



Некоммерческое
акционерное
общество

**АЛМАТИНСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ЭНЕРГЕТИКИ И
СВЯЗИ**

Кафедра электроснабжения
промышленных предприятий

ПОТРЕБИТЕЛИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И СИСТЕМЫ ИХ ПИТАНИЯ

Конспект лекций
для студентов специальности
5В081200 – Энергообеспечение сельского хозяйства

Алматы 2014

СОСТАВИТЕЛИ: И.В. Казанина, О.П. Живаева. Потребители электроэнергии и системы их питания. Конспект лекций для студентов специальности 5В081200 – Энергообеспечение сельского хозяйства. – Алматы: АУЭС, 2014. – 60 с.

В данном курсе лекций освещены вопросы потребителей электрической энергии сельского хозяйства. Рассмотрены следующие вопросы: расчеты электрических нагрузок, электрические сети напряжением 380/220 В, 6-10 кВ, 35-110 кВ, электроснабжение специальных электроприемников и электрического освещения, трансформаторные подстанции в сельском хозяйстве.

Ил. 21, библиогр. - 8 назв.

Рецензент: канд.техн.наук профессор Ю.А. Цыба

Печатается по плану издания некоммерческого акционерного общества «Алматинский университет энергетики и связи» на 2014 год.

Содержание

Лекция 1. Потребители электроэнергии в сельском хозяйстве	4
Лекция 2. Электрические сети в сельской местности	8
Лекция 3. Присоединение электроприемников	12
Лекция 4. Электрические сети напряжением 35-110 кВ	15
Лекция 5. Электрические сети напряжением 6-10 кВ	19
Лекция 6. Электрические линии 380/220 В	23
Лекция 7. Эксплуатация электрических линий 380/220 В	27
Лекция 8. Электрическое освещение и применение ультрафиолетового и инфракрасного излучений	31
Лекция 9. Эксплуатация электрического освещения в сельском хозяйстве	35
Лекция 10. Осветительные сети и уличное освещение	39
Лекция 11. Электроснабжение печей сопротивления	43
Лекция 12. Электроснабжение сварочных машин	46
Лекция 13. Трансформаторные подстанции в сельском хозяйстве	50
Лекция 14. Расчёт электрических нагрузок	53
Лекция 15. Выбор и расчет схем электрических сетей внешнего электроснабжения	56
Список литературы	59

Лекция 1. Потребители электроэнергии в сельском хозяйстве

Содержание лекции: структура электропотребителей сельского хозяйства их технология, сети электроснабжения сельского хозяйства.

Цели лекции: изучить электропотребители сельского хозяйства и особенности электрификации села.

Основными потребителями электроэнергии в сельском хозяйстве в настоящее время являются электроприводы различных механизмов, машин и поточных линий, а также систем вентиляции и микроклимата.

Так, в процессе кормоприготовления на животноводческих фермах используется целая гамма различных машин, осуществляющих свои функции исключительно благодаря применению в них электроприводов. Очистка концентрированных кормов ведется на зерноочистительных машинах. Для измельчения этих кормов применяют молотковые дробилки разных конструкций, жерновые и вальцовые мельницы.

В последнее время наибольшее распространение получили универсальные дробилки, имеющие молотковый барабан с шарнирно навешенными молотками и ножевой орган для предварительного измельчения таких кормов, как кукурузные початки, зеленая масса, корнеклубнеплоды, сено (например, дробилки ДКУ-1,0, КДУ-2, КДМ-2 агрегаты ОКЦ-15, ОКЦ-30). Для обработки сочных и грубых кормов применяют соломосилосорезки РСС-6, измельчители "Волгарь-5", ИГК-30А, корнерезки КПИ-4, мойки-корнерезки МРК-5, а для приготовления кормов - агрегаты КН-3, смесители кормов серии С и АПС, варочные котлы ВК-1, ВКС-3М и др.

Широко используются агрегаты для приготовления заменителя цельного молока АЗМ-0,8. Эти и другие машины и механизмы применяются как отдельно, так и в составе кормоцехов, где также используются различные транспортеры и питатели кормов, котлы-парообразователи. Все они снабжены электроприводами и системами управления. Например, широко распространенный кормоцех "Маяк-6" имеет установленную мощность электрооборудования 58 кВт, освещения - 4,5 кВт.

Для раздачи кормов животным применяются стационарные и мобильные кормораздающие устройства. В качестве рабочих органов в них используют шнеки, ленты, скребки. Так, транспортер-раздатчик кормов внутри кормушек ТВК-80А снабжен приводным устройством с электродвигателем мощностью 4,5 кВт, платформенный раздатчик РКС-3000 имеет электрооборудование мощностью 8,2 кВт с довольно развитой системой управления, а пневмотранспортер кормов снабжен электрооборудованием мощностью 56 кВт.

Такие процессы, как загрузка и выгрузка хранилищ, также осуществляются с помощью электрифицированных механизмов как механических, так и использующих сжатый воздух, например, ПК-6,0, ТК-3, ТС-40С, ТПП-30 и многие другие. Их мощности находятся в диапазоне от 1,1

до 30 кВт. Аппараты для первичной обработки и хранения молока на месте дойки и последующей его переработки включают множество насосов различных типов, доильных установок, охладителей и холодильных установок, пастеризаторов, сепараторов и т.д.

Огромную область применения электроэнергии представляет собой электромеханизация процессов предпосевной и послеуборочной обработки, хранения и переработки зерна. Сюда входят универсальные и специализированные пункты для обработки и хранения семенного, продовольственного и фуражного зерна, заводы для обработки и хранения семян элиты и первой репродукции, цехи и заводы для производства комбикормов.

Перечисленные производства оборудованы разнообразными машинами. Это зерноочистительные, сушильные, сортировальные, обеззараживающие, вентилирующие, транспортирующие и другие агрегаты, потребляющие электроэнергию. Количество электроприводов в них достигает нескольких сотен. Единичные мощности достигают сотни киловатт.

Электромеханизация водоснабжения и мелиорации включает электроснабжение и электрооборудование насосных станций, установок для орошения грунта — как открытого, так и в теплицах и парниках. В систему машин входят различные насосы, нагнетатели, оросители, увлажнители, гидропонные установки и т.п., в которых использованы электродвигатели, электроклапаны и распределители, испарители и другое электрооборудование.

Вентиляционные установки и установки микроклимата во всех отраслях агропромышленного комплекса насчитывают большое количество электрифицированного оборудования и систем управления. Сюда относят как отдельно устанавливаемые вентиляторы, так и целые комплексы для приготовления воздуха, общеобменной вентиляции и воздушного отопления.

Перспективную и стремительно развивающуюся сферу интенсивного использования электроэнергии представляет электронагрев. В настоящее время он включает электрический подогрев воды - прямой и косвенный, т.е. с помощью пропускания тока через воду или электронагревателями, электрическое парообразование, осуществляемые с помощью электроводонагревателей, электрокотлов и парообразователей. Электровентиляцию с подогревом воздуха и микроклимат (нагрев воздуха) осуществляют с помощью электронагревателей в электрокалориферах и теплогенераторах. С помощью электронагрева осуществляют обогрев животных и птицы элементными нагревателями, ИКО-нагревателями. Электрообогрев и воздушное электроотопление применяют в инкубаторах для инкубации яиц. Широко используют электрообогреваемые полы и стены в животноводческих помещениях, парниках и теплицах, где для электронагрева используют предварительно заложенные в обогреваемые поверхности нагревательные провода, например марок ПОСХВ, ПОСХП. С помощью электрических калориферов сушат зерно и сено в колхозах, совхозах, на вышеупомянутых зерноперерабатывающих предприятиях.

Электроэнергия используется для получения с помощью генераторов токов высокой частоты и ультразвука, используемых в сельском хозяйстве для тепловой обработки не проводящих ток материалов: сушки и дезинсекции зерна, семян трав, фруктов и овощей, сена, чая, табака, бобов какао, хлопка, шелковичных коконов. На ремонтных предприятиях и в цехах применяют токи высокой частоты для закалки и сварки металлов, плавки стали, цветных металлов и сплавов, заливки биметаллических втулок подшипников, пайки режущих инструментов и деталей, восстановления деталей способом наплавки металла, сушки электрических машин после пропитки их лаками, металлизации изношенных поверхностей рабочих органов машин путем распыления металла. Ультразвук используют для предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур для повышения их всхожести, ускорения прорастания и повышения урожайности, для интенсификации мойки овощей, фруктов и тары на перерабатывающих предприятиях, для обеззараживания воды, пастеризации, стерилизации и гомогенизации молока и других продуктов и для многих других целей.

Совершенно немыслимо без электричества ремонтное производство, где электроэнергия используется для привода различных станков, например, токарных, токарно-винторезных, сверлильных и шлифовальных, заточных, фрезерных и притирочных, трубогибных и резьбонарезных, различных линий, сварочных агрегатов и машин, деревообрабатывающих станков, сушильных и окрасочных камер и т.п. То же самое можно сказать и о подсобных предприятиях колхозов и совхозов, осуществляющих переработку сельскохозяйственной продукции, изготовление строительных материалов и изделий промышленного характера: в них электрификация позволяет значительно уменьшить долю ручного труда и интенсифицировать производство. На предприятиях агропромышленного комплекса электричество является единственным видом энергии, позволяющей механизировать и автоматизировать производство, поддерживать высокую производительность труда при наименьших затратах.

Даже беглое перечисление использования электроэнергии в сельском хозяйстве показывает, что благодаря электричеству существует и может функционировать большинство машин, механизмов и агрегатов. Электроэнергия - основа индустриализации и научно-технического прогресса в сельскохозяйственном производстве.

Сельскохозяйственные потребители получают электроэнергию из государственной электрической сети, где электроэнергия вырабатывается тепловыми, гидравлическими и атомными электростанциями. На местах, в основном в качестве резервных источников, применяются передвижные и стационарные дизельные электростанции, расширяется применение ветроэлектрических установок и микрогидроэлектростанций, устанавливаемых на малых реках с быстрым потоком воды - в рассредоточенных сельскохозяйственных районах, особенно в высокогорных.

Для передачи, преобразования и распределения электроэнергии предназначены воздушные линии электропередачи (ВЛ) и трансформаторные подстанции. Все больше применяют кабельные линии. Трансформаторные подстанции строят как закрытые, так и открытые (напряжение - до 35 кВ, преимущественно 6-10 кВ, низковольтной распределительной сети - 380/220 В).



Рисунок 1.1 – Трансформаторная подстанция

Как видно из изложенного, в сельском хозяйстве работает огромное количество разнообразного электрооборудования. Преимущественную часть составляют электроприводы, электрические аппараты и комплектные устройства для распределения и преобразования электроэнергии целевого назначения - шкафы, устройства и пульты для управления агрегатами, поточными линиями, цехами, фермами, предприятиями. Как правило, в эти современные средства заложено большое количество различной электроаппаратуры и средств автоматизации. Работа на них, их обслуживание, наладка и ремонт требуют немалых знаний, опыта и любви к своему делу. Одновременно следует отметить, что именно электрооборудование диктует темп работы технологических машин, ее качество и уровень. Именно через электрификацию приходят в сельское хозяйство новинки научно-

технического прогресса. Однако в этом мире техники главным все же является человек, специалист-электрик. Без него трудно представить нормальную работу электрооборудования. Правильная эксплуатация, наблюдение за работой, при необходимости наладка или ремонт - вот залог успешной работы. В этих условиях сельский электрик - незаменимый специалист, а его труд - основа производства.

Лекция 2. Электрические сети в сельской местности

Содержание лекции: основные характеристики электрических сетей в сельском хозяйстве.

Цели лекции: изучить вопросы эксплуатации электрических сетей.

Электрическими сетями называют часть электрической системы, состоящей из трансформаторных подстанций и линий различных напряжений. В сельской местности по электрическим сетям получают электроэнергию преимущественно сельскохозяйственные потребители, объекты мелиорации и водного хозяйства. Электрические нагрузки сетей создаются электроприемниками производственного и коммунально-бытового назначения. Электроприемники производственного назначения связаны с электрификацией технологических процессов в животноводстве, птицеводстве и полеводстве, производственных процессов на предприятиях по переработке продукции сельского хозяйства, ремонтных заводах и в мастерских, а коммунально-бытового назначения – с электрификацией жилых и общественных зданий и сооружений. В настоящее время практически всю электроэнергию сельскохозяйственные предприятия получают от энергосистем через центры питания – подстанции с высшим напряжением, в основном 35 и 110 кВ.

Характерной особенностью электрических сетей в сельской местности, в первую очередь распределительных сетей напряжением 6-10 кВ, является их разветвленность и значительная (до нескольких десятков километров) протяженность магистральных участков линий электропередачи, обусловленные ограниченностью количества центров питания и необходимостью электроснабжения каждого населенного пункта, вплоть до самого удаленного. К каждой линии 6—10 кВ подключены, как правило, несколько, а в некоторых случаях несколько десятков трансформаторных подстанций 6-10/0,38 кВ.

Другая особенность – электроснабжение сельскохозяйственных потребителей осуществляется в основном по воздушным линиям (ВЛ) электропередачи в условиях отсутствия в большинстве случаев хороших подъездных путей и проездов вдоль трасс, крайней ограниченности транспорта повышенной проходимости. Значительная часть сельскохозяйственных потребителей получает электроэнергию по радиальным линиям.

Можно выделить три последовательных взаимосвязанных звена систем электроснабжения сельскохозяйственных потребителей. Первое – внешнее электроснабжение, состоящее из электрических сетей напряжением выше 1 кВ, передающих электроэнергию от центров питания до размещенных на территории сельскохозяйственного предприятия понизительных трансформаторных подстанций с низшим напряжением 0,38 кВ. Второе – внутриплощадочное электроснабжение, включающее указанные выше трансформаторные подстанции и сети 0,38 кВ до вводных распределительных устройств зданий и сооружений. Третье – внутренние электрические проводки к токоприемникам. Такое разделение в определенной степени определяет и порядок технического обслуживания отдельных звеньев системы электроснабжения.

Поскольку электрические сети внешнего электроснабжения находятся на балансе предприятия электрических сетей (ПЭС) энергосистемы, их обслуживание осуществляется персоналом районов электрических сетей (РЭС), являющихся структурными подразделениями ПЭС, организуемых, как правило, в границах административных районов. Обслуживание внутренних электрических проводок производится персоналом электротехнических служб сельскохозяйственных предприятий.

Даже в пределах одной энергосистемы в одних случаях персоналом РЭС обслуживаются все внутриплощадочные сети, в других – только оборудование высокого напряжения трансформаторных подстанций. Оборудование и ВЛ напряжением 0,38 кВ в этом случае находятся в обслуживании персонала сельскохозяйственного предприятия. Границы эксплуатационного обслуживания, а также взаимоотношения между энергоснабжающей организацией и потребителем определяются соответствующим договором.

Положение, при котором электроснабжением сельского хозяйства занимаются организации нескольких ведомств, не отвечает постоянно возрастающим требованиям к надежности электроснабжения этого вида потребителей. Следствием явилось резкое ухудшение технического состояния электросетей из-за необеспеченности колхозов и совхозов необходимыми для проведения ремонтов материалами и оборудованием, нехватки и в некоторых случаях недостаточной квалификации работников электротехнических служб сельскохозяйственных предприятий. Поэтому в последние годы неуклонно проводится передача внутриплощадочных электрических сетей, независимо от их технического состояния, на баланс ПЭС. Исключение составляют внутриплощадочные сети крупных комплексов и птицефабрик, на которые из-за установленного особого санитарного режима доступ персонала РЭС запрещен. Электроприемники I категории – электроприемники, перерыв электроснабжения которых может повлечь за собой опасность для жизни людей, значительный ущерб народному хозяйству, повреждение дорогостоящего основного оборудования, массовый брак продукции, расстройство сложного технологического процесса, нарушение особо важных элементов коммунального хозяйства. Производственными сельскохозяйственными потребителями, относящимися к I категории, являются

крупные животноводческие фермы и комплексы, производящие продукцию на промышленной основе, птицефабрики, помещения инкубаторов, помещения для выращивания бройлеров, свинарники-маточники с электрическим обогревом в сезон их работы. На животноводческих фермах и комплексах по производству молока к I категории относятся электроприемники: систем доения, охлаждения, сбора, первичной обработки и переработки молока, приготовления и раздачи кормов, водоснабжения, микроклимата, дежурного освещения. На предприятиях по выращиванию и откорму крупного рогатого скота и свиней такими электроприемниками являются линии подготовки и раздачи кормов, установки микроклимата, дежурное освещение. На птицеводческих предприятиях, помимо перечисленных выше, к этой категории относятся электроприемники установок поения птицы, местного обогрева молодняка, инкубации яиц, сбора, приема и обработки яиц.

К I категории относятся также электроприемники особенно важных объектов непроизводственного назначения: пункты неотложной помощи, родильные дома, операционные отделения больниц, важные узлы радиосвязи, телеграфа и телефона, объекты, действующие при массовом (более 60 чел.) скоплении людей.

Электроприемники I категории должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания. В качестве второго независимого источника питания могут использоваться электрические сети энергосистемы (сетевое резервирование), местные электростанции или специальные резервные электростанции. В качестве двух независимых источников питания нельзя использовать две секции или системы шик, питающиеся по двум цепям одной двухцепной воздушной линии электропередачи; секции шин закрытого распределительного устройства, при коротком замыкании на шинах которого возможна потеря всех секций шин. Если резервированием электроснабжения нельзя обеспечить необходимую непрерывность технологического процесса или если резервирование электроснабжения экономически нецелесообразно, должно осуществляться технологическое резервирование.

Перерыв в электроснабжении электроприемников I категории при нарушении электроснабжения от одного из источников питания может быть допущен лишь на время автоматического восстановления питания. При неавтоматическом вводе резервного питания должно быть обеспечено не позднее, чем через 30 мин после отключения основного источника электроснабжения.

Электроприемники II категории – электроприемники, перерыв в электроснабжении которых приводит к массовому недоотпуску продукции, массовым простоям рабочих, механизмов и промышленного транспорта, нарушению нормальной деятельности значительного количества городских и сельских жителей.

К электроприемникам II категории надежности относится большое количество ответственных потребителей сельскохозяйственного производства: молочно-товарные фермы, свинарники, различные птицеводческие фермы с

числом голов, меньшим, чем требуется для отнесения их к I категории; теплицы и парники площадью 2500 м² с электрическим обогревом; кормоприготовительные цехи при электромеханизированном приготовлении и раздаче кормов; комбикормовые заводы производительностью 25 т в сутки; предприятия по переработке сельскохозяйственной продукции с непрерывным производственным процессом в сезон их работы, оросительные и другого назначения насосные установки с электроприводом. К электроприемникам II категории относятся также здания высотой более пяти этажей, административные и общественные здания, детские и лечебные учреждения и учебные заведения.

Электроснабжение электроприемников II категории рекомендуется обеспечивать от двух независимых источников питания; перерыв их электроснабжения допустим на время, необходимое для включения резервного питания действиями дежурного персонала или выездной оперативной бригады. Допускается питание электроприемников II категории по одной ВЛ, в том числе с кабельной вставкой, если обеспечена возможность проведения аварийного ремонта этой линии за время не более 1 суток. Кабельные вставки этой линии должны выполняться двумя кабелями. Допускается также питание по одной кабельной линии, состоящей не менее чем из двух кабелей, присоединенных к одному общему аппарату. При наличии централизованного резерва трансформаторов и возможности замены поврежденного трансформатора за время не более 1 суток допускается питание электроприемников II категории от одного трансформатора.

