

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: Электроснабжение насосной станции “Ахангаран-1”
Ташкентской области с разработкой регулируемого электропривода

Выполнил:

Н. Зиябеков

Руководитель

доц. Т.М.Байзаков

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.

Ташкент – 2016 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	6
1. Анализ и характеристики насосной станции «Ахангаран».....	9
2. Расчет электротехнической части.....	11
3. Разработка мероприятий по энергосбережению и регулированию электропривода на насосной станции.....	27
4. Защита высоковольтного оборудования.....	33
5. Безопасность жизнедеятельности.....	50
6. Техничко-экономические показатели.....	54
Заключение.....	55
Список литературы.....	57

ВВЕДЕНИЕ

В выступлении Президента Республики Узбекистан И.А.Каримова на заседании Кабинета Министров по итогам социально-экономического развития страны 2015 года и программы экономического развития 2016 года отмечалось, что в прошлом году выращены 12 млн. 592 тыс. тонн овощей и картошки, 3 млн. 400 тыс. тонн хлопка, 1 млн. 556 тыс. тонн винограда и 2 млн. 731 тыс. тонн плодов.

В настоящее время немаловажную роль играет контроль технологических параметров, который включает в себя не только контроль, но и своевременное вмешательство в технологический процесс, что позволяет значительно повысить качество конечной продукции и снизить ее себестоимость. Несомненно, что это относится и к автоматизации производств на базе современных достижений науки и техники.

Современные высокие требования к производительности различных механизмов и качеству изготавливаемых изделий могут быть обеспечены только на основе автоматизации промышленных электроприводов. Успех автоматизации зависит в значительной мере от технических средств ее реализации, т.е. от индивидуальных свойств всех отдельных устройств или элементов.

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-правовые основы.

В Узбекистане в условиях перехода к рыночным отношениям создание фермерских хозяйств составило основное содержание аграрных реформ. Организация фермерских хозяйств проводилась поэтапно и последовательно.

Президент - в своей книге отмечает, что сформированы и успешно действуют надежная система и механизмы финансирования и материально-технического обеспечения фермерских хозяйств, отвечающих в полной мере рыночным принципам, а также особое внимание обращает на их успешную деятельность.

Ежегодно на поддержку фермерских хозяйств выделяются значительные материальные ресурсы и средства. Только в истекшем 2015 году на авансирование производства важнейших видов сельскохозяйственной продукции было направлено около одного триллиона сумов, в том числе на производство хлопка - 800 миллиардов, зерна - 200 миллиардов сумов. В 2015 году на эти цели направляются 1 триллион 200 миллиардов сумов. На приобретение сельскохозяйственной техники на лизинговой основе было использовано свыше 43 миллиардов сумов средств специально созданного для этого Фонда, а в 2015 году намечается направить более 65 миллиардов сумов.

В результате такого внимания и практической помощи со стороны государства в 2015 году заметно увеличилась доля фермерских хозяйств в производстве основных видов сельскохозяйственной продукции.

В результате организационных мер и осуществленных мероприятий и рамках исполнения Распоряжения Президента Республики Узбекистан от октября 2008 года «О создании специальной комиссии по разработке предложений о мерах по оптимизации земельных площадей, выделяемых для деятельности фермерских хозяйств», по состоянию на 1 октября 2008 года были оптимизированы земельные площади действующих в нашей стране 219976 фермерских хозяйств, общее число которых теперь составляет 105033. За ними закреплены земельные площади в количестве 5 млн. 860,1 тыс. га. На одно фермерское хозяйство приходится 56,0 га. вместо прежних 27,0 га. Из этого количества фермерских хозяйств специализирующиеся на хлопководстве и зерноводстве составляет 47,6 тыс., на долю которых приходится 4 млн. 390,1 тыс. га. или в среднем 92,0 га. площадей на одно фермерское хозяйство.

Проведённые в прошлом году преобразования и реформы создали прочную основу для дальнейшего повышения эффективности сельскохозяйственного производства и его развития.

1. АНАЛИЗ И ХАРАКТЕРИСТИКИ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ «АХАНГАРАН»

Насосная станция «Ахангаран» предназначена для подачи воды в зону орошения новых земель: Общая площадь орошения 5600 гектаров; производительность насосной станции-11,9м³/сек; полный напор- 57 метров; насосная станция полузатопленного типа, средний уровень затопления -1,5м

Технологическая схема насосной станции (рис. 1.1) базируется на водах основного водотока канала «Ахангаран», с забором воды через индивидуальные аванкамеры с сороудерживающими решётками, с последующей подачей воды через общий напорный трубопровод в распределительную систему.

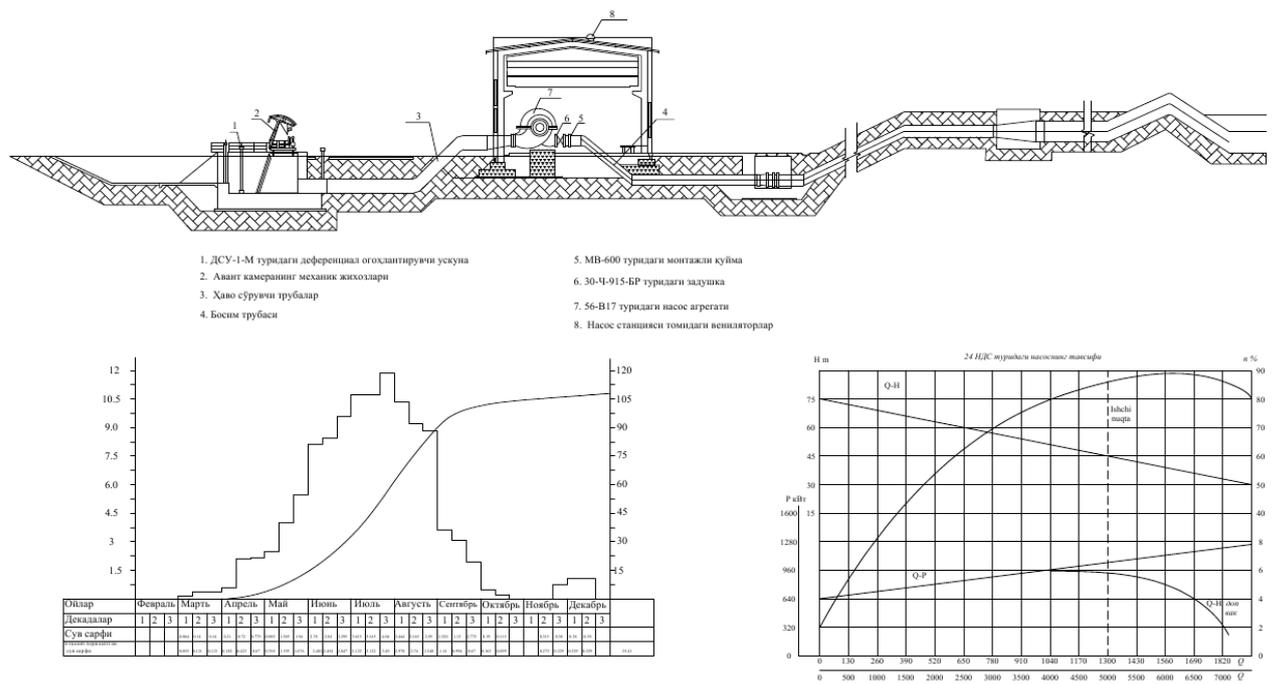


Рис. 1.1. Технологическая схема насосной станции.

На насосной станции предусматривается установка 8-и насосных агрегатов, один из которых резервный. Каждый агрегат включает:

1. Насос марки 24 НДС

$$Q = 6500 \text{ м}^3/\text{час}; H=57\text{м}; N=750\text{об}/\text{мин}$$

Диаметр рабочего колеса:

$$\Phi_{\text{рабочего колеса}}=980\text{мм.}$$

2. Синхронного электродвигателя типа СДСЗ -144-16

$$P=1600\text{кВт}; I_{\text{ст}}=108 \text{ А}; I_{\text{раб}}=311\text{А}; n = 750\text{об}/\text{мин}; U_{\text{возб}}=69\text{В}; U=10\text{кВ}; \text{Cos}\varphi =0.9$$

3. Всасывающий трубопровод Φ 1420ммс задвижкой марки ДУ-800 с электрическим приводом $P=3$ кВт.

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

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:

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

2. РАСЧЕТ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОЙ ЧАСТИ

2.1. Расчёт электрических сетей силового электрооборудования.

