5. Инженерный технико-экономический расчет солнечно электрические системы теплоснабжения для отопления и горячего водоснабжения здания насосной станции	54
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	62
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	64

ВВЕДЕНИЕ

Остановившись на результатах, достигнутых в сельском хозяйстве через реализацию сельскохозяйственных реформ, Президент страны отметил, что исходя из принципиальной важности дальнейшего повышения эффективности сельскохозяйственного производства была проведена важная работа по оптимизации земельных площадей, выделяемых для фермерских хозяйств, и что частные фермерские хозяйства, созданные в начале на базе упраздненных убыточных низкорентабельных и бесперспективных ширкатов, сегодня по праву стали ведущим звеном, основным субъектом - производителем сельскохозяйственной продукции.

Как показывает многолетний опыт- развитых стран, фермерское хозяйство продемонстрировало такие свои качества, как эффективность, конкурентоспособность, быстрая адаптация к рыночной конъюнктуре. Исходя из этого, в Узбекистане уделялось большое внимание развитию фермерских хозяйств, созданию необходимых экономических условий для их деятельности, разработаны нормативно-правовых основ.

Узбекистан располагает большим потенциалом солнечной энергии. Одним из первоочередных мероприятий по её использованию является преобразование её в низкопотенциальную тепловую энергию, в частности на нужды горячего водоснабжения, а также отопления. Однако в силу технико-экономических причин солнечные системы теплоснабжения не получили на данный момент широкого распространения в республике. Поэтому необходимы

обоснованные технические решения, которые позволили бы сделать такие системы привлекательными для потребителей как в плане стоимости, так и надежности, в первую очередь для объектов удаленной местности, к которым следует отнести крупные насосные станции для орошаемого земледелия. В плане энергосбережения в республике правомерно применение установок преобразования лучистой солнечной энергии для нагрева воды.

Особенность их эксплуатации заключается в не постоянстве прихода радиации в течение суток, года (её отсутствии в ночное, пасмурное время). Это требует в такие периоды использование электрического дублера для догрева воды, что обеспечит надежное теплоснабжение обслуживающего персонала на насосной станции. Таким образом, требуется решить следующие основные задачи по разработке технического решения комбинированной солнечно-электрической системы, которое позволило бы наиболее эффективно использовать солнечные коллектора и тем самым оптимизировать режимы подключения дублирующего нагревателя, чтобы снизить расходы электрической энергии. Т.к. предполагается круглогодичная работа солнечной установки, то схема должна быть двухконтурной с использованием антифриза в гелиоконтуре и теплообменника. Учитывая, что режим потребления горячей воды на насосной станции не предполагает в течение дня постоянного расхода, аккумуляцию подогреваемой за счет солнечной части воды должно производиться в баке-накопителе.

Использование усовершенствованных схемных решений и устройств автоматики солнечно-электрических систем теплоснабжения позволит улучшить их энергетические показатели и получить ощутимую экономию электрической энергии, затрачиваемой на нужды горячего водоснабжения.

1. Анализ и выбор технологических оборудований насосной станции

«Хамза-1».

Насосная станция «Хамза-1» предназначена для подачи воды в зону орошения новых земель: Общая площадь орошения 7200 гектаров; производительность насосной станции-8,0 м³/сек; полный напор- 48 метров; насосная станция полузатопленного типа, средний уровень затопления -1,5м

Технологическая схема насосной станции базируется на водах основного водотока канала Хамза, с забором воды через индивидуальные аванкамеры с сороудерживающими решётками, с последующей подачей воды через общий напорный трубопровод в распределительную систему.

На насосной станции предусматривается установка 9-и насосных агрегатов, один из которых резервный. Каждый агрегат включает:

Зная по технологии необходимый расход и напор выбираем по таблицам насос подходящих параметров, с учётом возможностей частоты вращения приводного электродвигателя. При этом желательно соединять электродвигатель с насосом непосредственно, без применения редукторов.

Электродвигатель выбираем при известных параметрах насоса. Необходимую мощность электродвигателя для данного насоса определим по формуле

$$P_{\text{расч}} = \frac{\gamma * Q * H}{102 * \eta_n * \eta_{\text{п}}} \quad (2.1)$$

где, γ – удельный вес воды-1000кт/; Q - производительность насоса,л³/с;
H-полный напор, м; η_n - КПД насоса; $\eta_{\text{п}}$ - КПД передачи.

По каталогу выбираем насос марки 56-B-17, $Q=72000 \text{ м}^3/\text{соат}$, $H=48\text{м}$; $N=333 \text{ об/мин}$, Диаметр рабочего колеса: $\Phi_{\text{рабочего колеса}}=980\text{мм.}$, тогда подставляя данные значения насоса определяем: $P=5000 \text{ кВт}$; $I_{\text{ст}}=108 \text{ А}$; $I_{\text{раб}}=311\text{А}$; $n = 750\text{об/мин}$; $U_{\text{возб}}=69\text{В}$; $U=6\text{кВ}$; $\text{Cos}\varphi = 0.9$

3. Всасывающий трубопровод $\phi 1420\text{мм}$ с задвижкой марки ДУ-800 с электрическим приводом $P=3 \text{ кВт}$.

Средняя производительность одного агрегата составляет $- 1,73\text{м}^3/\text{сек}$.

Выбираем по каталогу синхронный электродвигатель марки ВДС0325/44.

Источником внешнего электроснабжения насосной станции является п/ст 35/10 кВ «Насосная». По надёжности насосная станция относится к потребителям 2 категории.

Основной период работы станции приходится на летние месяцы

Производительность насосной станции за поливной период составляет:

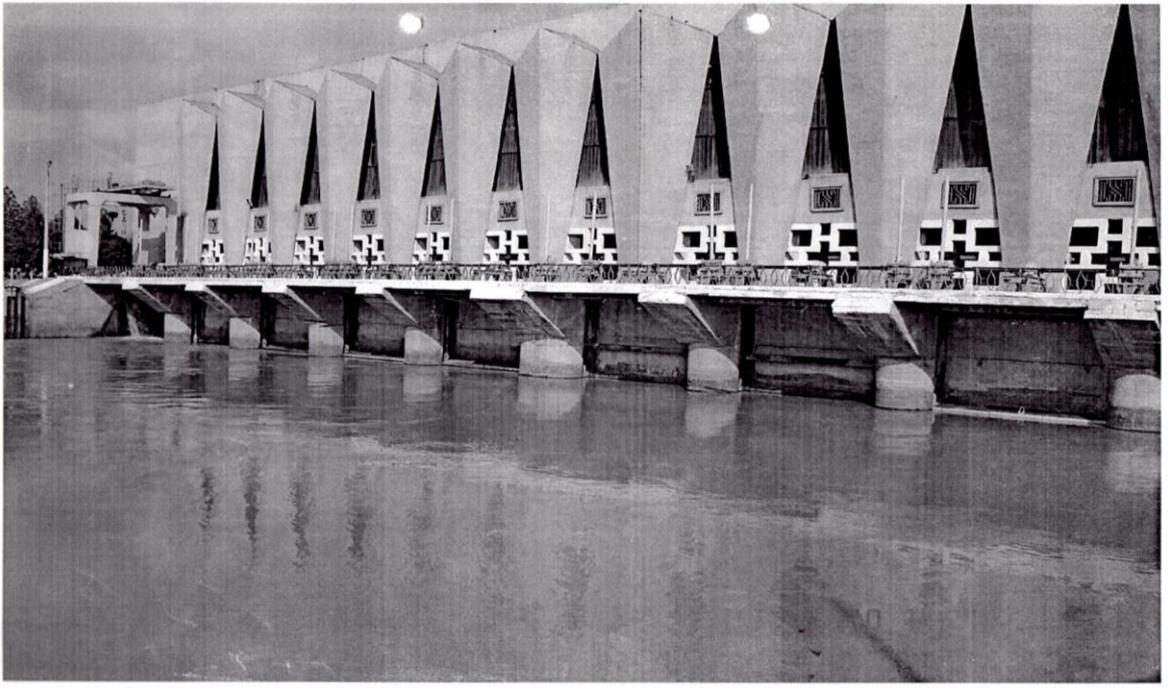
$$Q = (5,19 \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 3 \cdot 0 \text{ дн}) + (6,88 \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 30) + (8,69 \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 30) + (10,35 \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 30) + (11,9 \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 30) + (8,69 \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 30) + (5,19 \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 30) + (1,73 \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 30) = 1475 \cdot 10^5 \text{ м}^3.$$

Средняя производительность одного агрегата составляет $- 1,73\text{м}^3/\text{сек}$.

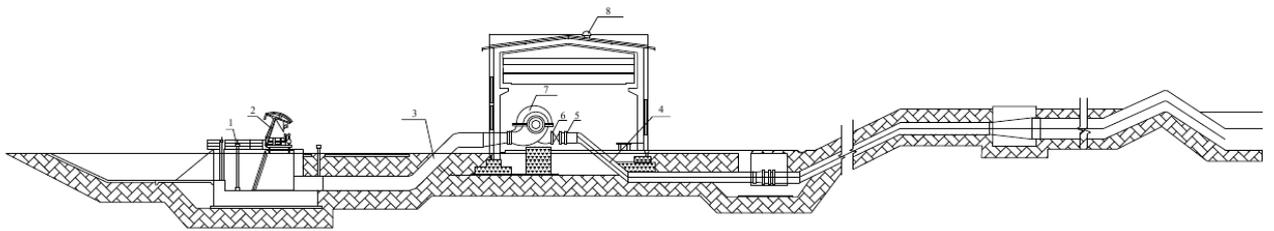
Выбираем по каталогу синхронный электродвигатель марки ВДС0325/44.

Источником внешнего электроснабжения насосной станции является п/ст 35/10 кВ «Насосная». По надёжности насосная станция относится к потребителям 2 категории.

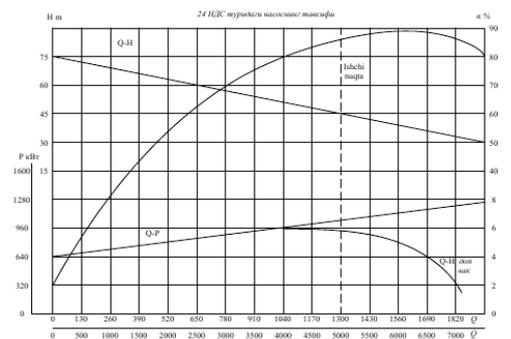
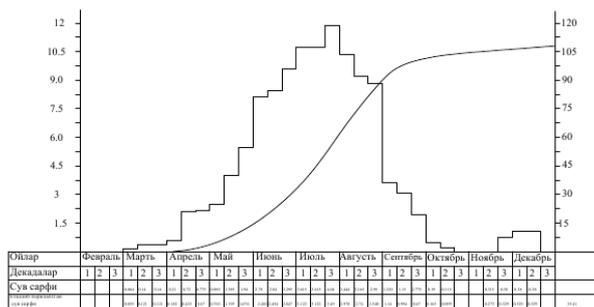
Общий вид и технологическая линия насосной станции «Хамза-1» показаны на рис. 1.1.



a)



- 1. ДСУ-1-М турндаги диференциал оғошлантуручи ускуна
- 2. Авант камеранинг механик жиҳозлари
- 3. Хаёв сўрувчи трубалар
- 4. Босим трубаси
- 5. МВ-600 турндаги монтажчи кубма
- 6. 30-4-915-БР турндаги задушка
- 7. 56-В17 турндаги насос агрегати
- 8. Насос станцияси томидаги вентиляторлар



b)

Рис. 1.1. Общий вид (а) и технологическая линия (б) насосной станции «Хамза-1»

2. Расчет электротехнической части.

2.1. Расчёт электрических сетей силового электрооборудования

Внутренние электропроводки должны соответствовать условиям окружающей среды и архитектурными особенностями помещения, в котором они прокладываются.

Марку провода, способ прокладки определяют, соблюдая следующие условия:

- А) безопасность людей и животных.
- Б) пожаро- и взрывоопасность.
- В) надёжность.
- Г) экологические показатели.
- Д) минимум годовых затрат.

Сечение проводов и кабелей внутренних электропроводок определяется по допустимому нагреву и проверяется на потерю напряжения.