Для сельскохозяйственных потребителей производственного назначения нормы ограничивают длительность одного перерыва электроснабжения, а также общую длительность всех перерывов за год с учетом не только аварийных, но и плановых отключений, необходимых для ремонтов, профилактических испытаний и других работ. В частности, длительность плановых отключений не должна превышать 3,5 ч. При этом плановые отключения не допускаются в часы работы электрифицированных доильных установок. Повторные плановые отключения в течение суток допускаются через 2 ч.

Электроприемники III категории – электроприемники и группы потребителей, не относящиеся к I и II категориям. Для электроприемников и потребителей III категории резервных источников питания не предусматривается, для них допустимы перерывы электроснабжения на время, необходимое для ремонта или замены поврежденного элемента системы электроснабжения, но не более 1 суток.

Электроснабжение потребителей всех категорий в сельской местности осуществляется по общим распределительным сетям. Потребителей I категории, которые по нормам требуют двух независимых с автоматическим переключением источников питания, относительно немного, а потребителей II категории – значительное число. Поэтому при отнесении потребителей к категориям надежности электроснабжения в каждом конкретном случае необходимо проводить анализ технологических процессов и возможного ущерба от перерывов электроснабжения и возможностей обеспечения требуемой в этом случае надежности.

Лекция 3. Присоединение электроприемников

Содержание лекции: структура присоединения электроприемников.

Цели лекции: изучить особенности схем электроснабжения производственных и коммунально-бытовых объектов в сельской местности.

Электротехническая служба сельхозпредприятия выполняет техническое обслуживание существующих, монтаж и наладку вновь вводимых в эксплуатацию электроустановок.

Основным в работе электротехнической службы села являются безотказная работа электроустановок и электрифицированного оборудования и надежное электроснабжение всех объектов и токоприемников хозяйства. Это должно решаться электротехническим персоналом в условиях четкой деловой взаимосвязи с предприятием электрических сетей. На основе имеющегося опыта и действующих организационных положений рекомендуется следующая примерная структура (см. рисунок 3.1) электротехнической службы сельхозпредприятия.

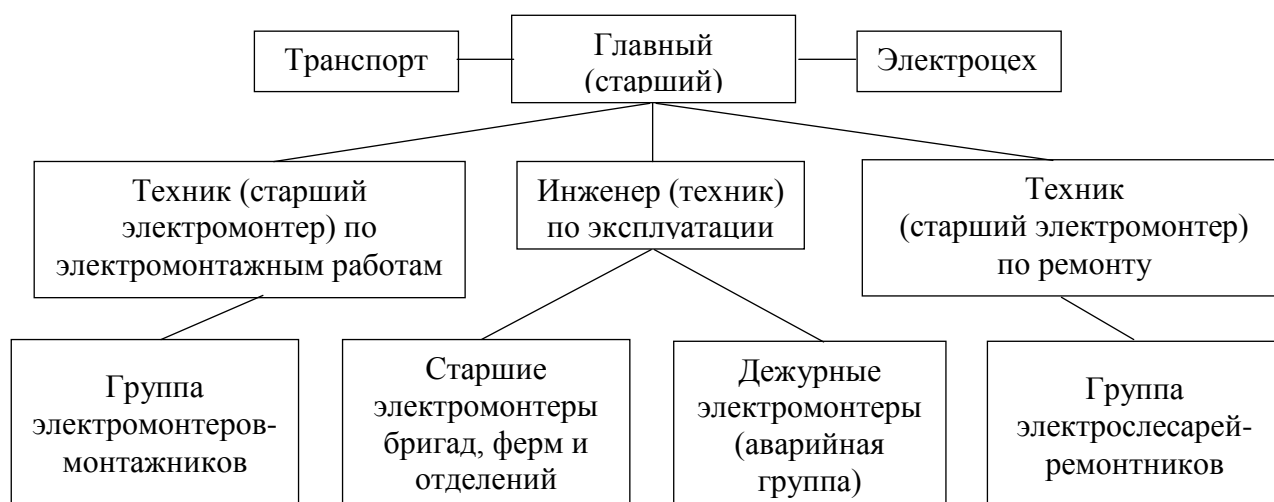


Рисунок 3.1 - Структура электротехнической службы сельхозпредприятия

Для присоединения к электрическим сетям энергосистемы новых потребителей электроэнергии или для увеличения мощности действующих объектов энергоснабжающая организация должна дать сельхозпредприятию разрешение на основании заявки. Заявка, подписанная руководителем, может быть подана непосредственно потребителем электроэнергии, его вышестоящей организацией или проектной организацией, осуществляющей проектирование электроснабжения объекта.

В заявке на присоединение электроприемников указывается: наименование и место расположения объекта, для электроснабжения которого запрашивается мощность:

1) установленная мощность трансформаторов и двигателей и максимальная электрическая нагрузка объекта;

- 2) сроки ввода электрических мощностей;
- 3) требования, предъявляемые к надежности электроснабжения;
- 4) особые условия (допустимые отклонения напряжения, наличие однофазного и электротермического оборудования и т. д.).

По требованию энергоснабжающей организации потребитель обязан представлять и другие необходимые данные. Если присоединение требует выполнения каких-либо работ, то потребителю выдаются и технические условия.

При выдаче разрешения и технических условий на присоединение электроприемников для электрификации сельского хозяйства следует исходить из того, что в соответствии с действующими положениями энергосистема осуществляет:

- разработку направлений и перспективных схем электроснабжения сельского хозяйства, выполнение технических и организационных мероприятий, обеспечивающих надежное и качественное электроснабжение сельских потребителей;

- функции заказчика по проектированию и строительству новых, расширению и реконструкции действующих подстанций и линий электропередачи напряжением 35-110 кВ и линий электропередачи напряжением 6-20 кВ, если они предназначены для электроснабжения животноводческих комплексов, птицефабрик, тепличных комбинатов совхозов, колхозов, межхозяйственных предприятий и организаций и других государственных сельскохозяйственных организаций Госагропрома;

- функции заказчика по строительству подстанций и линий электропередачи напряжением 35 кВ и выше для электроснабжения мелиоративных систем.

Сельскохозяйственные предприятия и организации осуществляют функции заказчика по проектированию и строительству трансформаторных подстанций 6-20 кВ и внутриплощадочных сетей 0,38 кВ; по объектам мелиорации – функции заказчика по проектированию подстанций и линий электропередачи напряжением 35 кВ и выше, а также функции заказчика по проектированию и строительству линий и подстанций других напряжений.

Включение мощностей допускается только после выполнения технических условий в полном объеме и на основании допуска, осуществляемого органами Главгосэнергонадзора.

Перечисленные выше особенности схем электроснабжения производственных и коммунально-бытовых объектов в сельской местности определяют то, что в большинстве случаев значительная часть времени перерыва электроснабжения затрачивается на отыскание места повреждения.

Поэтому хорошо налаженное сотрудничество энергетиков сельхозпредприятий с оперативно-диспетчерской службой ПЭС или оперативно-диспетчерской группой (ОДГ) РЭС является важным фактором, позволяющим ускорить отыскание мест повреждения, устранить неисправность и неполадки в электроснабжении, повысить безопасность производства работ. Опыт показал, что сообщения о повреждениях

непосредственно от населения не дают полной информации о месте и характере повреждения, вместе с тем значительное число повреждений приходится на вводы в жилые дома населенных пунктов. Для предотвращения неправильных сообщений о перерывах электроснабжения в Латвии, например, принят порядок, при котором сообщения о всех неполадках поступают в РЭС от персонала электротехнической службы хозяйства [2].

При получении сообщения о перерыве электроснабжения от потребителей своего хозяйства электрики сельскохозяйственного предприятия немедленно определяют характер повреждения. Повреждения в сети 0,38 кВ, если для их устранения по правилам техники безопасности не требуется подготовка рабочих мест, устраняются персоналом хозяйства самостоятельно, о чем сообщается ОДГ района электрических сетей. Если для устранения повреждения необходимо готовить рабочее место или имеет место повреждение на стороне 6-20 кВ, электротехнический персонал сельхозпредприятия немедленно сообщает об этом оперативному персоналу РЭС и в дальнейшем действует по указаниям оперативного персонала.

Электрики хозяйства могут включать и отключать разъединители на переключательных пунктах и трансформаторных подстанциях (ТП) потребителей. Для этого электромонтеры сельхозпредприятия проходят целевое обучение, сдают экзамен и получают допуск к работе на электроустановках района электрических сетей, им выдаются ключи от ТП и приводов коммутационных аппаратов переключательных пунктов. Получение ключей оформляется в соответствующем журнале. Сельхозпредприятие и район электрических сетей обмениваются списками лиц, имеющих право вести оперативные переговоры. Списки утверждаются руководителями сельхозпредприятия и района электросетей соответственно. В списках указывается квалификационная группа по технике безопасности и номера телефонов, по которым можно вызвать необходимых в данном случае лиц. Работникам РЭС, включенным в список, предоставляется право вести оперативные переговоры от имени ПЭС и давать указания электротехническому персоналу сельхозпредприятия на выполнение работ в электроустановках ПЭС.

Материалы, необходимые для ликвидации повреждений в электроустановках, принадлежащих ПЭС, передаются сельхозпредприятиям в необходимых количествах (например, предохранители на все номинальные токи, используемые в данной установке). Расход материалов учитывается согласно сообщениям с мест или при возврате перегоревших предохранителей.

Оперативные отношения между ПЭС и сельхозпредприятием.

По вопросам оперативного управления линиями электропередачи, осуществляющими питание электроустановок сельхозпредприятия от энергосистемы, оперативный персонал сельхозпредприятия подчиняется оперативному персоналу ПЭС – дежурному диспетчеру ПЭС или дежурному диспетчеру РЭС – в зависимости от структуры диспетчерского управления.

Оперативное руководство по вопросам соблюдения лимитов электропотребления и лимитов нагрузки в часы максимума, а также аварийных ограничений и отключений нагрузки при недостатке мощности в энергосистеме осуществляется местным отделением Энергонадзора.

В конце каждого года ПЭС и сельхозпредприятие обмениваются списками персонала, имеющего право на ведение оперативных переговоров в следующем году. Списки подписываются главными инженерами предприятий и содержат следующие сведения: фамилию, имя, отчество, занимаемую должность, квалификационную группу по технике безопасности, номера телефонов, которые могут быть использованы для оперативной работы. При изменениях в составе оперативного персонала в течение года предприятия должны в письменной форме (письмом) или телефонограммой известить друг друга об изменениях.

Необходимо, чтобы на рабочем месте оперативного персонала сельхозпредприятия находилась схема электроснабжения, утвержденная его руководством. Изменение схемы без согласования с ПЭС не допускается.

При необходимости в постоянном или временном изменении схемы электроснабжения установок сельхозпредприятия, не вызывающем ограничения в электропотреблении, не менее чем за сутки ПЭС извещает оперативный персонал сельхозпредприятия о намечаемых переключениях и работах. Если при постоянном или временном изменении схемы электроснабжения возникает необходимость отключать часть электроустановок, оперативный персонал и руководство сельхозпредприятия извещаются не менее чем за 2 суток. Оперативный персонал сельхозпотребителя, производящий переключения, обязан записать задание в оперативный журнал, выполнить его и сообщить об исполнении оперативному персоналу ПЭС.

Допуск бригад сельхозпредприятия к работе на линиях электропередачи, находящихся в его обслуживании, осуществляется только с разрешения оперативного персонала ПЭС. Включение линий, которые по схеме связаны с линиями сельхозпредприятия, оперативный персонал ПЭС производит только после окончания всех работ бригадами ПЭС и сельхозпредприятия и только с согласия оперативного персонала.

Лекция 4. Электрические сети напряжением 35-110 кВ

Содержание лекции: принципы построения электрических сетей напряжением 35-110 кВ.

Цели лекции: ознакомиться со схемами питания электрических сетей 35-110 кВ.

В системе электроснабжения сельского хозяйства электрические сети напряжением 35-110 кВ имеют важное значение, с точки зрения надежности

электроснабжения схема этих сетей является определяющей. От того, как развиты сети, зависит число питающих центров – подстанций 35-110 кВ, что в конечном итоге определяет удаленность от них объектов электроснабжения. Очевидно, что чем больше подстанций 35-110 кВ на определенной территории, тем меньше протяженность ВЛ напряжением 6-10 кВ, по которым осуществляется распределение электроэнергии.

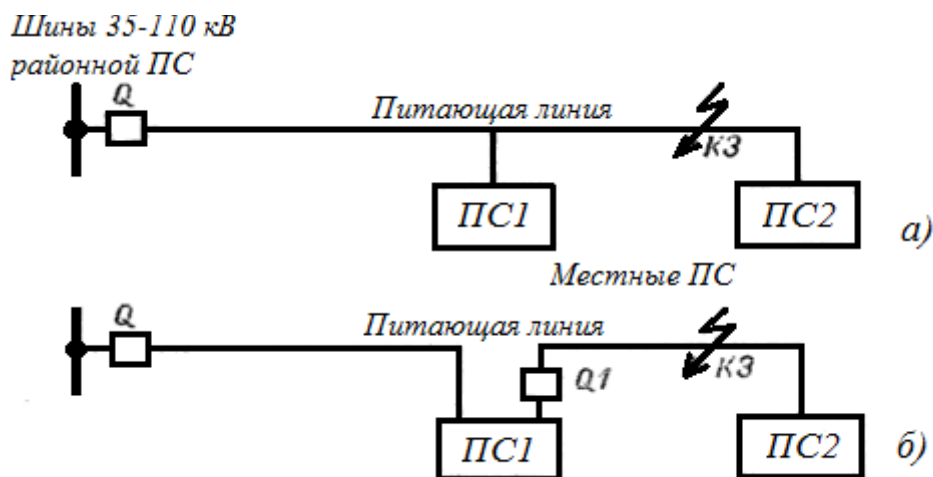


Рисунок 4.1 – Питание подстанции по тупиковой схеме

Подстанции 35-110 кВ размещаются, как правило, в местах сосредоточения наиболее крупных нагрузок и по возможности ближе к центру зоны охвата потребителей. В зависимости от назначения подстанции можно разделить на два вида: районные и местного значения. В зависимости от положения в электрической сети, схемы питания различают два основных типа подстанций — тупиковые и проходные. Тупиковой (см. рисунок 4.1, а) называют подстанцию, расположенную в конце питающей линии или отпайки от нее; проходной (см. рисунок 4.1, б) — подстанцию, которая находится на трассе линии и через которую может осуществляться питание одной или нескольких подстанций. Проходные подстанции включаются в рассечку питающей линии по схеме вход — выход.

Очевидно, что надежность питания подстанции ПС1, включенной по проходной схеме (см. рисунок 4.1, б), выше, чем включенной по схеме рисунок 4.1, а, поскольку поврежденный участок может быть отделен от ПС1 коммутационным аппаратом этой подстанции. Если в качестве коммутационного аппарата используется, например, масляный выключатель Q1, то отделение (отключение) поврежденного участка осуществляется автоматически от действия релейной защиты на Q1 и ПС1 не теряет питания. В других случаях (Q1 – разъединитель) после отключения выключателя Q в начале питающей линии отключение поврежденного участка осуществляется вручную оперативным персоналом с последующим включением выключателя Q для подачи напряжения на ПС1. При этом ПС1 теряет питание на время, необходимое для отыскания места повреждения и производства оперативных

переключений. В схеме рисунка 4.1,*а* длительность отключения ПС1 увеличивается на время полного устранения повреждений ВЛ.

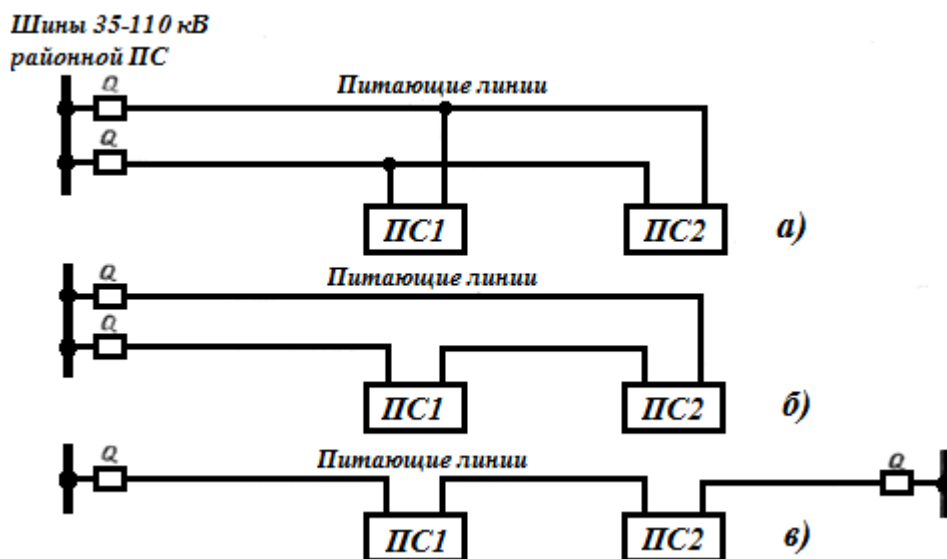


Рисунок 4.2 - Схемы питания подстанций по двухцепной или двум одноцепным линиям

Надежность питания подстанций 35-110 кВ в сельской местности зависит также от схемы питания их по линиям 35-110 кВ. Недостатком схем, приведенных на рисунке 4.1, является потеря питания ПС1 и ПС2 при повреждении на участке между выключателем Q и ПС1 или на подстанции, где установлен Q, так как ПС1 и ПС2 имеют одностороннее питание по одной линии. Надежность существенно возрастает, если питание ПС1 и ПС2 осуществляется по двухцепной линии 35 (110) кВ (см. рисунок 4.2, а) или по двум проходящим по разным трассам линиям от одной (см. рисунок 4.2, б) или двух (см. рисунок 4.2, в) районных подстанций. Эти схемы позволяют в принципе обеспечить бесперебойное питание подстанций ПС1 и ПС2 при повреждении одной цепи (см. рисунок 4.2, а) или одной питающей линии (см. рисунок 4.2, б, в). Следует отметить меньшую надежность схемы питания (см. рисунок 4.2,а), так как при определенных условиях могут оказаться поврежденными обе цепи линии. Наибольшую надежность обеспечивает схема (см. рисунок 4.2,в), поскольку не сказывается повреждение на одной из районных подстанций.

Для электроснабжения в сельском хозяйстве применяются, как правило, подстанции 35-110 кВ с упрощенной электрической схемой без выключателей со стороны высшего напряжения; мощность силовых трансформаторов таких подстанций составляет 1000-16000 кВ-А.

Схемы подстанций зависят от количества линий и трансформаторов, присоединяемых на данном напряжении.

Выбор сечения проводов ВЛ напряжением 35, 110 кВ. В правилах устройства электроустановок рекомендуется выбор сечения провода из различных металлов производить по экономической плотности тока.

В последние годы по экономической плотности тока сечения проводов воздушных линий с номинальным напряжением 35 кВ и выше не выбираются. В практике проектирования применяют выбор сечения проводов для ВЛ 35-750 кВ по экономическим интервалам токов или мощностей.

Достаточно определить перетоки активной мощности в сетях 35 и 110 кВ в нормальном режиме и выбрать сечения проводов на участках. Требуется дополнительная информация: материал опор, количество цепей, район по гололёду.

Далее выполняется проверка выбранного сечения в аварийном режиме. Для этого рассчитывается аварийный ток I_{AB} , А, по формуле:

$$I_{AB} = \frac{S}{\sqrt{3}U}, \quad (4.1)$$

где S – полная мощность, протекающая по участку сети, кВ·А;

U – номинальное напряжение, кВ.