Распределительная сеть

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.

$$I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \eta_n \cdot \cos \varphi} \quad (2.1),$$

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

$$I_n = K_i \cdot I_n \quad (2.2)$$

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, незащищённые 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:

$$1. \quad I_{\text{в}} \geq I_{\text{раб}} \quad (2.3)$$

$$2. \quad I_{\text{в}} \geq \frac{I_{\text{max}}}{\alpha}, \quad (2.4)$$

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

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

$$I_{\text{н.расц}} \geq I_{\text{раб}}, \text{А} \quad (2.5)$$

Проверка по току срабатывания для автоматов с электромагнитными расцепителями:

$$I_{\text{сраб.расц}} \geq 1.25 * I_{\text{max}}, \text{А} \quad (2.6)$$

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

$$I_{\text{доп}} \geq 1,25 * I_{\text{в}} \quad (2.7)$$

Б) при защите автоматами от перегрузок

$$I_{\text{доп}} \geq 1,25 * I_{\text{н.расц}} \quad (2.8)$$

В) при защите автоматами с тепловыми расцепителями от короткого замыкания

$$I_{\text{доп}} \geq 0,66 * I_{\text{н.расц}} \quad (2.9)$$

Г) при защите автоматами с электромагнитными расцепителями от короткого замыкания

$$I_{\text{доп}} \geq 0,22 * I_{\text{н.расц}} \quad (2.10)$$

$$I_{\text{доп}} \geq I_{\text{раб}} \quad (2.11)$$

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

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

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 4А904У3 $P_{\text{н}}= 8,8 \text{ кВт}$

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

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

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.

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

Тогда $I_{\text{сраб.расц.}}\geq 1,25*I_{\text{п}}$ - 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. $43\geq I_{\text{п}}\geq$

Проверяем линию на потерю напряжения

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

Далее выполним расчёт линии от шкафа управления подъёмника ШАПН№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

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

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=0,8кВт, Коэффициент мощности=0,9, n=0.8.

А) линия от пускателя марки ПМЕ-121 до электрокалорифера

$$I_{н1} = \frac{0.8 \cdot 10^5}{1.73 \cdot 380 \cdot 0.9 \cdot 0.8} = 2.3 \text{ А}$$

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

$$I_{н2} = \frac{25 \cdot 10^3}{1.73 \cdot 380} = 37,2 \text{ А}$$

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

$$I_n = I_{н1} + I_{н2} = 2.3 + 37.2 = 39.5 \text{ А.}$$

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

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

Принимаем ток расцепителя автомата 50А, при номинальном токе автомата А-3124 100А, у которого уставка на ток мгновенного срабатывания равна

$$I_{\text{ср.расц}} = 500 \text{ А.}$$

Проверим вероятность ложного срабатывания автомата

$$I_{\text{ср.расц}} \geq 1,25 * I_n$$

$$500 \geq 1,25 * 46,2 = 57,7 \text{ А}$$

Из расчёта видно, ложного срабатывания не произойдёт.

Произведём расчёты линий с выбором сечений и марок проводов и кабелей, а также включающих аппаратов и защит и все результаты сведём в табл. Для удобства пользования.

План сети силового оборудования приведен на рис. 2.1.

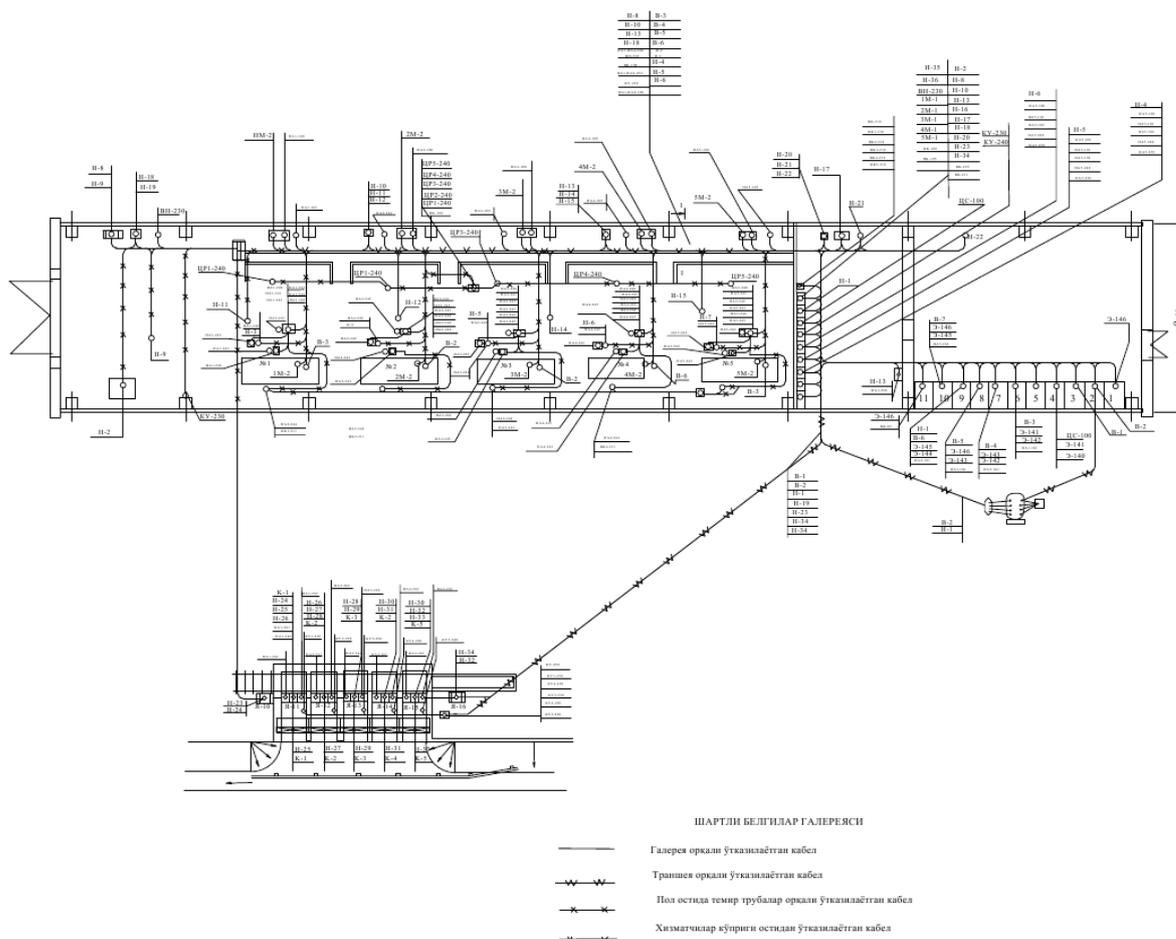


Рис. 2.1. План сети силового оборудования.

2.2. Расчёт освещения

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 понизительным 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 сырым помещениям, в которых относительная влажность длительно превышает 75%.

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.

Размеры помещения

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

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.

	Машинный зал	50л к
	РУ-10кВ	30л к
	ГРЩ-0,4кВ	25л к
	Пульт управления	130 лк
	Вестибюль	100 лк
	Душевая	30л к
	Туалет	30л к
	Тамбур	10л к
	Кабинет начальника н./с	130 лк
0	Комната отдыха	130 лк
1	Кубовая	12л к

2	Дренажное помещение	30л к
---	---------------------	----------

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.

Удельные нормы общей освещенности следующие:

	Машинный зал	7,2 Вт/м ²
	РУ-10кВ	10,8Вт/м ²
	ГРЩ-0,4кВ	9,6 Вт/м ²
	Пульт управления	9,8лк Вт/м ²
	Вестибюль	11,8 Вт/м ²
	Душевая	18,9Вт/м ²
	Туалет	9,8 Вт/м ²
	Тамбур	15,2 Вт/м ²

	Кабинет начальника н./с	18,4 Вт/м ²
0	Комната отдыха	9,8 Вт/м ²
1	Кубовая	3,5 Вт/м ²
2	Дренажное помещение	9 Вт/м ²

Расчёт выполняем по формуле:

$$P_{уд} = \frac{P}{S}, \text{ Вт/м}^2, \quad (2.12)$$

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

$$P = P_{уд} * S, \text{ Вт} \quad (2.13)$$

Количество ламп в одном помещении находим по формуле:

$$N = P / P_{л}, \quad (2.14)$$

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

Для следующих типов светильников выбираем соответствующие типы ламп:

«лубокоизлучатель» -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

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

2 ВЕСТИБЮЛЬ.

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

Тогда

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

$$N=P/P_{\text{л}}=306,8/80=4 \text{ штук}$$

Расчёт электрической сети освещения

Расчёт сети ведём по допустимой потере напряжения без учёта индуктивного сопротивления линии.

Допустимую потерю напряжения рассчитываем по формуле:

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

ΔU – допустимая потеря напряжения

S- сечение провода в линии

C- постоянный коэффициент зависящий от системы напряжения и материала провода

$\sum Pl$ – суммы моментов нагрузок

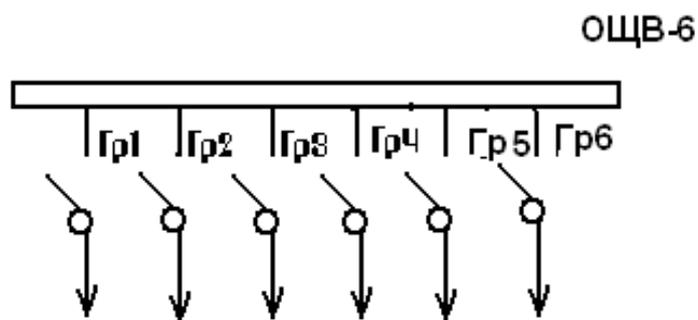


Рис.2.2. Расчет электрической сети освещения.