Расчёт заключается в следующем:

1. Определяем номинальные и пусковые токи электродвигателей.

$$I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \eta_n \cdot \cos \varphi} \quad (3.1), \text{ где:}$$

I_n - номинальный ток электродвигателя, А; P_n - номинальная мощность, кВт; U_n - номинальное напряжение, В; η_n - номинальное КПД, %; $\cos \varphi$ - номинальный коэффициент мощности

2. Находим пусковой ток по формуле

$$I_n = K_i \cdot I_n \quad (3.2)$$

где M_n - кратность пускового момента.

3. Выбираем аппараты защиты

Согласно ПУЭ от короткого замыкания и от перегрузок нужно защищать:

- А) любые сети во взрывоопасных помещениях;
- Б) осветительные сети в общественных торговых, служебно-бытовых, промышленных, а также пожароопасных помещениях;

В) сети с проводами горючей изоляции ПР и АПР, незащищенные и проложенные открыто в помещениях всех типов;

Во всех остальных случаях требуется защита только от короткого замыкания

Для защиты проводов применяются предохранители и автоматические выключатели.

Плавкие вставки предохранителей для отдельных ответвлений выбирают по двум условиям:

$$1. I_{\text{в}} \geq I_{\text{раб}} \quad (3.3)$$

$$2. I_{\text{в}} \geq \frac{I_{\text{max}}}{\alpha}, \quad (3.4)$$

где: $I_{\text{в}}$ - ток плавкой вставки; $I_{\text{раб}}$ - рабочий ток, А; I_{max} - максимальный ток обслуживаемый запуском асинхронного эл. двигателя.

Номинальный ток электромагнитного или комбинированного расцепителя автоматических выключателей выбираем по условию:

$$I_{\text{н.расц}} \geq I_{\text{раб}}, \text{А} \quad (3.5)$$

Проверка по току срабатывания для автоматов с электромагнитными расцепителями:

$$I_{\text{сраб.расц}} \geq 1.25 * I_{\text{max}}, \text{А} \quad (3.6)$$

$$\text{где: } I_{\text{сраб.расц}} = I_{\text{н.расц}} * K_{\text{сраб}},$$

$K_{\text{сраб}}$ - кратность срабатывания расцепителя.

4. Определяем допустимые токи в зависимости от необходимости защиты от короткого замыкания или только от перегрузок. Если линию нужно защитить от обоих токов, то допустимый ток определяем так:

А) при защите предохранителями

$$I_{\text{доп}} \geq 1.25 * I_{\text{в}} \quad (3.7)$$

Б) при защите автоматами от перегрузок

$$I_{\text{доп}} \geq 1.25 * I_{\text{н.расц}} \quad (3.8)$$

В) при защите автоматами с тепловыми расцепителями от короткого замыкания

$$I_{\text{доп}} \geq 0,66 * I_{\text{н.расц}} \quad (3.9)$$

Г) при защите автоматами с электромагнитными расцепителями от короткого замыкания

$$I_{\text{доп}} \geq 0,22 * I_{\text{н.расц}} \quad (3.10)$$

$$I_{\text{доп}} \geq I_{\text{раб}} \quad (3.11)$$

По значению допустимых расчётных токов, из справочника определяем ближайшие значения допустимого тока по таблице и соответствующее ему сечение провода или кабеля.

Сечение нулевого провода должно быть не менее 0,5 сечения фазного.

5. Полученные сечения проводов и кабелей проверяем на допустимую потерю напряжения по формуле:

$$\Delta U = \frac{\sum P * e * 10^5}{\gamma * S * U_n^2}$$

где:

S-сечение фазных проводов, мм²; P-Мощность потребителя, кВт; E- длина линии, м; γ -удельная проводимость материала провода или кабеля

Для алюминия $\gamma = 32 \text{ м} * \text{Ом/мм}^2$

Для меди $\gamma = 53 \text{ м} * \text{Ом/мм}^2$

Выполним расчёт магистральных электрических линий, питающих электрооборудование, 0,4кВ от ГРЩ до места их установки и произведём выбор аппаратуры защиты и управления.

Расчёт магистральных электрических линий от силового распределительного пункта ПР-9322-139 до рубильника ЯРВ-6113 и от рубильника до электро- двигателя подъёмника.

Суммарная мощность электродвигателей по данной линии:

$$P_{\text{общ}}=2,2*4=8,8\text{кВт}$$

С данными 4А904УЗ $P_{\text{н}}= 8,8 \text{ кВт}$

$\eta=75\%$ $M_{\text{т}}=7$ $\cos\varphi=0,8$

$$J_{\text{н}}=\frac{P_{\text{общ}}*10^3}{U_{\text{н}}*\eta_{\text{н}}*\cos\varphi*\sqrt{3}}=\frac{8,8*1000}{1,73*380*0,8*0,75}=22,7 \text{ А (Л-11, ф.109)}$$

Выбираем, автомат типа А-3124 с номинальным током 100А и током расцепителя:

$$I_{\text{расч}}=\frac{I_{\text{н}}}{0,85}=\frac{22,7}{0,85}=26,7 \text{ А}$$

Принимаем автоматический выключатель А-3124 с номинальным током расцепителя 30А. Проверим возможность ложного срабатывания автомата при одновременном пуске двигателей.

$$I_{\text{н}}=I_{\text{н}}*M_{\text{н}}=22,7*7=159\text{А}$$

Тогда $I_{\text{сраб.расц.}}\geq 1,25*I_{\text{н}}$ - автомата на ток мгновенного расцепителя должна быть несколько больше.

$$I_{\text{сраб.расц}}=430\text{А для автомата типа А-3124-30А}$$

$$430\geq 1,25*159=199\text{А.}$$

Значит ложного срабатывания не произойдет. По таблице выбираем кабель с алюминиевыми жилами марки АНРГ-500-3-6+1*4, для которого допустимая нагрузка 43А, т.е. $43\geq I_{\text{н}}\geq$

Проверяем линию на потерю напряжения

$$\Delta U = \frac{\sum P_{\text{в}}*10^5}{\gamma*S*U_{\text{н}}^2} = \frac{8,8*200*10^5}{32*6*380^2_{\text{н}}}=2,3\%$$

Далее выполним расчёт линии от шкафа управления подъёмника

$$\text{ШАП№1 до электродвигателя№1 } I_{\text{н}}=\frac{2,2*1000}{1,73*380*0,8*0,75}=5,9 \text{ А}$$

Выбираем кабель марки АНРГ-500-3*4+1*2,5 и проверяем на потерю

$$\Delta U = \frac{2,2*5*10^5}{32*4*380^2_{\text{н}}}=0,059\%$$

Расчёт линий оставшихся трёх электродвигателей подъёмников питающихся от данной магистрали через рубильник типа ЯРВ-6113 имеют аналогичные значения и то же сечение, марки проводов и кабелей.

Теперь выполни расчёт линии питающий электрокалорифер типа СФО-25/Т

$P=0,8\text{кВт}$, Коэффициент мощности= $0,9$, $n=0.8$.

А) линия от пускателя марки ПМЕ-121 до электрокалорифера

$$I_{n1} = \frac{0.8 \cdot 10^5}{1.73 \cdot 380 \cdot 0.9 \cdot 0.8} = 2.3 \text{ А}$$

По таблице принимаем кабель АНРГ-500-3*4+1*2,5 длиной 4 метра и проверим его на потерю напряжения

$$\Delta U = \frac{0.8 \cdot 4 \cdot 10^5}{32 \cdot 6 \cdot 380^2} = 0.62\%$$

Б) линия от шкафа управления 1 ш.у до калорифера

$$I_{n2} = \frac{25 \cdot 10^3}{1.73 \cdot 380} = 37,2 \text{ А}$$

По таблице принимаем кабель марки АНРГ-500-3*4+1*2,5 и проверяем на потерю напряжения

$$\Delta U = \frac{25 \cdot 4 \cdot 10^5}{32 \cdot 4 \cdot 380^2} = 0,84\%$$

В) линия от шкафа управления 1 ш.у до автомата распределительного пункта 1ПР типа ПР9322

$$I_n = I_{n1} + I_{n2} = 2.3 + 37.2 = 39.5 \text{ А}$$

По таблице принимаем кабель марки АНРГ-500-3*16+1+10 и проверяем на потерю напряжения

$$\Delta U = \frac{25 \cdot 40 \cdot 10^5}{32 \cdot 16 \cdot 380^2} = 3,9\%$$

$3,9\% < 5\%$

Номинальный ток расцепителя автомата

$$I_{\text{расц}} = \frac{I_n}{0,85} = \frac{3,9}{0,85} = 46,2 \text{ А}$$

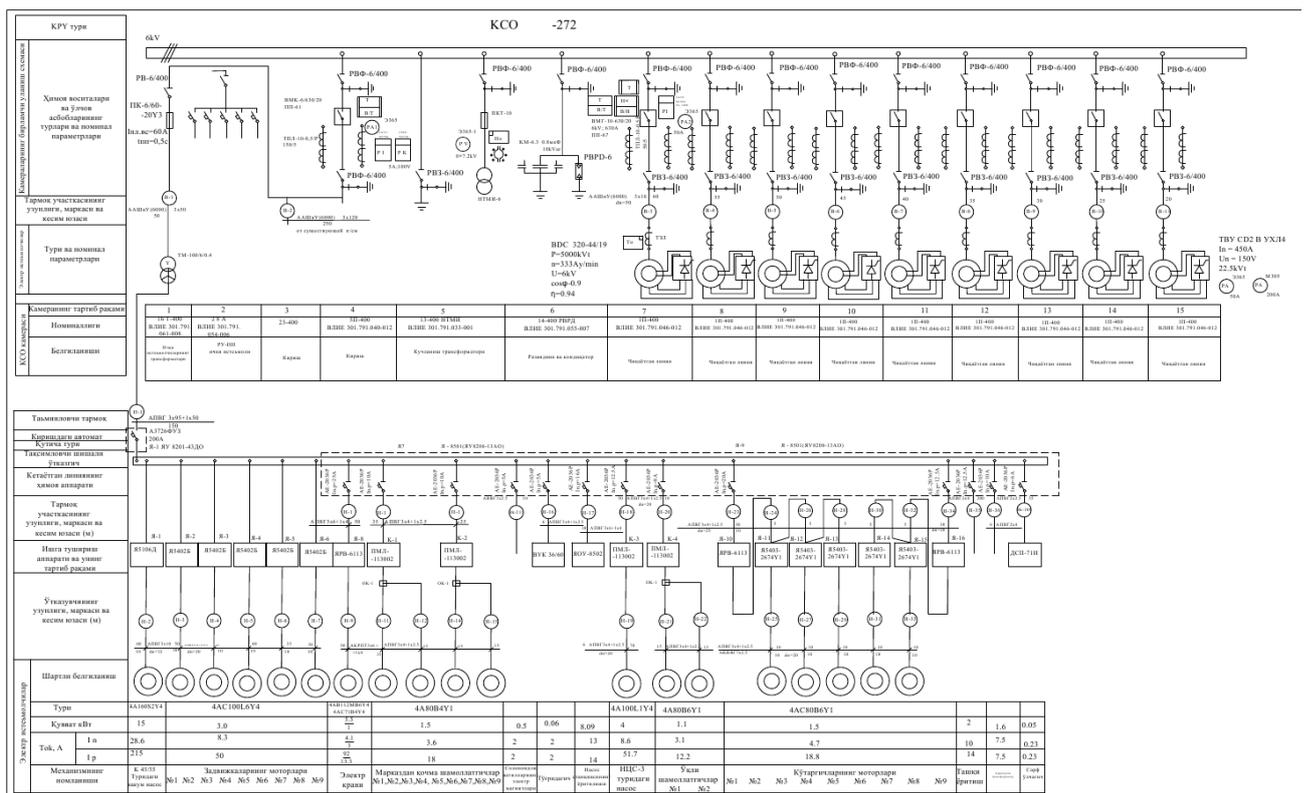


Рис. 2.2. Расчетная схема сети электрооборудования.

2.2. Расчёт сети электроосвещения

Для освещения насосной станции предусмотрено внутреннее и наружное искусственное освещение.

