

Научная статья

Original article

УДК 631.152



**РАЗРАБОТКА СХЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ МОЛОЧНОГО
ЗАВОДА В СЕЛЕ ДЕБДИРГЭ ТАТТИНСКОГО УЛУСА**

**DEVELOPMENT OF A POWER SUPPLY SCHEME FOR A DAIRY PLANT IN
THE VILLAGE OF DEBDIRGE OF TATTINSKY ULUS**

Кокиева Галия Ергешевна, доктор технических наук, декан Инженерного факультета ФГБОУ ВО «Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Р. Филиппова» (670024, Республика Бурятия, город Улан-Удэ, ул. Пушкина, д.8), Профессор кафедры «Информационные и цифровые технологии» ФГБОУ ВО Арктический агротехнологический университет (677007, Республика Саха (Якутия), г.Якутск, шоссе Сергеляхское, 3 км., дом.3,), тел. 8-924-8-66-537, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3447-1911>, kokievagalia@mail.ru

Каримов А.Е., студент Инженерного факультета ФГБОУ ВО Арктический агротехнологический университет (677007, Республика Саха (Якутия), г.Якутск, шоссе Сергеляхское, 3 км., дом.3,), тел. 8-924-8-66-537, ORCID: <http://orcid.org/>, ArhanVR@mail.ru

Kokieva Galiya Ergeshevna, Doctor of Technical Sciences, Dean of the Faculty of Engineering, Buryat State Agricultural Academy. V.R. Filippova (670024, Republic of Buryatia, Ulan-Ude, Pushkina st., 8), Professor of the Department of Information and Digital Technologies, Arctic Agrotechnological University (677007, Republic of

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

Sakha (Yakutia), Yakutsk, Sergelyakhskoe Highway , 3 km., house 3,), tel. 8-924-8-66-537, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3447-1911> , kokievagalia@mail.ru

Karimov A.E., student of the Faculty of Engineering, FSBEI HE Arctic Agrotechnological University (677007, Republic of Sakha (Yakutia), Yakutsk, Sergelyakhskoe highway, 3 km., house 3, tel. 8-924-8-66-537, ORCID: <http://orcid.org/> , ArhanVR@mail.ru

Аннотация. Удельный вес промышленности и строительства в общем электробалансе нашей страны составляет около 68%, поэтому вопросам электроснабжения промышленных предприятий придается большое значение. Для их успешного разрешения учеными, инженерами, научноисследовательскими и проектно-монтажными организациями разработаны и практически осуществлены технически наиболее совершенные системы распределения электроэнергии, сконструированы комплектные распределительные устройства и трансформаторные подстанции, осуществлена система разукрупнения цеховых подстанций, максимально приближены высоковольтные распределительные пункты непосредственно к местам потребления электроэнергии. Однако задачи развития промышленности предусматривают повышение уровня проектно-конструкторских разработок, внедрение и рациональную эксплуатацию высоконадежного оборудования, снижение непроизводительных расходов электроэнергии при её передаче, распределении и потреблении. Усложнение и развитие структуры систем электроснабжения, растущие требования к экономичности и надёжности их работы в сочетании с изменяющейся структурой и характером потребителей электроэнергии, широкое внедрение устройств управления распределением и потреблением электроэнергии на базе современной вычислительной техники ставят требования владения навыками и способами решения инженерных задач, и практическим применением теоретических знаний. Актуальность данной темы заключается в том, что данное производство нуждается в расширении, в данном

случае отдельном молочном заводу. А это значит, что новый завод нуждается в надежном и бесперебойном электроснабжении.

Annotation. The share of industry and construction in the total electrical balance of our country is about 68%, therefore, great importance is attached to the issues of power supply to industrial enterprises. For their successful resolution, scientists, engineers, scientific research and design and installation organizations have developed and practically implemented technically the most advanced power distribution systems, complete switchgear and transformer substations have been constructed, a system of unbundling shop substations has been implemented, high-voltage distribution points are as close as possible directly to the places of electricity consumption. However, the tasks of industrial development include increasing the level of design developments, the introduction and rational operation of highly reliable equipment, reducing unproductive electricity costs during its transmission, distribution and consumption. The increasing complexity and development of the structure of power supply systems, the growing requirements for the efficiency and reliability of their operation in combination with the changing structure and nature of electricity consumers, the widespread introduction of power distribution and consumption management devices based on modern computing technology place demands on the skills and methods of solving engineering problems, and the practical application of theoretical knowledge. The relevance of this topic lies in the fact that this production needs to be expanded, in this case to a separate dairy plant. This means that the new plant needs reliable and uninterrupted power supply.

Ключевые слова: распределительные пункты, трансформаторные подстанции, проект, технологический процесс.

Keywords: distribution points, transformer substations, project, technological process

Введение

Молоко подвергается очищению и разделению на два продукта на сливки и обезжиренное молоко на сепараторахмолокоочистителях. В процессе

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

производства обезжиренное молоко направляется на пастеризацию при температуре 80°C в пластинчатых или трубчатых пастеризационно-охладительных установках.

Охлаждение молока. Далее молочную массу следует охладить до температуры заквашивания (около 30°C). Для получения кисломолочного молока требуется кислота, которая образуется биохимическим способом, а именно за счет влияния культуры микроорганизмов.

Закваска. После подогрева молочной массы в продукт добавляется закваска, далее следует образование сгустка. Сгусток разрезают на кубики, приблизительные размеры которых составляют 20x20x20 см.