К расчёту электрической сети освещения

А) рассчитываем линию ГРН₃ 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

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

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

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 1,8 кВт, 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

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

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

$$1.72\% < 2.5\%$$

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.

Расчёт всех остальных групп освещения ведём аналогично рассчитанным выше гр3 и грб 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 9,45 кВт.

Длина линии 16 метров.

$$J = \frac{P}{380 \cdot \sqrt{3}} = \frac{9450}{657} = 14.4A$$

Выбираем кабель марки АНРГ-500 сечением $10\text{мм}^2(3 \cdot 10 + 1 \cdot 4)$

Проверяем кабель на потерю напряжения

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

Б) Щит освещения ОЩВ-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 А3114/7 с $I = 20A$

2.3. Выбор трансформатора собственных нужд

Подсчёт электрических нагрузок

К потребителям собственных нужд насосной станции относятся:

вспомогательные насосные установки; электродвигательные и соленоидные; задвижки; грузоподъёмные 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: $n_3^* = n_1/n = P_1^* = P_1/P_n$, где :

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

P_{1n} - суммарная номинальная мощность этих n_1 электроприёмников

N - общее число электроприёмников в группе

Порядок определения n_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_{1n}

Д) находится значение $n_3^* = n_3/n$ и $P_1^* = P_1/P_n$

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

В целях упрощения расчётов, число эффективных электроприемников может приниматься равным фактическому $n_3 = N$ 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 n_2 также не учитывается.

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

3. РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ И РЕГУЛИРУЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА НА НАСОСНОЙ СТАНЦИИ

Тормозные режимы асинхронных двигателей

Асинхронный двигатель линтерных машин может работать в следующих тормозных режимах: в режиме противовключения и динамическом.

Торможение асинхронного электродвигателя противовключением

Перевод асинхронного двигателя в режим торможения противовключением может быть выполнен двумя путями. Один из них связан с изменением чередования двух фаз питающего электродвигатель напряжения.

Допустим, что двигатель работает на характеристике 1 (рис. 3.1) при чередовании фаз напряжения ABC. Тогда при переключении двух фаз (например, B и C) он переходит на характеристику 2, участок б которой соответствует торможению при противовключением.

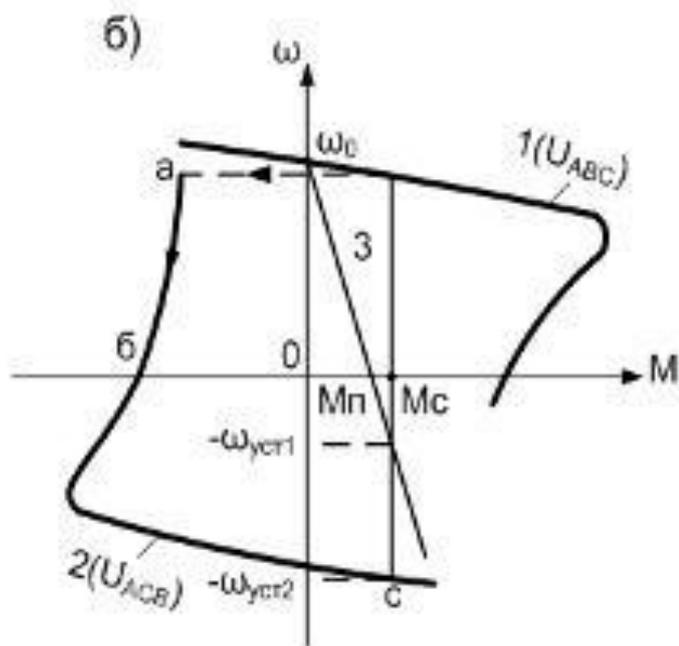


Рис. 3.1. Характеристика торможения при противовключении.

Обратим внимание на то обстоятельство, что при противовключении скольжение асинхронного двигателя изменяется от $S = 2$ до $S = 1$.

Ротор при этом вращается против направления движения поля и постоянно замедляется. Когда скорость падает до нуля, двигатель должен быть отключен от сети, иначе он может перейти в двигательный режим, причем ротор его будет вращаться в направлении, обратном предыдущему.

При торможении противовключением токи в обмотке двигателя могут в 7–8 раз превышать соответствующие номинальные токи. Заметно уменьшается коэффициент мощности двигателя. О КПД в данном случае говорить не приходится, т.к. и преобразуемая в электрическую механическая энергия и энергия, потребляемая из сети, рассеиваются в активном сопротивлении ротора, и полезно используемой энергии в данном случае нет.

Короткозамкнутые двигатели кратковременно перегружаются по току. Правда, у них при ($S > 1$) вследствие явления вытеснения тока заметно возрастает активное сопротивление ротора. Это приводит к уменьшению и увеличению момента.

С целью увеличения эффективности торможения двигателей с фазным ротором в цепи их роторов вводят добавочные сопротивления, что позволяет ограничить токи в обмотках и увеличить момент.

Другой путь торможения противовключением может быть использован при активном характере момента нагрузки, который создается, например, на валу двигателя грузоподъемного механизма.

Допустим, что требуется осуществить спуск груза, обеспечивая его торможение с помощью асинхронного двигателя. Для этого двигатель путем включения в цепь ротора добавочного резистора (сопротивления) переводится на искусственную характеристику (прямая 3 на рис.3.1).

Вследствие превышения моментом нагрузки M_c пускового момента M_p двигателя и его активного характера груз может опускаться с установившейся скоростью $-\omega_{уст2}$. В этом режиме торможение скольжения асинхронного двигателя может изменяться от $S = 1$ до $S = 2$.

Динамическое торможение асинхронного двигателя

Для динамического торможения обмотки статора двигатель отключают от сети переменного тока и подключают к источнику постоянного тока, как это показано на рис. 3.2. Обмотка ротора при этом может быть замкнута, или в ее цепь включаются добавочные резисторы с сопротивлением R_2 .

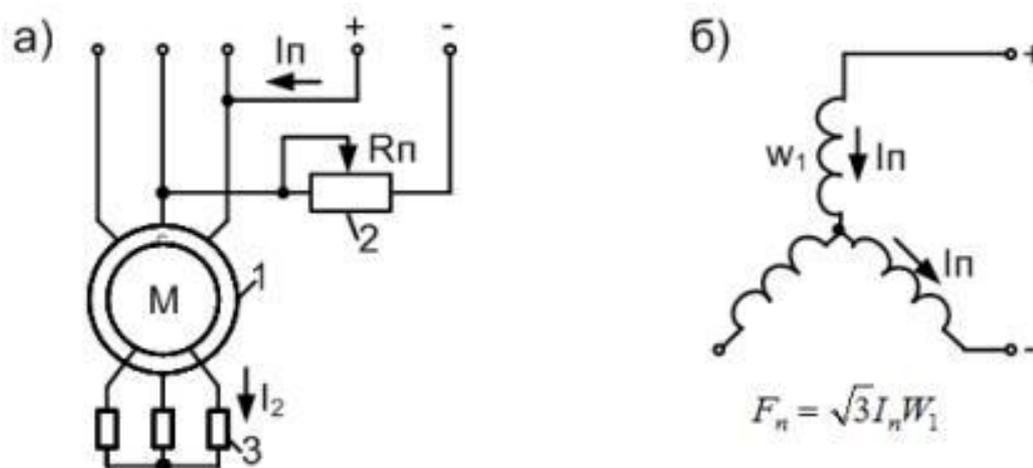


Рис. 3.2. Схема динамического торможения асинхронного двигателя (а) и схема включения обмоток статора (б).

Постоянный ток I_n , значение которого может регулироваться резистором 2, протекает по обмоткам статора и создает относительно статора неподвижное магнитное поле. При вращении ротора в нем наводится ЭДС, частота которой пропорциональна скорости. Эта ЭДС, в свою очередь, вызывает появление тока в замкнутом контуре обмотки ротора, который создает магнитный поток, также неподвижный относительно статора.

Взаимодействие тока ротора с результирующим магнитным полем асинхронного двигателя создает тормозной момент, за счет которого достигается эффект торможения. Двигатель в этом случае работает в режиме генератора независимо от сети переменного тока, преобразовывая кинетическую энергию движущихся частей электропривода и рабочей машины в электрическую, которая рассеивается в виде тепла в цепи ротора.

На рисунке 3.2 б показана наиболее распространенная схема включения обмоток статора при динамическом торможении. Система возбуждения двигателя в этом режиме является несимметричной.

Для проведения анализа работы асинхронного двигателя в режиме динамического торможения несимметричную систему возбуждения заменяют симметричной. С этой целью принимается допущение, что статор питается не постоянным током I_n , а некоторым эквивалентным трехфазным переменным током, создающим такую же МДС (магнитодвижущую силу), что и постоянный ток.

Электромеханическая и механические характеристики асинхронного двигателя представлены на рис. 3.3.