Аварийный ток сравнивается с допустимым $I_{доп}$. Должно выполняться условие:

$$I_{доп} \geq I_{AB}. \quad (4.2)$$

В случае невыполнения этого условия сечение провода увеличивают.

Расчет потерь мощности и энергии в электрических сетях Одна из важнейших задач энергетики в настоящее время заключается в экономии энергоресурсов. Поэтому большое значение имеет снижение потерь мощности и энергии в электрических сетях, в том числе и в сетях сельских районов.

Потери мощности в питающих сетях напряжением 110-35 кВ, как правило, достаточно просто рассчитываются прямым счетом. Наибольшие сложности представляют расчеты потерь мощности и энергии в распределительных сетях напряжением 10-0,38 кВ. Это объясняется несколькими причинами.

Во-первых, указанные сети сильно разветвлены и состоят из большого числа участков, что само по себе повышает трудоемкость расчетов. Во-вторых, и это главное, в большинстве случаев отсутствует информация о величине нагрузки на отдельных участках ВЛ. В лучшем случае имеются данные о нагрузке головного участка ВЛ 10 и 0,38 кВ. Поэтому при расчете потерь в этих линиях приходится прибегать к ряду искусственных приемов.

Лекция 5. Электрические сети напряжением 6-10 кВ

Содержание лекции: принципы построения электрических сетей напряжением 6-10 кВ.

Цели лекции: ознакомиться со схемами питания электрических сетей 6-10 кВ.

Надежность электроснабжения сельских потребителей в значительной мере зависит от схемы распределительных сетей 6-10 кВ, которая предопределяет возможности резервирования питания нагрузок и эффективность устанавливаемых в сети коммутационных аппаратов, устройств автоматики, определения места повреждения и др.

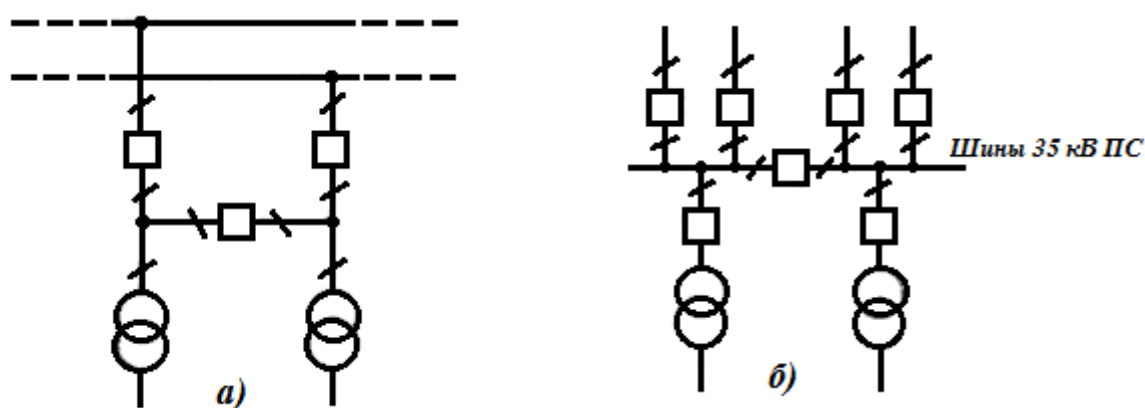


Рисунок 5.1 – Радиальная схема электроснабжения

Наиболее простой и дешевой схемой электроснабжения является радиальная тупиковая (см. рисунок 5.1,а). Такая схема ненадежна, так как при повреждении и ремонте любого элемента схемы – линии, оборудования – электроприемники будут оставаться без электроэнергии. Схема может применяться для электроснабжения потребителей и токоприемников III категории надежности. Как отмечалось выше, секционирование даже такой электрической сети (см. рисунок 5.1, б) с помощью автоматического аппарата, например, типа КРН-10 позволяет существенно повысить надежность электроснабжения потребителей, присоединенных к линии между головным выключателем Q и секционирующим аппаратом Q1.

Для потребителей II и III категорий может использоваться кольцевая схема электроснабжения, показанная на рисунке 5.2. При повреждении любой из распределительных линий электроснабжение восстанавливают ручным отключением поврежденной линии (или оборудования) и включением резервной линии. В кольцевой схеме электроснабжения предусматриваются места нормального разрыва (деления) сети, в которых коммутационные аппараты (разъединители и выключатели) постоянно отключены. Они включаются при необходимости подачи электроэнергии от резервной линии в случае повреждения основной линии или ее отключения для ремонта.

Перерыв электроснабжения при такой схеме допускается на время, необходимое для отключения поврежденного участка и производства переключений (примерно 2 ч).

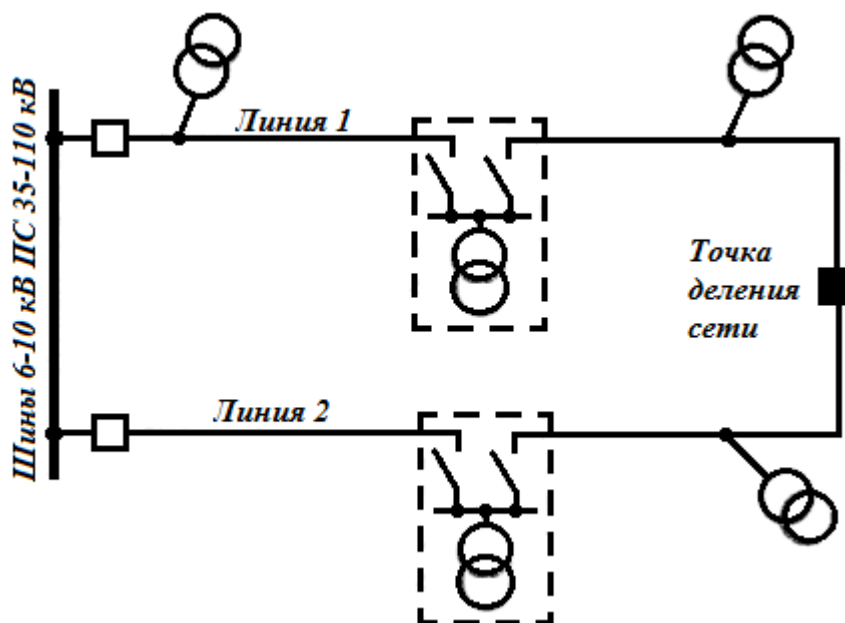


Рисунок 5.2 – Кольцевая неавтоматизированная схема электроснабжения

Если входящие в кольцевую схему распределительные линии подключены к независимым источникам питания (РУ 6-10 кВ двух различных подстанций 35-110 кВ), то схема рисунка 5.3 может использоваться для внешнего электроснабжения трансформаторных подстанций 6-10/0,38 кВ, питающих потребителей I категории. Она же применяется при значительном числе потребителей, когда в кольцевую схему включается несколько трансформаторных подстанций (ТП) с потребителями I категории. От указанных подстанций могут отходить линии 6-10 кВ, предназначенные для питания других, менее ответственных потребителей.

В распреедустройстве 10 кВ трансформаторной подстанции 10/0,4 кВ проходного типа (см. рисунок 5.3, а), как правило, предусматривается установка двух выключателей с тем, чтобы выполнить подключение ТП по схеме «вход-выход». В качестве выключателей могут применяться в отдельных случаях и выключатели нагрузки с автоматическим приводом. Так, на Г/7-3, где выполнен нормальный разрыв кольцевой линии и имеется устройство автоматического включения резерва (АВР), со стороны основного питания этой 777-3 может использоваться выключатель нагрузки Q2. Выключатель автоматически отключается от защиты минимального напряжения при потере питания со стороны основного источника питания, а 777-3 получает питание после включения масляного выключателя Q1 со стороны резервного источника питания. Для отключения глухих отпаек с целью повышения надежности питания ТП необходимо применять автоматически отключаемый аппарат (масляный выключатель,

оборудованный релейной защитой, выключатель нагрузки с предохранителями и т. д.).

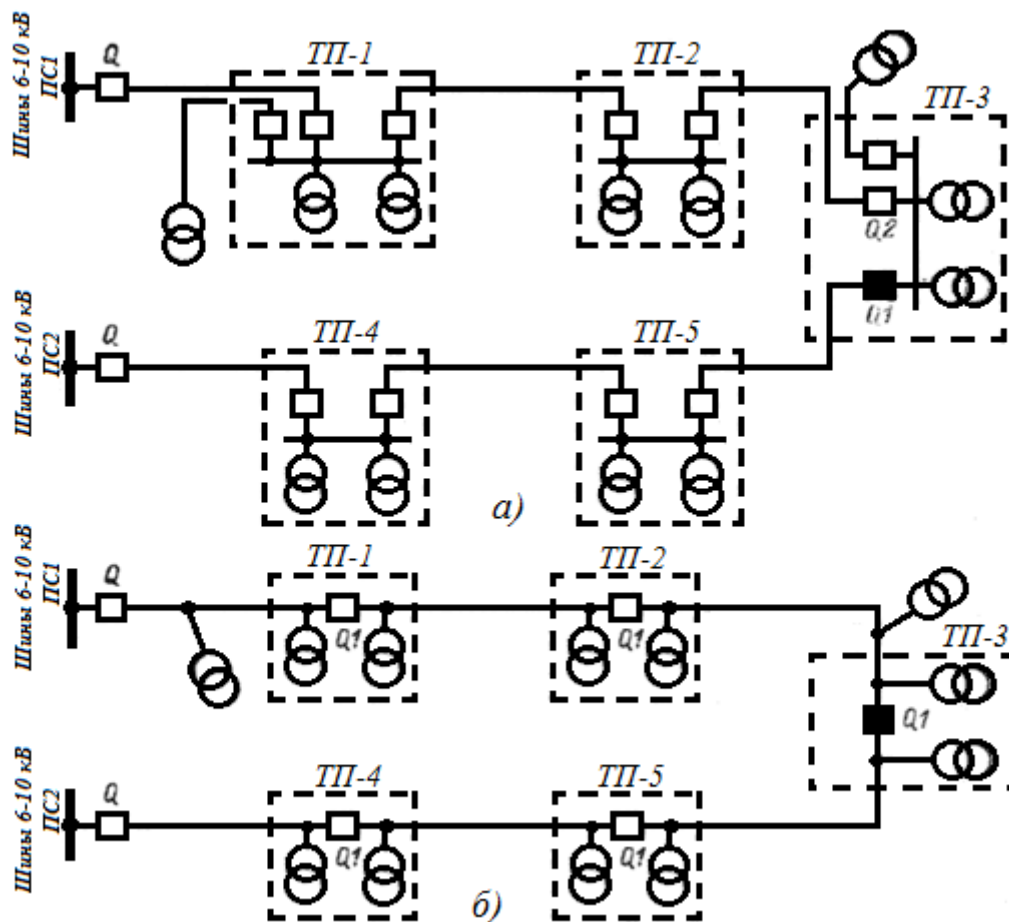


Рисунок 5.3 – Кольцевая автоматизированная схема электроснабжения

В кольцевых схемах, автоматизированных путем установки секционных масляных выключателей Q1 в двух- трансформаторных ТП с потребителями I категории (см рисунок 5.3,б), достигается существенная экономия масляных выключателей. При наличии АВР 0,4 кВ непосредственно у потребителя I категории его внешнее электроснабжение от закрытой трансформаторной подстанции (ЗТП), включенной в кольцевую автоматизированную схему по рисунку 5.3, удовлетворяет требованиям [1]. Кольцевая схема обеспечивает экономию средств при сооружении сети за счет отказа от строительства отдельных дополнительных линий для резервирования электроснабжения потребителей I категории.

Вместе с тем, недостатком кольцевой схемы с несколькими последовательно установленными выключателями является необходимость оснащения выключателей дистанционными или направленными защитами или специальными комплектами автоматики [3, 4], достаточно сложными в наладке, требующими квалифицированного обслуживания и необходимости перестройки уставок при изменении схемы или параметров сети. Для электроснабжения потребителей I категории, имеющих большую

нагрузку (более 200 кВт), может применяться двухлучевая схема питания (см. рисунок 5.4). На рисунке 5.4, а показана двухлучевая схема питания потребителя с устройством АВР на напряжении 6-10 кВ, обеспечивающим сохранение питания каждой ТП при потере основного питания.

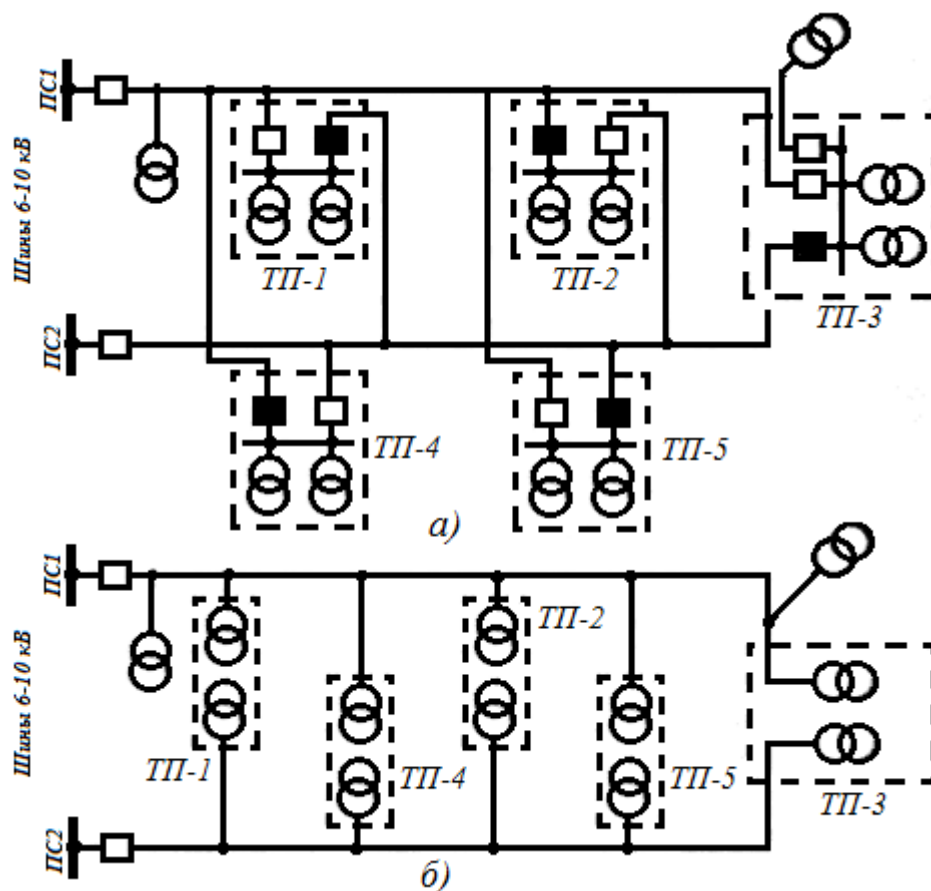


Рисунок 5.4 – Двухлучевая схема электроснабжения с АВР

В схеме рисунка 5.4, б требуемая надежность электроснабжения обеспечивается АВР на стороне 0,38 кВ – в случае отключения одной из линий, а с ней и одного из трансформаторов ТП питание всей нагрузки потребителя осуществляется от одного трансформатора. Присоединения ТП должны соответствующим образом чередоваться вдоль распределительной линии, чтобы достигнуть лучшего использования пропускной способности линии. Двухлучевые схемы при электроснабжении потребителей сельского хозяйства широкого применения не получили из-за того, что, как правило, потребители удалены на значительное расстояние от питающих центров и сооружение второй линии для реализации этих схем часто невозможно или нецелесообразно.

Вместе с тем, внутриплощадочные сети 6-10 кВ в случаях, когда на ограниченной площади (центральная усадьба совхоза, животноводческий комплекс) располагаются несколько ТП, целесообразно выполнять по двухлучевым схемам.

Лекция 6. Электрические линии 380/220 В

Содержание лекции: принципы построения электрических сетей напряжением 380/220 В.

Цели лекции: ознакомиться со схемами питания электрических сетей 380/220 В.

В электрических сетях сельскохозяйственного назначения повсеместно применяется, как правило, напряжение 380 В по четырехпроводной системе с глухозаземленной нейтралью. В нормальном режиме напряжение между любым из проводов сети и землей не превышает фазного, т. е. 220 В. Заземление нейтрали и соединение с ней металлических частей оборудования исключают возможность повышения напряжения линейных проводов относительно земли. Применение системы напряжения 380/220 В обусловлено необходимостью одновременного питания трехфазных двигателей на напряжении 380 В и однофазных токоприемников на напряжении 220 В (двигателей, осветительных ламп, бытовых электроприборов и т. п.) от одного и того же трансформатора. При более высоком номинальном напряжении сети резко возрастает опасность поражения электрическим током людей и животных, соприкасающихся с электроустановками. При более низком напряжении удорожаются электрические сети. Так, расчеты показывают, что на сооружение сетей 380/220 В расходуется в 2 раза меньше металла проводов, чем при напряжении 220/127 В при одинаковых передаваемых мощностях.

Для питания отдельных потребителей иногда используются подстанции с однофазными трансформаторами по трехпроводной системе номинальным напряжением 2Х Х220 В. Питание подстанции в этом случае осуществляется по однофазной двухпроводной линии, низшее напряжение при этом 2Х220 В, средняя точка обмотки трансформатора глухо заземлена. Указанные системы напряжений применяются как при выполнении внутриплощадочных сетей ниже 1 кВ, так и внутренних проводов.

Внутриплощадочные сети 0,38 кВ. Внутриплощадочные сети 0,38 кВ служат для передачи и распределения электроэнергии от подстанции 6-10/0,38 кВ к объектам или отдельным токоприемникам до их вводных распределительных устройств. Такими объектами могут быть отдельно стоящие или входящие в состав животноводческого комплекса фермы, водозаборные узлы, цехи по приготовлению кормов, другие объекты производственного назначения, населенные пункты и жилые поселки, а также объекты социально-культурного назначения.

В зависимости от характера потребителя, его нагрузки, требований к надежности электроснабжения и количества находящихся на данной площади подстанций 6-10/0,38 кВ создается внутриплощадочная электрическая сеть 0,38 кВ. Сеть может быть простой, образованной, например, двумя линиями 0,38 кВ, отходящими от мачтовой или комплектной ТП, питающими в

тупиковом режиме населенный пункт и небольшую молочно-товарную ферму (МТФ) в отдельности. Известны случаи, когда деревня и МТФ вообще питаются по одной линии. Вместе с тем центральные усадьбы совхозов и колхозов, животноводческие комплексы имеют достаточно разветвленную сеть воздушных и кабельных линий, обеспечивающих питание и резервирование объектов в целом и отдельных токоприемников.

Воздушные линии напряжением 380/220 В и 2Х220 В. Электрической воздушной линией называется устройство для передачи и распределения электроэнергии по проводам, расположенным на открытом воздухе и закрепленным на опорах при помощи арматуры и изоляторов. Провод, соединенный с фазным выводом трансформатора (генератора), называется фазным. Нулевым называется провод, соединенный с глухозаземленным выводом средней точки обмотки трехфазного трансформатора. Провод, питающий светильники уличного освещения при централизованном управлении ими с распределительного устройства ТП или другого пункта, называется фонарным.