Самопрессование. После этого их оставляют на 1 час для того, чтобы отделилась сыворотка (сливают из ванны) и возрос уровень кислотности. Сами кубики помещают в лавсановые мешки, причем заполняют их чуть больше половины. Завязывание и укладывание в ванну происходит с целью самопрессования. Подобный процесс также можно осуществлять в пресс-тележке или же на установке УПТ для прессования и охлаждения творога. Или как на предоставленном оборудовании в прессе для отделения сыворотки. Молоко транспортируется на ленточном транспортере и подается на фасовочные автоматы. На рисунке у представлен технологический процесс производства молока

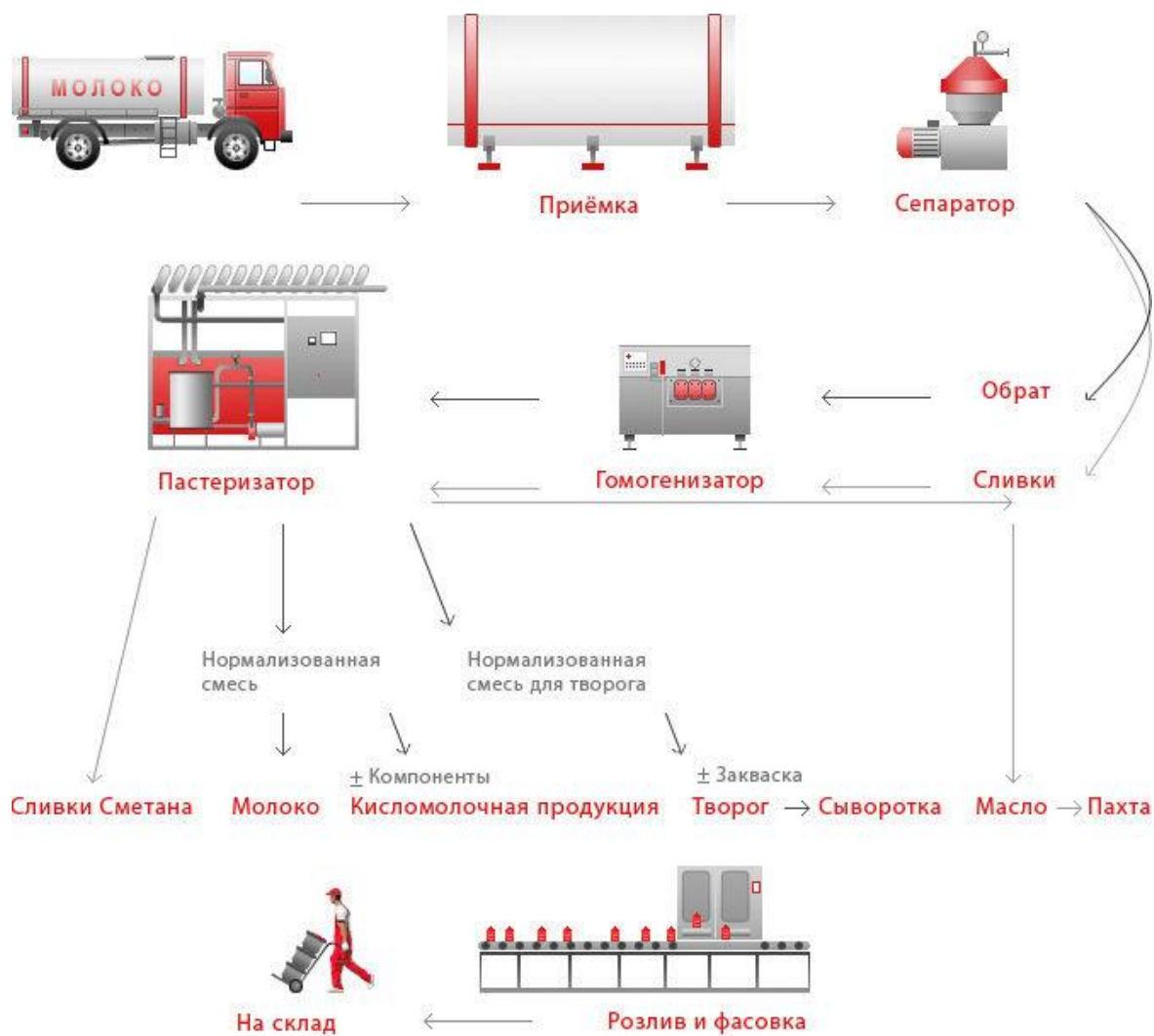


Рисунок 1. Этапы технологического процесса производства молока



Рисунок 2. Линия для производства молока классического рассыпчатого, описание и характеристика оборудования

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

В таблице 1 приведены данные комплекты предназначены для приемки, учета и фильтрации молока в потоке

| №п/п | Состав комплекта |
|------|--|
| 1 | молочный центробежный насос |
| 2 | герметичная емкость с поплавковым устройством для обезгаживания молока |
| 3 | электромагнитный счетчик молока |
| 4 | фильтр с картриджем из нержавеющей сетки |
| 5 | комплект трубопроводов |
| 6 | общий пульт управления |
| 7 | единый несущий каркас |

*Линия выполнена полностью из пищевой нержавеющей стали
Устройство комплекта*

Комплект оборудования для учета и фильтрации состоит из рамы, насоса центробежного, бака уравнительного, клапана обратного, счетчика-расходомера, стойки, блока управления, трубопровода, шланга и фильтра. Все компоненты оборудования собираются на раме. Рама оснащена опорами, позволяющими отрегулировать горизонтальное положение рамы, а вместе с ней счетчика-расходомера при установке. Счетчик-расходомер электромагнитный закреплен на раме с помощью скоб. На стойке с помощью хомутов крепится фильтр. Насос центробежный и бак уравнительный, установленные на раме, соединены между собой шлангом. Бак уравнительный соединен со счетчиком-расходомером с помощью трубопровода через клапан обратный. Фильтр установлен на выходе счетчика-расходомера. Для нормальной работы счетчика-расходомера выходной трубопровод направлен отводом вверх. Клапан обратный служит для предотвращения обратного потока молока при выключении насоса центробежного. Рама оборудования оснащена болтом заземления. Для управления оборудованием используется блок управления, установленный на стойке. Принцип работы оборудования заключается в следующем.