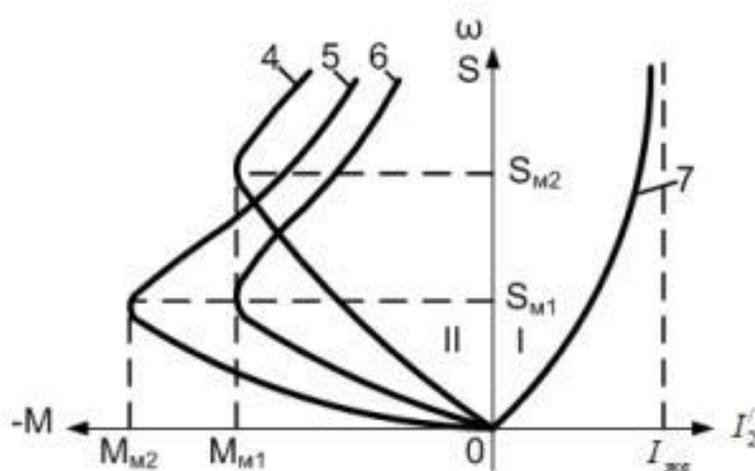


Рис. 3.3. Электромеханическая и механические характеристики асинхронного двигателя.

Характеристика расположена на рисунке в первом квадранте I, где $s = \omega/\omega_0$ – скольжение асинхронного двигателя в режиме динамического торможения. Механические характеристики двигателя расположены во втором квадранте II.

Различные искусственные характеристики асинхронного двигателя в режиме динамического торможения можно получить, изменяя сопротивление $R_{2д}$ добавочных резисторов 3 (рис.3.2) в цепи ротора или постоянный ток I_n , подаваемый в обмотки статора.

Варьируя значения $R_{2д}$ и I_n , можно получить желаемый вид механических характеристик асинхронного двигателя в режиме динамического торможения и, тем самым, соответствующую интенсивность торможения асинхронного электропривода.

Учитывая наличие 2х видов потребителей электроэнергии: высоковольтных и низковольтных разработаем соответствующие мероприятия.

Поливной (сезонный) период

1. Потребители собственных нужд. Здесь используем конденсаторную батарею для компенсации реактивной мощности.

$$P_{\max}=120,95 \text{ кВт}; Q_{\max}=100,7 \text{ квар}$$

$$\text{Следовательно } \operatorname{tg}\varphi = \frac{Q}{P} = \frac{100,7}{120,95} = 0,77$$

$$\operatorname{Cos}\varphi = \frac{1}{\sqrt{1+\operatorname{tg}^2\varphi}} = \frac{1}{\sqrt{1+0,77^2}} = 0,79$$

Определим потребную дополнительную реактивную мощность для повышения коэффициента мощности до директивного значения $\operatorname{Cos}\varphi = 0,92$.

$$Q_{\text{доп}} = P_{\max}(\operatorname{tg}\varphi_1 - \operatorname{tg}\varphi_2) = 120,95(0,77 - 0,43) = 120,95 * 0,34 = 41,12 \text{ квар}$$

2. Высоковольтные потребители.

На насосной станции имеются 8 насосных агрегатов с синхронными двигателями типа СДС-144-16 которые имеют $\operatorname{Cos}\varphi = 0,9$ ($\operatorname{tg}\varphi = 0,47$). Определим общую потребную дополнительную мощность в сезонное время.

$$\sum Q_{\text{общ}} = Q_1 + Q_2 = 41,12 + 512 = 553,12 \text{ квар}$$

По справочникам принимаем 2 конденсаторные установки типа ККУ-0,38-Ус, мощностью $2 * 280 = 560 \text{ квар}$

Внесезонный (ремонтный) период

В этот период предлагается использовать один из синхронных двигателей насосных агрегатов в качестве синхронных компенсаторов реактивной мощности.

Мотор, работающий в холостом ходу в режиме сильного возбуждения вместе с синхронным двигателем начнёт вырабатывать реактивную энергию.

Рассчитываем реактивную энергию, вырабатываемую синхронным генератором:

$$W_p = Q_p t = 80 * 0.05 * 2400 = 192000 \text{квар/ч, где:}$$

0,1-процентный показатель потребляемой мощности при холостом ходе;

0,5-режим сильного возбуждения

$\cos \varphi = 9$ вместе с вырабатываемой реактивной мощностью.

$$100 \text{дн} * 24 \text{ч} = 2400 \text{ч}$$

В среднем для выработки 1 квар реактивной мощности расходуется 0,1 активной. Значит для выработки 80квар реактивной мощности расходуется

$$1 \text{квар} - 0,1 \text{кВт}$$

$$P = 8 \text{квар}$$

$$80 \text{квар} - x$$

Определяем активную энергию, потребляемую для выработки $192000 \frac{\text{квар}}{\text{ч}}$ электроэнергии синхронным двигателем в компенсаторном режиме.

$$W_a = P \text{ч} * T = 80 * 0.1 * 2400 = 19200 \text{кВт/ч}$$

4. ЗАЩИТА ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Настоящим проектом предусмотрены следующие виды защиты на электрическое оборудование:

А) ЛЭП 10кВ питания насосной станции

Максимальная токовая защита от междуфазных коротких замыканий в двухфазном, двухрелейном исполнении. Защита предусмотрена на питающем конце линии п/ст 38/10кВ в ячейках ввода №6 и №9

Б) Понижающие трансформаторы СН35/0,4 и 10/0,4 кВ

Защита трансформаторов оттоков внешних и внутренних коротких замыканий осуществляется плавкими вставками(предохранителями) типа ПСН-35 и ПК-10

В) Синхронные высоковольтные электродвигатели

1. тактовая отсечка в 2х фазном и 2х релейном исполнении без выдержки времени, отстроенная от пусков J

2. Максимальная тактовая защита с выдержкой времени от нагрузок.

3. Защита линии И с выдержкой времени

4. Защита от однофазных замыканий на землю с действием на сигнал.

5. Защита от потери возбуждения.

Г) Н/в асинхронные электродвигатели

1. Защита от перегрузок- пускатели с тепловыми реле

2. Защита от короткого замыкания – предохранители и автоматы

Расчёт токов короткого замыкания

Исходные значение токов 3х фазного короткого замыкания на шинах 10кВ п/ст 35/10 кВ «насосная» взяты из проекта «Освоение новых земель на канале Ахангаран п/ст 35/10 кВ

$$I_{к.з \text{ макс}}=204 \text{ А}$$

$$I_{к.з \text{ мин}}=166 \text{ А}$$

При напряжении 11,5 кВ

Расчёт токов короткого замыкания произведён в именованных единицах двух режимов работы системы, с учётом подпитки от синхронных электро двигателей.

Поясняющая схема

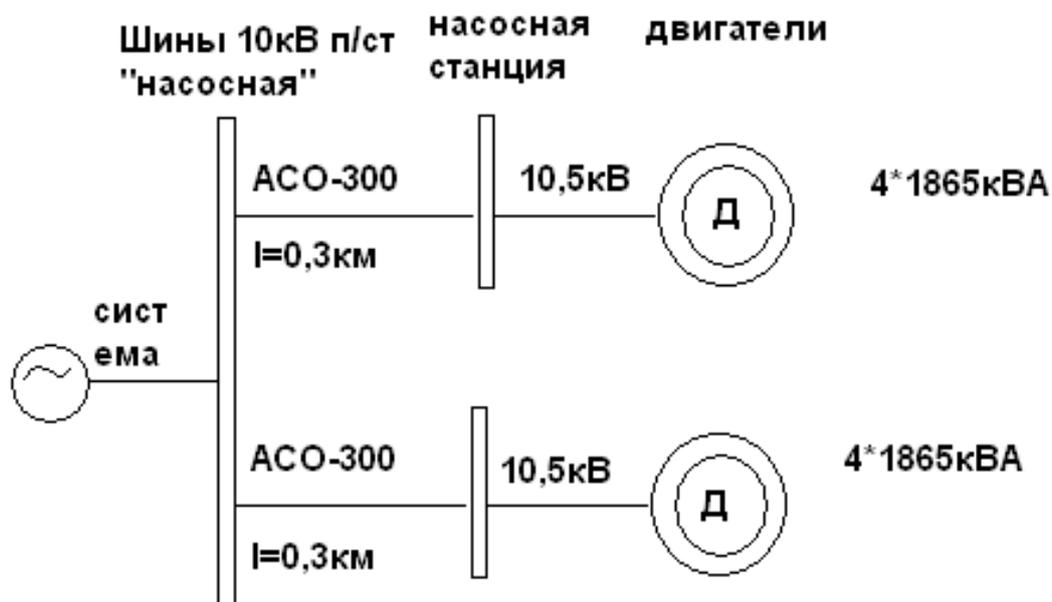
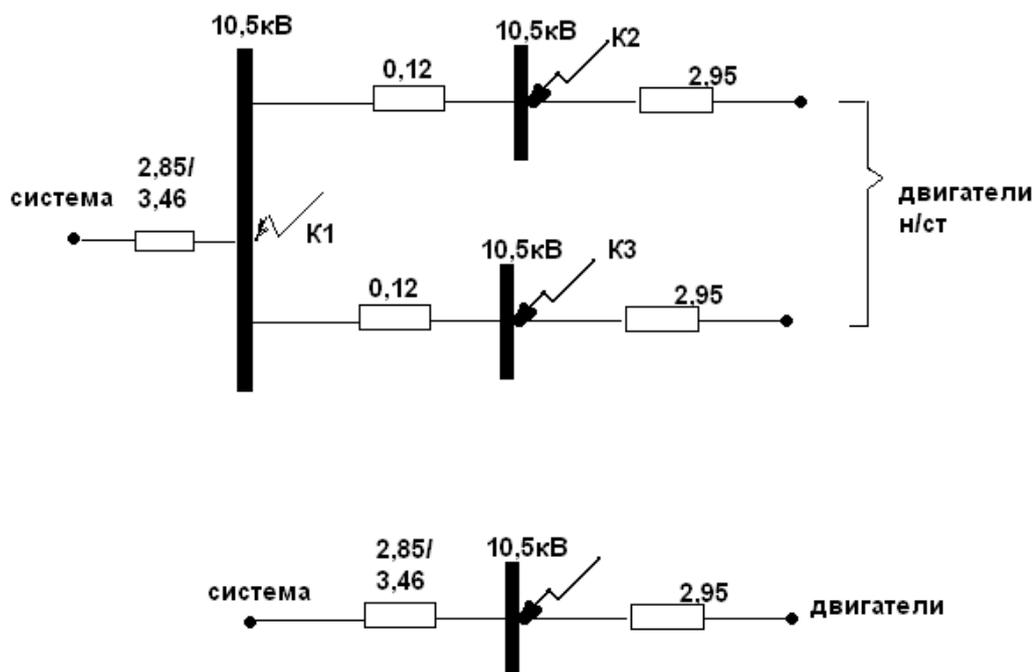