В сельской местности на ВЛ принят следующий порядок расположения проводов на опорах: нижним проводом является нулевой провод, выше его располагается фонарный провод и далее по высоте размещаются фазные провода. Ниже нулевого провода допускается монтировать провода радиотрансляции. В зависимости от числа проводов и их назначения участки линии могут быть полнофазными или неполнофазными. На полнофазном участке линии имеются фазные провода всех фаз и нулевой провод. Полнофазные линии применяются на головных участках по всей длине линии при наличии трехфазной силовой нагрузки в конце линии или при значительной осветительной нагрузке. Полнофазные линии подводятся также к электрифицированным животноводческим фермам. Полнофазные линии системы напряжений 380/220 В могут выполняться в пяти- или четырехпроводном исполнении. При этом полнофазная четырехпроводная линия имеет три фазных и один нулевой провод. Пятипроводная линия, кроме того, имеет фонарный провод, что позволяет использовать ее и для наружного освещения. При системе напряжений 2Х220 В полнофазные линии имеют четырех- (два фазных, один нулевой и один фонарный) или трехпроводное (два фазных и один нулевой) исполнение

На неполнофазном участке линии имеются фазные провода лишь некоторых фаз и нулевой провод. Четырехпроводная неполнофазная линия 380/220 В имеет два фазных провода, нулевой и фонарный провода, на трехпроводной отсутствует один фазный или фонарный провод. Неполнофазные участки применяются в конце линии и на ответвлениях с осветительной нагрузкой небольшой мощности.

В основном в электрических сетях 0,38 кВ применяются одноцепные линии. Однако при необходимости прокладки в одном направлении двух отходящих линий может быть сооружена двухцепная линия. Двухцепные линии всегда являются полнофазными восьмипроводного исполнения:

обычная (шесть фазных и два нулевых) или с наружным освещением (шесть фазных, нулевой и фонарный).

Опоры. В зависимости от назначения различают несколько типов опор. Промежуточные, перекрестные, переходные, а также анкерные опоры, рассчитанные на небольшую разность тяжений в смежных пролетах, выполняют, как правило, одностоечными.

Опоры, воспринимающие полное тяжение проводов или разность тяжений проводов смежных пролетов, выполняют с подкосами, устанавливаемыми со стороны тяжения проводов или равнодействующей их тяжений. Такими опорами являются анкерные, угловые промежуточные и анкерные угловые и концевые.

На линиях напряжением 380/220 В применяются деревянные и железобетонные опоры. Деревянные опоры могут быть составными на деревянных или железобетонных приставках или из цельных бревен соответствующей длины. Опоры допускают совместную подвеску до восьми проводов марки А (Ап) сечением 16-50 мм² и до четырех однопроволочных проводов диаметром 4 мм для радиотрансляционных цепей. Размеры опор и отдельных их элементов определяются их типами и приведены в [5].

Железобетонные опоры рассчитаны на подвеску до пяти проводов линий 380/220 В и двух проводов радиодиффузии. При необходимости применяют следующие типы опор: промежуточные, переходные, промежуточные перекрестные, ответвительные, анкерные, угловые промежуточные на угол до 60°, угловые анкерные на угол до 90°, концевые.

Изоляторы. На воздушных линиях 380/220 В применяют фарфоровые линейные изоляторы типа ШЛН, телефонные типа ТФ и радиотрансляционные ответвительные типа РФО. Взамен изоляторов типа ТФ могут применяться изоляторы ТС, изготавливаемые из малощелочного стекла и имеющие по сравнению с фарфоровыми изоляторами меньшие размеры и массу.

Для крепления изоляторов на опорах применяют стальные стандартные и удлиненные штыри, а также стандартные крюки; для анкерного крепления проводов более крупных сечений применяют усиленные крюки.

Провода. На ВЛ 380/220 В, как правило, применяют алюминиевые многопроволочные провода марок А (Ап) сечением 16-50 мм². Применялись также стальные многопроволочные провода марки ПС-25 и однопроволочные марки ПСО-5 (на ответвлениях к вводам в здания). В настоящее время на ответвлениях используют тросовые изолированные провода марки АВТ-2 с алюминиевыми жилами сечением от 2,5 до 16 мм².

Марку, сечение и число проводов на отдельных участках выбирают путем расчета потери напряжения, значение которой определяют допустимыми пределами отклонений напряжения на зажимах электроприемника.

Аналитический метод расчета проводов громоздок и неудобен, поэтому в практике пользуются упрощенными методами расчета. Наиболее широкое

применение получил графический метод расчета проводов по номограммам, которые составлены для всех эксплуатационных напряжений и различных марок проводов. Они дают возможность определить потери напряжения в ВЛ от передаваемой мощности (или тока нагрузки) и расстояния.

Эксплуатация воздушных линий электропередачи заключается в поддержании их в технически исправном состоянии для обеспечения надежного электроснабжения потребителей путем проведения периодических осмотров, профилактических проверок и ремонта.

Воздушные линии должны периодически не реже 1 раза в 6 месяцев осматриваться электромонтерами. При осмотрах линий и вводов обращается внимание на следующее: наличие ожогов, трещин и боя изоляторов, обрывов и оплавлений жил проводов, целостность вязок, провисание проводов; состояние опор и крен их вдоль и поперек линии, целостность бандажей и заземляющих устройств; состояние вводных ответвлений и предохранителей; состояние кабельных воронок и спусков.

Для более квалифицированной оценки состояния ВЛ и проверки качества осмотров электромонтерами не реже 1 раза в год производится контрольный осмотр инженерно-техническим персоналом. Верховые осмотры линий с выборочной проверкой состояния проводов в местах крепления на опорах производят по мере необходимости, а внеочередные – после аварий, стихийных бедствий, при гололеде, температуре воздуха ниже -40°C и т. п. Выявленные во время обходов и осмотров дефекты отмечают в листе обхода, а дефекты, требующие устранения, заносят в журнал дефектов. При обнаружении неисправностей, могущих привести к нарушению электроснабжения или поражения электрическим током окружающих, вызывают дежурную бригаду для ликвидации повреждения. Лицо, обнаружившее повреждение, должно находиться на месте до приезда дежурной бригады и отключения поврежденного участка линии.

Проверка опор на загнивание. Степень загнивания деревянных опор определяют первый раз через 3-6 лет после ввода линии в эксплуатацию, затем не реже 1 раза в 3 года, а также перед подъемом на опору.

При наружном осмотре выявляют внешнее круговое и местное загнивание (отдельные очаги) древесины. Наличие внутреннего загнивания определяют простукиванием. Глубину загнивания опор измеряют в трех точках по окружности опоры в опасных сечениях: выше уровня грунта на 0,2-0,3 м и в земле на глубине 0,2-0,3 м. Измерение производят прибором, металлическая игла которого прокалывает древесину. Глубину загнивания определяют как среднее арифметическое измеренных значений. Диаметр неповрежденной части древесины опор и приставок не должен быть менее определенных допустимых значений. Результаты измерений загнивания заносят в ведомость, после этого делается заключение: оставить опору в эксплуатации, взять под контроль, сменить при очередном капитальном ремонте или немедленно.

Лекция 7. Эксплуатация электрических линий 380/220 В

Содержание лекции: проверка железобетонных опор и приставок, ответвления от воздушных линий и вводы в здания.

Цели лекции: изучить способы эксплуатации электрических линий 380/220 В.

Проверка железобетонных опор и приставок должна осуществляться не реже 1 раза в 6 лет, начиная с четвертого года эксплуатации. При проверках внешним осмотром выявляется наличие трещин на опоре (приставке), выборочно производится откопка грунта вокруг опоры на глубину 0,5 м с той же целью.

Измерение габаритов проводов воздушных линий.

Первоначальные габариты в процессе эксплуатации изменяются из-за естественного вытягивания проводов, наклона опор, переустройства существующих или сооружения новых дорог, насыпей и т. д. Габариты измеряются без снятия напряжения с помощью угломерного инструмента и изолирующих штанг; со снятием напряжения — с помощью веревки, рулетки, рейки. Результаты, измерений заносят в ведомость измерения габаритов. Особое внимание уделяется измерениям габаритов на пересечениях с другими ВЛ и линиями связи. Соблюдение требуемых по нормам габаритов очень важно с точки зрения обеспечения безопасности людей и животных.

Измерения сопротивления заземления опор производятся 1 раз в 5 лет. Сопротивление заземления не должно превышать значений, устанавливаемых в зависимости от удельного сопротивления грунта.

Проверка и подтяжка болтов, гаек и бандажей.

Наибольшее ослабление болтов, гаек и бандажей наблюдается в начале эксплуатации, поэтому проверка производится в первые два года ежегодно, в дальнейшем по мере необходимости.

Ремонт воздушных линий и вводов.

Ремонтные работы планируются в зависимости от технического состояния линии, определяемого по результатам всего комплекса перечисленных выше работ.

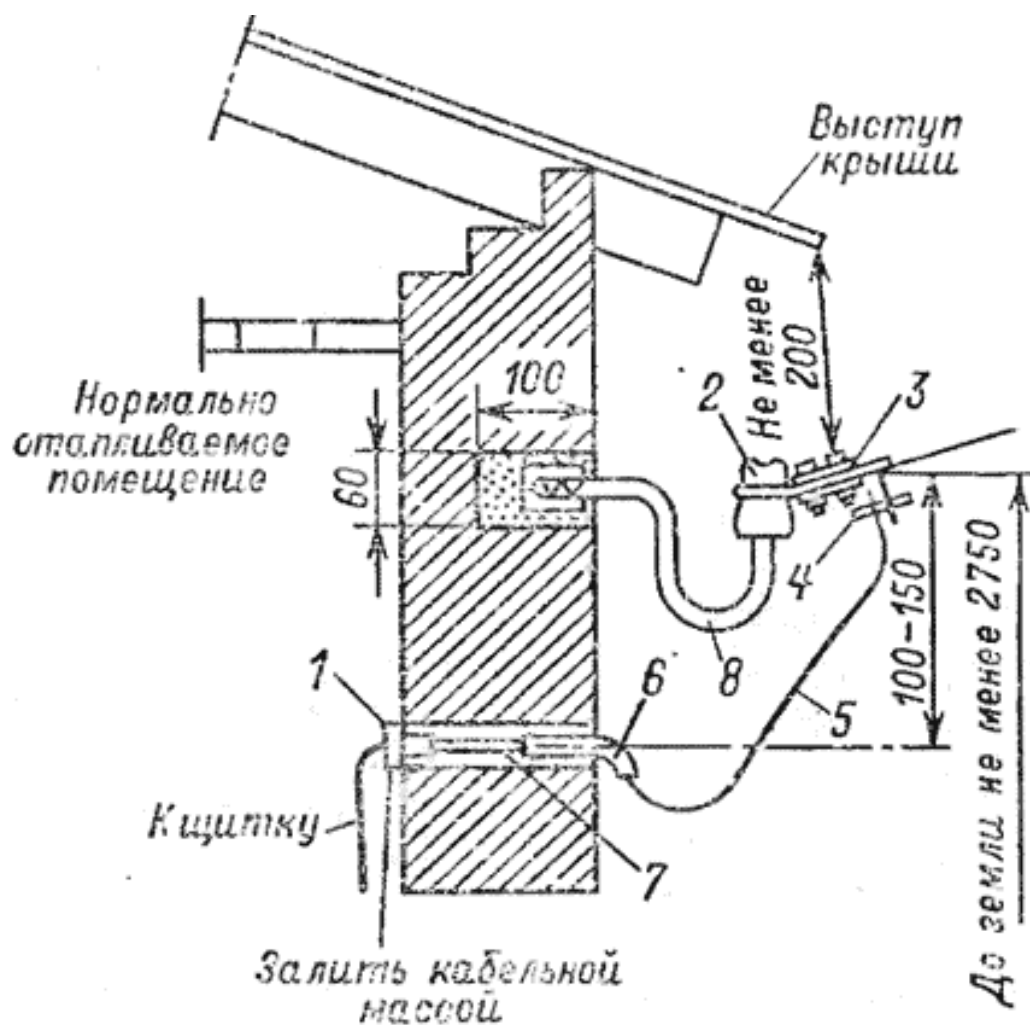
В объем текущего ремонта входят: выправка и укрепление опор, подтяжка бандажей и резьбовых соединений, проверка штырей и крюков, замена негодных и чистка загрязненных изоляторов, перетяжка отдельных участков проводов линии и вводов, проверка надежности соединений проводов и контактов, проверка и замена предохранителей и перемычек, проверка и восстановление нумерации опор, проверка и приведение в норму габаритов линии и вводов, устранение набросов, ремонт и окраска кабельных спусков и концевых муфт, проверка состояния верхней части опор и спусков заземления.

При капитальном ремонте ВЛ заменяют опоры, устанавливают новые и заменяют дефектные приставки, заменяют изоляторы с неудовлетворительными

показателями надежности и заменяют провода. Выполняют капитальный ремонт воздушных линий по мере необходимости в зависимости от их состояния и от установленной на предприятии периодичности капитальных ремонтов. Ответвления от воздушных линий и вводы в здания.

Ответвлением от воздушной линии к вводу называется участок электропроводки от изоляторов на опоре ВЛ до изоляторов на стекле или крыше здания.

Вводом в здание называется участок электропроводки от изоляторов на наружной стене или крыше здания до вводного устройства, соединяющий наружную электрическую сеть с внутренней электропроводкой (см. рисунок 7.1).



- 1 - втулка фарфоровая; 2 - изолятор; 3 - зажим болтовой; 4 - зажим ОАС-2;
5 - изолированный провод ввода; 6 - воронка фарфоровая; 7 - трубка изоляционная полутвердая; 8 - крюк.

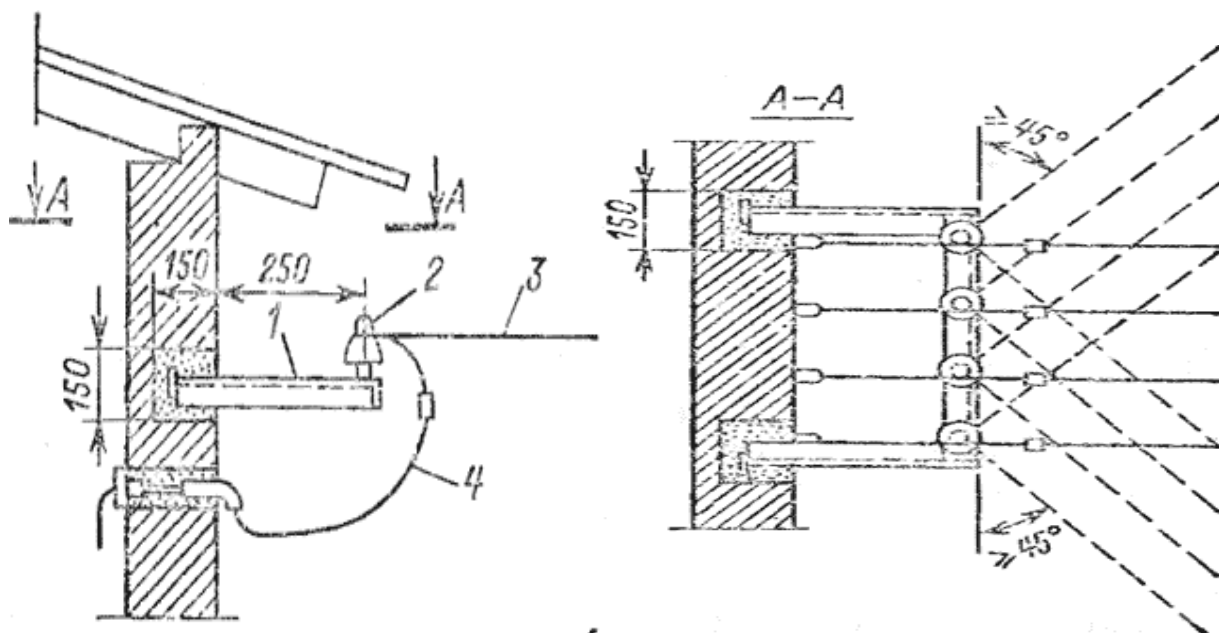
Рисунок 7.1 – Ввод в здание через кирпичную стену

Ввод может быть и кабельным. Ответвления от воздушных линий к вводам могут выполняться проводами алюминиевыми сечением не менее 16 мм² и изолированными алюминиевыми проводами с виниловым покрытием и несущим тросом марки АВТ-1, АВТ-2 и др.

Однопроволочные алюминиевые провода для этих целей не применяются из-за незначительной механической прочности. Закрепление проводов ответвления на опоре и у ввода в здание необходимо производить глухими зажимами или пайкой. Закрепление проводов скруткой выполнять не следует, так как со временем контакт ослабляется, нагревается при нагрузке и может нарушиться.

Нижние точки подвеса как неизолированных, так и изолированных проводов в месте ввода в здание должны [1] находиться на высоте не менее 2,75 м от земли, не менее 3,5 м — над пешеходной дорожкой или тротуаром и не менее 6 м — над проезжей частью дороги. Для обеспечения расстояний до земли, а также в случаях, когда расстояние от ВЛ до здания превышает 10 м, около здания устанавливают дополнительную (подставную) опору. Расстояние между проводами ввода, а также от них до выступающих частей здания должно быть не менее 200 мм.

Вводы в здания выполняют только изолированными проводами (или кабелями) через отверстие в стене (см. рисунок 7.1). При этом на каждый провод надевают гибкую изоляционную трубку с фарфоровой воронкой снаружи и фарфоровой втулкой внутри здания. Чтобы во ввод не попадала вода и не могли конденсироваться пары, воронку следует залить изоляционной кабельной массой.

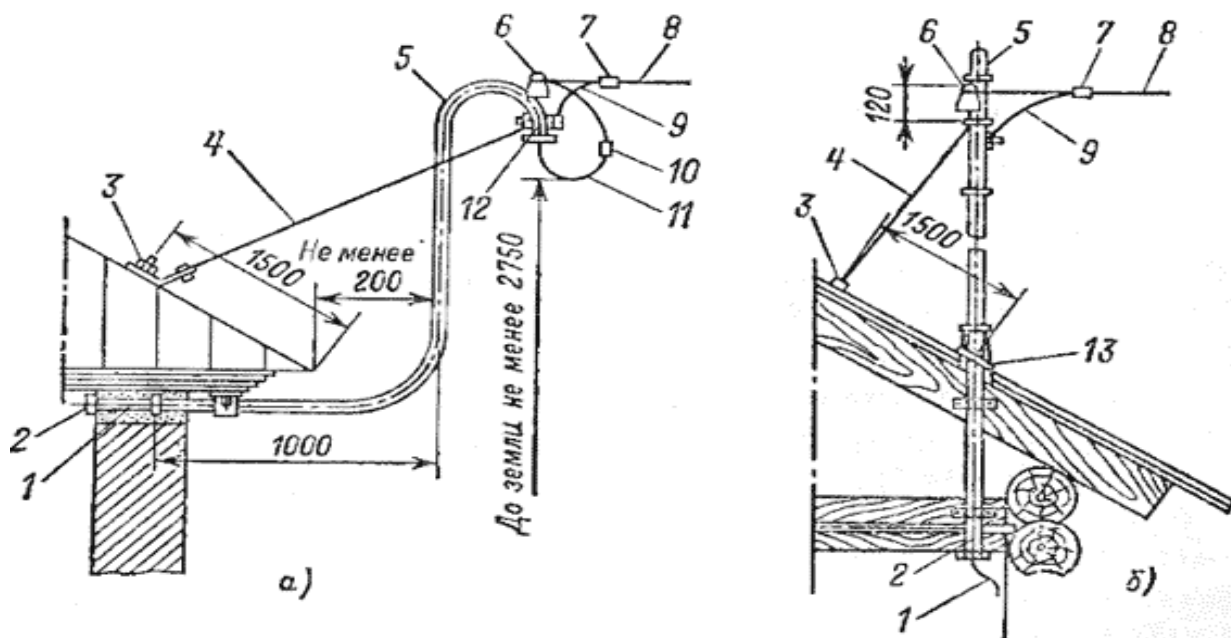


1 - кронштейн; 2 - изолятор; 3 - провод ответвления; 4 - провод ввода.