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

Приемная емкость, куда сливается молоко от молоковозов, соединяется с помощью шланга с насосом центробежным. При включении насоса центробежного молоко поступает в бак уравнивательный. В баке уравнительном происходит обезгаживание молока и формирование обезгаженного потока молока в трубопроводах. Отделенный от молока воздух выпускается из бака уравнивательного с помощью клапана отвода воздуха. После бака молоко через обратный клапан поступает в счетчик-расходомер, где происходит его учет, а затем в фильтр, где молоко проходит предварительную очистку. В конце работы в баке уравнительном, в трубопроводе и в фильтре остаётся молоко, которое вытесняется подачей воды на вход насоса центробежного.

Основная часть

Проектирование системы электроснабжения молочного завода

Электрические нагрузки сетей 0,4 кВ будут определены путем суммирования расчетных нагрузок на вводе потребителей учитывая коэффициент одновременности, отдельно для вечернего и дневного максимума.

Определение расчетной нагрузки освещения

На территории молочного завода есть зона с тротуарами с переходными типами покрытий и с асфальтобетонными шириной проезжей части 4-5 м (средняя норма освещенности составляет 4лк). Для освещения территории около завода категории «В», будем использовать светодиодный светильник «Sveteco 96» (рисунок 3), которые будут питаться от сети напряжением 220В, рабочим током светодиодов 350мА, потребляемой мощностью 40 Вт.



Рисунок 3– Светодиодный светильник «Sveteco 96»

Для освещения рабочих мест, лестничных площадок, холлов здания цеха категории «А», будут использованы светодиодные светильники «Sveteco 24» (рисунок 4), питающиеся от сети напряжением 220В, рабочим током светодиодов 150мА, потребляемая мощностью их составляет 24Вт. Для освещения территории светильники будут расположены на фасаде здания завода, а светильники, которые внутри помещения, их монтаж будет произведен на потолке. Для освещения рабочих мест, лестничных площадок, холлов здания цеха категории «А», будут использованы светодиодные светильники «Sveteco 24» (рисунок 5), питающиеся от сети напряжением 220В, рабочим током светодиодов 150мА, потребляемая мощностью их составляет 24Вт. Для освещения территории светильники будут расположены на фасаде здания цеха, а светильники, которые внутри помещения, их монтаж будет произведен на потолке.

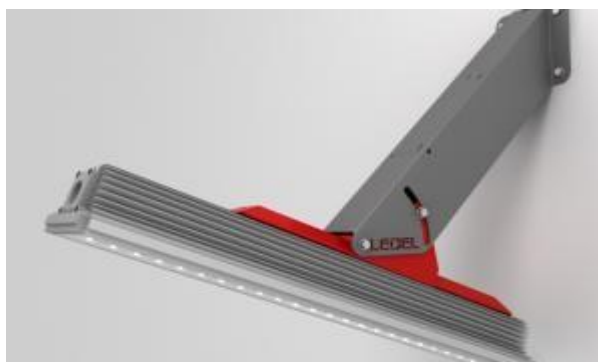


Рисунок 4– Светодиодный светильник «Sveteco 24»

Расчет электрических нагрузок молочного завода

Для участков линии 0,4 кВ к которым присоединены разнородные потребители, или же нагрузка на вводах у этих потребителей отличается более чем в 4 раза, то суммирование необходимо выполнять с использованием метода надбавок:

$$P = P_{\text{наиб}} + \Delta \sum P_i, \text{ кВт} \quad (1)$$

где $P_{\text{наиб}}$ - максимальная активная нагрузка из числа всех сходящихся нагрузок потребителей, кВт;

ΔP_i - добавка к максимальной нагрузке от активной нагрузки, промежуточные ее значения можно найти с использованием метода интерполяции.

Сумма наибольшей нагрузки завода с учетом уличного и внутреннего освещения в вечерний максимум, будет равна:

$$\sum S_{\text{max}} = \sum S_{\text{веч}} + S_{\text{св}} \quad (2)$$

$\sum S_{\text{max}} = 135,14 + 6,12 + 3,56 / 0,97 = 144,76$ кВА, где $S_{\text{осв}}$ - общая нагрузка на освещение (внутреннего и наружного), кВА; $S_{\text{веч}}$ - общая нагрузка на технологическое оборудование, кВА.

В данном подразделе произведен расчет электрических нагрузок творожного цеха, а также суммарная нагрузка всех электроприемников цеха которая согласно проведенным расчетам составила 144,76 кВА. Этот показатель мощности нужно учитывать при выборе защитных аппаратов проектируем системы электроснабжения и распределительной сети 0,4 кВ. Для выбора силовых трансформаторов в ТП (трансформаторной подстанции)

будет использоваться полную проектную мощность молочного завода 144,76 кВА.

Выбор числа и мощности трансформаторов на трансформаторной подстанции

При выборе мощности и числа силовых трансформаторов, установленных в ТП, этот выбор должен быть технически обоснован, так как этот выбор оказывает большое влияние на рациональное построение системы и схемы электроснабжения молочного завода.

При выборе трансформаторов учитываются допустимая их перегрузка при аварии согласно ПУЭ (правила устройства электроустановок) и предшествовавшая недогрузка трансформатора до аварии, определенная по расчету или замеру для работающих трансформаторов.

Для каждой технологической группы трансформаторов на участке электропотребления одной и той же мощности минимальное их число, которое нужно для питания максимальной расчетной активной нагрузки находится по формуле:

$$N_T = \frac{S_p}{K_3 * S_{ном}} \quad (3)$$

Где k_3 - коэффициент загрузки трансформаторов, который равен: 0,65 – 0,7 при преобладании потребителей первой категории по надежности электроснабжения; 0,75 – 0,85 при преобладании потребителей второй и третьей категории по надежности электроснабжения; 0,9 – 0,95 при однострансформаторных ТП и потребителей третьей по надежности электроснабжения; $S_{ном}$ - номинальная мощность трансформаторов, кВА; S_p – полная проектная мощность, кВА.