Схема замещения.

Поясняющая схема



Сопротивление на схеме замещения даны при $U=10,5\text{кВ}$.

Таблица 4.1.

Таблица расчётов токов короткого замыкания

Точка к.з	Место короткого замыкания	U	ΣZ	$I_{\text{ср}}$	$I_{\text{дв}}$	ΣI	I_y	I_y	$S_{\text{кз}}$
		кВ	А	А	А	А	А	А	А
K ₁	Шины 10,5кВ п/ст 35/10 «Насосная»	11,5		204/ 166					
K ₁	Шины 10,5кВ п/ст 35/10 «Насосная»	10,5	1,43/ 1,59	2230/ 1810	2030/ 2030	4260/ 3840	10900/ 9800	6480/ 5840	77,6/ 70
K ₂	Шины 10,5кВ Насосной станции	10,5	1,43/ 1,59	2230/ 1810	2030/ 2030	4260/ 3840	10900/ 9800	6480/ 5840	77,6/ 70

Проверка высоковольтной аппаратуры по току короткого замыкания

Проверка аппаратуры по режиму короткого замыкания заключается в том, что сравнивая каталожными данные динамической и термической устойчивости аппаратов с действительными предельными электродинамическими и термическими нагрузками в условиях максимальных токов короткого замыкания возможны в токе установки аппаратов.

Электродинамическая устойчивость аппарата в каталоге характеризуется максимальным допустимым током i_{\max} , он должен удовлетворять следующее условие:

$$i_{\max} \geq i_y^{(3)}$$

где: $i_y^{(3)}$ ударный ток 3х фазного короткого замыкания в месте установки аппарата.

$$i_y^{(3)} = k_y * \sqrt{2} * J^{N(3)}$$

где: $J^{N(3)}$ - макс. ток короткого замыкания

k_y - ударный коэффициент равный 1,6÷1,7

Термическая устойчивость аппаратуры характеризуется током 3х фазного к.з. установившегося значения. т.е

$$J_t^2 t \geq (J_{уст}^{(3)})^2 * t_{пр}$$

Где: J_t - ток термической устойчивости аппарата в течение короткого замыкания.

$t_{пр}$ проведенное (фиктивное) время короткого замыкания.

Приведённое время короткого замыкания зависит от соотношения между начальным значением периодической составляющей $J_{уст}^{(3)}$, а так же от фактического времени короткого замыкания отключаемого выключателем и предохранителем.

Для выключателей и разъединителей в каталогах обычно даётся десяти и пятисекундный ток термической устойчивости при этом формула 255 примет вид

$$(1) \quad I_{10} \geq I_{уст}^{(3)} \sqrt{\frac{t_{пр}}{10}}$$

$$(2) \quad I_5 \geq I_{уст}^{(3)} \sqrt{\frac{t_{нр}}{5}}$$

Максимальное значение токов короткого замыкания на шинах РУ-10кВ насосной станции

$$J^{N(3)} = 6,48 \text{ кА}$$

Минимальное значение

$$J_{уст}^{(3)} = 5,84 \text{ кА}$$

Следовательно, ударный ток

$$i_y^{(3)} = k_y * \sqrt{2} * J^{N(3)} = 1,6 * 1,41 * 6,48 = 10,9 \text{ кА}$$

Результаты расчётов сводим в таблицу.

Далее выполняем защиту отходящих линий 10кВ к насосной станции, высоковольтных кабелей, высоковольтных синхронных электродвигателей, трансформаторов СИЗ5/0,4 кВ и ТСН-10/0,4 кВ. а так же н/в асинхронных электродвигателей.

Выбор и проверка высоковольтного кабеля

Выбор сечения жил кабеля производится по номинальному напряжению, экономической плотности тока с последующей проверкой на потерю напряжения и допустимым токовым нагрузкам в аварийном режиме. Принятые сечения проверяются по условиям термической устойчивости токам короткого замыкания

1. Расчетный ток проходящий по кабелю

$$I_p = \frac{P_p}{U_n * \cos \varphi * \sqrt{3}} = \frac{1577 * 10^3}{1,73 * 10 * 0,9 * 10^3} = 102 \text{ А}$$

2. Найдём сечение кабеля по экономической плотности тока

$$S_k = \frac{J_p}{\gamma}, \text{ где}$$

$\gamma = 1,5$ плотность тока для кабелей с алюминиевыми жилами для районов Средней Азии

$$S_{эк} = 102 / 1,5 = 58 \text{ мм}^2$$

3. Найдём минимальное сечение кабеля по условиям устойчивости тока короткого замыкания

$$S_{\min} = \frac{I_{\infty}}{C} \sqrt{t_{\text{ср}}}, \text{ где}$$

$C=90$ - расстояние для кабеля с алюминиевыми жилами

$T_{\text{ср}}=0,7$ - фиктивное время протекания тока

I_{∞} - установившейся ток короткого замыкания

$$S_{\min} = \frac{4260}{90} \sqrt{0,7} = 40 \text{ мм}^2$$

Принимаем кабель марки ААШВ-10 сечением $3 \times 50 \text{ мм}^2$

ТСН – 35/0,4кВ и ТСН- 10/0,4 кВ

Защита силовых трансформаторов от внешних и внутренних коротких замыканий осуществляются плавкими предохранителями ПСН-35 и ПК- 10

Плавкая вставка на предохранителях выбирается из условия:

$$I_{\text{пл.вст}} \geq I_{\text{н}}, \text{ тогда}$$

1. Для тр-ров СН-35/0,4 кВ имеем:

$$I_{\text{н.тр}} = \frac{P}{U_{\text{н}} \sqrt{3}} = \frac{250}{1,73 \times 37} = 4 \text{ А}$$

Ток плавной вставки:

$$I_{\text{пл.вст}} = 1,5 \times 4 = 6 \text{ А}$$

Принимаем $I_{\text{пл.вст}} = 10 \text{ А}$

При коротком замыкании на стороне 37 кВ ток короткого замыкания в минимальном режиме равен

$$I_{\text{к}}^{(3)} = 20 \text{ А}$$

Плавкая вставка сгорает за время

$$t = 0,04 \text{ сек (мгновенно)}$$

Соответственно выполняем расчёт для ТСН -10/0,4 кВ

$$I_{\text{н.тр}} = \frac{P}{U_{\text{н}} \sqrt{3}} = \frac{160}{1,73 \times 10,5} = 8,7 \text{ А}$$

$$I_{\text{пл.вст}} = 1,5 \times 8,7 = 13 \text{ А}$$

принимаем

$$I_{пл.вст}=15 \text{ А}$$

По чувствительности реле прямого действия не подходит, принимаем реле косвенного действия типа РТ-40

Реле РТ-40 дополнительно устанавливаем в камерах КСО-266 электродвигателей.

Тогда

$$I_{ср}=1*1,5\frac{108*5,23}{30} = 28,4,$$

где: 1,5- коэффициент надёжности реле РТ-40

Принимаем установку реле 30А.