Рисунок 7.2 – Ввод в здание с кронштейна

Изоляторы ввода можно укреплять на крюках или штырях, устанавливаемых на кронштейнах, применяемых обычно для четырехпроводных вводов и проводов больших сечений (см. рисунок 7.2). Каждый провод ввода следует присоединять к свободному концу провода

ответвления зажимом, например, типов ОАС-1, ОАС-2, ШДК-2Б, ШДК-2В. Наиболее подходящими являются зажимы ОАС, которые обеспечивают хороший электрический контакт между стальными и алюминиевыми проводами, высокую механическую прочность и герметичность соединения, что гарантирует надежность их работы при длительной эксплуатации.



1 - труба изоляционная; 2 - втулка; 3 - крепление оттяжки трубостойки; 4 - оттяжка; 5 - трубостойка; 6 - изолятор; 7 - ответвительный зажим на нулевом (заземляющем) проводе; 8 - провод ответвления; 9 - зануляющий (заземляющий) провод; 10 - зажим, соединяющий провод ответвления с проводом ввода; 11 - провод ввода; 12 - траверса для изоляторов; 13 - подкладка (войлок с суриком).

Рисунок 7.3 – Двухпроводные вводы в здания через трубостойки

Вводы в здания, особенно небольшой высоты, можно осуществлять через трубостойки, которые крепятся к стене, крыше или подставной опоре возле здания. Наиболее надежным в эксплуатации следует считать двухпроводный ввод через стену (см. рисунок 7.3, а). Он обеспечивает сохранность помещения от проникновения влаги, менее пожароопасен, прост в исполнении и эксплуатации. Ввод через крышу (см. рисунок 7.3, б) конструктивно более сложен, так как нарушается целостность крыши. Необходимо указать, что для снижения опасности поражения электрическим током трубостойки зануляют. Однако вследствие неравномерной загрузки фаз в нулевом проводе ВЛ, а следовательно, на трубостойках и кровлях может появиться напряжение в несколько десятков вольт, что в неблагоприятных условиях может представлять опасность как с точки зрения поражения электрическим током, так и возникновения пожара. Для вводов в здания применяются несколько типоразмеров трубостоек, которые выбирают в зависимости от числа проводов, высоты здания, материала кровли и стен, а также с учетом тяжения проводов ответвления.

Лекция 8. Электрическое освещение и применение ультрафиолетового и инфракрасного излучений

Содержание лекции: применение электрического освещения в сельском хозяйстве.

Цели лекции: изучить применение ультрафиолетового и инфракрасного излучений в сельском хозяйстве.

Электрическое освещение не только используется в жилых, общественно-культурных и производственных помещениях совхозов и колхозов, но и находит разнообразное применение непосредственно в сельскохозяйственном производстве. В качестве примера можно привести использование электрического освещения в теплицах при выращивании рассады, овощей и цветов в зимнее время, для увеличения продолжительности светового дня в птичниках в осенне-зимнее время. Электрическими лампами ультрафиолетового излучения облучают животных и птиц, что предохраняет их от заболеваний и создает благоприятные условия для нормального развития. Электрические лампы инфракрасного излучения применяют для сушки зерна и других сельскохозяйственных продуктов, обогрева и лечения молодняка животных и птиц и других производственных целей.

Рациональное освещение повышает производительность труда, улучшает качество продукции и увеличивает безопасность работы обслуживающего персонала. Вместе с тем правильное освещение уменьшает зрительное и общее утомление работника, способствует поддержанию чистоты и порядка в помещениях. Таким образом, электрическое освещение сельскохозяйственных помещений может выполнять функции рабочего освещения и являться биологически необходимым в отдельных технологических процессах.

По характеру исполнения рабочее или основное освещение может быть общим, местным или комбинированным. Общее освещение равномерно освещает все помещение или его часть на всех участках. Местное освещение предназначается только для рабочих поверхностей. При этом светильник устанавливается на рабочем месте в непосредственной близости от поверхности, которую он должен освещать. Местное освещение, как правило, дополняется общим освещением помещения. Использование только местного освещения не допускается. Комбинированное освещение – это сочетание общего и местного освещения; его целесообразно применять при высокой точности работ, малой площади рабочих мест и редком их расположении. Достаточность освещенности рабочей поверхности, равномерность освещения и наибольшая экономичность при этом определяются расчетом.

Кроме основного рабочего освещения, в тех помещениях, где отсутствие света может привести к длительному расстройству технологического процесса или нарушению электро- или водоснабжения и т. д., предусматривается

аварийное освещение. Аварийное освещение для эвакуации людей из помещения выполняется по линиям основных проходов и на ступеньках лестниц. Светильники аварийного освещения включаются вместе со светильниками основного освещения, что создает нормированную рабочую освещенность. Аварийное освещение можно использовать как дежурное или охранное освещение в нерабочее ночное время. Питание аварийного освещения рекомендуется осуществлять от независимого источника или при автоматическом переключении на него. Переносные светильники аварийного освещения приравниваются к светильникам местного освещения. Переносные светильники напряжением до 42 В должны питаться от понижающих трансформаторов.

Электрические источники света и светильники. В качестве электрических источников света в сельском хозяйстве используют лампы накаливания, люминесцентные и газоразрядные лампы.

Лампы накаливания. Лампы накаливания представляют собой источники света, работающие по принципу температурного излучения. В стеклянной колбе помещена спираль из нити, нагреваемая электрическим током. Нить накала может быть моноспиральной (односпиральной), биспиральной, а в некоторых лампах состоять из трех спиралей. Некоторые типы ламп наполняют нейтральным газом (азот, аргон, криптон). Лампы накаливания общего назначения мощностью до 40 Вт выпускают вакуумными (тип НВ), большей мощности изготавливают газополными моноспиральными (тип НГ) и биспиральными (тип НБ). В вакуумной лампе мощностью 40 Вт в видимое излучение превращается всего лишь 7 % потребляемой мощности, на образование инфракрасного излучения – 70 %; треть потребляемой мощности переходит в тепловые потери. В настоящее время в сельском хозяйстве в основном применяются лампы накаливания 220 и 235 В. Лампы типа В220-235 и Б220-235 рассчитаны на повышенное напряжение, срок их службы в 2 раза больше (2500 ч), чем у ламп типов В220, Б220. Лампы накаливания общего назначения снабжаются цоколями Е-27.

Люминесцентные лампы. Принцип действия этих ламп упрощенно сводится к следующему. В стеклянной трубке между двумя электродами, расположенными на ее концах, происходит электрический разряд в парах ртути; ультрафиолетовое излучение, возникающее при этом, вызывает свечение специального состава — люминофора, которым покрыта внутренняя поверхность трубы. Стеклянная трубка становится источником света, который равномерно распространяется по ее длине. В зависимости от состава люминофора получается различная цветность излучения: нашли применение люминесцентные лампы дневного (типы ЛД и ЛДЦ), белого (тип ЛБ), тепло-белого (тип ЛТБ) и холодно-белого (тип ЛХБ) света. Люминесцентные лампы экономичнее ламп накаливания, срок их службы гораздо больше и достигает 12 000 ч. Недостатками этих ламп являются необходимость в приборах для зажигания и ограничения тока, большие габариты, чувствительность к температуре окружающей среды.

Применяется несколько схем включения люминесцентных ламп. На рисунке 8.1 показана наиболее распространенная из них. К сети переменного напряжения зажимами 1 подключается лампа 2, лампа включается с помощью стартера 3, который представляет собой стеклянную колбочку, заполненную неоном, с двумя впаянными электродами. Один электрод изготовлен из биметалла. Колбочка заключена в металлический защитный кожух.

В момент включения на разомкнутые электроды стартера подается полное напряжение сети, между электродами в неоне возникает тлеющий разряд, нагревающий биметаллическую пластинку. Нагретая пластинка изгибается и замыкает электроды стартера, через них начинает протекать ток, который нагревает биспиральные электроды 2 из вольфрамовой нити лампы.

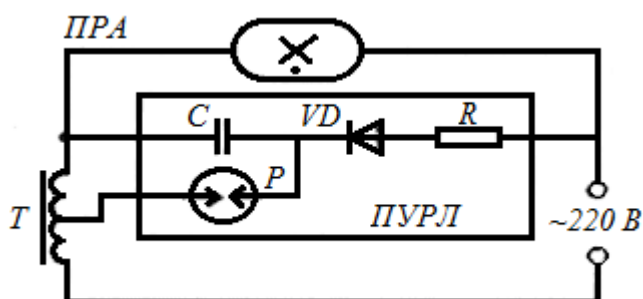


Рисунок 8.1 – Схема включения двухэлектродной лампы ДРЛ

После замыкания электродов стартера тлеющий разряд в неоне прекращается, электроды охлаждаются и размыкаются. При размыкании цепи между электродами в трубке возникает повышенное напряжение (импульс напряжения), под действием которого в трубке, заполненной аргоном, происходит разряд. Небольшое количество ртути, находящееся в трубке, под действием электрического разряда испаряется, и электрический разряд продолжается уже в парах ртути. Этот разряд излучает в большом количестве ультрафиолетовые лучи, которые, падая на люминофор, вызывают свечение трубки. Процесс включения и зажигания длится 1-2 секунд. Конденсатор 4 служит для устранения радиопомех при включении лампы, а дроссель 5 является балластным сопротивлением и предназначен для ограничения тока. В связи с понижением напряжения на стартере после зажигания лампы, вызванным падением напряжения на дросселе, тлеющий разряд в стартере не может возникнуть. Цепь стартера остается разомкнутой, когда горит лампа.

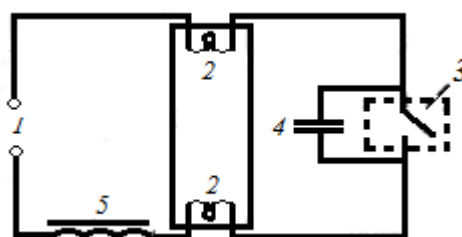
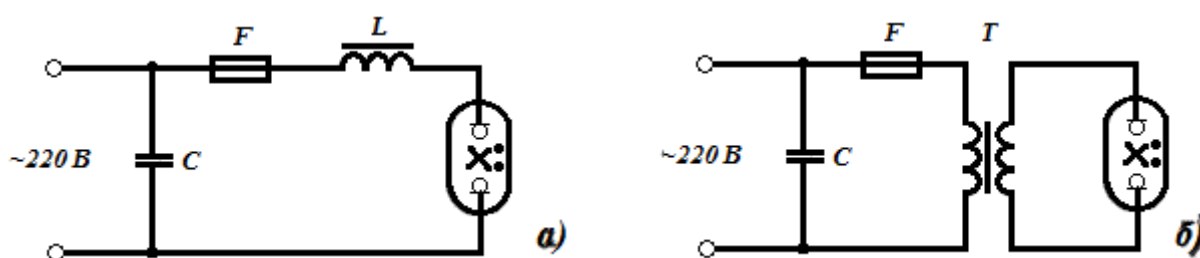


Рисунок 8.2 – Схема включения люминесцентной лампы

Для освещения производственных площадок и помещений применяют люминесцентные лампы высокого давления типа ДРЛ (дуговые ртутные люминесцентные), устроенные следующим образом. Во внешний стеклянный баллон, покрытый изнутри люминофором, заключена ртутная кварцевая лампа (ДРТ) в виде трубки. При таком давлении возникает мощный поток ультрафиолетовых излучений, под действием которых люминофор светится.

На рисунке 8.1 изображена схема включения двухэлектродной лампы типа ДРЛ. В схеме используется пускорегулирующий аппарат ПРА и поджигающее устройство ПУРЛ. При пуске работает ПУРЛ, в котором через сопротивление R и выпрямитель VD происходит заряд конденсатора C . При определенном значении напряжения на обкладках конденсатора разрядник P (неоновая лампа) загорается. Конденсатор C разряжается на часть витков трансформатора T , в котором при этом возникает импульс высокого напряжения, вызывающий разряд в ртутной лампе высокого давления. Напряжения 220 В недостаточно для зажигания лампы. Процесс полного зажигания лампы длится 5—7 мин. На рисунке 8.2 изображены схемы включения четырех- электродных ламп типа ДРЛ в сеть напряжением 220 В. Различают дроссельную и трансформаторную схемы включения. При пониженной температуре окружающей среды для зажигания лампы требуется напряжение не менее 300 В. Это достигается применением трансформатора с большим магнитным рассеянием.



а - с дросселем; б - с трансформатором; L - дроссель; T - трансформатор с магнитным рассеиванием; с - компенсирующая емкость; f - предохранитель

Рисунок 8.3 – Схемы включения четырехэлектродных ламп ДРЛ

Для включения четырехэлектродных ламп типа ДРЛ используют дроссели различного типа в зависимости от мощности лампы: ДБ-125/230-Н-Т; ДБ-250/230-Н-Т; ДБ-400/230-Н-Т и т. д. Стабилизация электрических и световых характеристик происходит в течение 10—15 мин. Повторное зажигание возможно после остывания лампы.

Ртутно-кварцевые лампы типа ДРТ (см. рисунок 8.3,а), используемые в технологических процессах сельского хозяйства, подключают к сети последовательно с балластным сопротивлением — дросселем L , который ограничивает проходящий через лампу ток.

Лекция 9. Эксплуатация электрического освещения в сельском хозяйстве

Содержание лекции: эксплуатация электрического освещения в сельском хозяйстве.

Цели лекции: изучить способы эксплуатации электрического освещения.

Электрические светильники являются осветительными приборами, состоящими из источника света и осветительной арматуры и предназначенными для освещения объектов, расположенных не далее чем в 20-30 м от источника света. Светильники выбирают, исходя из условий окружающей среды, экономичности, долговечности и безопасности обслуживания.

Для включения четырехэлектродных ламп типа ДРЛ используют дроссели различного типа в зависимости от мощности лампы: ДБ-125/230-Н-Т; ДБ-250/230-Н-Т; ДБ-400/230-Н-Т и т. д. Стабилизация электрических и световых характеристик происходит в течение 10-15 мин. Повторное зажигание возможно после остывания лампы.

Ртутно-кварцевые лампы типа ДРТ (см. рисунок 9.1,а), используемые в технологических процессах сельского хозяйства, подключают к сети последовательно с балластным сопротивлением – дросселем L , который ограничивает проходящий через лампу ток. Для облегчения зажигания лампы в схему (см. рисунок 9.1, б) включают конденсаторы $C1$ и $C2$.

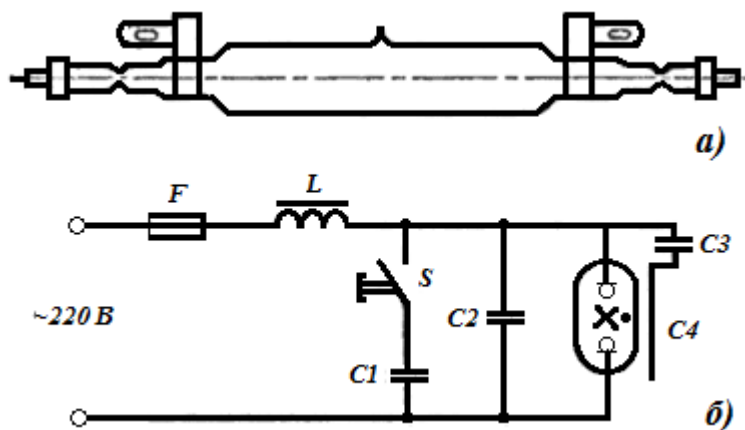


Рисунок 9.1 – Схема включения ртутно-кварцевой лампы типа ДРТ

Для снижения радиопомех при работе лампы служит конденсатор $C3$. Для включения лампы необходимо включить рубильник (на рисунке не показан) или прерывисто нажимать кнопку S в цепи конденсатора $C1$. При замыкании цепи между конденсаторной пластиной $C4$ и электродами лампы возникают импульсы повышенного напряжения, что приводит к ионизации аргона. При нажатии на кнопку через дроссель L проходит ток, при размыкании магнитное поле дросселя исчезает и наводит импульс

электродвижущей силы, превышающей напряжение сети. Возникает разряд в аргоне, ртуть испаряется, благодаря этому происходит дуговой разряд между электродами лампы. После включения лампа начинает разогреваться. Через 8-15 мин тепловой ее режим устанавливается, трубка разогревается. Повторное зажигание лампы возможно только после остывания, т. е. через 5-10 мин после отключения.

Кроме ламп общего назначения, применяются люминесцентные лампы специального назначения: бактерицидные ДБ, БУВ, эритемные лампы ЛЭ, ЛЭР, ДРВЭД и др. В последнее время появились ксеноновые газоразрядные (дуговые) лампы мощностью от двух до нескольких сотен киловатт: ДКСТ-5000, ДКСТ-10000 и др. Таким лампам необходимо специальное пусковое устройство и не требуется балластное сопротивление при работе. Это объясняется особым свойством электрической дуги в ксеноне: ее сопротивление уменьшается не беспредельно, а стабилизируется. В результате ток лампы ограничивается за счет собственного сопротивления дугового разряда.

Так, в сухих, незапыленных и неопасных в отношении взрыва помещениях к конструкциям светильников дополнительных требований не предъявляется; в сырых и особо сырых помещениях следует применять полугерметические светильники с отдельным вводом проводов, а в пыльных помещениях – закрытые уплотненные светильники. Светильники классифицируются по характеру светораспределения, целевому назначению, способу установки и т. п.

Использование ультрафиолетового и инфракрасного излучений. Ультрафиолетовые излучения, источником которых в природных условиях является солнце, играют важную роль в биологических процессах. Их недостаток отрицательно сказывается на состоянии людей и животных. Природная ультрафиолетовая недостаточность может быть компенсирована излучениями искусственных источников. Различают несколько методов генерирования ультрафиолетовых излучений: метод температурного излучения, который используется в лампах накаливания; метод генерирования излучений через находящиеся в электрическом поле газы и пары металлов, который используется в ртутных и других газоразрядных лампах; метод генерирования излучений люминесценцией, который применяется, например, в эритемных и бактерицидных лампах.

Источниками ультрафиолетовых излучений, нашедших практическое применение в сельскохозяйственном производстве и реализующих указанные методы генерирования ультрафиолетовых излучений, являются, например, ртутно-кварцевые лампы типов ПРК и ДРТ; эритемные люминесцентные лампы типов ЭУВ, ЛЭ, ЛЭР, ДРВЭД и др.; бактерицидные лампы типов БУВ, ДБ. Ртутно-кварцевые лампы создают мощный поток ультрафиолетовых излучений и используются с профилактической и лечебной целью в медицине, а также в сельском хозяйстве в животноводческих помещениях, например, для облучения молодняка. Эритемные лампы устроены аналогично обычным люминесцентным лампам и отличаются от них лишь составом люминофора и

сортом стекла трубки. Схема включения эритемной лампы подобна схеме включения люминесцентной лампы дневного и белого света. Эритемные лампы применяются в установках облучения для компенсации ультрафиолетовой недостаточности, которые применяются в первую очередь в детских и лечебно-профилактических учреждениях, а также в производственных и общественных помещениях, лишенных естественного света, в животноводческих помещениях для облучения молодняка животных и птицы. Бактерицидные лампы БУВ устроены подобно обычным люминесцентным лампам. Вместе с тем выполненные из кварцевого увиолевого стекла трубки ламп, хорошо пропускающие бактерицидные излучения, люминофором не покрываются. Бактерицидные лампы применяются для обеззараживания помещений и предметов обихода, питьевой воды, для обеззараживания и предохранения от микробного заражения пищевых продуктов, оборудования и др.