Значение числа трансформаторов, которое получено в результате расчетов, необходимо округлить до ближайшего целого числа и определить реальный коэффициент загрузки трансформаторов при нормальном режиме работы:

$$K_{з.ф} = \frac{S_p}{N_T \cdot S_{НОМ}} \quad (4)$$

Параметры выбранных трансформаторов на ТП указаны в таблице 2.

Таблица 2 – Технические данные трансформаторов на трансформаторной подстанции завода.

| Тип трансформатора | $S_{НОМ. Т}$, кВ.А | $U_{ВН}$, кВ | $U_{НН}$, кВ | u_k , % | ΔP_x , кВт | ΔP_k , кВт | $I_{ХХ}$, % |
|--------------------|---------------------|---------------|---------------|-----------|--------------------|--------------------|--------------|
| ТМЗ-100/10 | 100 | 10 | 0,4 | 5,5 | 3,85 | 23,5 | 1,0 |

Расчёт потерь мощности в трансформаторах на ТП завода

Для расчета потерь в трансформаторах используются их паспортные данные, которые указаны в таблице 3. Потери активной мощности в трансформаторах на Т-1, и Т-2 молочного завода ΔP_T , кВт:

$$\Delta P_{ТП} = N_T (\Delta P_{ХХ} + K_{з.ф} * \Phi_2 * \Delta P_{КЗ}) \quad (5)$$

Где $\Delta P_{ХХ}$ – потери ХХ (холостого хода) трансформатора, кВт; $\Delta P_{КЗ}$ – потери КЗ трансформатора, кВт;

N_T – количество трансформаторов на ТП, шт;

$K_{з.ф.}$ – фактический коэффициент загрузки трансформатора, о.е.

Для ТП завода: $\Delta P_T = 2 \cdot (3,85 + 0,59^2 \cdot 23,5) = 24,06$ кВт.

Потери реактивной мощности в трансформаторах ΔQ_T , кВар:

Результаты расчёта потерь мощности в трансформаторах на ТП молочного завода сведены в таблицу 3.

| № ТП | Тип тр-ра | $S_{Т.НОМ.}$, кВ.А | $\Delta P_{Х.Х.}$, кВт | $\Delta P_{К.З.}$, кВт | u_k , % | i_0 , % | n , шт | $K_{з.ф}$ | ΔP_T , кВт | ΔQ_T , кВар |
|--------|------------|---------------------|-------------------------|-------------------------|-----------|-----------|----------|-----------|--------------------|---------------------|
| Т-1 | ТМЗ-100/10 | 100 | 3,85 | 23,5 | 5,5 | 1,0 | 2 | 0,49 | 23,43 | 135,64 |
| Т-2 | ТМЗ-100/10 | 100 | 3,85 | 23,5 | 5,5 | 1,0 | 2 | 0,5 | 24,06 | 145,12 |
| Итого: | | | | | | | | | 47,49 | 280,76 |

Выбор схемы электроснабжения завода

Схема распределительного устройства НН должна учитывать собственные нужды: освещение, отопление, вентиляцию.

При составлении электрической схемы ТП (рисунок 5) целесообразно ориентироваться на схемы комплектных трансформаторных подстанций (КТП), выпускаемых различными производителями и широко применяемых в настоящее время. Соответствующая информация содержится в документах, размещённых на сайтах производителей.

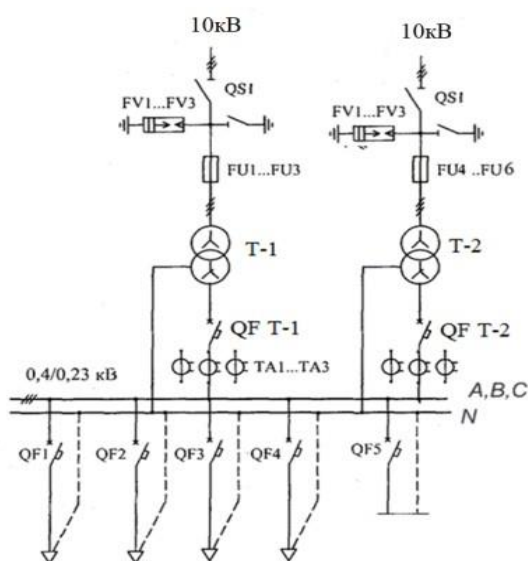


Рисунок 5. Схема подключения трансформаторной подстанции 10/0,4 кВ: FV - разрядник; QS - разъединитель; FU1 - FU6 - предохранители; T - понижающий трансформатор; QF T-1, T-2 - вводные автоматы; QF-1 - QF-4 - автоматы отходящих линий; QF-5 - секционный автомат автоматы; ТА - трансформаторы тока; A, B, C и N - фазы и нейтраль РУ - 0,4кВ

Комплектная двухтрансформаторная подстанция тупиковая (КТП) (рисунок 6) с воздушным вводом 10кВ позволяет устанавливать трансформатор мощностью до 1000 кВА. Подстанция состоит из вводного устройства 10кВ, и РУ 0,4кВ. Силовой трансформатор монтируется на салазках рамы под шкафом предохранителей высокого напряжения. Изоляторы трансформатора закрываются кожухом, закрепленным за заднюю стенку РУ 10кВ. Разрядники напряжением 10кВ крепятся снаружи к верхней части шкафа. Рядом с силовым трансформатором устанавливается шкаф

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

низкого напряжения. Разъединитель монтируется на концевой опоре питающей ВЛ. На стороне 10кВ предусмотрена блокировка, не позволяющая открыть двери шкафа высокого напряжения без отключения главного рубильника и включения заземляющих ножей разъединителя в сторону ТП. Подстанция размещается на фундаменте, высота которого принимается из условий минимально допустимого расстояния до земли от вводов высшего напряжения. Согласно это расстояние должно быть не менее 4 м. На рисунке 6 приведена принципиальная схема ТП с трансформатором и указано комплектующее оборудование.