Внутреннее освещение выполняется:

А) в помещениях РУ-10кВ и «ГРЩ-0,4кВ» путём подвески светильника типа «Астра-11» и в помещении пульта управления- подвеска светильников ОДОР (2*40) Вт;

Б) в машинном зале, путём подвески на кронштейнах светильников типа «Глубокоизлучатель».

Освещение здания с наружи и у входов запроектировано путём установки светильников типа «Астра-11» на стенах на кронштейнах с высотой 0,3 метра

На насосной станции предусмотрены следующие виды освещения: рабочее, ремонтное, аварийное.

Питание всех видов освещения осуществляется от щитков освещения типа ОПВ-6 и ОПВ-8, а так же от ячейки ЯТП-0,25 с понижительным трансформатором ОСО-0,25 220/36/12 В. Щитки освещения устанавливаются на высоте 1,5 метра от пола.

Светотехническая часть

Определение характера помещения. Насосная станция относится к сырým помещениям, в в которых относительная влажность длительно превышает 75%.

Размеры помещения:

1	Машинный зал	$S=1000\text{м}^2$
2	РУ-10кВ	$S=90\text{м}^2$
3	ГРЩ-0,4кВ	$S=60\text{м}^2$
4	Пульт управления	$S=58\text{м}^2$
5	Вестибюль	$S=20\text{м}^2$
6	Душевая	$S=8\text{м}^2$
7	Туалет	$S=2\text{м}^2$
8	Тамбур	$S=2\text{м}^2$
9	Кабинет начальника н./с	$S=18\text{м}^2$
10	Комната отдыха	$S=58\text{м}^2$
11	Кубовая	$S=12\text{м}^2$
12	Дренажное помещение	$S=80\text{м}^2$

Выбор источника света. В качестве источника света в машинном зале, РУ-10кВ, ГРЩ-0,4кВ, кубовой, тамбуре, дренажных помещениях - выбираем по условиям эксплуатации лампы.

Достоинство лампы накаливания заключается в простоте конструкции, не высокой стоимости, надёжности их работы и простоте эксплуатации. К их недостаткам можно отнести их низкую световую отдачу, неудовлетворительный спектральный состав излучения, необходимость применения специальных защитных устройств от слепящего действия ламп.

Люминесцентные лампы экономичны, имеют широкий спектр излучения, но сложны в эксплуатации и дороги.

Выбор системы освещения. Выбираем систему общего равномерного освещения, позволяющую выполнить однотипные работы по всей площади помещения.

Выбор нормированного освещения. Осветительные установки должны обеспечивать требуемый уровень видимости предметов. Общие требования к осветительным установкам можно определить как светотехнические, экономические и требования техники безопасности.

Светотехнические требования заключаются в достаточной яркости или освещенности помещения, равномерности освещения, постоянстве освещенности во времени, необходимости ограничения слепящего действия, отсутствие резких и глубоких теней, правильном направлении светового потока.

Выбор нормированного освещения производим по таблице [11, табл.13-1]

1	Машинный зал	50лк
2	РУ-10кВ	30лк
3	ГРЩ-0,4кВ	25лк
4	Пульт управления	130лк
5	Вестибюль	100лк
6	Душевая	30лк
7	Туалет	30лк
8	Тамбур	10лк
9	Кабинет начальника н./с	130лк
10	Комната отдыха	130лк
11	Кубовая	12лк
12	Дренажное помещение	30лк

РАСПОЛОЖЕНИЕ И УСТАНОВКА СВЕТИЛЬНИКОВ. Светильники располагаем в прямоугольном порядке в помещениях: машинного зала, операторной, вестибюле, комнате отдыха и в кабинете начальника. В остальных помещениях расположение светильников однорядное.

Расстояние между светильниками принимаем $2 \div 2,5$ м и высота подвеса от 3,5 до 7 м.

СВЕТОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ

В основу светотехнического расчёта положено определение мощности ламп, необходимых для получения заданной освещенности при выбранном типе и расположении светильников.

При расчёте выбираем метод удельной мощности. За основу данного метода положены нормированные значения удельной мощности, выбираемые по соответствующим таблицам.[11, табл.43-31].

Удельные нормы общей освещенности следующие:

1	Машинный зал	7,2 Вт/м ²
2	РУ-10кВ	10,8Вт/м ²
3	ГРЩ-0,4кВ	9,6 Вт/м ²
4	Пульт управления	9,8лк Вт/м ²
5	Вестибюль	11,8 Вт/м ²
6	Душевая	18,9Вт/м ²
7	Туалет	9,8 Вт/м ²
8	Тамбур	15,2 Вт/м ²
9	Кабинет начальника н./с	18,4 Вт/м ²
10	Комната отдыха	9,8 Вт/м ²
11	Кубовая	3,5 Вт/м ²
12	Дренажное помещение	9 Вт/м ²

Расчёт выполняем по формуле:

$$P_{уд} = \frac{P}{S}, \quad (4.1) \text{ Вт/м}^2, \text{ где:}$$

$P_{уд}$ - удельная мощность, Вт/м²; P- общая мощность ламп, Вт; S- Площадь освещаемого помещения; Общая установленная мощность определяется по формуле:

$$P = P_{уд} * S, \text{ Вт} \quad (4.2)$$

Количество ламп в одном помещении находим по формуле:

$$N = P / P_{л}, \quad (4.3) \text{ где}$$

N- количество ламп; $P_{л}$ - мощность одной лампы;

Для следующих типов светильников выбираем соответствующие типы ламп:

«Глубокоизлучатель» -НБ- $U_{л}=220 \text{ В}, P_{л}=300 \text{ Вт}$

«Бра» - НБ- $U_{л}=220 \text{ В}, P_{л}=100 \text{ Вт}$

«ФМ» - НБ- $U_{л}=220 \text{ В}, P_{л}=100 \text{ Вт}$

«Астра-11» - НБ- $U_{л}=220 \text{ В}, P_{л}=200 \text{ Вт}$

«ОДОР» - ЛХБ40- $U_{л}=220 \text{ В}, P_{л}=40 \text{ Вт}$

1 ПОМЕЩЕНИЕ РУ-10кВ

$S=90 \text{ м}^2$ $P_{л}=200 \text{ Вт}$ $P_{уд}=10,8 \text{ Вт/м}^2$, следовательно общая устанавливаемая мощность равна

$$P = P_{уд} * S = 10,8 * 90 = 972 \text{ Вт}$$

Количество ламп

$$N = P / P_{л} = 972 / 200 = 5 \text{ штук}$$

2 ВЕСТИБЮЛЬ.

$$S = 26 \text{ м}^2 \quad P_{л} = (2 * 40) \text{ Вт} \quad P_{уд} = 11,8 \text{ Вт/м}^2$$

Тогда

$$P = P_{уд} * S = 11,8 * 26 = 306,8 \text{ Вт}$$

$$N = P / P_{л} = 306,8 / 40 = 8 \text{ штук}$$

РАСЧЁТ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ ОСВЕЩЕНИЯ. Расчёт сети ведём по допустимой потере напряжения без учёта индуктивного сопротивления линии.

Допустимую потерю напряжения рассчитываем по формуле:

$$\Delta U = \frac{\sum Pl}{c \cdot S} \%, \text{ где:}$$

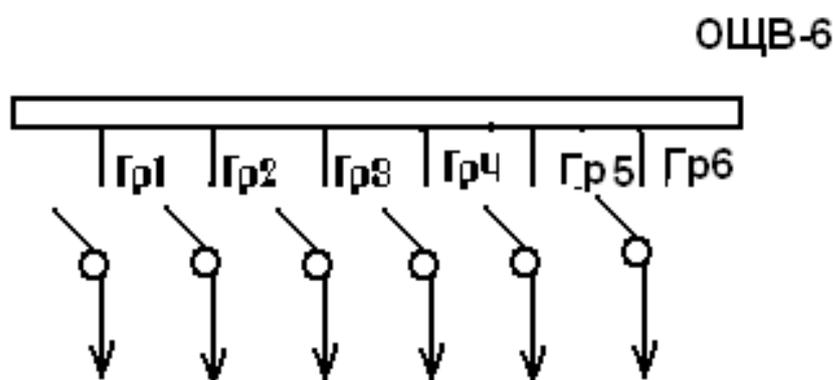
ΔU – допустимая потеря напряжения

S- сечение провода в линии

C- постоянный коэффициент зависящий от системы напряжения и материала провода

E P*e – суммы моментов нагрузок

Рис.1 К расчёту электрической сети



освещения

А) рассчитываем линию ГР№3 от ОЩВ-6 №1:

Здесь приведённая длина равна 30 метров, находим ток в линии:

$$I_{\text{раб}} = P/U = 2100/220 = 9.54 \text{ А}$$

Выбираем кабель марки АНРГ 3*6, сумма элементов нагрузок равна

$$\sum p \cdot e = 1/2 \cdot p = 60/2 \cdot 2,1 = 63 \text{ кВт} \cdot \text{м}$$

$$\Delta U = 6.3/7.7 \cdot 6 = 1.36\%$$

При $\Delta U_{\text{доп}} \leq 2.5\%$

1.36 < 2.5, значит провод выбран правильно.

Выбираем расцепитель автоматического выключателя по длительному току линии

$$I_{\text{н.рас}} = I_{\text{раб}}/0,85 = 9,54/0,85 = 11,2 \text{ А}$$

По таблице [11табл.4-2] выбираем автомат типа А3161 с током расцепителя 15А.

Рассчитываем линию Грб от ОЦВ -6 №1. Общая мощность линии составляет 1,8кВт, приведённая длина линии равна 38,5 м.

Найдём ток в линии по формуле :

$$I_{\text{раб}} = P/U = 1800/220 = 8.2\text{А}$$

Выбираем кабель марки АНРГ-500 с сечением 6мм² двухжильный

Потеря напряжения

$$\Delta U = \frac{\sum p * e}{c * s} = \frac{79.3}{46.2} = 1.72\%$$

Где $\sum p * e = 1,8 * 38,5 = 79,3 \text{ кВт} * \text{м}$

$$1.72\% < 2.5\%$$

Выбираем расцепитель автоматического выключателя

$$I_{\text{н.рас}} = I_{\text{раб}} / 0.85 = 8.2 / 0.85 = 9.64\text{А}$$

По таблице выбираем автоматический выключатель А3161 с током расцепителя 15А [5, табл. П.5.3., п.5.4]

Расчёт всех остальных групп освещения ведём аналогично рассчитанным выше гр3 и гр6 и результаты расчётов сводим в таблицу расчётной схемы осветительных систем.

РАСЧЁТ МАГИСТРАЛЬНОЙ ЛИНИИ

А) Щит освещения ОЦВ- 6 №1 питается от силового распределительного пункта ПР9322 №2 гр2. Установленная расчётная мощность 9,45кВт.

Длина линии 16 метров.

$$J = \frac{P}{380 * \sqrt{3}} = \frac{9450}{657} = 14.4\text{А}$$

Выбираем кабель марки АНРГ-500 сечением 10мм² (3*10+1*4)

Проверяем кабель на потерю напряжения

$$\Delta U = \frac{9.45 * 16}{7.7 * 10} = 1.93\%$$

Б) Щит освещения ОЦВ-6 № 2 питается то ГРЩ панелей ПСН №6 гр2.

Установленная расчётная мощность 9,785 кВт.