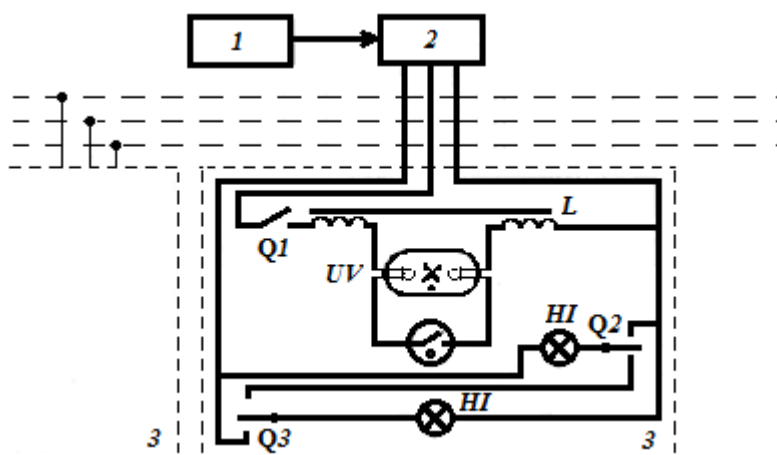
Ультрафиолетовые излучения от мощного источника, например лампы ДРТ, могут применяться для так называемого люминесцентного анализа. Люминесцентный анализ основан на том, что ультрафиолетовые излучения вызывают свечение многих веществ и микроорганизмов. С помощью люминесцентного анализа можно определить заболевания и повреждения картофеля и многих овощей, выявить скрытые формы порчи мяса, рыбы, зерна, качество молока и продуктов из него и т.д.

Электрические светильники являются осветительными приборами, состоящими из источника света и осветительной арматуры и предназначенными для освещения объектов, расположенных не далее чем в 20-30 м от источника света. Светильники выбирают, исходя из условий окружающей среды, экономичности, долговечности и безопасности обслуживания. Так, в сухих, незапыленных и неопасных в отношении взрыва помещениях к конструкциям светильников дополнительных требований не предъявляется; в сырых и особо сырых помещениях следует применять полугерметические светильники с отдельным вводом проводов, а в пыльных помещениях – закрытые уплотненные светильники. Светильники классифицируются по характеру светораспределения, целевому назначению, способу установки и т.п. Инфракрасные излучения являются результатом теплового излучения. Поэтому в качестве искусственных источников инфракрасных лучей могут использоваться любые тела, нагретые до высокой температуры. Примером источника этих излучений является обычная лампа накаливания, которая, как указывалось, превращает в тепловые потери до 70% всей потребляемой ею энергии. На практике наибольшее распространение получили специальные лампы накаливания — термоизлучатели, например, зеркально-сушильные лампы типов ЗС-2 и ЗС-3, лампа типа ИКЗ, инфракрасный облучатель типа ОКБ-1376А.

Инфракрасные излучения используются для сушки сельскохозяйственных продуктов (зерна, фруктов, овощей и др.), древесины, лакокрасочных материалов. При сушке зерна одновременно можно проводить

дезинфекцию от вредителей (амбарного долгоносика, мучного клеща и т. д.). Инфракрасные излучения нашли широкое применение в медицине при лечении различных заболеваний. Широко используются инфракрасные излучения при выращивании молодняка сельскохозяйственных животных и птицы в холодное время, а также при их лечении. Для выращивания молодняка птицы могут применяться электробрудеры с лампами ИКЗ для регулирования температурного режима в зоне обогрева; для обогрева молодняка птицы могут применяться и другие инфракрасные лампы, оборудованные защитной арматурой.

При помощи ламп ИКЗ и ЗС осуществляется облучение поросят, телят и ягнят в станках. Для этого могут применяться также автоматизированные комбинированные установки типов ИКУФ-1, ИКУФ-1М – инфракрасного обогрева и ультрафиолетового облучения молодняка сельскохозяйственных животных. Установка ИКУФ-1, структурная электрическая схема которой показана на рисунке 9.2, состоит из блока 1 программного управления, силового щита 2 и облучателей 3, включающих смонтированные в общей арматуре две инфракрасные лампы ИКЗК-220-250, одну ультрафиолетовую ЛЭ-15 и пусковую аппаратуру к ней. Блок управления и силовой щит состоят из пусковой и защитной аппаратуры, реле времени и элементов управления.



1 - блок управления; 2 - силовой щит; 3 - облучатель; Q1, Q2, Q3 - тумблеры; L - дроссель; HI - лампа инфракрасного обогрева; UV - лампа ультрафиолетового облучения.

Рисунок 9.2 – Структурная электрическая схема установки ИКУФ-1

Управление работой инфракрасных ламп — программное, основанное на биологическом цикле кормления поросят; ультрафиолетовое облучение — автоматическое. Установка выполняется по блочному принципу и может выпускаться на различное количество мест.

Обслуживание установок ультрафиолетового и инфракрасного излучения имеет ряд особенностей с точки зрения охраны труда и должно осуществляться специально подготовленными и проинструктированными ответственными лицами.

Лекция 10. Осветительные сети и уличное освещение

Содержание лекции: схемы осветительной сети, управление уличным освещением.

Цели лекции: ознакомиться с применением уличного освещения в сельском хозяйстве.

Питание электрических сетей, предназначенных для освещения, в сельской местности осуществляется от трансформаторов, питающих одновременно и силовую нагрузку 1 (см. рисунок 10.1). При наличии на трансформаторной подстанции распределительного щита низкого напряжения питание освещения производится, как правило, самостоятельными линиями. Каждая линия 2 в свою очередь питает один или несколько групповых щитков 4.

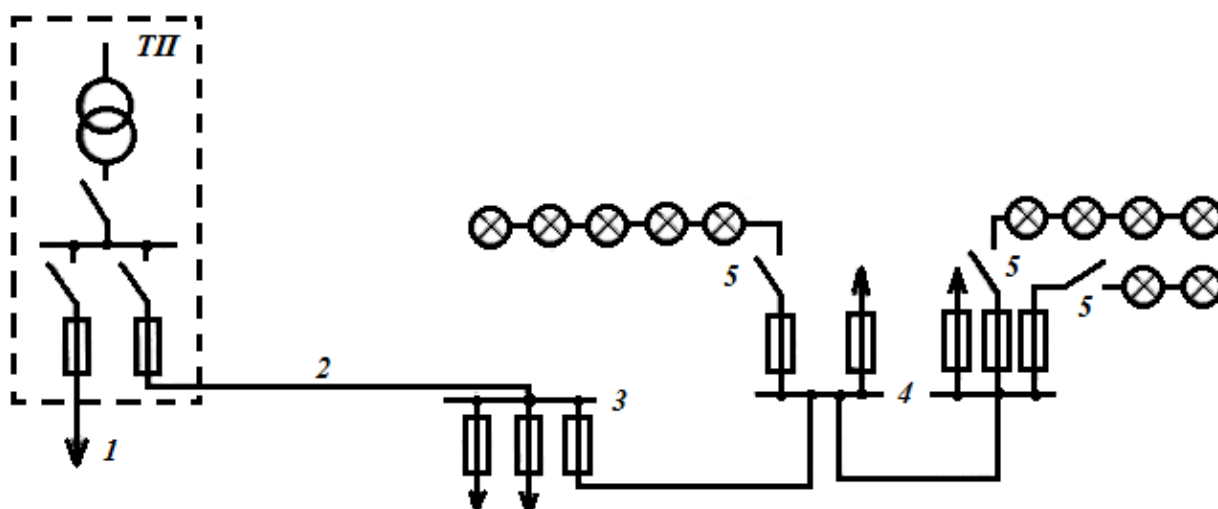


Рисунок 10.1 – Схема осветительной сети

При большом числе осветительных линий для небольших нагрузок, а также при ограниченном числе панелей распределительного щита целесообразно на подстанции или в удалении от нее устанавливать для питания групповых щитков магистральный шкаф 3, подключаемый одной линией 2 к щиту. Магистральные шкафы необходимо также устанавливать на вводе линии в здания с большой осветительной нагрузкой, удаленной от подстанции. Групповые щитки и магистральные шкафы укомплектовываются аппаратами защиты и управления — предохранителями, рубильниками, выключателями, в том числе автоматическими, магнитными пускателями и другими в зависимости от принятой системы управления осветительными установками. При этом все осветительные сети должны иметь защиту от токов КЗ, а в ряде случаев и от перегрузки. Последнее требуется для сетей: внутри помещений, выполненных открыто проложенными незащищенными изолированными проводами с горючей оболочкой; в пожароопасных и взрывоопасных помещениях, а также взрывоопасных наружных установках;

осветительных сетей питания бытовых и переносных электроприборов в жилых и общественных зданиях, торговых помещениях и т. п.

Для надежного отключения при КЗ и с наименьшим временем необходимо, чтобы ток короткого замыкания не менее чем в 3 раза превышал номинальный ток аппарата защиты. Для взрывоопасных помещений это соотношение должно быть не менее 4 для предохранителей и 6 для автоматических выключателей. Для обеспечения селективности номинальные токи плавких вставок или уставок автоматических выключателей каждого последующего аппарата защиты должны быть не менее чем на две ступени ниже предыдущего.

Светильники рабочего освещения должны соединяться в такие группы, чтобы все токоприемники включались одновременно. Нельзя объединять светильники производственных и административных помещений и т.д. Если группы светильников включаются и отключаются одновременно, то на щитках, помимо предохранителей, должны устанавливаться выключатели 5 групп.

Для освещения в темное время суток населенных пунктов, а также отдельных производственных площадок используются сети уличного освещения, которые питаются, как правило, по самостоятельным линиям. В этой сети используют арматуру наружного освещения с лампами накаливания, люминесцентными или ртутными лампами. Для освещения некоторых территорий (пункты обработки зерна и т. п.) используются прожекторы ПЗС-35 и ПЗС-45.

Управление уличным освещением.

В сельской местности наибольшее применение нашло зависимое нераздельное питание с одновременным включением и отключением всех светильников уличного освещения. В этой системе сети, питающие уличное освещение, имеют нулевой провод, общий с сетями других потребителей, и собственный фазный провод.

В небольших населенных пунктах, где уличное освещение питается от одной трансформаторной подстанции, управление освещением производится непосредственно с подстанции автоматически. С этой целью в подставляемых ныне комплектных трансформаторных подстанциях установлен комплект автоматики уличного освещения, схема которого показана на рисунке 10.2.

В комплект входят магнитный пускатель МП, включенный в линию уличного освещения, и выпускаемое промышленностью фотореле типа ФР-1, в котором в качестве первичного элемента использовано фотосопротивление R4 типа ФСК-1Г в герметичном исполнении.

Днем, когда освещенность большая, сопротивление R4 мало и по обмотке поляризованного реле K1 типа РП-7, включенного последовательно с фотосопротивлением, протекает ток, значительно превышающий ток срабатывания K1. Поэтому в реле замыкаются замыкающие контакты, которые шунтируют обмотку исполнительного промежуточного реле K2 типа РПНВ. Уменьшение в вечернее время освещенности приводит к увеличению

сопротивления фотосопротивления, уменьшению тока в обмотке К1 до тока срабатывания реле.

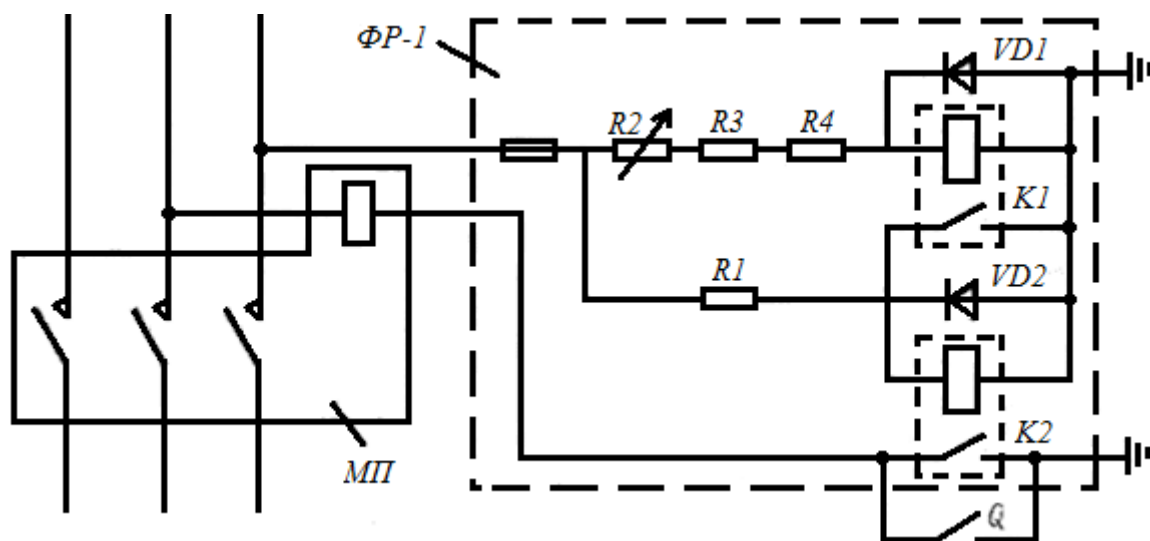


Рисунок 10.2 – Схема включения фотоэлектронного автомата ФР-1 в цепь магнитного пускателя

При этом контакты реле размыкаются, реле К2 срабатывает, замыкая контакты в цепи обмотки магнитного пускателя МП; пускатель срабатывает и включает уличное освещение. Утром при увеличении освещенности сопротивление R4 уменьшается, срабатывает реле К1, и схема возвращается в исходное положение. Опробование работы МП осуществляется выключателем Q. В более крупных населенных пунктах, когда уличное освещение питается от нескольких подстанций, целесообразно применить каскадную схему управления: исполнительная аппаратура головного участка управляется вручную или автоматически; включением головного участка подается напряжение на обмотку магнитного пускателя второго участка, который, включаясь, подключает участок сети уличного освещения к другой подстанции и т. д.

Дополнительное освещение в теплицах и оранжереях.

При выращивании рассады овощей, в основном помидоров и огурцов, широко применяется искусственное освещение. Для этого используются зеркальные лампы накаливания, люминесцентные лампы типа ЛБ, ДРЛ, ксеноновые лампы большой мощности. Наибольшее распространение получили при освещении теплиц наиболее экономичные — люминесцентные лампы. Люминесцентные лампы включают группами по 10—15 ламп на специальных рамках, изготовленных из сухого пропитанного олифой прочного дерева. Электрическую проводку выполняют проводом с полихлорвиниловой изоляцией.

Электрическое освещение в птичниках.

Для удлинения светового дня, что способствует увеличению яйценоскости птицы, также используется дополнительное электрическое освещение. При этом могут применяться лампы накаливания мощностью 60-100 Вт с высотой подвеса 2 м и расстоянием между лампами 3 м. И с тем, чтобы дать птицам время разместиться на насестах, лампы на ночь включают постепенно, используя следующие способы: выключение света «миганием», т.е. периодическим включением и отключением; выключение части ламп (50—70 %) на некоторое время с последующим выключением остальных ламп; выключение света с помощью реостата. В настоящее время изменение освещенности в птичниках программируется и автоматизируется. Электрический свет используется для борьбы с насекомыми-вредителями полей, садов и огородов (светоловушки), а также при полевых работах в ночное время.

Обслуживание электроосветительных приборов.

Осветительную арматуру можно использовать только с теми лампами, для которых она предназначена, иначе может произойти перегрев арматуры, ламп и проводов, что вызовет их разрушение. Светильники должны быть полностью укомплектованы и надежно укреплены. Патрон не должен проворачиваться при ввертывании и вывертывании ламп; лампа ввинчивается до отказа.

Периодически производят чистку светильников, смену перегоревших ламп, закрепление ослабевших контактных соединений, окраску отражательных поверхностей арматуры, проверку и установку надлежащих углов наклона прожекторов заливающего света и т.д. Во время осмотров обращают внимание на состояние автоматических выключателей, штепсельных розеток, безопасность пользования ими, состояние изоляции проводки и мест соединения проводов и контактов с арматурой, на прочность закрепления проводов, светильников, а также на состояние заземляющей проводки и надежность ее контактов.

Осмотр электрических осветительных установок, арматуры и ламп, выключателей, штепсельных розеток, щитков в помещениях с нормальной средой проводится не реже 1 раза в 6 мес., а в помещениях с повышенной опасностью – не реже 1 раза в 3 мес. Сопротивление изоляции электропроводки измеряют не реже 1 раза в 2 года в помещениях с нормальной средой и не реже 1 раза в год для остальных помещений.

Лекция 11. Электроснабжение печей сопротивления

Содержание лекции: электрические печи сопротивления как потребители электроэнергии.

Цели лекции: знакомство с принципами электроснабжения печей сопротивления, их особенностями, схемами их питания электроэнергией.

Электрические печи сопротивления как потребители электроэнергии.

Электрические печи сопротивления являются относительно спокойными потребителями с плавно меняющейся нагрузкой. Так как мощность их сравнительно невелика (для одной зоны не превосходит 100-150 кВт), то периодическое включение и отключение печей или их зон не может дать заметных колебаний напряжения сети, поэтому печи сопротивления логично подсоединять к шинам или к РУ цеха наравне с другими потребителями. $\cos \varphi$ электропечи сопротивления близок к 1 – при непосредственном подключении к сети и 0,95 – при наличии понизительного трансформатора. Печь сопротивления представляет собой симметричную нагрузку. Как правило, печи (и зоны) трехфазные (за исключением маломощных печей), и поэтому они не требуют симметрирующих устройств.

Электроснабжение и электрооборудование печей сопротивления общепромышленного применения.

Электрооборудование, применяемое в электропечах сопротивления, может быть разделено на силовое оборудование, аппаратуру управления, измерительную аппаратуру и пирометрическое оборудование.

К силовому оборудованию относятся понижающие трансформаторы и автотрансформаторы, двигатели, приводящие в действие механизмы, силовая коммутационная аппаратура.

Для питания электропечей сопротивления применяются понизительно-регулируемые трехфазные трансформаторы типа ТПТ и однофазные типа ТПО. Трансформаторы ТПТ имеют $S_{ном}$ – от 40 до 250 кВА, ТПО имеют $S_{ном}$ – от 25 до 250 кВА. Все трансформаторы имеют 16 ступеней напряжения, которые получаются путем пересоединения перемычек на выводах ВН и НН (переключением обмоток ВН и НН на трехфазных трансформаторах со Y на Δ и с последовательного на параллельное соединение обмоток ВН и НН на однофазных трансформаторах), а также путем переключения отводов обмоток ВН, осуществляемого как с помощью специального переключения ступеней напряжения, так и путем переключения перемычек.

Каждый типоразмер трансформатора выполняется в трех вариантах со своим набором ступеней напряжения, например, 6,05-29,8 В, или 18,5-89,4 В, или 54,45-268,2 В, что позволяет выбрать для каждого конкретного случая наиболее подходящий трансформатор. Индукционные регуляторы для плавного регулирования режима печей сопротивления не экономичны, и в настоящее время обычно не применяются.

Силовая коммутационная аппаратура, та же, что и в схемах других потребителей, питаемых напряжением 220-380 В: автоматические выключатели, плавкие предохранители, рубильники, контакторы.