Ток срабатывания защиты

$$I_{с.з}=30*30=900 \text{ А}$$

Коэффициент чувствительности защиты

$$K_r=\frac{0,87*2230}{900} = 2,18$$

Что вполне удовлетворяет требованиям ПУЭ

Максимальная токовая защита с выдержкой времени от токов перегрузки, на реле с независимой от тока выдержкой времени РТ-82/1

Ток срабатывания реле равен

$$I_{ср}=K_c*K_n, \text{ где}$$

K_c - коэффициент схемы принят 1,73, т.к. реле включено на разность фазных токов

K_n - коэффициент надёжности для реле принят 1,2

K_v - коэффициент возврата принят 0,8

$$I_{ср}=1,73*1,2*\frac{108}{0,8*30}=9,35 \text{ А}$$

Принимаем реле типа РТ-82/1 с установкой по току 10А

Время действия защиты от перегрузки принимают равным или большим времени пуска электродвигателя. Время пуска электродвигателя составляет приблизительно 3Т.

где: Т- постоянная времени выбега ротора и равна

$$T = \frac{(GD_{\partial s}^2 + GD_n^2) * n^2}{364 * 3_{\partial s}}$$

где: $GD_{\partial s}^2$ - маховый момент двигателя, по паспорту завода момент ротора равен $4,7 \text{ мм}^2$.

GD_n^2 - номинальная мощность двигателя

n - Номинальное число оборотов в минуту, равное 750 об/мин

Подставляя значения в формулу, получим:

$$T = \frac{(4.7 + 0.47) * 750^2}{364 * 1600} = 5 \text{ сек}$$

И продолжительность пуска

$$T = 3T = 3 * 5 = 15$$

Принимаем, уставку по времени защиты от перегрузок 16 сек.

Защита минимального напряжения с выдержкой времени на реле прямого действия типа РНВ.

Уставка по напряжению принята $0,7U_n$ и по времени $t=0,5$ сек.

1. Защита электродвигателя от однофазных замыканий на землю, без выдержки времени с использованием трансформатора тока нулевой последовательности типа «ТКБ» с реле косвенного действия типа РТ40/2, при токе срабатывания реле 0, -1 А.

Защита выполнена с действием на сигнал.

2. Защита электродвигателя от асинхронного хода предусмотрена в шкафу «ТВУ»

Защита реагирует на наличие тока в цепи обмотки ротора.

В качестве индикатора переменной составляющей тока, в цепи ротора применён трансформатор тока типа «ТКФ», установленный в шкафу РУ-10кВ на вазе В». Значение переменной составляющей в цепи ротора зависит от загрузки и обычно составляет 0,15-0,3 номинального тока и выше.

Коэффициент трансформации зависит от частоты поведённого тока и от постоянной составляющей тока обусловленной возбуждением.

Согласно технической информации завод - изготовитель на двигатель, номинальный ток ротора составляет 311 А и принимая переменную составляющую $0,15-0,3 J_{н.р}$ находим, что пульсирующий ток в роторе может быть в пределах при асинхронном ходе

$$I_{\text{пульс.р}}=358\div 404 \text{ А}$$

Принимаем коэффициент трансформации равный $600/5=120$.

Далее, сигнал от датчика тока «МУ» в ТВУ поступает в систему управления. В результате срабатывает сигнальное реле «РУ-1», включается выходное реле защиты «РЗВ» и отключается масляный выключатель

3. В схему защиты дополнительно введена защита от потери возбуждения, выполненная на реле РТ-40/10 с $J_{срр}=4 \text{ А}$.

Низковольтный асинхронный двигатель

1. Защита от перегрузок осуществляется тепловым реле, встроенным в автоматические выключатели или магнитные пускатели.

2. Защита от токов, вызываемых коротким замыканием выполняемая плавкими предохранителями или автоматическими выключателями с комбинированными расцепителями.

$$I_{\text{мин}}=166\text{А}$$

При напряжении 11,5 кВ

Расчёт токов короткого замыкания произведён в именованных единицах двух режимов работы системы, с учётом подпитки от синхронных электродвигателей.

Поясняющая схема

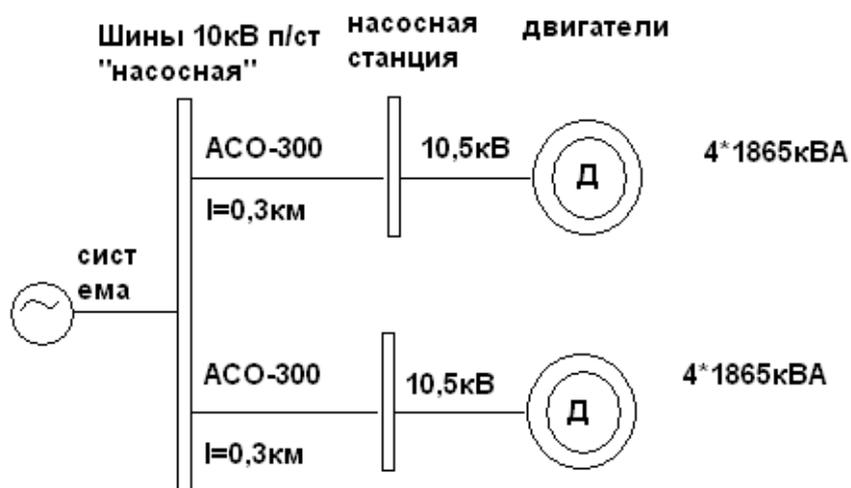
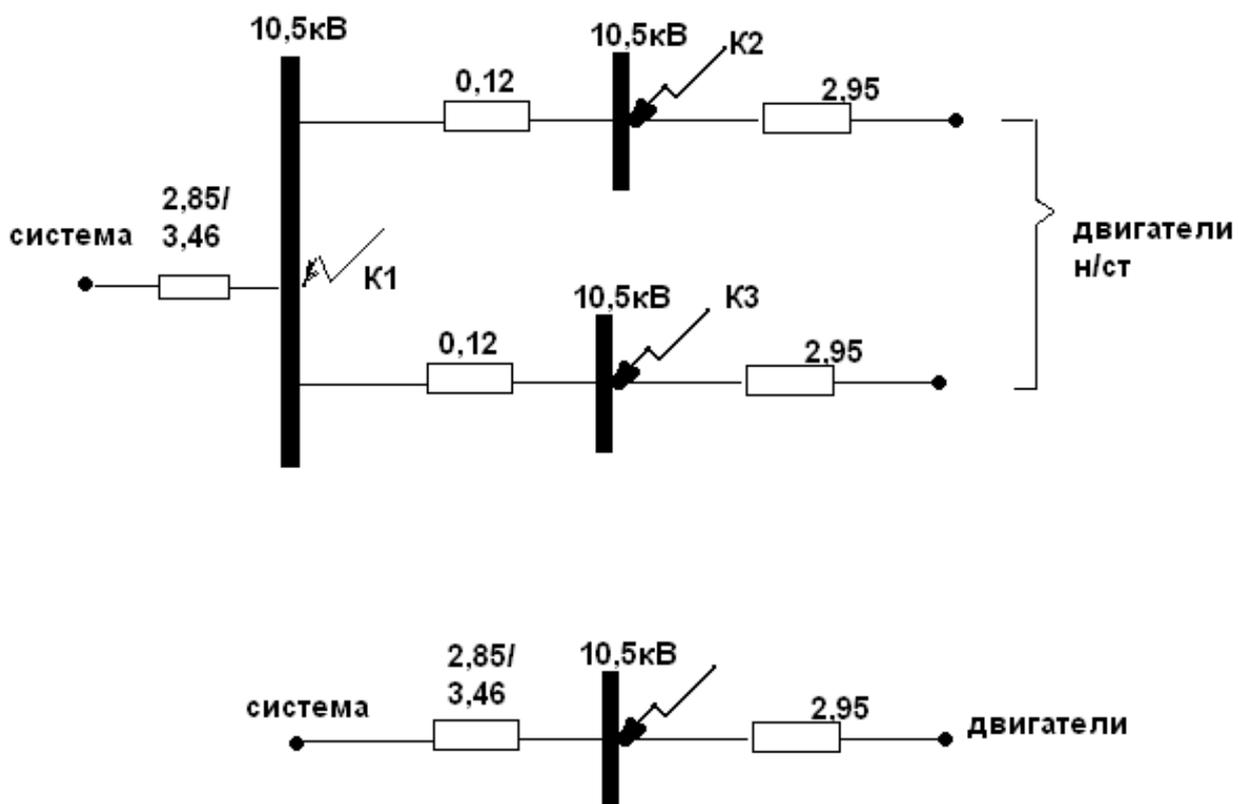


Схема замещения



Сопротивление на схеме замещения даны при $U=10,5\text{кВ}$.

Таблица расчётов токов короткого замыкания

Точка К.з	Место корот- кого замыкания	U кВ	ΣZ А	I_{cp} А	$I_{дв}$ А	ΣI А	I_y А	I_y А	$S_{кз}$ А
К ₁	Шины 10,5кВ п/ст 35/10 «Насосная»	11,5		204/ 166					
К ₁	Шины 10,5кВ п/ст 35/10 «Насосная»	10,5	1,43/ 1,59	2230/ 1810	2030/ 2030	4260/ 3840	10900/ 9800	6480/ 5840	77,6/ 70
К ₂	Шины 10,5кВ Насосной станции	10,5	1,43/ 1,59	2230/ 1810	2030/ 2030	4260/ 3840	10900/ 9800	6480/ 5840	77,6/ 70

Проверка высоковольтной аппаратуры по току короткого замыкания

Проверка аппаратуры по режиму короткого замыкания заключается в том, что сравнивая каталожными данные динамической и термической устойчивости аппаратов с действительными предельными электродинамическими и термическими нагрузками в условиях максимальных токов короткого замыкания возможны в токе установки аппаратов.