Длина линии 9 метров

Находим ток в линии

$$I = \frac{P}{380 \cdot \sqrt{3}} = \frac{9785}{657} = 14,8A$$

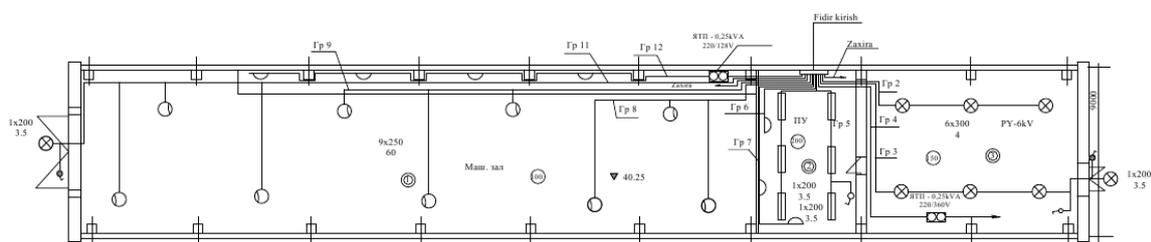
Выбираем кабель марки АНРГ-500 сечением $(3 \cdot 6 + 1 \cdot 4) \text{ мм}^2$ и проверяем на потерю напряжения

$$\Delta U = 9,785 \cdot 9 / 7,7 \cdot 6 = 1,92\%$$

Выбираем расцепитель автомата

$$I_{н.рас} = I_{раб} / 0.85 = 14,8 / 0.85 = 17,5A$$

Выбираем автомат АЗ114/7 с I=20А



ШАРТЛИ БЕЛГИЛАНИШ

- Насайтувчи трансформатори кутуби
- Еритиш шити
- Чугулампа лампаи еритиш
- Символи лампаи еритиш
- Люминисцент лампаи еритиш
- Нормал широнга мўлжалланган иттишор рақсига
- Герметик бақарилган узичи
- Нормал бақарилган узичи
- Герметик бақарилган узичи
- Еритилганлик Ли
- Хованинг тартиб рақами
- 6x300 Диммер сони ва қуввати Вт. осони бақарилган (м)
- Еритишни ички тармоғи
- Еритишни таъмирлаш тармоғи

Асосий светотехника объектлари ядвали т/р												
№ Гр	Хоналарнинг номи	Қўлланувчи	Қабул қилини				Тармоқнинг				Уқамни узун	
			Қўлланувчи	Еритиш	Против тура	Асосий тармоқ	Асосий тармоқ	Асосий тармоқ	Асосий тармоқ			
1	Машина зали	1	333	20	РСП 05	6	6.8	2.25	4x40	9x200	2.41	туболатар тармоқ
2	Бошқари лузли	1	45	200	ЛДР	3.5	10.7	0.48	3x1000	6(2x80)	3.48	кучи шувоқ остида
3	РУ - 6кВ	1	108	150	"Астра"	4.0	16.7	1.8	-	6x300	1.8	кучи шувоқ остида
4	Киритиш / чиқариш	2	-	-	СПП-200	3.5	-	0.4	-	2x200	0.4	кучи шувоқ остида

Еритишни таъмирлаш тармоғи															
Магистрал тармоқнинг қабис миқдори	Асосий тармоқнинг қабис миқдори	Шаблон тармоқнинг қабис миқдори	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13

Рис. 2.2. План и расчетная схема сети освещения.

2.3. ВЫБОР ТРАНСФОРМАТОРА СОБСТВЕННЫХ НУЖД.

К потребителям собственных нужд насосной станции относятся:

вспомогательные насосные установки; электродвигательные и соленоидные; задвижки; грузоподъемные машины; вентиляторы; отопительные установки; электроосвещение(внутреннее и внешнее).

Для определения мощности ТСН определяем расчётные нагрузки с учётом коэффициента максимума (это отношение максимальной расчётной нагрузки к средней нагрузке за наиболее загруженную часть смены), величина которого зависит от коэффициента использования и эффективного числа электроприёмников.

Использование точной формулы для подсчета эффективного числа использования токоприёмников в условиях массовых расчётов часто встречаются технические затруднения, поэтому возможен упрощенный метод вычисления n_3 путём применения приближенного значения.

В данных таблицах представлены зависимости относительного значения эффективного числа электроприёмников $n^*_3 = n_3/n$ от относительных величин: $n^*_3 = n_1/n = P^*_1 = P_{1н}P_n$, где :

P_1 - число крупных электроприёмников в группе, мощность каждого из них не менее половины мощности наибольшего.

$P_{1н}$ - суммарная номинальная мощность этих n_1 электроприёмников

N - общее число электроприёмников в группе

Порядок определения P_3 по кривым и таблицам следующий:

А) выбирается наибольший по номинальному значению электроприёмник из узла

Б) выбирается наиболее крупные эл. приёмники номинальная мощность которых равна, или более половины мощности наибольшего эл. приемника и подсчитывается их число

В) определяются суммарные мощности этих N_1 , электроприёмников

Г) определяется суммарная номинальная мощность этих электроприёмников данного узла $P_{1н}$

Д) находится значение $n^*_3 = n_3/n$ и $P^*_1 = P_{1н}P_n$

Е) по полученным значениям из таблиц определяется величина n^* , а затем находится $n_3 = n^*$

В целях упрощения расчётов , число эффективных электроприемников может приниматься равным фактическому $P_3 = P$ при величине отношения

$M = P_{n \max} / P_{n \min} \leq 3$, где $P_{n \max}, P_{n \min}$ номинальные активные мощности

наибольшего и наименьшего электроприёмника в группе

При определении величины «m» могут быть исключены те наименьшие электроприёмники групп, суммарная мощность которых не превышает 5% номинальной мощности всей группы.

Число этих наименьших электроприёмников при определении nэ так же не учитывается.

Определяем расчётный полугодовой максимум для групп электроприёмников собственных нужд длительного режима с переменным графиком нагрузки со следующими данными, заносая их в свободную таблицу 2.1.

Таблица 1.1.

Электрические нагрузки потребителей электроэнергии и их параметры.

Наименование потребителей	$P_{урн}$ кВт	$K_{тал}$	P_{max} кВт	$\cos\varphi$	$tg\varphi$	Q_{max}	S_{max}
1 Задвижка	3x9=27	0.7	18.9	0.7	1.04	8.74	
2 Краны	1.5x9=13.5	0.2	2.7	0.5	1.73	5.53	
3 Щит освещения	8.09	0.9	7.24	0.95	0.33	2.8	
4 Вентиляторы типа КЦЧ – 84	4x1.5=6.0	0.7	6.1	0.8	0.75	4.57	
5 Центробежные насосы	4x1=4	0.8	1.6	0.8	0.75	1.2	
6 Вакумные насосы К45	15	0.8	12	0.8	0.75	9	
7 Электрический кран	5.5+1=6.5	0.2	1.3	0.5	1.73	2.25	
8 Электромагнитный вентил вакуумной системы	0.5	0.7	0.35	0.7	1.04	0.36	
9 Вентиляторы охлаждения воздуха	1.1x2=2.2	0.7	1.54	0.8	0.75	1.15	
10 Внешние светильники	2	0.9	1.8	0.95	0.33	0.59	
11 Измерительные трансформаторы							1.6
Всего:	84.79		54.53			36.19	67.04

Источником внешнего электроснабжения насосной станции является п/ст 35/10 кВ «Насосная». По надёжности насосная станция относится к потребителям 2 категории.

По расчетной максимальной мощности: $S_{\max} = 67.04$ кВа ыбираем трансформатор типа КТП–100 [3,8.2] со следующими пааметрами:

$$S_{\text{н}} = 100 \text{ кВа}; U_{\text{юкк}} = 6\text{кВ}; U_{\text{нк}} = 0.4 \text{ кВ}.$$

3. ОБЗОР И АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ СОЛНЕЧНО- ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ.

3.1. КОМБИНИРОВАННЫЕ СОЛНЕЧНО–ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВНЕПИКОВОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ.

В настоящее время электроснабжение экономики республики обеспечивается в основном крупными электростанциями, имеющими большую установленную мощность энергетического оборудования, работающего в базисном режиме, что при значительной суточной неравномерности электропотребления вызывает необходимость осуществления ряда мероприятий по обеспечению устойчивых режимов электроэнергетической системы. Комплексное использование внепиковой ночной электроэнергии и солнечной энергии – является одним из наиболее перспективных направлений.

С целью круглогодичного и круглосуточного использования установленного оборудования и увеличения объема экономии топливно-энергетических ресурсов, в Украине [6] разработаны и реализуются системы солнечно–электрического теплоснабжения жилых, общественных и производственных зданий, дополняющие существующие электродотельные солнечными водонагревателями, трубопроводами, теплообменной аппаратурой и запорно-регулирующей аппаратурой, что позволяет в межотопительный период получать горячую воду для технологических и

коммунально-бытовых нужд, используя солнечную энергию в сочетании с внепиковой электроэнергией.

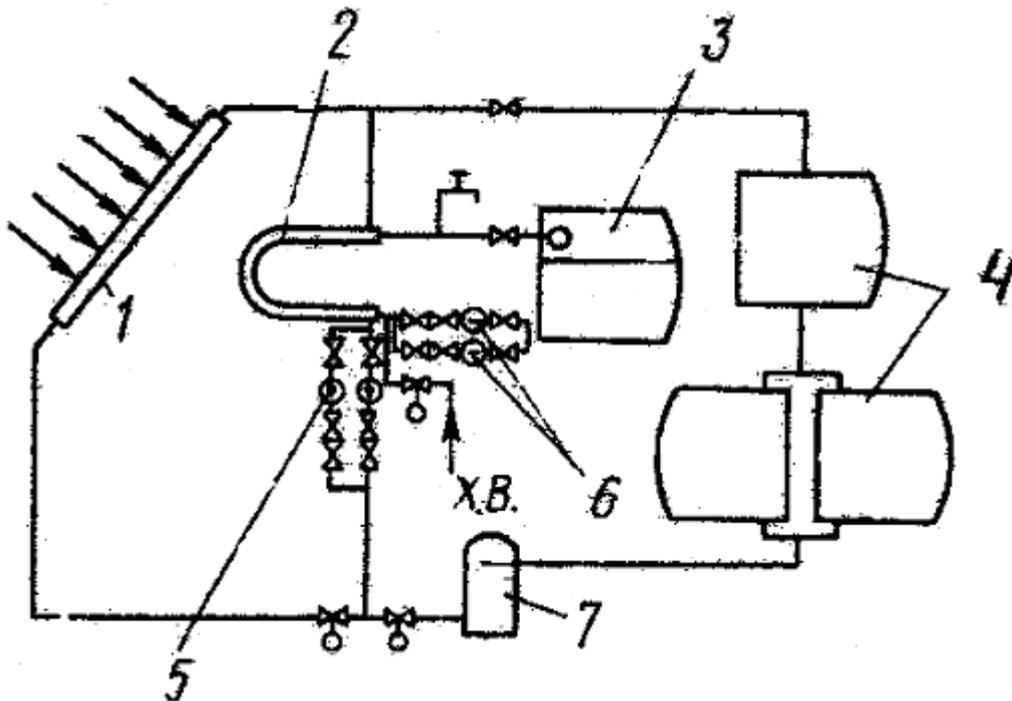


Рис. 3.1. Солнечно-электрическая котельная:

1 – солнечный коллектор, 2 – теплообменник, 3 – бак-аккумулятор горячей воды, 4 – баки-накопители контура дублёра, 5 – циркуляционные насосы, 6 – сетевые насосы подачи к потребителю;
7 – электродкотел.

Принципиальная схема системы включения три контура:

- Замкнутый солнечный гелиоконтур, состоящий из солнечных коллекторов, теплообменника, насоса, запорно-регулирующей арматуры;

- Разомкнутый контур горячего водоснабжения, состоящий из теплообменника, насоса, бака-аккумулятора горячей воды, запорно-регулирующей арматуры и регулятора температуры;
- Замкнутый контур дублера, включающий электродкотлы, баки накопители, запорно-регулирующую арматуру.

Насос, который прокачивает теплоноситель в контуре дублера, благодаря чередованию работы солнечного гелиоконтура и контура дублера является общим для двух контуров.

В селе Крапивна Золотонушского района Черкасской области была реализована и эксплуатируется солнечно - электрическая котельная, предназначенная для горячего водоснабжения откормочного комплекса. Она состоит из существующей электродкотельной и вновь сооруженной солнечной приставки, которая служит для предварительного нагрева воды (рис 2.1). В дневное время теплоноситель циркулирует по контуру: солнечные коллекторы – теплообменник – насос. Одновременно в контуре потребления происходит наполнение бака водопроводной водой, нагретой в теплообменнике. В ночное время теплоноситель нагревается в контуре дублера: электродкотел, использующий ночную внепиковую электроэнергию, - баки контура накопления – насос. В период разбора воды теплоноситель циркулирует по контуру: бак – аккумулятор контура накопления – теплообменник – насос. Горячая вода из бака контура потребления насосом подается через теплообменник, где нагревается до требуемых потребителю

параметров. Защита от замерзания – опорожнение. КПД гелиосистемы -0,45. Солнечные коллекторы общей площадью 225 м² установлены на уровне земли под углом 40⁰ к горизонту и ориентированы на юг.