Аппаратура управления и измерительные приборы, используемые в схемах электропечей сопротивления, также не отличаются от обычно применяемых. Это кнопки управления, универсальные переключатели, контроллеры, токовые реле, реле времени, промежуточные реле, электрочасы, конечные выключатели, щитовые измерительные приборы (амперметры и счетчики), трансформаторы тока и напряжения.

Пирометрическими приборами должна быть снабжена любая электропечь. Для небольших, неответственных печей это термопара (или радиационный пирометр) с указывающим прибором, в большинстве же промышленных печей обязательным является автоматическое регулирование температуры. Оно осуществляется при помощи приборов (как правило, автоматических потенциометров), указывающих, регулирующих и часто регистрирующих температурный режим печи.

Силовая коммутационная аппаратура размещается обычно в станциях управления. Они представляют собой каркас из уголков, на котором смонтированы автоматические выключатели АВ или плавкие предохранители и рубильники, линейные контакторы КЛ и промежуточное реле РП для управления КЛ. Станции управления выпускаются на $I_{ном}$ – от 60 до 600 А для трехфазных и однофазных печей с числом зон не более трех.

На рисунке 11.1 показана принципиальная схема станции управления, предназначенной для включения, отключения и переключения с Δ на Y двухзонной трехфазной печи сопротивления:

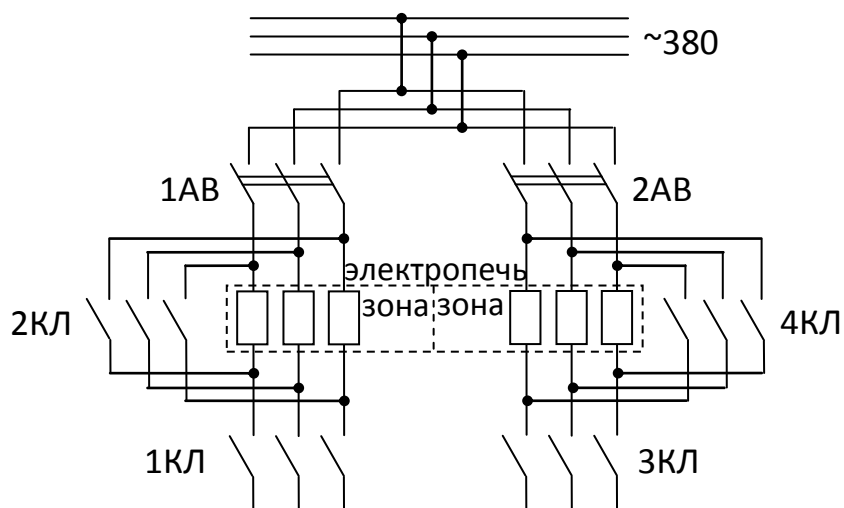


Рисунок 11.1 – Принципиальная схема включения станции управления

Если зоны печи питаются через понизительные или регулировочные трансформаторы, располагаемые около или под печью, то к станции управления подсоединяются первичные обмотки трансформаторов, а

вторичные – непосредственно присоединяются к выводам нагревателей на печи.

Если в цеху установлены в разных местах одно-, двух- и трехзонные печи, то управление ими сосредотачивается около них. Для этой цели используются щиты управления, выполняемые в виде стальных шкафов закрытого типа.

В крупных цехах, где устанавливается по несколько десятков печей, работающих на однородных процессах, все управление печами целесообразно сосредоточить в контрольно-распределительных пунктах (КРП) с дежурным персоналом. Питание КРП осуществляется на $U=6$ или 10 кВ. КРП представляет собой внутрицеховую подстанцию, в которой сосредоточены станции управления и пирометрические щиты (см. рисунок 11.2).

Нагреватели установлены на боковых стенках камеры и на подовой тележке. Они включены в три звезды, причем в каждую звезду входят по одному нагревателю каждой стенки и один нагреватель тележки. Такая схема позволяет с помощью контакторов 1КЛ, 2КЛ и 3КЛ включать или отключать всю мощность печи, $1/3$ или $2/3$ мощности. Вручную с помощью 1-полюсных рубильников 1Р-9Р можно включить или отключить любой нагреватель. Защита печи осуществляется автоматическим выключателем АВ, защита нагревателей - плавким предохранителем.

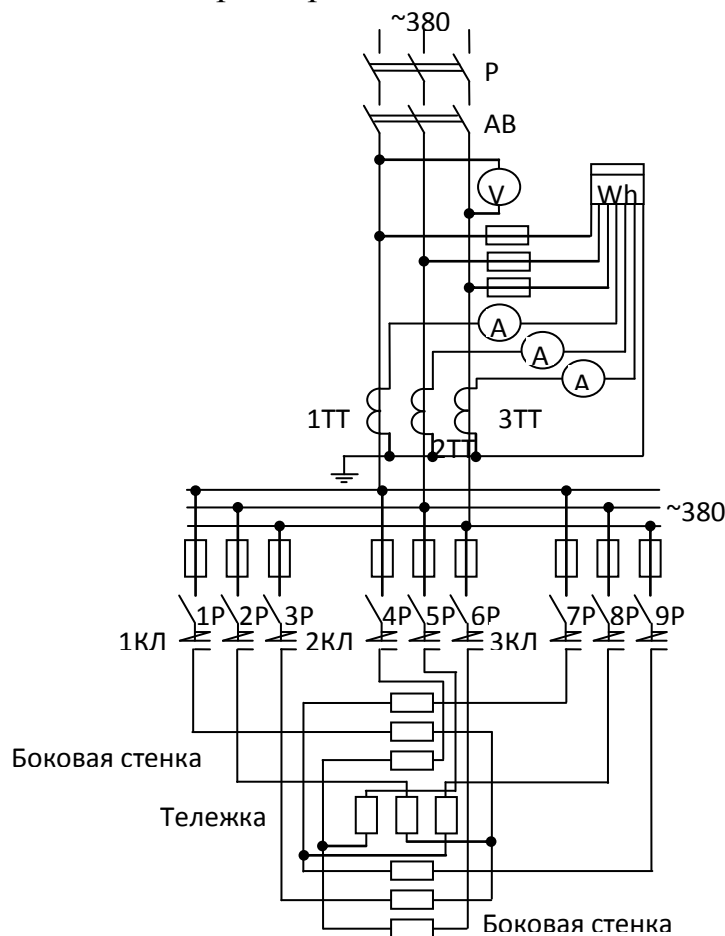


Рисунок 11.2 – Схема питания элеваторной печи

Лекции 12. Электроснабжение сварочных машин

Содержание лекции: электроснабжение сварочных машин, аппараты управления сварочными машинами, графики и расчет электрических нагрузок сварочных машин, выбор аппаратов защиты сетей.

Цели лекции: знакомство с видами сварки, принципами действия, электрооборудованием и защитой сварочных сетей.

Электрическая сварка относится к разделу электротехнологии, то есть электрическая энергия переходит непосредственно в тепло.

По характеру потребления электрической энергии и режиму работы электросварочные аппараты и машины значительно отличаются от других потребителей, так как большинство из них являются однофазными приемниками с ПК режимом работы, частыми пусками и низким коэффициентом мощности. Включение большинства из них происходит в случайном порядке.

Основные виды электрической сварки.

Наибольшее распространение получила электрическая сварка, которая по состоянию металла в сварочной зоне делится на два вида: сварка плавлением (дуговая) и сварка давлением (контактная).

Дуговая электрическая сварка.

Расплавление металла свариваемых кромок деталей и электрода (или присадочного металла) производится за счет тепла, выделяемого электрической дугой. Дуговую сварку можно выполнять вручную, полуавтоматически и автоматически.

Контактная электрическая сварка.

Производится при помощи тепла, выделяемого током при прохождении через свариваемые кромки изделия. В месте соприкосновения кромок выделяется наибольшее количество тепла, разогревающее их до сварочного состояния. Сварка завершается последующим сдавливанием свариваемых кромок.

Контактная сварка бывает: точечная, рельефная, шовная, роликовая, стыковая.

Электрооборудование для дуговой электросварки.

Источник питания (ИП) должен обеспечивать легкое зажигание и устойчивое горение дуги, создавая необходимое напряжение и силу тока в сварочной цепи. Свойства ИП определяются его внешней характеристикой, представляющей кривую зависимости между током I в цепи и напряжением $U_{ист}$ на зажимах источника питания.

Для дуговой сварки применяются следующие основные ИП:

1) Постоянного тока – электрические машинные преобразователи, выпрямители и передвижные сварочные подстанции с падающими и полого падающими внешними характеристиками.

2) Переменного тока – однофазные трансформаторы с падающими внешними характеристиками; однофазные и трехфазные трансформаторы с жесткими внешними характеристиками и небольшим сопротивлением К.З., рассчитанные на широкий диапазон регулирования вторичного напряжения.

Источники питания постоянного тока:

1) Электрические машинные преобразователи состоят из двух частей: генератора постоянного тока и приводного АД.

Наибольшее распространение получили преобразователи типов ПСО (преобразователь сварочный однопостовой) и ПСГ (преобразователь сварочный для сварки в защитных газах).

Мощности АД составляют от 4 до 55 кВт; напряжение питания 220/380 В, коэффициент мощности лежит в пределах от 0,8 до 0,9.

2) Многопостовые сварочные преобразователи.

Генераторы многопостовых сварочных преобразователей имеют постоянное напряжение, то есть их внешняя характеристика является жесткой и расположена горизонтально. Они применяются для централизованного питания током сварочных постов. Многопостовой преобразователь состоит из генератора постоянного тока и электрического двигателя переменного тока.

Основным типом преобразователя является ПСМ-1000 (преобразователь многопостовой на 1000А). Приводной двигатель $P=75$ кВт; $U=380/220$ В.

3) сварочные выпрямители.

В сварочных выпрямителях используются 1ф. и 3ф. мостовые схемы (двухполупериодного выпрямления). Наибольшее применение в сварочных выпрямителях получила трехфазная (3ф.) мостовая схема, поскольку она обеспечивает большую устойчивость сварочной дуги, требует меньшего количества вентилей при одинаковых заданных значениях выпрямленного I и U , а также обеспечивает равномерную загрузку всех трех фаз силовой сети переменного тока и лучшее использование трансформатора, питающего выпрямитель.

Применяются выпрямители с падающей и жесткой внешними характеристиками в зависимости от требований процесса сварки, в котором они используются в качестве источника питания.

К группе выпрямителей с падающими характеристиками относятся выпрямители типов ВСС-300 (выпрямитель сварочный селеновый) на 300А, ВД-101 и ВД-301 (выпрямители для ручной дуговой сварки на токи 125 и 300А).

К группе выпрямителей с жесткими характеристиками относятся выпрямители типов ВС-300, ВС-400 и ВС-600. Выпрямители типов ВСУ-500 являются универсальными и могут иметь как жесткие, так и падающие характеристики. Напряжение питания всех выпрямителей 380/220 В, потребляемая мощность от 9 до 35 кВА.

Основным источником питания переменного тока являются сварочные трансформаторы.

В промышленности нашли применение следующие группы сварочных трансформаторов:

– группа 1 - с нормальным магнитным рассеиванием и реактивной катушкой (дресселем). Дрессель может иметь с трансформатором общий магнитопровод (трансформаторы СТН для ручной и ТСД для автоматической сварки) или отдельный магнитопровод (трансформаторы СТ и СТЭ в двухкорпусном исполнении);

– группа 2 - с увеличенным магнитным рассеиванием (трансформаторы ТС, ТСК и СТШ).

Напряжение питания сварочных трансформаторов – переменное, 1ф.-220/380 В, мощности трансформаторов от 9 до 165 кВА, $\cos\varphi=0,4-0,6$.

Электрооборудование для контактной электросварки.

Сварочное оборудование для контактной электросварки можно классифицировать:

1) По способу преобразования энергии: машины переменного тока и импульсные.

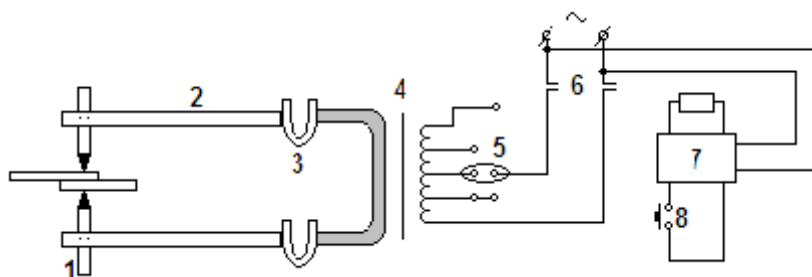
2) По способу сварки: стыковые, точечные, рельефные и шовные.

3) По характеру действия: автоматические, полуавтоматические и т.д.

Принципиальная схема устройства контактной машины одинакова для всех способов сварки (см. рисунок 12.1).

Аппаратура управления контактными сварочными машинами.

Электрическая контактная сварка осуществляется током, продолжительность импульса которого может меняться от долей секунды до нескольких секунд, поэтому включение должно производиться контактором, управляемым программным регулятором времени. Применяются электромагнитные, игнитронные и тиристорные контакторы.



1 – электроды; 2 – хоботы; 3 – гибкие шины; 4 – сварочный трансформатор;

5 – переключатель ступеней; 6 – контактор; 7 – регулятор времени;

8 – пусковая кнопка

Рисунок 12.1 – Принципиальная схема одноточечной сварочной машины

Графики электрических нагрузок и режимы работы электрических сварочных машин:

1) Аппараты дуговой электрической сварки.

Они имеют два вида графиков нагрузки (см. рисунок 12.2):

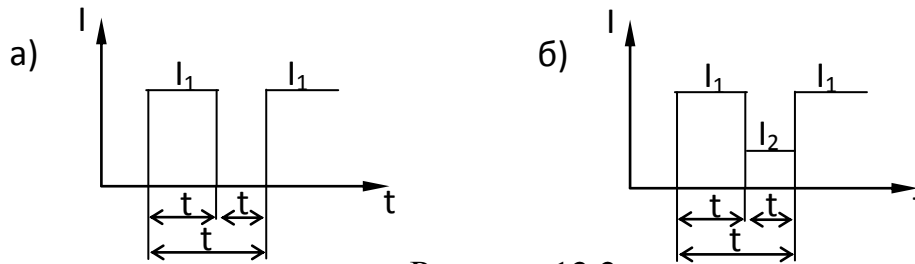


Рисунок 12.2

а) график нагрузок аппаратов, у которых источник питания на время паузы отключается;

б) график нагрузок аппаратов, у которых источник питания на время паузы не отключается и работает в режиме холостого хода.

Основной характеристикой режимов работы аппаратов дуговой сварки является продолжительность включения

$$\text{ПВ} = t_p/t_{\text{ц}} \cdot 100\%,$$

t_p – время рабочего периода;

$t_{\text{ц}}$ – время цикла сварки одной детали.

Для большинства аппаратов дуговой сварки $\text{ПВ} = 60\%$.

2) Машины контактной электрической сварки.

Основными показателями режимов работы машины являются:

1) Коэффициент загрузки $K_3 = \frac{i_{1\text{св}}}{i_{\text{пасп}}} = \frac{S_{\text{св}}}{S_{\text{пасп}}}$,

где $i_{1\text{св}}$ ($S_{\text{св}}$) – ток (мощность), потребляемый машиной из сети во время сварки;

$i_{\text{пасп}}$ ($S_{\text{пасп}}$) – паспортный ток (мощность) машины.

2) Продолжительность включения автоматического режима

$$\text{ПВ}_a = \frac{t_{\text{св}}}{t_n + t_{\text{св}}} \cdot 100 \%,$$

где $t_{\text{св}}$ – время сварки одной точки;

t_n – время паузы между двумя паузами.

3) Фактическая продолжительность включения

$$\text{ПВ} = \frac{t_{\text{св}}}{t_n + t_{\text{св}} + t_0} \cdot 100 \%,$$

где t_0 – время, затрачиваемое на установку и снятие детали.

4) Частота включения сварочной машины в единицу времени

$$\lambda_{\phi} = \frac{1}{t_u + t_{\text{св}}}, 1/\text{с},$$

$t_{\text{ц}}$ – время цикла сварки одной точки, с.

5) Коэффициент мощности в момент сварки.

Лекция 13. Трансформаторные подстанции в сельском хозяйстве

Содержание лекции: виды и применение трансформаторных подстанций в сельском хозяйстве.

Цели лекции: ознакомиться с трансформаторными подстанциями, применяемые в сельском хозяйстве.

Специфика размещения объектов сельскохозяйственных предприятий (тракторных бригад, животноводческих и птицеводческих ферм, складов, полевых станков, теплиц) такова, что они разбросаны по территории, с большой дистанцией друг от друга. В результате требуется большое число понижающих трансформаторов и трансформаторных подстанций. Каждый из подобных объектов нуждается в воде, освещении, обогреве. Только котлы отопительные твердотопливные могут работать без электроэнергии, а почти всё остальное современное оборудование требует подачи напряжения.

Для снабжения небольших объектов (животноводческих ферм, тракторных бригад) часто достаточно трёхфазных понижающих трансформаторов мощностью от 25 до 63 кВА. Более крупные объекты сельскохозяйственного производства, такие как тепличные, птицеводческие комплексы, цеха по производству растительного масла, переработке молочной продукции, уже нуждаются в подстанциях большой мощности. Для этих целей удобней использовать комплектные трансформаторные подстанции (КТП).

Комплектные трансформаторные подстанции для сельскохозяйственного производства удобны по многим параметрам. Многие из них имеют закрытое исполнение, что немаловажно для сельской местности, так как воровство в стране ещё не искоренено, а удалённость расположения привлекательна для похитителей. Вторым достоинством этих подстанций является длительный срок эксплуатации, часто вдвое превышающий заявленный в технической документации изготовителя.

Большой разброс мощности (250, 400, 630, ..., 2500 кВА) выпускаемых подстанций этого типа позволяет без труда подобрать необходимое оборудование. Комплектная поставка очень удобна для специалистов в сельской местности, так как не требует экспедиционных работ по приобретению недостающего оборудования. Разнообразие исполнения комплектных трансформаторных подстанций (мачтовые, закрытого типа, передвижные) позволяет приобрести и использовать наиболее приемлемый вариант. Для многих предприятий сельскохозяйственного производства, КТП - наиболее эффективный способ преобразования напряжения 6 или 10 кВ в 380 вольт.

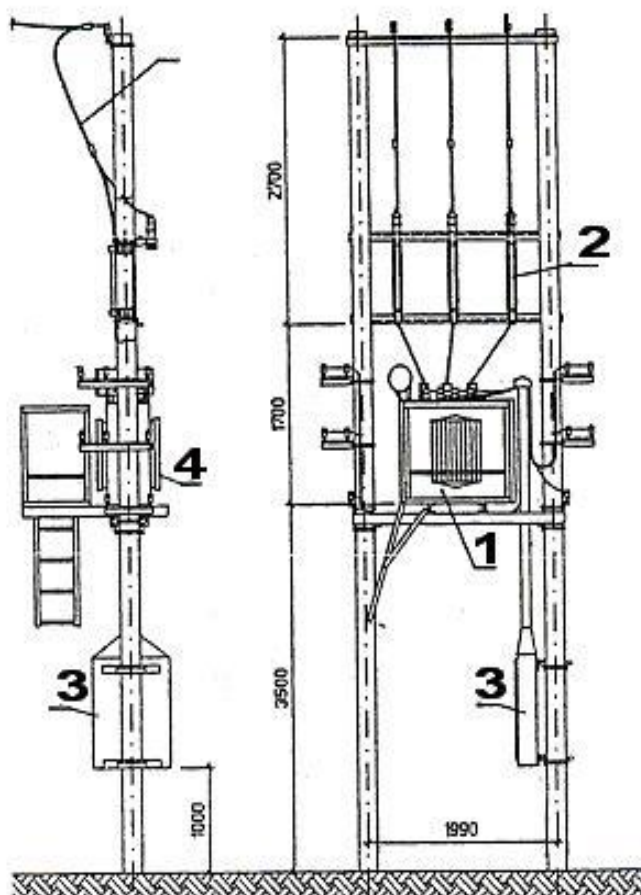
Комплектная трансформаторная подстанция сельского и мачтового типа (см. рисунок 13.1).