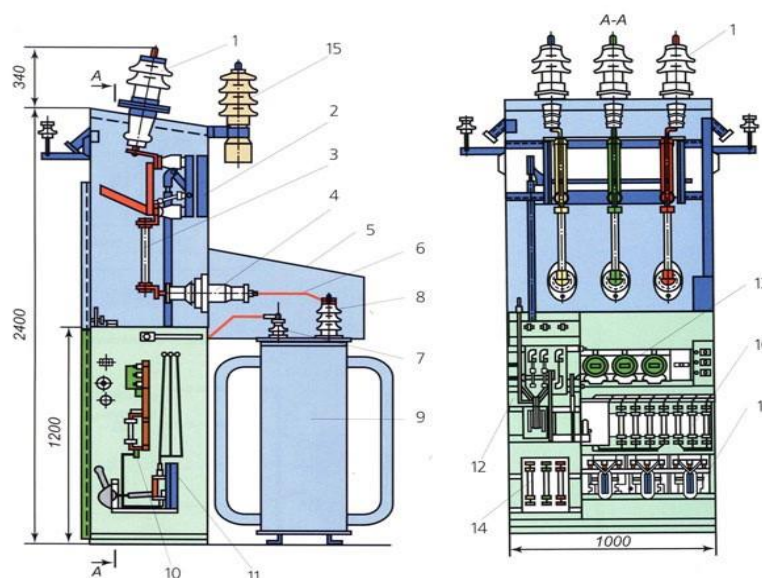


Рисунок 6. Вид комплектной трансформаторной подстанции 10/0,4кВ:

- 1 - проходной изолятор ввода; 2 - разъединитель; 3 - трубчатый предохранитель; 4 - проходной изолятор; 5 - металлический кожух; 6 - шины КТП; 7 и 8 - вводы трансформатора; 9 - трансформатор; 10 - предохранители; 11 - рубильники отходящих линий; 12 - общий рубильник; 13 - электрические счетчики; 14 - общие предохранители; 15 – разрядники

Двухтрансформаторная ТП имеет два вводных устройства со стороны высокого напряжения, два силовых трансформатора с защитными кожухами и распределительное устройство со стороны низкого напряжения. При работе двухтрансформаторных КТП. В ТП применяются трехфазные

двухобмоточные силовые трансформаторы (ТСЗ, ТМЗ, ТМГ, ТМФ и др.), устройство и работа которых приведена в техническом описании и инструкции по эксплуатации на конкретный тип трансформатора.

Расчёт токов короткого замыкания

Расчет токов короткого замыкания производится с целью проверки защитной аппаратуры на термическую и динамическую стойкость, а также чувствительность и селективность действия. Расчет токов КЗ производится в именованных единицах. Для расчета токов КЗ составим эквивалентную однолинейную схему и схему замещения (рисунок 8, 9).

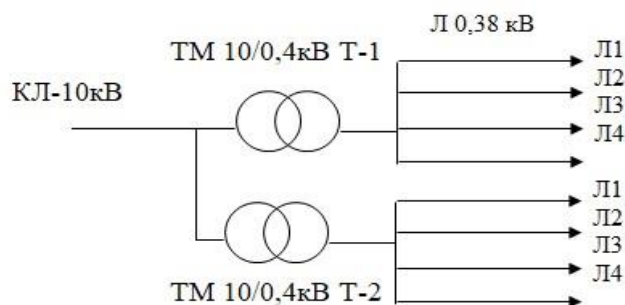


Рисунок 7. Эквивалентная однолинейная схема

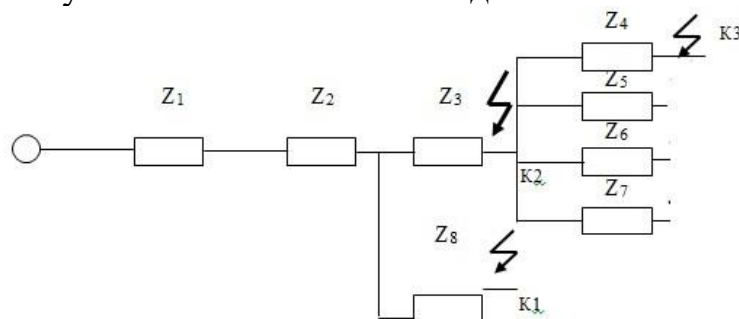


Рисунок 8. Схема замещения: Z_1 – сопротивление питающей сети; Z_2, Z_8 – сопротивление Л-10кВ; Z_3 – сопротивление трансформатора ТП 10/0,4кВ току КЗ; $Z_4 - Z_7$ – сопротивление отходящих линий 0,38кВ.

Приведенное сопротивление питающей сети определяется по формуле:

$$Z_c = \frac{U_0^2}{S_{КЗ}} \tag{6}$$

Где U_0 – базисное напряжение, принимается 400 в;

$S_{КЗ}$ – мощность КЗ на линии 10кВ;

$$Z_c = 400^2 / 2 \cdot 10^6 = 8 \cdot 10^{-4} \text{ Ом.}$$

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

Для линий 10кВ приведенные сопротивления определяют по формулам

$$R_{li} = 1,45 \cdot 10^{-3} \cdot R_y \cdot l_y, \quad (7)$$

$$X_{li} = 1,45 \cdot 10^{-3} \cdot X_y \cdot l_y,$$

Где R_y и X_y – соответственно удельные активное и индуктивное сопротивления участков линий 10кВ, Ом/км.