Полная автоматизация управления режимами работы комбинированной системы солнечно-электрического теплоснабжения, а также автоматизация всех ее узлов и оборудования позволяет значительно повысить эффективность системы, улучшить ее экономические показатели. Проведенные натурные исследования комбинированных систем солнечно-электрического теплоснабжения и опыта эксплуатации таких систем, анализ проведенных разработок, использование серийного оборудования, а также дифференциация тарифов на электроэнергию, включая ее удешевление во время провалов в графиках электрических нагрузок. Свидетельствует, что применение таких комбинированных систем весьма перспективно для технологических нужд народного хозяйства на различных объектах..

3.2. ЗАДАЧИ АВТОМАТИЗАЦИИ СИСТЕМАМИ СОЛНЕЧНОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ С ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ДУБЛЁРОМ.

Задачи автоматического управления [8] для ССТ в общем виде могут быть сформулированы следующим образом:

а) независимо от режима радиационных теплопоступлений должны поддерживаться требуемые значения регулируемых параметров (температуры воды в системе горячего водоснабжения) на объекте теплопотребления;

в) энергетические потери при преобразовании солнечной энергии в тепловую, при транспорте и хранении произведенного тепла должны быть минимальными;

с) работу гелиосистем необходимо организовать таким образом, чтобы затраты топливно-энергетических ресурсов при производстве теплоты дублирующим источником, а также ущерб от загрязнения окружающей среды были сведены к минимуму;

д) должна быть обеспечена защита солнечных коллекторов, а также других элементов гелиосистем от замерзания, перегрева и механических повреждений.

Решение первой задачи можно представить как

$$\min \sum_{i=1}^N [\Delta t_i(\tau)]^2 \quad (3.1)$$

при условии, что

$$\Delta t_i(\tau) \leq \Delta t_{норм} \quad (3.2)$$

где τ - момент времени; T — изучаемый временной промежуток работы системы (год, отопительный сезон, месяц, сутки и т.п.); N — число измерений, проведенных за период времени T ; Δt_i — отклонение значения регулируемой температуры в момент времени τ_i от заданного значения; $\Delta t_{норм}$ -нормированное (максимально допустимое) отклонение регулируемой температуры от заданного значения.

Минимизация тепловых потерь в системе солнечного теплоснабжения имеет место при условии

$$\min \int_0^T [Q_{n,солн}(\tau) + Q_{n,мп}(\tau) + Q_{n,a}(\tau) + Q_{n,пл}(\tau)] d\tau \quad (3.3)$$

где $Q_{n,солн}(\tau)$ — потери энергии при улавливании солнечной радиации, ее преобразовании в тепловую и переносе (рассеивании) произведенной тепловой энергии из солнечного коллектора в окружающую среду;

$Q_{n,мп}(\tau)$ — потери полученной энергии при транспортировании в гелиосистеме;

$Q_{n,a}(\tau)$ — потери тепловой энергии в аккумуляторе;

$Q_{n,пл}(\tau)$ — потери тепловой энергии в прочих элементах системы солнечного теплоснабжения.

Минимизация затрат топливно-энергетических ресурсов будет обеспечена при

$$\max \frac{\int_0^T Q_{солн}(\tau) d\tau}{Q_{общ}(\tau) d\tau} \quad (3.4)$$

где $Q_{солн}(\tau)$ — количество энергии, вырабатываемое в солнечном коллекторе в момент времени τ ; $Q_{общ}(\tau)$ — суммарное количество энергии, вырабатываемое всеми видами теплоисточников.

При этом должны выполняться также экономические условия

$$\min \int_0^T Z_y(\tau) d\tau \quad (3.5)$$

$$\int_0^T Z_{солн}(\tau) d\tau \leq \int_0^T Z_a(\tau) d\tau \quad (3.6)$$

где $Z_y(\tau)$ — стоимостная характеристика экологического ущерба от работы комбинированной системы, $Z_{солн}(\tau)$ — затраты на эксплуатацию системы, использующей солнечную энергию; и $Z_a(\tau)$ — затрат на эксплуатацию альтернативного источника тепла при условии выработки одного и того же количества энергии за одинаковый период времени.

Задача поддержания требуемых параметров решается управлением потокораспределения через гелиоприемники и тепловые аккумуляторы, а также изменением включенной мощности дублирующего источника.

Минимизация затрат при производстве в солнечном коллекторе, транспортировании и хранении тепловой энергии, достигается прекращением циркуляции теплоносителя в периоды отсутствия солнечного облучения, изменением ориентации солнечного коллектора в пространстве, обеспечивающем максимальный коэффициент эффективности коллектора при поглощении солнечных лучей и сокращение потерь при отсутствии облучения.

Минимизация затрат топливно-энергетических ресурсов при работе комбинированных систем обеспечивается за счет покрытия гелиоустановками базовой части годового (суточного) графика нагрузки и работы дублирующего источника в пиковом режиме, а также путем сезонного аккумулирования тепла. Защиту оборудования гелиосистем осуществляют с помощью специальных автоматических устройств.

Многообразие типов ССТ предопределяет необходимость разработки и применения большого числа вариантов методов и схем их автоматизации.

При выборе вариантов учитываются следующие классификационные признаки систем:

а) виды тепловой нагрузки — сезонное горячее водоснабжение, круглогодичное горячее водоснабжение, технологическая нагрузка, теплоснабжение;

в) типы систем — автономные (без дублирующего источника тепловой энергии, с пиковым котлом на органическом топливе, с электродкотлом); централизованные (гелиоструктуры, связанные с системой теплоснабжения от ТЭЦ, тоже от районной котельной);

с) виды теплоносителя и количество контуров циркуляции — водяные одноконтурные системы, жидкостные двухконтурные и многоконтурные системы;

д) способы циркуляции теплоносителя — термосифонные (с естественной циркуляцией), с принудительной циркуляцией;

е) типы солнечных коллекторов — плоские солнечные коллекторы, фокусирующие солнечные коллекторы без механизма слежения, тоже с механизмом слежения, баки — солнечные водонагреватели, струйные солнечные коллекторы;

і) виды аккумулирования — суточное, сезонное (в баках аккумуляторов).

Свойства технологического процесса в ССТ характеризуются такими физическими величинами, как давление, уровень, расход и температура

теплоносителя. Параметры делятся на качественные (уровень или объем жидкости для гидравлической емкости, ее давление, температура и т.д.) и количественные (приток теплоносителя в резервуар, расход теплоносителя). Параметры находятся в тесной функциональной связи и, изменяя один из них, можно управлять изменением второго. В задачу управления технологическим процессом системы ССТ входит управление всеми простыми единичными цепями этого процесса и связывание их между собой.

Многообразные динамические воздействия на процессы, протекающие в автоматизируемых объектах систем ССТ, вызываются сравнительно небольшим числом факторов: непрерывных и дискретных. К первым относятся изменения давления, расхода, уровня, количества теплоты и т.д.; ко вторым — состояние исполнительных механизмов и оборудования.

Основные общие особенности систем ССТ заключаются в следующем:

- зависимость режима работы системы от постоянно изменяющихся технологических и климатических параметров, а именно: от интенсивности солнечной радиации, изменения угла наклона солнцестояния по отношению к солнечному коллектору, метеоусловий;
- зависимость режима работы системы от изменяющейся в течение суток тепловой нагрузки потребителей (горячее водоснабжение, отопление);
- необходимость обеспечения наиболее экономичных процессов сбора, накопления и распределения солнечной энергии;

- необходимость обеспечения наиболее эффективного регулирования отбора теплоты системой ССТ от дублирующего источника (электроподогрев).

Приведенные особенности работы ССТ показывают, что для оптимального управления недостаточно наличия квалифицированного обслуживающего персонала, а необходимо использование современных средств автоматического контроля и управления, обеспечивающих выбором и установлением режимов работ наилучшие технико-экономические показатели в данных условиях.

3.3. ОПЫТ РЕШЕНИЯ ВОПРОСОВ СОЗДАНИЯ СОЛНЕЧНО-ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ, ВЫПУСКАЕМЫХ ПРЕДПРИЯТИЕМ «QURILISHGELIOSERVIS»LTD.

«QURILISHGELIOSERVIS» Ltd производит двухконтурные солнечно-электрические системы горячего водоснабжения, которые при увеличенной площади теплоприемников могут использоваться для нужд отопления удаленных от централизованного теплоснабжения объектов. Системы имеют в качестве теплоносителя незамерзающую жидкость и специальную теплозащиту бака-аккумулятора и теплоприемников, что позволяет использовать систему круглогодично. Дублирующие системы нагрева предусмотрены на случай продолжительного отсутствия солнца в ненастную погоду, а в системах отопления – для поддержания температур в ночное время и при низких температурах наружного воздуха.

Рассмотрим в качестве примера солнечно-электрическую систему теплоснабжения [10], выполненную для школы на 9 классов ст. Бузаубай.

Система состоит из двух автономных систем – 1-я система отопления классов и пр. помещений с 47 радиаторами и 2-я система отопления коридоров и спортивного зала, состоящая из 36 радиаторов и 5 регистров. Обе системы выполняются в виде однотрубных систем с принудительной циркуляцией горячей воды, нагреваемой солнечной энергией. При необходимости производится подогрев воды в баках-накопителях по задаваемой температурой, а также линейными догревателями, расположенными по трассе систем отопления перед радиаторами и регистрами.

Оба бака-накопителя снабжены электрическими теплоэлектро-нагревателями мощностью по 24 кВт. в каждом баке, дополнительно в 1 системе устанавливаются 16 линейных догревателей с 4 температурными датчиками; во 2 системе соответственно 24 догревателя и 6 датчиков.

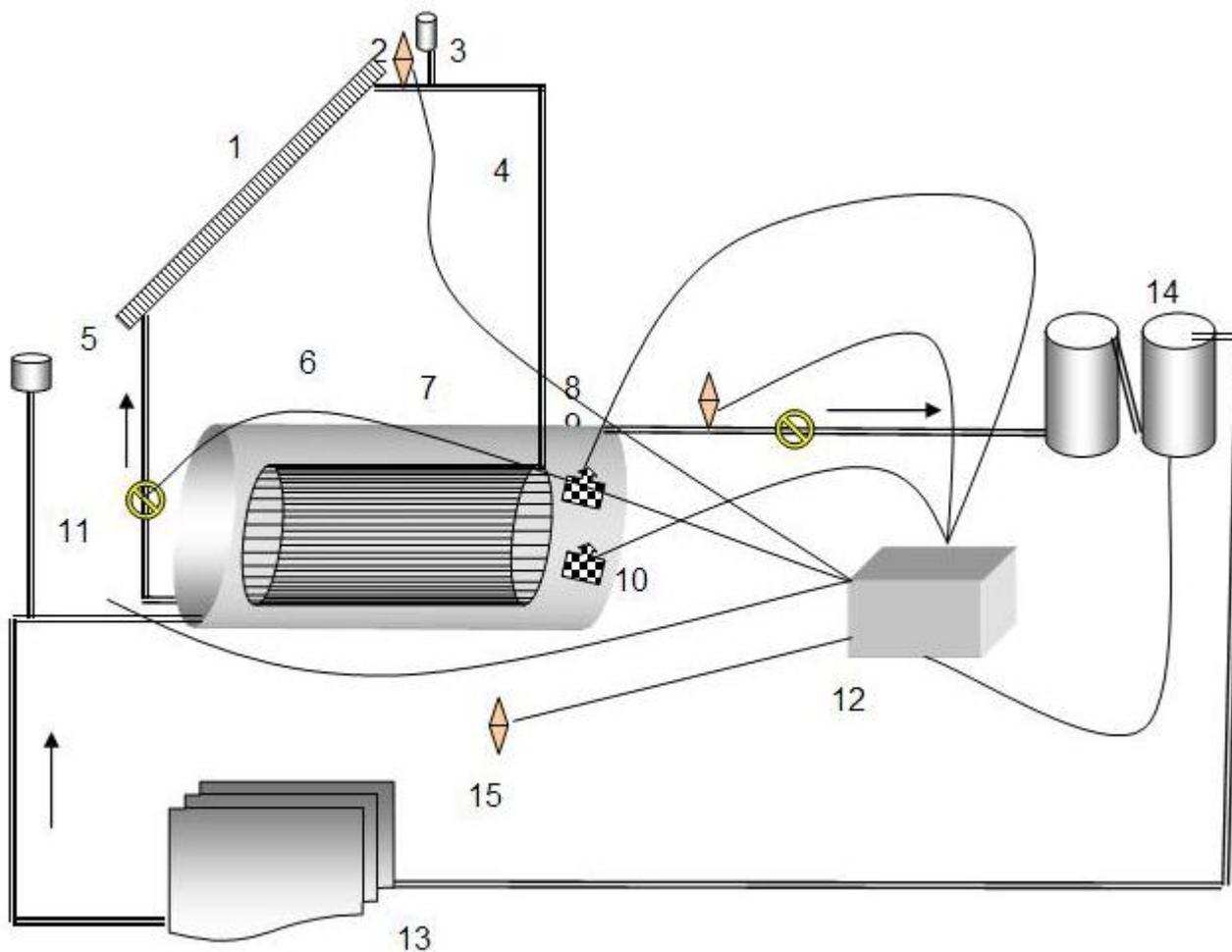


Рис. 3.2. Принципиальная схема солнечно-электрической системы отопления:

1. Солнечный коллектор-теплоприемник,
2. Температурный датчик 1 контура
3. Расширительный бачок 1 контура
4. Циркуляционный насос 1 контура, включающийся при наличии положительной разности температур датчиков 2 и 11.
5. Расширительный бак системы отопления
6. Бак-аккумулятор системы отопления

7. Теплообменник 1 контура
8. Температурный датчик, управляющий работой электрического дубля отопления по задаваемым параметрам
9. Циркуляционный насос системы отопления
10. Электрический дубль системы отопления
11. Температурный датчик конца линии отопления
12. Комплексный автоматизированный пульт управления
13. Группа радиаторов системы отопления
14. Электрические котлы КЕА-250, включаемые многоступенчато по устанавливаемым показателям температурного датчика
15. Температурный датчик системы отопления

Предлагаемая система (рис. 3.2) солнечно-электрического отопления предполагает возможность различного по времени включения в работу систем отопления классов и коридоров. Кроме того, возможность поэтапного включения электрических дублей и линейных догревателей с различными вариантами задаваемых температур позволяет получить систему отопления с гибкой системой автоматизированного управления температурами в различных помещениях, что позволяет значительно снизить энергопотребление школы. В данном варианте система предусматривает восемь основных режимов работы отопительных приборов, не считая возможности поступенчатой регулировки температур с помощью температурных датчиков.

Каждая система включает в себя три комплекса основных частей.

1. Два 1-х контура систем, состоящих из:

- 20 коллекторов, установленных на кровле спортивного зала;
- двух теплообменников, вмонтированных в два бака-накопителя;
- 2-х циркуляционных насосов WILO;
- водомеров;
- запорно-регулирующей арматуры;
- термометров;
- соединительных трубопроводов, имеющих теплоизоляцию.

2. Два 2-х контура систем отопления, состоящих из:

- двух баков-накопителей емкостью 2,0 м³ с теплоэлектронагревателями, датчиками температуры и уровня воды, установленных в тепловом узле;
- регистров и радиаторов, установленных вдоль стен помещений и оборудованных устройствами для выпуска воздуха;
- линейных догревателей, установленных по трассе системы отопления;
- датчиков температуры, установленных по трассе и соединенных с пультом управления;
- циркуляционных насосов WILO либо «PELRILLO»;
- расширительных баков;
- водомеров;
- запорно-регулирующей арматуры;
- термометров;
- силовых кабелей и сигнальной проводки;

- предохранительных клапанов;
- трубопроводов.

3. Автоматизированные пульты управления, задающие режимы и контролирующие работу систем отопления.

Работа 1-х контуров. Теплоноситель, нагретый в теплоприемниках-коллекторах солнечной радиацией, по трубопроводам поступает в теплообменник бака-накопителя, отдает тепло воде, находящейся в баке. Затем циркуляционным насосом теплоноситель возвращается в теплоприемники-коллекторы для последующего нагрева.

Система замкнутая, циркуляция обеспечивается насосом. Оптимальный режим циркуляции обеспечивается при 400 – 500 литрах в час, установка расхода производится регулировкой байпаса, соединяющего выходной и входной патрубки насоса, по показаниям водомера – 7-8 л/минут.

Работа 2-х контуров. Вода в баке-накопителе объемом 2,0 м³ нагревается теплоносителем 1 контура через теплообменник, вмонтированный в бак-накопитель и, при необходимости, двухступенчатым электрическим дублем, расположенным в баке. Температура выходящей из бака воды задается терморегулятором пульта управления.

После заполнения системы водой и полного удаления воздуха из системы через расширительный бак и воздухоотсасывающие пробки на регистрах на пульте управления загорается сигнальная лампа «Уровень в норме». После этого автоматика дает возможность включить циркуляционный насос, электрический

дубль в баке и линейные догреватели. Степень нагрева воды в системе задается и контролируется регуляторами линейных догревателей и регулятором электрического дубля бака-накопителя. Система обеспечивает нагрев радиаторов и регистров до 90°C, что обеспечивает тепловой режим помещений при экстремальных температурах наружного воздуха.

Оптимальный режим циркуляции воды в системе отопления обеспечивается при 900 – 1100 литрах в час, установка расхода производится регулировкой байпаса, соединяющего выходной и входной патрубки циркуляционного насоса, по показаниям водомера – 15 – 18 литров в минуту.

Работа автоматических пультов управления. Пульты вступают в работу только при условии полного удаления воздуха из системы и загорания сигнальной лампы «Уровень в норме».

При падении уровня воды за счет утечки или протечек циркуляционного насоса автоматика отключает работу всего 2-го контура во избежание закипания воды и повышения давления в системе.

Выбор режима температур в баке-накопителе с теплообменником осуществляется с помощью индикатора, установленного в лицевой части пульта управления.

Выбор режима температуры в регистрах и радиаторах осуществляется с помощью регуляторов температуры линейных догревателей, имеющих диапазон 10-90°C и установленных внутри пультов управления.

Для экономии электроэнергии, используемой для работы дублирующих систем, периодически определяется температура воздуха в помещениях школы. При превышении ею норматива либо иных установленных параметров, следует произвести регулирование режима установки с помощью регуляторов дублирующих систем - линейных догревателей и, при достаточной температуре воздуха, теплоэлектронагревателей бака-накопителя, переведя работу системы отопления только на тепло от гелиоприемников. При понижении температуры воздуха при работе системы отопления только от гелиоприемников производится включение электрических дублей в обратной последовательности.

Для получения горячей воды при работе системы в режиме отопления, используется малый теплообменник-спираль, установленный в баке-накопителе. Теплообменник имеет вход и выход, выполненные из труб $D = 1/2''$ и выведенные наружу в торце бака-накопителя. При этом система отвода горячей воды должна быть теплоизолирована.

Для летнего использования системы в режиме только горячего водоснабжения следует отключить бак-накопитель с теплообменником от системы отопления с помощью вентиля, установленных на входе и выходе из бака-накопителя, закрыть вентиль расширительного бака, подсоединить трубопровод подачи холодной воды в теплообменник горячего водоснабжения, подсоединить систему расхода горячей воды к установленному теплообменнику горячего водоснабжения.

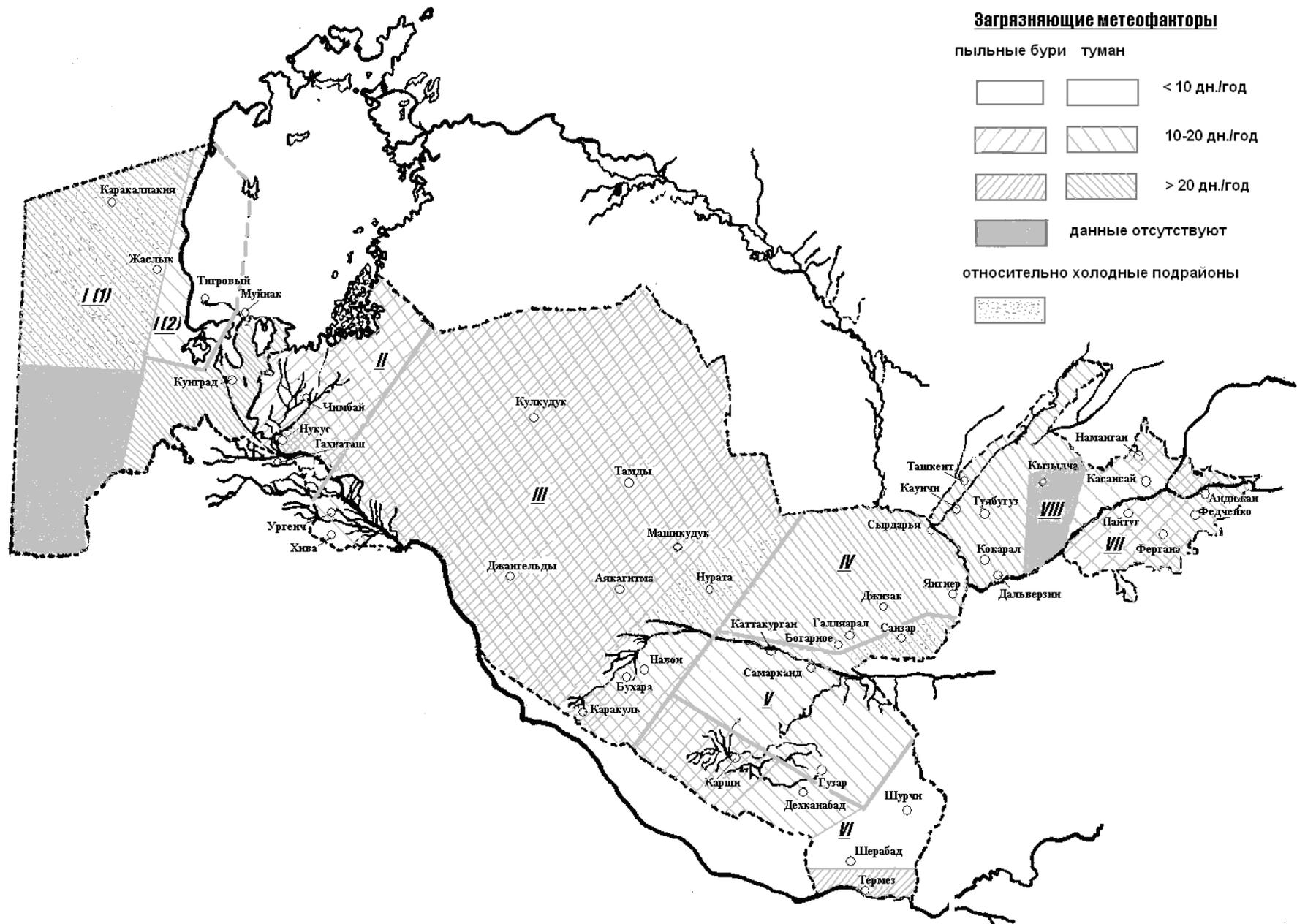


Рис.3.3. Карта-схема предварительного районирования территории Узбекистана по метеофакторам, влияющим на эффективность эксплуатации низкопотенциальных солнечных систем энергоснабжения.

3.4. РАЗРАБОТКА УСТАНОВКИ И РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ПРЕДЛАГАЕМОЙ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ С ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ДУБЛЕРОМ.

На основе полученных результатов предлагается установка на основе разработанной схемы повышенной эффективности СС ГВС для крупных систем с принудительной циркуляцией в гелиоконтуре, подключением дополнительного бака с электронагревателем. В качестве солнечного коллектора использован тип трубчато вакуумированный. В макете автоматика позволяет управлять работой насоса в гелиоконтуре в зависимости от режима тепlopоступлений солнечной энергии. Индикатор от датчика в баке-аккумуляторе, связанном через теплообменник с солнечным коллектором, указывает температуру воды в нем (рис.3.5). В случае недостаточности нагретая до 75°C вода из бака с электрическим дублером, поступает и смешивается с горячей водой из бака-аккумулятора для достижения необходимой температуры 45 либо 55°C . Макет представляет собой сборную конструкцию и солнечный коллектор может за счет вставки дополнительных пластиковых труб выноситься в холодное время наружу, в то время как баки находятся внутри помещения.