Подстанция КТПС/КТПСу и КТПМ тупикового типа предназначена для приема, преобразования и распределения электрической энергии трехфазного

переменного тока частотой 50 Hz, сельских электрических сетей, отдельных населенных пунктов и небольших промышленных объектов.



а) Общий вид подстанции



1 – силовой трансформатор;
2 – предохранитель 10 кВ;
3 – шкаф РУ 0,4 кВ; 4 – провод 10 кВ.

б) Мачтовая трансформаторная подстанция

Рисунок 13.1 – Комплектная трансформаторная подстанция сельского типа

КТПС (сельского типа), номинальная мощность силового трансформатора от 25 до 250 kVA.

Силовые трансформаторы типа- ОМП-10(для КТПМ), ТМГ-10.

Комплектуются разъединителями типа РЛНД-10 собственного производства, которые устанавливаются на рядом стоящим столбе.

Наиболее распространенными видами электроустановок в электрических сетях сельской местности наряду с ВЛ являются трансформаторные подстанции напряжением 6 (10) /0,23-0,38 кВ. Подстанции присоединяются к электрической сети по тупиковой и проходной схеме.

Мачтовые трансформаторные подстанции (МТП) сооружены на А-, П- или АП-образных конструкциях, изготовляемых из железобетонных или деревянных стоек. На А-образной конструкции, которая одновременно является и концевой опорой линии 6-10 кВ, монтируют все оборудование

подстанции: разъединитель, предохранители, разрядники, однофазный силовой трансформатор мощностью 4, 5 или 10 кВА и распределительный щит напряжением 0,23 кВ. Подстанция не имеет площадки обслуживания и лестницы и обслуживается с телескопической вышки или гидроподъемника.

Комплектно-трансформаторные подстанции типа КТП сельского типа мощностью от 25 до 250 кВА представляют собой однострансформаторные подстанции наружной установки и предназначены для приема электрической энергии трехфазного переменного тока частотой 50 Гц напряжением 6 или 10 кВ, преобразования в электроэнергию напряжением 0,4 кВ и снабжения ею потребителей в сельской местности.

КТП мощностью от 25 до 250 кВА столбового типа оформляется в виде конструкции, содержащей высоковольтный шкаф ввода, низковольтный шкаф и платформу для установки трансформатора.

Трансформатор типа ТМ (или ТМГ) устанавливается открыто и защищен от атмосферных осадков козырьком. КТП подключается к сети через разъединитель, который поставляется комплектно. На отходящих фидерах установлены стационарные автоматы. В КТП имеется фидер уличного освещения, который включается и отключается автоматически по сигналу встроенного фотореле. Количество отходящих линий и их токи могут быть изменены по желанию заказчика. Подстанция обеспечивает учет активной энергии с помощью счетчика и соответствующих трансформаторов тока, имеет электрические и механические блокировки, обеспечивающие безопасную работу обслуживающего персонала. Для создания нормальных условий работы электроаппаратуры в КТП имеется обогрев. Согласно правилам электро-безопасности, КТП монтируется на пьедестале с точкой ввода высокого напряжения на высоте 4,5 м от уровня земли.

Технические данные.

Мощность силового трансформатора – 25; 40; 63; 100; 160; 250 кВА. Номинальное напряжение – 6 (10) кВ. Номинальный ток на стороне ВН – 2,4(1,45); 3,9 (2,3 1); 6,1 (3,64); 9,6(5,78); 15,4(9,25); 24(14,45)А. Ток плавкой вставки предохранителя на стороне ВН – 8 (5); 10 (8); 16 (10); 20 (16); 31,5 (20); 40 (31,5) А. Номинальный ток на стороне НН – 36; 58; 91; 145; 231; 361 А. Стойкость к токам короткого замыкания: динамическая – 1,3-15,6 кА, термическая – 0,9-8,1 кА. Количество фидеров – 3. Степень защиты - IP23. Напряжение, НН – 400 В. Вес без трансформатора – 305-375 кг.

Условия эксплуатации: в районах с умеренным климатом (от -40°С до +40°С); высота над уровнем моря – не более 1000 м; Комплектные трансформаторные подстанции КТП 25-250/10(6) и соответствуют требованиям ГОСТ 14695 и ТУ 659РК00010033-13-95.

Лекция 14. Расчёт электрических нагрузок

Содержание лекции: расчет электрических нагрузок в сетях 0,38–110 кВ.
Цели лекции: изучить методы расчета электрических нагрузок.

Расчетной нагрузкой считается наибольшее значение полной мощности за промежутки 30 минут (получасовой максимум), которое может возникнуть на вводе к потребителю или в питающей сети в расчетном году с вероятностью не ниже 0,95.

Расчетным периодом является время с момента ввода установки в эксплуатацию до достижения нагрузкой расчетного значения.

Расчетным годом считается последний год расчетного периода, на который определяется уровень нагрузок и другие параметры электроустановок.

Различают дневные и вечерние расчетные активные (реактивные) нагрузки.

За расчетную нагрузку для выбора сечений проводов или мощности трансформаторных подстанций принимается большая из величин дневной или вечерней расчетных нагрузок.

Потери или отклонения напряжения в сетях рассчитываются отдельно для режима дневных и вечерних нагрузок.

Сельским жилым домом при расчете электрических нагрузок считается многоквартирный дом или квартира в многоквартирном доме, имеющие отдельный счетчик электроэнергии.

При проектировании внешних сетей 0,38 кВ расчетные нагрузки на вводе сельских жилых домов с электроплитами принимаются равными 6 кВт, а с электроплитами и электроводонагревателями – 7,5 кВт.

Нагрузки бытовых кондиционеров учитываются путем увеличения расчетных нагрузок на вводе жилых домов на 1 кВт.

Расчет электрических нагрузок в сетях 0,38 – 110 кВ.

Расчет электрических нагрузок в сетях 0,38 кВ производится, исходя из расчетных нагрузок на вводе потребителей и соответствующих коэффициентов одновременности отдельно для дневного и вечернего максимумов:

$$P_{д} = K_{о} \cdot \sum P_{дi}, \quad (12.1)$$

$$P_{в} = K_{о} \cdot \sum P_{ви}, \quad (12.2)$$

где $P_{д}$, $P_{в}$ – расчетная дневная, вечерняя нагрузки на участке линии или шинах трансформаторной подстанции кВт;

$K_{о}$ – коэффициент одновременности;

$P_{дi}$, $P_{ви}$ – дневная, вечерняя нагрузки на вводе i -го потребителя, кВт.

Допускается определение расчетных нагрузок по одному режиму – дневному, если суммируются только производственные потребители, или вечернему, если суммируются только бытовые потребители. Коэффициенты дневного или вечернего максимума принимаются: для производственных потребителей $K_D = 1$, $K_B = 0,6$; для бытовых потребителей: дома без электроплит – $K_D = 0,3-0,4$, $K_B = 1$; дома с электроплитами – $K_D = 0,6$, $K_B = 1$; для смешанной нагрузки – $K_D = K_B = 1$.

При смешанной нагрузке отдельно определяются нагрузки на участках сети с жилыми домами, с производственными, общественными помещениями и коммунальными предприятиями с использованием соответствующих коэффициентов одновременности.

Полная мощность на участках сети 0,38 кВ определяется из расчетных активных нагрузок P_P этих участков и соответствующих коэффициентов мощности ($\cos\varphi$),

$$S = \frac{P_P}{\cos\varphi}. \quad (12.3)$$

При наличии в зоне электроснабжения сезонных потребителей (например, теплицы, орошение и т.п.) расчетные нагрузки сети определяются с учетом коэффициентов сезонности $K_{СЕЗ}$.

Годовое потребление электроэнергии на шинах ТП (трансформаторной подстанции) 10/0,4 кВ определяется приближенно по величине расчетной нагрузки и годовому числу часов ее использования $T_{МАКС}$ (кроме сезонных потребителей)

$$W_{год} = P_P \cdot T_{МАКС}. \quad (12.4)$$

Определив полную суммарную нагрузку на шинах ТП 0,4 кВ, можно выбрать трансформаторы на подстанции.

Определив полную мощность на участках сети 0,38 кВ, можно выбрать сечения проводов. Расчет электрических нагрузок в сетях напряжением 6-20 кВ производится, исходя из ранее определенных расчетных нагрузок на шинах ТП – 6(10) кВ по формулам (12.1) и (12.2) и соответствующих коэффициентов одновременности.

Расчет электрических нагрузок в сетях напряжением 35-110 кВ производится, исходя из ранее определенных расчетных нагрузок на шинах ТП 35-110 кВ по известным формулам (12.1) и (12.2) и соответствующих коэффициентов одновременности.

При определении электрических нагрузок должны быть учтены все приемники электроэнергии, в том числе промышленных, коммунально-бытовых и других предприятий, находящихся в зоне проектируемого объекта.

Электрические нагрузки следует принимать на перспективу 10 лет для выбора сечений проводов и жил кабелей и 5 лет для выбора трансформаторов, считая от года ввода в эксплуатацию линий электропередачи и трансформаторных подстанций.

Коэффициент роста нагрузок для существующих ТП принимается в зависимости от вида потребителей.

Расчет сетей наружного освещения.

Основной задачей освещения улиц и внутри районных проездов является обеспечение безопасности движения в темное время суток. Уличное освещение должно обеспечивать нормированную величину освещенности или средней яркости дорожного покрытия. Освещенность должна быть по возможности равномерной.

Сети наружного освещения рекомендуется выполнять кабельными или воздушными с использованием самонесущих изолированных проводов. В обоснованных случаях для воздушных распределительных сетей освещения улиц, площадей, территорий микрорайонов и населённых пунктов допускается использовать неизолированные провода.

В сетях наружного освещения следует применять напряжение 380/220 В переменного тока при заземленной нейтрали.

Кабельными должны выполняться распределительные сети освещения территорий детских яслей-садов, общеобразовательных школ, школ-интернатов.

Сечения нулевых жил кабелей в осветительных установках с газоразрядными источниками света следует, как правило, принимать равными сечению фазных проводов.

Электрическая нагрузка наружного освещения улиц определяется типом светильника, шириной улиц и их покрытием.

Мощность светильников хозяйственных дворов принимают из расчёта 250 Вт на помещение и 3 Вт на 1 м погонной длины периметра хоздвора.

Расчётная нагрузка наружного освещения площадей общественных и торговых центров принимается по норме 0,5 Вт/м² площади.

В установках наружного освещения рекомендуется применять преимущественно высокоэкономичные газоразрядные источники света высокого давления:

Светильники с газоразрядными источниками света должны иметь индивидуальную компенсацию реактивной мощности. Коэффициент мощности светильника должен быть не ниже 0,85.

На линиях наружного освещения, имеющих более 20 светильников на фазу, ответвления к каждому светильнику должны защищаться индивидуальными предохранителями или автоматическими выключателями.

Лекция 15. Выбор и расчет схем электрических сетей внешнего электроснабжения

Содержание лекции: напряжение сетей, нормы надежности, требования к схемам электрических сетей.

Цели лекции: ознакомиться с расчетом схем электрических сетей внешнего электроснабжения.

Напряжение сетей.

К электрическим сетям сельскохозяйственного назначения относятся сети напряжением 0,38-110 кВ, от которых снабжаются электроэнергией преимущественно (более 50% по расчетной нагрузке) сельскохозяйственные потребители, включая коммунально-бытовые, объекты мелиорации и водного хозяйства, а также предприятия и организации, предназначенные для бытового и культурного обслуживания сельского населения.

Основной системой напряжений в электрических сетях сельскохозяйственного назначения является 110/35/10/0,38 кВ с подсистемами напряжений 110/10/0,38; 35/10/0,38 кВ.

Нормы надежности.

Сельскохозяйственные потребители и их электроприемники в отношении требований к надежности электроснабжения разделяются на три категории.

К потребителям первой категории относятся:

1) Животноводческие комплексы и фермы:

- по производству молока на 400 и более коров;

- по выращиванию и откорму молодняка крупного рогатого скота (КРС) на 5 тыс. и более голов в год;

- по выращиванию нетелей на 3 тыс. и более скотомест;

- площадки по откорму КРС на 5 тыс. и более голов в год;

- комплексы по выращиванию и откорму 12 тыс. и более свиней в год.

2) Птицефабрики:

- по производству яиц с содержанием 100 тыс. и более кур-несушек;

- мясного направления по выращиванию 1 млн и более бройлеров в год;

- хозяйства по выращиванию племенного стада кур на 25 тыс. и более голов, а также гусей, уток и индеек 10 тыс. и более голов.

К потребителям второй категории относятся:

- животноводческие и птицеводческие фермы с меньшей производственной мощностью, чем указано ранее для потребителей первой категории;

- тепличные комбинаты;

- кормоприготовительные заводы и отдельные цехи при механизированном приготовлении и раздаче кормов;

- картофелехранилища емкостью более 500 т с холодоснабжением и активной вентиляцией;

- холодильники для хранения фруктов емкостью более 600 т;
- инкубационные цехи рыбоводческих хозяйств и ферм [26].

Все остальные сельскохозяйственные потребители и электроприемники относятся к третьей категории.

Электроприемники и потребители первой категории должны обеспечиваться электроэнергией не менее чем от двух независимых источников питания и перерыв в электроснабжении допускается лишь на время автоматического переключения с одного источника на резервный (АВР).

Электроприемники и потребители второй категории рекомендуется обеспечивать электроэнергией от двух независимых источников питания.

В зоне централизованного электроснабжения вторым источником питания, как правило, является другая секция шин 10 кВ двухтрансформаторной подстанции 35-110/10 кВ с двусторонним питанием по сети 35-110 кВ, от которой осуществляется основное питание.

Особую группу потребителей II категории составляют потребители, перерыв в электроснабжении которых не должен превышать 0,5 ч. К ним отнесены:

- на комплексах и фермах молочного направления – системы поения коров в стойлах, в доильных залах, рабочее освещение в доильных залах, системы промывки молокопроводов и подогрева воды, локального обогрева и облучения телят, дежурного освещения в родильных отделениях;

- на свиноводческих комплексах и фермах – отопительно-вентиляционные системы в свинарниках-откормочниках и свинарниках для поросят;

- на птицефабриках и птицефермах – системы поения птицы, локального обогрева цыплят в первые 20 дней, вентиляции в птичниках с напольным и клеточным содержанием, инкубации яиц и вывода цыплят, сортировки яиц и цыплят, транспортировки, санитарно-убойного пункта, котельных, мазутного хозяйства, градирни, хлораторной станции обезжелезивания, канализационной насосной станции;

- для всех сельскохозяйственных предприятий установки пожаротушения и котельные с котлами высокого и среднего давления.

Для резервного питания электроприемников первой и второй категорий надежности, не допускающих перерывов в электроснабжении длительностью более 0,5 часа, должна предусматриваться установка автономных источников резервного питания дополнительно к резервному питанию по электрическим сетям.

В качестве автономных источников резервного питания могут быть использованы стационарные или передвижные электростанции (ДЭС) и стационарные или передвижные источники питания с приводом от трактора.

Требования к схемам электрических сетей.

Основным направлением развития электрических сетей сельскохозяйственного направления должно быть преимущественное развитие сетей напряжением 35-110 кВ [26].

Основу электрической сети 35-110 кВ сельскохозяйственного назначения должны составлять воздушные одноцепные взаимно резервирующие секционированные магистральные линии электропередачи с комплектными трансформаторными подстанциями 110-35/10 кВ.

Взаимно резервирующие линии 35-110 кВ должны питаться от шин разных трансформаторных подстанций или разных систем (секций) шин одной трансформаторной подстанции.

Ввод резервного питания осуществляется автоматически. Автоматический ввод резерва выполняется, как правило, двусторонним.

Опорные трансформаторные подстанции (ОТП) напряжением 35-110 кВ должны размещаться в узлах сети 35-110 кВ с учетом развития открытого распределительного устройства (ОРУ) в перспективе.

Вновь сооружаемые трансформаторные подстанции 35-110 кВ должны, как правило, присоединяться к ОРУ 35-110 кВ действующих подстанций, в расщелку линий электропередачи 35-110 кВ, а также по схеме отвлечения от существующей ВЛ 35-110 кВ с учетом ее пропускной способности.

В случае параллельного следования действующей ВЛ 35 кВ и намечаемой к строительству ВЛ 110 кВ необходимо рассматривать целесообразность перевода действующей подстанции 35/10 кВ на напряжение 110/10 кВ.

Если в направлении ВЛ, намечаемой к строительству, в перспективе потребуется сооружение линии более высокого напряжения, то эта линия должна проектироваться на более высокое напряжение с временным использованием сроком до 5 лет на более низком напряжении.

Основу электрической сети 10 кВ должны составлять воздушные взаимно резервирующие секционированные магистральные линии электропередачи, опорные трансформаторные подстанции 10/0,4 кВ и распределительные пункты 10 кВ (РП).

ОТП 10/0,4 кВ представляют собой подстанции 10/0,4 кВ с развитым распределительным устройством 10 кВ (РУ 10 кВ), предназначенным для присоединения радиальных линий электропередачи 10 кВ, автоматического секционирования и резервирования магистрали, размещения устройств автоматики и телемеханики.

ОТП следует устанавливать у потребителей первой категории, на хозяйственных дворах центральных усадеб колхозов, совхозов. ОТП присоединяются в расщелки магистрали линий электроснабжения.

РП должны оборудоваться устройствами АВР (автоматическое повторное включение) на секционном выключателе 10 кВ.

Магистральная линия 10 кВ должна иметь сетевой резерв от независимого источника питания.

Список литературы

1. Лещинская Т.Б., Наумов И.В. Электроснабжение сельского хозяйства. – М.: КолосС, 2008.
2. Бодин А.П. Электроустановки потребителей.- М.: Энергосервис, 2008.
3. Сибикин Ю.Д. Электроснабжение. Учебное пособие. - М.: РадиоСофт, 2010.
4. Правила устройства электроустановок Республики Казахстан. – Алматы, 2007.
5. Воробьев В.А. Электрификация и автоматизация сельскохозяйственного производства. – М.: КолосС, 2005.
6. Абрамова Е.Я. Расчет нагрузок сельских электрических сетей. – Оренбург, 2004.
7. Конюхова Е.А. Электроснабжение объектов: Учебное пособие для сред. проф. образования. – М., 2004.
8. Шеховцов В.П. Справочное пособие по электрооборудованию и электроснабжению. – М.: «ФОРУМ-ИНФРА-М», 2009.

Казанина Ирина Владимировна
Живаева Ольга Петровна

ПОТРЕБИТЕЛИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И СИСТЕМЫ ИХ ПИТАНИЯ

Конспект лекций
для студентов специальности
5В081200 – Энергообеспечение сельского хозяйства

Редактор
Специалист по стандартизации Н.К. Молдабекова

Подписано в печать _____
Тираж 50 экз.
Объем 3,8 уч.-изд.л.

Формат 60x84 1/16
Бумага типографская №1
Заказ _____. Цена 1900 тг.

Копировально-множительное бюро
Некоммерческого акционерного общества
Алматинского университета энергетики и связи
050013 Алматы, Байтурсынова, 126