Сопротивление участков линий 10кВ:

$$Z_l = Z_{3-ртп} + Z_{1-3} + Z_{2-1}, \quad (8)$$

$$R_{3-ртп} = 1,45 \cdot 10^{-3} \cdot 0,85 \cdot 2 = 0,00247 \text{ Ом},$$

$$X_{3-ртп} = 1,45 \cdot 10^{-3} \cdot 0,4 \cdot 2 = 0,00116 \text{ Ом},$$

$$Z_{3-ртп} = 0,002 \sqrt{472 + 0,00116^2} = 0,00273 \text{ Ом},$$

$$R_{1-3} = 1,45 \cdot 10^{-3} \cdot 1,1 \cdot 2,83 = 0,00451 \text{ Ом}, \quad X_{1-3} = 1,45 \cdot 10^{-3} \cdot 0,4 \cdot 2,83 = 0,00164 \text{ Ом},$$

$$Z_{1-3} = 0,004 \sqrt{512 + 0,00164^2} = 0,0048 \text{ Ом},$$

$$R_{2-1} = 1,45 \cdot 10^{-3} \cdot 1,1 \cdot 3,16 = 0,00504 \text{ Ом}, \quad X_{2-1} = 1,45 \cdot 10^{-3} \cdot 0,4 \cdot 3,16 = 0,00183 \text{ Ом},$$

$$Z_{2-1} = 0,005 \sqrt{042 + 0,00183^2} = 0,00536 \text{ Ом},$$

$$Z_l = 0,00273 + 0,0048 + 0,00536 = 0,01289 \text{ Ом},$$

Сопротивление линий 0,38 кВ определяются по формулам:

$$R_{li} = R_y \cdot l_y,$$

$$X_{li} = X_y \cdot l_y,$$

Таблица 4 - Расчетные токи короткого замыкания

| Точка КЗ | Место КЗ | Токи КЗ, А | | |
|----------|------------------------------|------------|---------|---------|
| | | Ikз(3)А | Ikз(2)А | Ikз(1)А |
| K1 | Шина 10кВ удаленной ТП | 643,40 | 559,76 | - |
| K2 | Шина 0,4 кВ проектируемой ТП | 8460,08 | 7360,27 | - |
| K3 | В конце линии 1 | - | - | 1399,58 |
| K4 | В начале линии 1 | - | - | 1438,60 |

Выбор питающей линии электроснабжения

Выбор кабеля будем выполнять по экономической плотности тока.

Ток рабочего нормального режима для фидера к ТП молочного завода:

$$S_p = 144,76 \text{ кВА},$$

$$I_{\text{раб}} = \frac{144,76}{\sqrt{3} \cdot 10} = 8,35 \text{ А} \quad (9)$$

Выбор производим, учитывая условия прокладки кабеля.

Для кабеля с алюминиевыми жилами при $T_{\text{max}} = 4900$ часов находим экономическую плотность тока: $J_{\text{эк}} = 1,1 \text{ А/мм}^2$. По экономической плотности тока $J_{\text{эк}}$ находим площадь сечения:

$$S_{\text{э}} = \frac{I_{\text{раб.мах}}}{J_{\text{эк}}} = \frac{8,35}{1,1} = 7,9 \text{ мм}^2 \quad (10)$$

Выбрано стандартное сечение кабеля $2 S = 50 \text{ мм}$

Выбор основного электрооборудования трансформаторной подстанции завода

Выбор аппаратуры ТП осуществляется по следующим параметрам:

по напряжению $U_{\text{н.а.}} \geq U_{\text{сети}}$;

Разъединители, предохранители будем выбирать по номинальному напряжению, номинальному длительному току, а в режиме короткого замыкания проверяют термическую и электродинамическую стойкость. Разъединители применяются для отключения и включения цепей без тока и создания видимого разрыва цепи в воздухе. Выбор разъединителей сделаем с помощью таких условий: по номинальному напряжению: $U_{\text{уст.}} \leq U_{\text{Н}}$,

Выбор компенсирующего устройства

Мощность конденсаторных установок при напряжении до 1000 В, по первому критерию, необходимо определить, исходя из целесообразности уменьшения количестве трансформаторов, установленных в молочный завод, или же уменьшение их номинальной мощности (при равном их количестве). Находится минимальное число трансформаторов завода(ТП):

Рр. цех

$$N_{\text{Т.мин}} = K_3 * S_{\text{ном.Т}} + \Delta N \quad (11)$$

где ΔN – величина добавки до кратного целого числа трансформаторов установленных на ТП молочного завода.

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

Определим максимальную реактивную мощность, которую выгодно передавать в сеть 0,4 кВ из сети 10кВ через силовые трансформаторы:

$$\sqrt{Q_T} = (N_{Т.Э} * K_3 * S_{НОМ})^2 - P_p \quad (12)$$

Определим номинальную мощность компенсирующих устройств по критерию №1:

$$Q_{кн1} = Q_{р.ц} - Q_T \quad (13)$$

Если результат будет равен $Q_{кн1} \leq 0$, то по первому критерию конденсаторы не нужны и принимается результат $Q_{кн1}=0$. Далее определяется мощность компенсирующих устройств по второму критерию используя выражение [1-10]:

$$Q_{кн2} = Q_{р.ц} - Q_{кн1} - \gamma * N_{Т.Э} S_{НОМ.Т} \quad (13)$$

Где γ – расчетный коэффициент, который определяется в зависимости от K_1 и K_2 и схемы питания трансформаторов, установленных в цехе.

Коэффициент K_1 , K_2 и γ определяется по.

Если же $Q_{кн2} \leq 0$, применение компенсирующих устройств по критерию №2 не нужно и $Q_{кн2} \text{принимаем} = 0$.

При числе трансформаторов, установленных на ТП цеха - 2, разрешается определить мощность компенсирующих устройств по сокращенной методике, по формуле:

$$Q_{кн} = P_{р.ц} (tg\phi_p - tg\phi_э), \quad (14)$$

Где $P_{р.ц}$ – расчетная активная нагрузка цеха (участка), кВт; $tg\phi_p$ – расчетный коэффициент мощности участка, о.е.; $tg\phi_э$ – коэффициент мощности, который заданный энергосистемой, равен 0,35.

С учетом того, что число трансформаторов на всех подстанциях предприятия равно двум, расчёт УК2-0,4 в сети 0,4 кВ будем производить по способу №1

Источниками реактивной мощности возьмем комплектные конденсаторные установки типа УК2-0,4. Число конденсаторных установок должно быть не менее числа трансформаторов на ТП (рисунок 9).