Объединение компонентов в систему порой представляет собой весьма непростую задачу. Сложность конструкции системы зависит от следующих факторов: профессионального уровня проектировщика; разработки и внедрения нового оборудования; уровня и качества комфорта, требуемых потребителем; размера объекта.

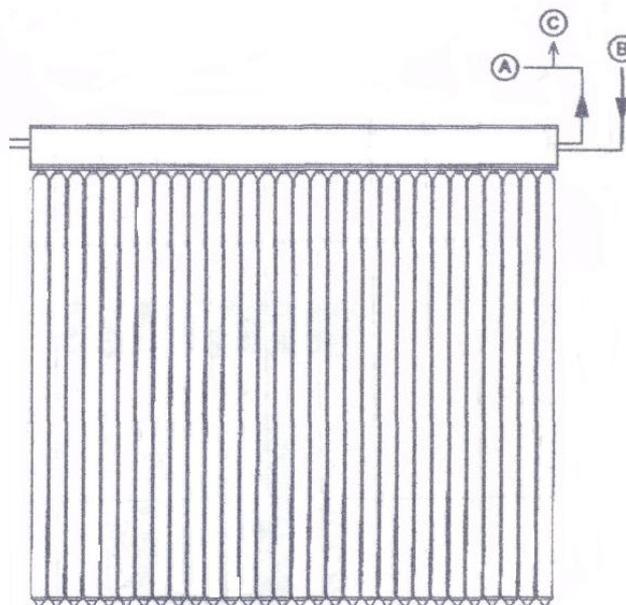
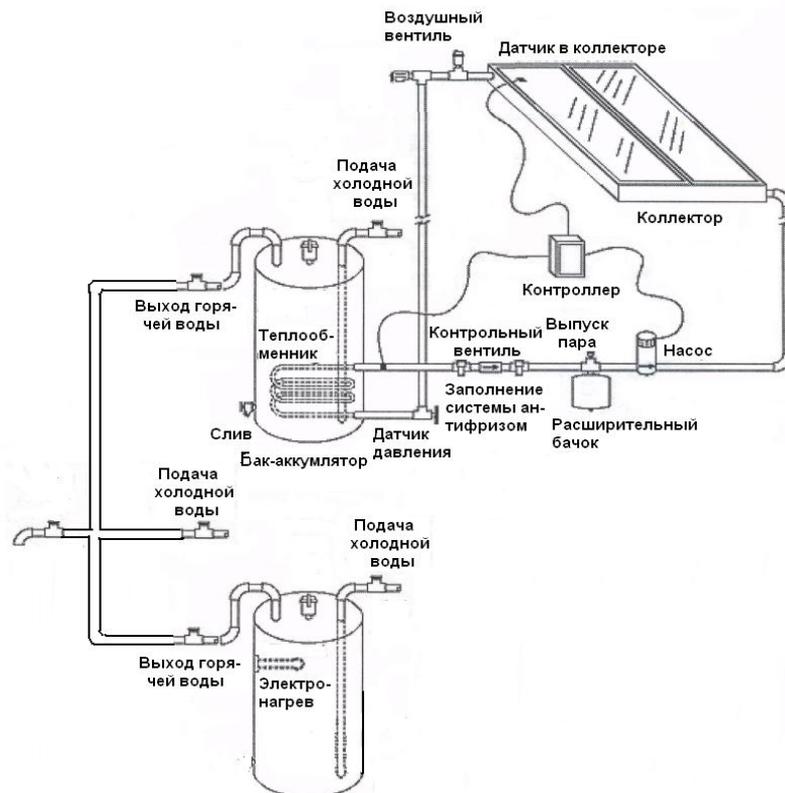


Рис.3.4. Макет разработанной установки солнечной системы горячего водоснабжения с электрическим дублёром (а).

- б) Подключение стеклянных трубчато-вакуумированных коллекторов:
 А – выход теплоносителя;
 В – возврат теплоносителя в коллектор;
 С – быстродействующий вентиль для выхода воздуха.

4. МЕРОПРИЯТИЯ ПО БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Согласно ПУЭ все проектируемые помещения относятся к сырým помещениям и повышенной опасности (таблица 4.1).

№	Наименование Здания, помещения или электрооборудования	Классификация помещения		примечание
		Степени поражению эл.током	По характеру Окр. Среды	
1	2	3	4	5
1	Машинный зал	Повышенной опасности	влажные	
2	РУ-10кВ	Повышенной опасности	нормальные	
3	ГРЩ-0,4 кв	Повышенной опасности	нормальные	
4	Помещение КИП и А			
5	Служебные помещения	Нормальные	нормальные	

В целях обеспечения требования ПУЭ, ПТЭ и ПТБ в проекте предусматриваются следующие мероприятия:

Защитное заземление. Согласно ПУЭ в установках до и выше 1000В для обеспечения безопасности людей предусматривается устройство заземляющих устройств.

Для заземления в/в электрооборудования и нулевых точек трансформаторов предусматриваются искусственные очаги заземления с обязательным присоединением их к естественным заземлениям- стальным трубопроводам.

Заземление н/в оборудование осуществляется присоединением его к нулевому проводу н/в сети. Сопротивление тока сопротивления не должно превышать 4 Ома.

Машинный зал. При сооружении машинных залов учтены требования ПУЭ об обеспечении необходимых проходов между агрегатами и частями зданиями не менее 1 метра в свету. Расстояние между машинами и щитами управления не менее 2м.

При определении размеров здания, следует руководствоваться требованиями, чтобы зазоры между элементами оборудования переносными подъёмными механизмами и элементами здания и оборудования были не менее: По вертикали- 0,2м и по горизонтали-0,3 м.

В машинном зале предусматривается ограждение вращающихся частей машин, а персонала от падения при разности отметок обслуживания.

РУ-10 кВ. При проектировании РУ-10кВ, учтены требования ПУЭ об обеспечении ширины коридора обслуживания при двухстороннем расположением камер не менее 2 метров и устройстве 2х выходов при длине коридора более 7м . выходы могут быть выполнены как наружу, так и в другое помещение с несгораемыми стенами и перекрытиями.

Двери должны открываться в наружу. Кабельные каналы покрыты плитами из рифленого железа.

РАСЧЁТ ЗАЗЕМЛЕНИЯ. Заземляющее устройство насосной станции выполняется в виде контура, состоящего из полосовой стали размером 40*4 мм, при длине заземляющего контура 204 метра.

Заземление выполняется после зажигания котлована и перед укладкой бетонной подготовки.

Грунт- щебень и дерево в суглинке слабоцементированное в гипсе.

Удельное сопротивление грунта принимается $\rho=1*10^4$ ом*см.

Сопротивление растекания полосового заземлителя при глубине заложения 20 см и ширине полосы 4см определяется по формуле

$$R_{\text{н}} = \frac{0,366 * \rho}{L} * \lg \frac{2 * l^2}{b * t}$$

$$R_{\text{н}} = \frac{0,366 * 1 * 10^4}{20400} * \lg \frac{2 * (20400)^2}{4 * 20} = 0,18 * 7,03 = 1,27 < 4 \text{ Ом}$$

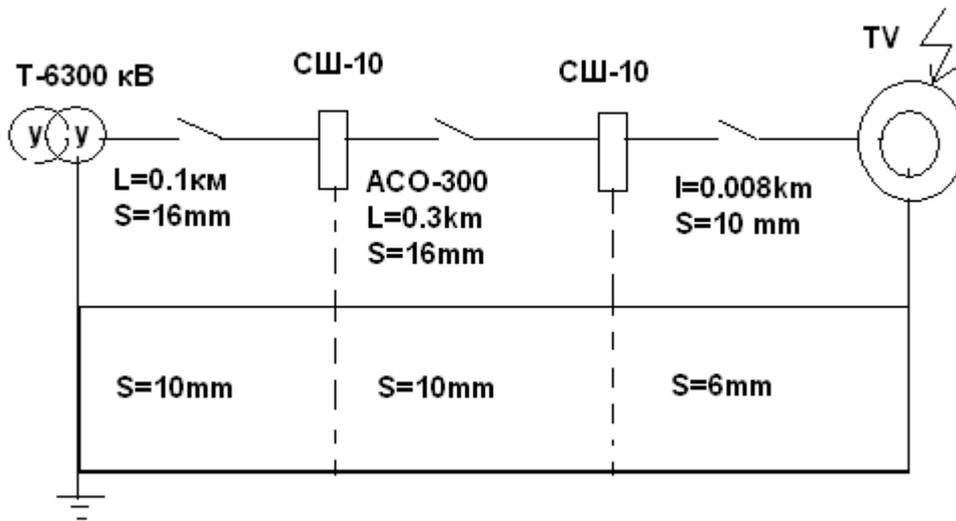
Примечание:

Контур насосной станции соединяется с контуром заземления п/ст 35/10кВ двумя насосами 40*4 мм.

1. Стояки А, Б, В. И Г на 57,36(см. схему заземления) привариваются к контуру внутреннего заземления насосной станции.

2. Стояки Д и Е выводятся на глубину 0,8 м от поверхности земли и присоединяются к контуру заземления подстанции при помощи полосовой стали 4*40 мм.

ПРОВЕРКА СРАБАТОВАНИЯ ЗАЩИТНЫХ АППАРАТОВ ПРИ ОДНОФАЗНОМ КОРТОКОМ ЗАМЫКАНИИ.



Ток трансформатора: $I_{тр}=10 \text{ мА}$

Ток короткого замыкания должен быть $\geq 3I_{тр}$

$$Z_{тр}=0.21 \text{ Ом}$$

$$Z_{1уч}=1,92 \text{ Ом}$$

$$Z_{2уч}=12,7 \text{ Ом}$$

$$Z_{3уч}=17,2 \text{ Ом}$$

$$Z_1=Z_{1уч} \cdot l=1.92 \cdot 0.01=0.0192 \text{ Ом}$$

$$Z_2=12,7 \cdot 0,3=3,81 \text{ Ом}$$

$$Z_3=17,2 \cdot 0,08=1,37 \text{ Ом}$$

$$Z_H=Z_1+Z_2+Z_3=0,0192+3,81+1,37=5,2 \text{ Ом}$$

$$I_{кз}=\frac{U\phi}{\frac{Z_{тр}}{3}+Z_H}=41.7 \geq 30 \text{ Ом}$$

5. ИНЖЕНЕРНЫЙ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОЛНЕЧНО- ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОТОПЛЕНИЯ И ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ЗДАНИЯ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ.

В целях улучшения условий работы для дежурного персонала рассмотрено использование на базе имеющихся данных в результате опыта внедрения в эксплуатацию солнечно-электрических систем горячего водоснабжения производства ташкентской фирмы «QURILISHGELIOSERVIS».

Площадь гелиополя в числе двадцати солнечных коллекторов равна 40 м².

Система рассчитана на круглогодичное обеспечение горячей водой персонала насосной станции в числе до 20 человек. Дублирующие системы нагрева предусмотрены на случай продолжительного отсутствия солнца в ненастную погоду, а в системах отопления – для поддержания температур в ночное время и при низких температурах наружного воздуха. В конструкции солнечных коллекторов могут быть применены медно-латунные абсорберы.

В летнее время (период наивысшего солнцестояния) вода в такой системе нагревается до 80-90°C, хотя с учетом регулярного потребления воды сезонная средняя температура горячей воды составляет 50-60 градусов. В зимнее время, когда наружная температура воздуха опускается до -10÷-15 градусов, включаются электронагреватели (ТЭНы), встроенные внутрь бака-накопителя. С учетом сезонности гелиосистему горячего водоснабжения в зимний период планируется использовать в режиме дежурного отопления здания гостиницы.

Расчет потребности в тепле здания по укрупненным показателям

Ширина здания-16,6 м.

Длина здания - 39,6 м.

Площадь здания – 657 кв. м.

Высота здания - 6,3 м.

Объем - 4139 куб. м.

Принятая удельная тепловая характеристика помещения - 0,4 ккал/ куб. м. час, °С.

Расчетная температура наружного воздуха (средняя температура наиболее холодной пятидневки) - -15 °С. Принимается по условиям - -5

Внутренняя расчетная температура в здании - + 10 °С.