Электродинамическая устойчивость аппарата в каталоге характеризуется максимальным допустимым током i_{max} , он должен удовлетворять следующее условие:

$$I_{max} \geq I_y^{(3)}$$

где: $i_y^{(3)}$ ударный ток 3х фазного короткого замыкания в месте установки аппарата.

$$i_y^{(3)} = K_y * \sqrt{2} * I^{N(3)}$$

где: $I^{(3)}$ - макс.

Ток короткого замыкания

k_y - ударный коэффициент равный $1,6 \div 1,7$

Термическая устойчивость аппаратуры характеризуется током $3x$ фазного короткого замыкания установившегося значения. т.е

$$I_t^2 t \geq (J_{уст}^{(3)})^2 * t_{пр}$$

где: I_t -ток термической устойчивости аппарата в течение короткого замыкания(из каталога)

$t_{пр}$ проведенное (фиктивное) время короткого замыкания.

Приведённое время короткого замыкания зависит от соотношения между начальным значением периодической составляющей $I_{уст}^{(3)}$, а так же от фактического времени короткого замыкания отключаемого выключателем и предохранителем.

Для выключателей и разъединителей в каталогах обычно даётся десяти и пятисекундный ток термической устойчивости при этом формула 255 примет вид

$$(3) \quad J_{10} \geq I_{уст}^{(3)} \sqrt{\frac{t_{пр}}{10}} \quad (6.1)$$

$$(4) \quad J_5 \geq I_{уст}^{(3)} \sqrt{\frac{t_{пр}}{5}} \quad (6.2)$$

Максимальное значение токов короткого замыкания на шинах РУ-10кВ насосной станции

$$I^{N(3)} = 6,48 \text{ кА}$$

Минимальное значение

$$I_{уст}^{(3)} = 5,84 \text{ кА}$$

Следовательно, ударный ток

$$i_y^{(3)} = k_y * \sqrt{2} * J^{N(3)} = 1,6 * 1,41 * 6,48 = 10,9 \text{ кА}$$

Результаты расчётов сводим в таблицу.

Далее выполняем защиту отходящих линий 10кВ к насосной станции, высоковольтных кабелей, высоковольтных синхронных электродвигателей,

трансформаторов СИ35/0,4 кВ и ТСН-10/0,4 кВ, а так же н/в асинхронных электродвигателей.

Выбор и проверка высоковольтного кабеля

Выбор сечения жил кабеля производится по номинальному напряжению, экономической плотности тока с последующей проверкой на потерю напряжения и допустимым токовым нагрузкам в аварийном режиме. Принятые сечения проверяются по условиям термической устойчивости токам короткого замыкания.

4. Расчетный ток проходящий по кабелю

$$I_p = \frac{P_p}{U_n \cdot \cos \varphi \cdot \sqrt{3}} = \frac{1577 \cdot 10^3}{1.73 \cdot 10 \cdot 0.9 \cdot 10^3} = 102 \text{ А}$$

5. Найдём сечение кабеля по экономической плотности тока

$$S_k = \frac{j_p}{\gamma}, \quad (6.3)$$

где: $\gamma=1.5$ плотность тока для кабелей с алюминиевыми жилами для районов Средней Азии

$$S_{эк} = 102 / 1.5 = 58 \text{ мм}^2$$

6. Найдём минимальное сечение кабеля по условиям устойчивости тока короткого замыкания

$$S_{min} = \frac{I_{\infty}}{c} \sqrt{t_{ср}}, \quad (6.4)$$

где: $C=90$ - расстояние для кабеля с алюминиевыми жилами

$T_{ср}=0,7$ - фиктивное время протекания тока

I_{∞} - установившейся ток короткого замыкания

$$S_{min} = \frac{4260}{90} \sqrt{0.7} = 40 \text{ мм}^2$$

Принимаем кабель марки ААШВ-10 сечением $3 \cdot 50 \text{ мм}^2$

ТСН – 35/0,4кВ и ТСН- 10/0,4 кВ

Защита силовых трансформаторов от внешних и внутренних коротких замыканий осуществляются плавкими предохранителями ПСН-35 и ПК- 10.

Плавкая вставка на предохранителях выбирается из условия :

$I_{пл.вст} \geq I_n$, тогда

7. Для трансформаторов СН-35/0,4 кВ имеем:

$$I_{н.тр} = \frac{p}{U_n \sqrt{3}} = \frac{250}{1.73 \cdot 37} = 4 \text{ А}$$

Ток плавной вставки:

$$I_{пл.вст} = 1,5 \cdot 4 = 6 \text{ А}$$

Принимаем $I_{пл.вст} = 10 \text{ А}$

При коротком на стороне 37 кВ ток короткого замыкания в минимальном режиме равен

$$I_k^{(3)} = 20 \text{ А}$$

Плавкая вставка сгорает за время

$$t = 0.04 \text{ сек (мгновенно)}$$

8. Соответственно выполняем расчёт для ТСН -10/0,4 кВ

$$I_{н.тр} = \frac{p}{U_n \sqrt{3}} = \frac{160}{1.73 \cdot 10,5} = 8,7 \text{ А}$$

$$I_{пл.вст} = 1,5 \cdot 8,7 = 13 \text{ А}$$

принимаем

$$I_{пл.вст} = 15 \text{ А}$$

По чувствительности реле прямого действия не подходит, принимаем реле косвенного действия типа РТ-40

Реле РТ-40 дополнительно устанавливаем в камерах КСО-266 электродвигателей.

Тогда

$$I_{ср} = 1 \cdot 1,5 \frac{108 \cdot 5,23}{30} = 28 \text{ А, где}$$

1,5- коэффициент надёжности реле РТ-40

Принимаем установку реле 30А.

1. Ток срабатывания защиты

$$I_{с.з} = 30 \cdot 30 = 900 \text{ А}$$

Коэффициент чувствительности защиты

$$K_r = \frac{0,87 \cdot 2230}{900} = 2,18$$

Что вполне удовлетворяет требованиям ПУЭ

2. Максимальная токовая защита с выдержкой времени от токов перегрузки, на реле с независимой от тока выдержкой времени РТ-82/1

Ток срабатывания реле равен

$$I_{cp} = K_c * K_n * \frac{I_p}{K_v * \Pi_{TT}}, \text{ где}$$

K_c - коэф. схемы принят 1,73, т.к. реле включено на разность фазных токов

K_n - коэффициент надёжности для реле принят 1,2

K_v - коэффициент возврата принят 0,8

$$I_{cp} = 1,73 * 1,2 * \frac{108}{0,8 * 30} = 9,35 \text{ А}$$

Принимаем реле типа РТ-82/1 с установкой по току 10А

Время действия защиты от перегрузки принимают равным или большим времени пуска электродвигателя. Время пуска электродвигателя составляет приблизительно 3Т.

Где Т- постоянная времени выбега ротора и равна

$$T = \frac{(GD_{дв}^2 + GD_n^2) * n^2}{364 * 3_{дв}}, \text{ где}$$

$GD_{дв}^2$ - маховый момент двигателя, по паспорту завода момент ротора равен 4,7мм².

GD_n^2 - номинальная мощность двигателя

n- Номинальное число оборотов в минуту, равное 750 об/мин

Подставляя значения в формулу, получим:

$$T = \frac{(4,7 + 0,47) * 750^2}{364 * 1600} = 5 \text{ сек}$$

И продолжительность пуска

$$T = 3T = 3 * 5 = 15$$

Принимаем, уставку по времени защиты от перегрузок 16 сек.

9. Защита минимального напряжения с выдержкой времени на реле прямого действия типа РНВ.

Уставка по напряжению принята $0,7U_n$ и по времени $t=0,5$ сек.

10. Защита электродвигателя от однофазных замыканий на землю, без выдержки времени с использованием трансформатора тока нулевой последовательности типа «ТКБ» с реле косвенного действия типа РТ40/2, при токе срабатывания реле 0,1 А.

Защита выполнена с действием на сигнал.

11. Защита электродвигателя от асинхронного хода предусмотрена в шкафу «ТВУ»

Защита реагирует на наличие тока в цепи обмотки ротора.

В качестве индикатора переменной составляющей тока, в цепи ротора применён трансформатор тока типа «ТКФ», установленный в шкафу РУ-10кВ на базе В». Значение переменной составляющей в цепи ротора зависит от загрузки и обычно составляет 0,15-0,3 номинального тока и выше.

Коэффициент трансформации зависит от частоты поведённого тока и от постоянной составляющей тока обусловленной возбуждением.