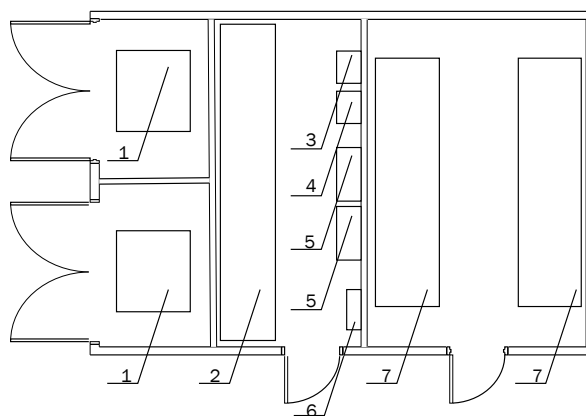


Рисунок 9. План расположения оборудования

- 1 – силовые трансформаторы; 2- РУ-10кВ, типа КСО-10-32; 3 – РУ-0,4 кВ;
4 – компенсирующее устройство УК2-0,4

Расчет заземляющего устройства трансформаторной подстанции

Контур заземления на ТП должен иметь сопротивление не больше 10 Ом в любой период года. Вертикальные заземлители из стали мелкосортных марок длиной 3 м и диаметром 15 мм. В этом случае необходимо быть учтено 4 заземлителя с их расположением по периметру угла контура защитного устройства заземления. Сопротивление удельное земли при средней влажности по данным, равно: $\rho = 40 \text{ Ом}\cdot\text{м}$.

Инструкция по эксплуатации и обслуживанию кабельных линий

Порядок эксплуатации

Для каждой КЛ при вводе в эксплуатацию должны быть установлены наибольшие допустимые токовые нагрузки. Нагрузки должны быть определены по участку трассы длиной не менее 10м с наихудшими тепловыми условиями. Повышение этих нагрузок допускается на основе тепловых испытаний при условии, что температура жил будет не выше длительно допустимой температуры, приведенной в государственных стандартах или технических условиях. При этом нагрев кабелей должен проверяться на участках трасс с наихудшими условиями охлаждения. В кабельных сооружениях и других помещениях должен быть организован систематический контроль за тепловым режимом работы кабелей,

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

температурой воздуха и работой вентиляционных устройств. На период ликвидации аварии допускается перегрузка по току для кабелей с пропитанной бумажной изоляцией напряжением до 10кВ на 30% продолжительностью не более 6ч в сутки в течение 5сут, но не более 100ч в год, если в остальные периоды этих суток нагрузка не превышает длительно допустимой. Для кабелей, находящихся в эксплуатации, более 15лет, перегрузки должны быть снижены до 10%. На период ликвидации аварии допускаются перегрузки по току для кабелей с изоляцией из полиэтилена и поливинилхлоридного пластика на 15% и для кабелей с изоляцией из резины и вулканизированного полиэтилена на 18% продолжительностью не более 6ч в сутки в течении 5сут, но не более 100ч в год, если в остальные периоды этих суток нагрузка не превышает длительно допустимой. Для кабелей, находящихся в эксплуатации более 15лет, перегрузки должны быть снижены до 10%. При однофазном замыкании на землю в сетях с изолированной или компенсированной нейтралью персонал должен немедленно сообщить об этом административно-техническому персоналу или дежурному по сети электроснабжающей организации и в дальнейшем действовать по их указаниям. Нагрузки КЛ должны измеряться ежегодно не менее 2раз, в т.ч. 1раз в период максимальной нагрузки линии. На основании данных этих измерений должны уточнить режим и схемы работы КЛ.

Туннели, коллекторы, каналы и другие кабельные сооружения должны содержаться в чистоте, металлическая не оцинкованная броня кабелей, проложенных в кабельных сооружениях, и металлические конструкции с не металлизированным покрытием, по которым проложены кабели, должны периодически покрываться негорючими антикоррозионными составами. Хранение в кабельных каналах и сооружениях каких-либо материалов запрещается. Кабельные сооружения, в которые попадает вода, должны быть оборудованы средствами для отвода почвенных и ливневых вод. При обнаружении на КЛ опасности разрушения металлических оболочек из-за

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

электрической, почвенной или химической коррозии должны быть приняты меры к ее предотвращению.

Раскопки кабельных трасс или земляные работы вблизи них должны производиться только с письменного разрешения организации эксплуатирующей КЛ. При этом исполнитель должен обеспечить надзор за сохранностью кабелей на весь период работ, а вскрытые кабели укрепить для предотвращения их провисания и защиты от механических повреждений. На месте работы должны быть установлены сигнальные огни и предупреждающие плакаты. При обнаружении во время разрытия земляной траншеи трубопроводов, неизвестных кабелей или других коммуникаций, не указанных в схеме, необходимо приостановить работы и поставить об этом в известность ответственного за электрохозяйство. Рыть траншеи и котлованы в местах нахождения кабелей и подземных сооружений следует с особой осторожностью, а на глубине 0,4м и более - только лопатами. Зимой раскопки на глубине более 0,4м в местах прохождения кабелей должны выполняться с обогревом грунта. При этом необходимо следить за тем, чтобы от поверхности обогреваемого слоя до кабелей сохранялся слой грунта толщиной не менее 0,3м. Оттаявший грунт следует отбрасывать лопатами. Применение ломов и тому подобных инструментов запрещается. Производство раскопок землеройными машинами на расстоянии ближе 1м от кабеля, а также использование отбойных молотков, ломов и кирок для рыхления грунта над кабелями на глубину более 0,3м при нормальной глубине прокладки кабелей запрещается. Применение ударных и вибропогружных механизмов разрешается на расстоянии не менее 5м от кабелей.