Поправочный коэффициент на изменение удельной тепловой характеристики в зависимости от местных климатических условий = 1,29. Принимается 1,0

Теплопотери составят:

$$Q = q_0 \alpha a (t_B - t_H) V_H \text{ ккал/час}$$

Расчетные

$$Q = 0,4 \times 1,29 \times (10 + 15) \times 4139 = 53393 \text{ ккал/час,}$$

По принятым параметрам

$$0,4 \times 1,0 \times (10+5) \times 4139 = 24834 \text{ ккал/час,}$$

что потребует установленной мощности $24834 : 860 = 29$ кВт.

Таким образом, установленная мощность теплоэлектронагревателей в 24 кВт в баке-аккумуляторе солнечной системы обеспечит дежурную

температуру в помещениях здания $+8^{\circ} \dots +10^{\circ} \text{C}$ при температурах наружного воздуха -5° .

Очевидные преимущества предлагаемой солнечно-электрической системы теплоснабжения (вариант I) в сравнении с использованием объектной котельной, работающей на привозном топливе (вариант II) следующие:

- снижение капитальных затрат на строительство;
- снижение эксплуатационных затрат;
- снижение вредных выбросов от сгорания топлива.

В качестве примера выполнен расчет сравнительной экономической эффективности по этим двум вариантам для насосной станции, расположенной в Навоийской области. Исходные данные согласно СНиП [2] приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1.

Температурные параметры объекта в отопительный период

Месяцы	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март
Средняя температура воздуха за сутки для Навоийкой области	+12,5	+5,0	0,0	-2,2	-0,2	+5,6
Дневная температура воздуха (средняя с 9 до 17 часов)	+15,8	+9,1	+4,9	+2,3	+5,2	+10,8
Суммы прямой и рассеянной солнечной радиации, падающей на 1 кв.м. коллектора,	9,8/4,09	5,1/3,3	2,91/2,9 9	4,16/3,6	6,2 /4,8	8,25/6, 5

установленного под углом 25 град, к горизонту МДж/м ² в сутки на 1 кв.м.						
Вырабатываемая энергия солнечными коллекторами с КПД=0,7 , ккал/сутки	115680	76740	54780	59460	77400	103260
Среднемесячная дневная расчетная температура в помещениях без расхода ГВС использования электродубля	24,5	14,9	9,0	6,8	11,0	18,6

Максимальные теплотери отапливаемых помещений насосной станции объемом 4139 м³ для условий местности по проведенному теплотехническому расчету составят 49800 ккал/час или 217 МДж/час [1].

Система отопления и горячего водоснабжения с солнечными теплоприемниками, электрическим дублем и линейными догревателями рассчитывается на выработку этого количества тепла; при этом, система снабжена терморегуляторами, позволяющими регулировать работу электрического дубля и догревателей исходя из реальных температур наружного воздуха.

Средняя температура наружного воздуха за рассматриваемый период:

$$[(+12,5 \times 31) + (+5 \times 30) + (0 \times 31) + (- 2,2 \times 31) + (-0,2 \times 28) + (+5,6 \times 31)] : 182 = + 3,5 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Исходя из этого, фактические средние теплотери отапливаемых помещений за отопительный сезон составят:

$$Q = 217 : (18^\circ + 20^\circ) \times (18^\circ - 3,5^\circ) = 82,7 \text{ МДж/час},$$

где $(18^\circ + 20^\circ)$ - расчетный перепад температур;

$(18^\circ - 3,5^\circ)$ - фактический среднегодовой перепад температур за отопительный сезон.

Суммарное теплотребление помещений школы за отопительный период при фактических перепадах температур составит:

$$82,7 \times 24 \times 182 = 361090 \text{ МДж}.$$

Кроме того, согласно Строительным Нормам и Правилам (КМК 2.04.01-98) персонал насосной станции должен быть обеспечен горячей водой в объеме не менее 8 литров в сутки на человека, что за отопительный период составит порядка 11000 литров, для нагрева которых от 10°C до 45°C потребует дополнительно $11000 \times (45-10) = 385300$ ккал или 1670 МДж.

Итого фактически потребное количество энергии за отопительный период на отопление и горячее водоснабжение составит $361090 + 1670 = 362760$ Мдж.

Общая сумма солнечной радиации за отопительный период составит:

$$(9,83 + 0,5 \times 4,09) \times 31 + (5,11 + 0,5 \times 3,31) \times 30 + (2,91 + 0,5 \times 2,99) \times 31 + (4,16 + 0,5 \times 3,63) \times 31 + (6,19 + 0,5 \times 4,77) \times 28 + (8,25 + 0,5 \times 6,51) \times 31 = 1490 \text{ МДж/м}^2.$$

При площади солнечных коллекторов $20 \times 2 = 40 \text{ м}^2$; их установке под оптимальным углом к горизонтали, соответствующем широте местности - 42° , средний коэффициент пересчета суммарного потока солнечной энергии с горизонтальной плоскости на поверхность коллектора за отопительный период

составляет 1,43; при КПД 1-го контура системы равном 0,7 получаемая системой энергия составит:

$$1490 \times 40 \times 1,43 \times 0,7 = 59660 \text{ МДж.}$$

Подпитка системы электроэнергией за отопительный период потребует:

$$362760 - 59660 = 303100 \text{ МДж или } 84262 \text{ кВт-ч.}$$

Использование объектной котельной потребует ежегодного использования 170 тонн угля по данным "BOSHTRANSLOYINA". Ориентировочная стоимость стационарной котельной составит порядка 70 млн. сумов, включая складское хозяйство, наружные сети и строительно-монтажные работы по их возведению.

Стоимость оборудования солнечно-электрической системы отопления – 38 млн. сумов, выполнение строительно-монтажных работ - 32,0 млн. сумов (с учетом проектных, пусконаладочных работ и СМР на монтаж отопительных приборов и трубопроводов в здании насосной станции) согласно данным ООО «Курилишгелиосервис», занимающейся производством и внедрением солнечных установок в республике.

Годовая экономическая эффективность составит:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = C_2 - C_1 + E_H \times (K_1 - K_2),$$

где : $C = \mathcal{E} + I$, \mathcal{E} - энергетические эксплуатационные затраты, I - ежегодные издержки.

Годовые энергетические эксплуатационные затраты составят:

$\mathcal{E}_2 = 84262 \times 60 = 5055700$ сум или 5,06 млн. сум - при автоматизированном управлении температурами в системе.

$\mathcal{E}_1 = 170 \times (24350 + 50050) : 2 = 4278600$ сум или 4,28 млн. сум при применении в котельной угля по цене 24350 сум за тонну и брикетов по цене 50050 с/т.

Ежегодные амортизационные отчисления считаем равными по вариантам, дополнительными затратами по 2 варианту - доставка угля, затраты на тепловые потери, затраты на перекачку теплоносителя, затраты на обслуживание котельной и сетей - пренебрегаем.

Годовые издержки на текущий ремонт котельной – $f_{т.р.} = 0.18 f_{ам}$ и годовые затраты на общестанционные расходы - $f_{общ} = 0.27 (f_{ам} + f_{т.р.})$ при амортизационных отчислениях $f_{ам} = 8,5 \%$ от капитальных вложений составят:

$$И_2 = f_{т.р.} + f_{общ} = [0,18 + 0,27 (1 + 0,18)] \times 0,085 \times 70,0 = 0,5 \times 0,085 \times 70,0 = 3 \text{ млн.}$$

сум.

Тогда:

$$\mathcal{E}_{год} = 2,975 + 4,28 - 5,06 + 0,15 (70,0 - 70,0) = 2,2 \text{ млн. сум}$$

Выполненный технико-экономический расчет показывает, что использование предложенного варианта солнечно-электрической системы теплоснабжения обеспечивает по сравнению со строительством традиционной топливной котельной значительную экономию энергоресурсов и денежных средств, что подтверждает перспективность данного технического решения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Приведены анализ и выбор технологических оборудований насосной станции «Хамза-1»;

2. Произведены расчет электротехнических оборудований и выбран трансформатор для собственных нужд насосной станции;

3. Произведен обзор и анализ существующих солнечно-электрических систем теплоснабжения, комбинированные солнечно – электрические системы теплоснабжения с использованием внепиковой электроэнергии, задачи автоматизации систем солнечного теплоснабжения с электрическим дублёром, опыт решения вопросов создания солнечно-электрических систем теплоснабжения, выпускаемых предприятием «QURILISHGELIOSERVIS»Ltd,

4. Научно обоснованы технические решения, которые позволяют повысить эффективность внедряемых в республике солнечно-электрических систем теплоснабжения; применительно к нуждам горячего водоснабжения и отопления для дежурного персонала ирригационных насосных станций;

5. Выполненный инженерный технико-экономический расчет что солнечно-электрической системы теплоснабжения обеспечивает по сравнению со строительством традиционной топливной котельной значительную экономию энергоресурсов и финансовых средств.

Список использованной литературы.

1. И.А.Каримов Мировой финансово – экономический кризис, пути и меры его преодаления в условиях Узбекистана – Ташкент «Узбекистон»2009.
2. Живописцев Е.Н, Кумин В.Д. Электротехнология и электроосвещение – Москва, Агропромиздат, 1994.
3. Мартыненко И.И. Проектирование, монтаж, эксплуатация систем автоматики – Москва, Колос, 1991.
4. Мартыненко И.И. Тищенко Д.П. Курсовое и дипломное проектирование по комплексной электрификации и автоматизации. Москва, Колос, 1998.
5. Мартыненко И.И. и др. Автоматика и автоматизация производственных процессов – Москва Агропромиздат 1993.
6. Дж.Твайделл, А.Уэйр. Возобновляемые источники энергии. М. Энергоатомиздат, 1990, 387 с.
7. Дж.А.Даффи, У.А.Бекман. Тепловые процессы с использованием солнечной энергии. М., Изд. «Мир», 1977, 420 с.
8. Н.Р.Garg. Absorber plate configuration and optimization. Ed. by Н.Р.Garg. Solar water heating systems. D.Reided Publishing Company. 1986, p.93-111.
9. В.А.Бутузов. Солнечные коллекторы на российском и украинском рынках. // Теплоэнергетика. 2003. №1.
10. Г.Я.Умаров, В.С.Трухов, Х.Х.Газиев, Т.Байматов, Т.З.Абидов, Ю.Е.Ключевский. Теплоприёмник солнечной энергии с селективным покрытием и вакуумной теплоизоляцией. // Гелиотехника, 1978, №4, с.46-50.
11. КМК 2.04.16-96. Установки солнечного горячего водоснабжения. Т., 1996, 13 с.

12. Р.А.Захидов, Ю.К.Рашидов, У.А.Таджиев. Практика проектирования и эксплуатации систем солнечного теплоснабжения в Узбекистане. //Гелиотехника, 1994, №5
13. Захидов Р.А., Анарбаев А.И., Короли М.А., Таджиев У.А. Схемы комбинированных систем солнечного теплоснабжения и вопросы повышения энергосбережения при их работе. Энерго ва ресурсларни тежаш муаммолари. ТДТУ, 2006, №2, с. 99-104.
14. Чистович С.А., Аверьянов В.В., Темпель Ю.Я., Быков С.И. Автоматизированные системы теплоснабжения и отопления. — Л.: Стройиздат, 1987. - 248 с.
15. Л.А.Саплин. Экономическое обоснование использования нетрадиционных возобновляемых источников энергии в Челябинской области.
<http://www.vc.secna.ru>
16. А.И.Анарбаев, Р.А.Захидов, Н.И.Орлова. Сопоставление эксплуатационных характеристик некоторых типов солнечных коллекторов и водонагревательных установок в условиях Узбекистана. // «Гелиотехника», 2007, №1, сс. 23-27.
17. Методика оценки показателей эффективности использования солнечных водонагревательных установок в климатических условиях Российской Федерации. М., Изд.РАН, ИВТ и ЗАО «Гелион», 2004, 30 с.
18. Р.Р.Авезов, А.Ю.Орлов. Солнечные системы отопления и горячего водоснабжения. Ташкент, Изд. «Фан», 1988, 285 с.
19. У.Бекман, Дж.А.Даффи. Расчет систем солнечного теплоснабжения. М., 1982, 80 с.

20. О.Харченко Индивидуальные солнечные установки. М. Энергоатомиздат. 1991,
208 с.