Согласно технической информации завод-изготовитель на двигатель, номинальный ток ротора составляет 311 А и принимая переменную составляющую $0,15-0,3 J_{н.р}$ находим, что пульсирующий ток в роторе может быть в пределах при асинхронном ходе

$$I_{\text{пульс.р}} = 358 \div 404 \text{ А}$$

Принимаем коэффициент трансформации равный $600/5=120$.

Далее, сигнал от датчика тока «МУ» в ТВУ поступает в систему управления. В результате срабатывает сигнальное реле «РУ-1», включается выходное реле защиты «РЗВ» и отключается масляный выключатель

12. В схему защиты дополнительно введена защита от потери возбуждения, выполненная на реле РТ-40/10 с $J_{срр}=4$ А.

Низковольтный асинхронный двигатель

Защита от перегрузок осуществляется тепловым реле, встроенным в автоматические выключатели или магнитные пускатели.

Защита от токов, вызываемых коротким замыканием выполняемая плавкими предохранителями или автоматическими выключателями с комбинированными расцепителями.

Месячные выключатели вводов используются только для коммутационных переключений.

5. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Охрана труда - это система мероприятий, обеспечивающих для жизни и здоровья трудящихся условия выполнения работ. Она включает в себя законодательные мероприятия, технику безопасности и производственную санитарю.

Техника безопасности представляет собой систему технических средств и приёмов работы, обеспечивающих безопасность работы.

Производственная санитария - это совокупность практических мероприятий по устройству, оборудованию и содержанию предприятий, гарантирующих сохранение здоровья как их работников, так и населения в окружающей местности.

С охраной труда тесно связана пожарная профилактика и молниезащита.

Общий обзор безопасность жизнедеятельности на насосной станции

Электрическая часть, автоматизация и связь разработаны в соответствии с требованиями СНиП «правила устройства электроустановок» ПУЭ, «правила технической эксплуатации и техники безопасности» ПТБ.

Согласно ПУЭ все проектируемые помещения насосных сооружений классифицируются следующим образом:

№	Наименование Здания, помещения или электрооборудования	Классификация помещения		Примечание
		Степень поражения эл. током	По характеру окр. среды	
1	Машинный зал	Повышенной	влажные	

		опасности		
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:

1. 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 предусматривается 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.

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

$$\rho = 1 \cdot 10^4 \text{ ом} \cdot \text{см}$$

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

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

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

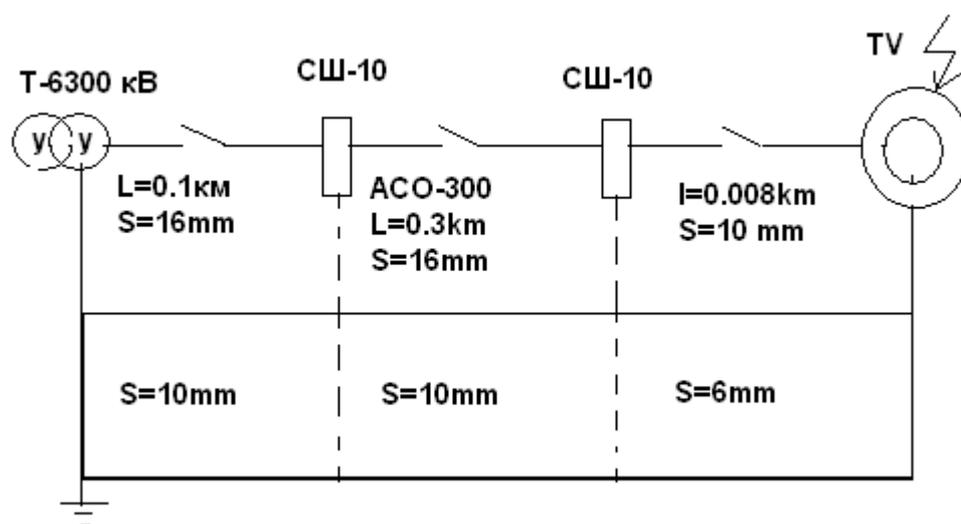
Примечание:

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

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

3. 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 срабатывания защитных аппаратов при однофазном коротком замыкании



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

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

$Z_{\text{тр}} = 0,21 \text{ Ом}$

$Z_{1\text{уч}} = 1,92 \text{ Ом}$

$Z_{2\text{уч}} = 12,7 \text{ Ом}$

$$Z_{3yч} = 17,2 \text{ Ом}$$

$$Z_1 = Z_{1yч} * 1 = 1,92 * 0,01 = 0,0192 \text{ Ом}$$

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

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

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

$$I_{K3} = \frac{U_{\phi}}{\frac{Z_{TP}}{3} + Z_H} = 41,7 \geq 30 \text{ Ом}$$

6. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Принимаем конденсаторную батарею ККУ-0,38-5 для повышения коэффициента мощности в поливной период.

Номинальная мощность- $Q_n=280$ квар

Цена $K_1=2965000*2 = 393000$ сум

Определяем сэкономленную электроэнергию за 1 год с применением конденсаторных батарей.

$W_{кб}=K_{ac} * Q_n * T=0,07 * 80 * 2400=13440$ кВт/ч

1кВт/чесли принимать по 83,6 сум сэкономим за 1 сезон:

$\mathcal{E}_1=W_{кб} * T * H=13440 * 83,6 = 1123584$

В неполивной период можно сэкономить электроэнергию, применяя моторы как компенсаторы. По рекомендации при создании соответствующих условий, максимальное уменьшение составит 30%.

$\Delta \mathcal{E} = 0,3 * 83,6 = 25,08$

Значит, в отключённый период расход составляет $83,6-18,66=64,94$.

Определяем потребляемую энергию в ремонтный период. В качестве компенсатора потребляет синхронная машина.

$W_{ак}=192,000$ кВт/ч

Потраченные на него дополнительные средства

$K_2=192000,0 * 83,6 = 160512,0$

Учитывая вырабатываемую в систему синхронной машиной в течении 100дней реактивную мощность определяем цену электроэнергии

$\mathcal{E}_2=19200 * 44,08 = 8463360$ сум

Применяя приведённые выше меры вместе с дополнительно расходуемыми капиталовложениями определяем сроки за которые они окупятся

$$\Delta T = \frac{k_1+k_2}{\mathcal{E}_1+\mathcal{E}_2} = \frac{5930000+846339=6776336}{835968+8463360=9299328} = 0,73$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной квалификационной выпускной работе проделан анализ системы энергоснабжения насосной станции “Ахангаран-1” Ташкентской области с разработкой регулируемого электропривода. Приводится выбор электрооборудования.

Приведены результаты расчётов электрических сетей силового оборудования и расчёта электрического освещения. Разработаны мероприятия по энергосбережению на насосной станции. Рассматриваются вопросы защиты высоковольтного оборудования. Приведены схемы регулируемого электропривода на насосной станции.

По результатам технико-экономических показателей можно сделать вывод, что вариант выгоднее существующего.

Внедрение автоматизации во все процессы технологического цикла, начиная с включения насосного агрегата, его защита, отключение и другие, повышает надёжность работы и защиты синхронных электродвигателей, увеличивает безопасность труда, повышает производительность труда.

Насосная станция окупается за 2,6 года, коэффициент эффективности возрастает до 0,385.

Таким образом, несмотря на некоторое увеличение расхода на электроэнергию, проектирование насосных станций данного типа - целесообразно, а строительство выгодно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. И.А.Каримов «Мировой финансово – экономический кризис, пути и меры по его преодолению в условиях Узбекистана»-Т., Узбекистан, 2009 г.
2. М.М. Гуторов «Основы светотехники и источники света» -М., Энергия, 1983г.
3. Правила пользования электрической и тепловой энергии.1981г.
4. И.Ф. Бородин, М.Н. Недилько «Автоматизация технологических процессов»- М., Агропромиздат, 1986г.
5. Б.Т. Шаповалов «Электрооборудование насосных станций»-М., Высшая школа, 1984 г.
6. А.А. Пястолов «Практикум по монтажу, эксплуатации и ремонту электрооборудования»-М., Агропромиздат, 1986г.
7. Правила устройства электроустановок (ПУЭ)- М., Энергия, 1986 г.
8. Ф. Ф Карпов, В.Н Козлов «Справочник по расчету проводов и кабелей»- М., Энергия, 1986 г.
9. М.М Флоринский, В.В Рычагов «Насосы и насосные станции»- М., Колос, 1975 г.
10. И.И Мартыненко, Л.П Тищенко “Курсовое и дипломное проектирование по комплексной электрификации и автоматизации” М., Колос, 1978 г.
11. А.Д. Кораблёв «Экономия энергоресурсов в сельском хозяйстве»- М., Агропромиздат, 1987 г.
12. Г.М Кноринг « Справочник по проектированию электрического освещения» -М., Энергия 1968г.
13. “ПТЭ и ПТБ при эксплуатации электроустановок потребителей”- М., Энергия, 1983г.
14. Л.М Пиотровский «Электрические машины»-М., Энергия, 1984 г.
15. Н.Р. Нейфольд «Заземление защитные меры электробезопасности»- М., Энергия, 1993 г.
16. А.В. Луковников « Охрана труда» -М., Агропромиздат, 1983 г.

Приложения