Перед началом работ должно быть проведено под надзором электротехнического персонала организации эксплуатирующей КЛ. Контрольное вскрытие трассы для уточнения расположения кабелей и глубины их прокладки. Для производства взрывных работ должны быть выданы дополнительные технические условия. Предприятие, в ведении

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

которого находятся КЛ должно периодически оповещать организации и население района, где проходят кабельные трассы о порядке производства земляных работ вблизи этих трасс.

Объём и сроки регламентного обслуживания

Обслуживание кабельных линий заключается в своевременном и качественном проведении осмотров, испытаний и ремонтов. В период паводков, после ливней и при отключении КЛ должны проводиться внеочередные осмотры. Сведения об обнаруженных при осмотрах неисправностях должны заноситься в журнал дефектов и неполадок электрооборудования. Неисправности должны устраняться в кратчайшие сроки. Текущий ремонт кабельных линий производится в сроки, определенные системой ППР, но не реже 1 раза в год.

Требования охраны труда по окончанию работ

После окончания работ по наряду и приведения в порядок рабочего места производитель работ расписывается в наряде об окончании работы и сдает его оперативному персоналу. Закрытие наряда оформляется записью в оперативном журнале. После окончания работ по распоряжению производитель работ сообщает об окончании работ оперативному персоналу, о чем также делается отметка в оперативном журнале. Привести в порядок (протереть, сложить и убрать) инструмент, защитные и вспомогательные средства в отведенные места. Передать ключи от помещений электроустановок сменщику или вернуть их на место постоянного хранения на пункте (щите) управления. Тщательно вымыть лицо и руки. При необходимости принять душ и переодеться.

Вывод

Рассмотрены вопросы электроснабжения молочного завода и источника питания трансформаторной подстанции 10кВ. Рассматривался вопрос развития энергетики, с учетом возрастания потребления электроэнергии в будущем, а также усовершенствование действующих сетей, приобретение навыков проектирования электроснабжения потребителей.

Литература

1. Будзко, И. А. Электроснабжение сельского хозяйства / И. А. Будзко, Т. Б. Лещинская, В. И. Сукманов. – Москва: Колос, 2000. – 536 с.
2. Кабышев, А. В. Расчёт и проектирование систем электроснабжения объектов и установок: учеб. пособие/А. В. Кабышев, С. Г. Обухов. – Томск: ТПУ, 2006 – 248 с.
3. Кудрин, Б. И. Электроснабжение промышленных предприятий: учеб. для вузов/ Б. И. Кудрин. – Москва: Интернет Инжиниринг, 2006. – 672 с.
4. Лещинская, Т. Б. Электроснабжение сельского хозяйства / Т. Б. Лещинская, И. В. Наумов. – М.: КолосС, 2008. – 655 с.
5. Маньков, В. Д. Основы проектирования систем электроснабжения: справочное пособие/ В. Д. Маньков. – Санкт-Петербург: НОУ ДПО «УМИТЦ «Электросервис», 2010 – 664 с.
6. Сибикин, Ю.Д. Электроснабжение предприятий и установок нефтяной промышленности/ Ю.Д. Сибикин, В.И. Соколов, В.А. Яшков. Москва: Недра, 2001.
7. Каталог высоковольтного оборудования. «Методические указания по выбору ОПН». – Москва: АББ Лтд. 2008 – 112 с.
8. Правила устройства электроустановок. Официальные тексты по состоянию на 01.03.2007. 7-е изд. – Москва: НЦ ЭНАС, 2011. – 552 с.
9. Расчет коротких замыканий и выбор электрооборудования: учеб. пособие / И.П. Крючков [и др.]; Под ред. И.П. Крючкова. – Москва: Академия, 2005. – 411 с.
10. Справочник по проектированию электрических сетей / Под ред. Д. Л. Файбисовича. – Москва: НЦ ЭНАС, 2005. – 320 с.

References

1. Budzko, I. A. Power supply of agriculture / I. A. Budzko, T. B. Leshchinskaya, V. I. Sukmanov. – Moscow: Kolos, 2000. - 536 p.

2. Kabyshev, A.V. Calculation and design of power supply systems for facilities and installations: textbook. manual/A.V. Kabyshev, S. G. Obukhov. – Tomsk: TPU, 2006 – 248 p.
3. Kudrin, B. I. Power supply of industrial enterprises: studies. for universities/ B. I. Kudrin. – Moscow: Internet Engineering, 2006. – 672 p.
4. Leshchinskaya, T. B. Power supply of agriculture / T. B. Leshchinskaya, I. V. Naumov. – M.: KolosS, 2008. – 655 p.
5. Mankov, V. D. Fundamentals of designing power supply systems: a reference manual/ V. D. Mankov. – Saint Petersburg: KNOW DPO "UMITZ "Electroservice", 2010 - 664 p.
6. Sibikin, Yu.D. Power supply of enterprises and installations of the oil industry / Yu.D. Sibikin, V.I. Sokolov, V.A. Yashkov. Moscow: Nedra, 2001.
7. Catalog of high-voltage equipment. "Methodological guidelines for the choice of an OPN". – Moscow: ABB Ltd. 2008 – 112 p.
8. Rules of electrical installations. Official texts as of 01.03.2007. 7th ed. - Moscow: NC ENAS, 2011. – 552 p.
9. Calculation of short circuits and selection of electrical equipment: studies. manual / I.P. Kryuchkov [et al.]; Edited by I.P. Kryuchkov. – Moscow: Academy, 2005. – 411 p.
10. Handbook on the design of electrical networks / Edited by D. L. Faibisovich. – Moscow: NC ENAS, 2005. – 320 p.

© Кокиева Г.Е., Каримов А.Е 2023 Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral" №3/2023

Для цитирования: Кокиева Г.Е. Каримов А.Е РАЗРАБОТКА СХЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ МОЛОЧНОГО ЗАВОДА В СЕЛЕ ДЕБДИРГЭ ТАТТИНСКОГО УЛУСА //Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral" №3/2023