

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Самарская государственная сельскохозяйственная академия»

Т. С. Гриднева

ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ

Практикум

Кинель 2015

УДК 621.311:631.171
ББК 40.76
Г83

Рецензенты:

д-р техн. наук, проф. кафедры «Энергетика»
Азово-Черноморский инженерный институт
ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет»

И. В. Юдаев;

канд. техн. наук, ведущий инженер Кинельского отделения
ПАО «Самараэнерго»

С. Н. Мокрицкий

Гриднева, Т. С.

Г83 Электроснабжение : практикум. – Кинель : РИЦ СГСХА,
2015. – 111 с.

ISBN 978-5-88575-399-9

В практикуме представлены материалы, необходимые для проведения лабораторных работ при изучении дисциплины «Электроснабжение».

Учебное издание предназначено для студентов, обучающихся по направлению «Агроинженерия», профиль подготовки «Электрооборудование и электротехнологии». Издание может быть полезно инженерно-техническим работникам различных отраслей энергетики.

УДК 621.311:631.171
ББК 40.76

ISBN 978-5-88575-399-9

© Гриднева Т. С., 2015
© ФГБОУ ВО Самарская ГСХА, 2015

ПРЕДИСЛОВИЕ

Основные задачи сельского электроснабжения – это, в первую очередь, надежное и бесперебойное обеспечение потребителей качественной электрической энергии.

Цель практикума – ознакомить студентов с устройством элементов систем электроснабжения, методами оценки качества электроэнергии и выбора оборудования трансформаторных подстанций, распределительных устройств и аппаратуры защит.

Практикум предусматривает применение и закрепление ранее полученных знаний и формирование у студентов экспериментальных навыков. В теоретической части каждой лабораторной работы сформулированы основные понятия, необходимые при выполнении работ. Также приводится подробное описание методики выполнения лабораторных исследований и контрольные вопросы для проверки знаний по основным разделам, способствующие качественному усвоению информации.

Практикум позволит сформировать у обучающихся следующие профессиональные компетенции:

- способность осуществлять сбор и анализ исходных данных для расчета и проектирования;
- готовность к участию в проектировании систем электрификации сельскохозяйственных объектов.

ОБЩИЕ ПРАВИЛА РАБОТЫ В ЛАБОРАТОРИИ «ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ»

Выполнение лабораторных работ по курсу «Электроснабжение» начинается с изучения оборудования лабораторных стендов и макетов.

Приступать к соединению электрических схем на лабораторных стендах можно только с разрешения преподавателя или учебного мастера!

Перед сборкой электрических схем необходимо установить на лицевой панели стендов все тумблеры в нижнее положение «выключено». Собирать схемы на нескольких функциональных элементах одновременно недопустимо в связи с использованием в них одних и тех же элементов.

Собирать схему лабораторной работы необходимо с помощью соединительных проводников, и только после проверки схемы преподавателем включить стенд.

Включить тумблер питания изучаемой схемы. Произвести необходимые исследования и измерения в зависимости от выполняемой работы.

Отключение стенда необходимо производить в обратной последовательности.

После проведения работы необходимо привести в порядок рабочее место.

Правила техники безопасности при выполнении лабораторных работ

Лицам, работающим с различным электрооборудованием, следует помнить, что при малейших отступлениях от требований техники безопасности могут возникнуть такие ситуации, когда работающий может быть поражен электрическим током с теми или иными последствиями.

Поэтому все работающие в электрических лабораториях должны неукоснительно и точно выполнять все общие и специальные требования техники безопасности, а также соблюдать все установленные правила работ в данной лаборатории.

1) К работе в лаборатории «Электроснабжение» допускаются только лица, прослушавшие вводную беседу и инструктаж по технике безопасности.

2) Допущенные к лабораторным занятиям лица должны расписаться в соответствующем журнале по технике безопасности.

3) Корпус стендов должен быть заземлен. Сопротивление контура заземления не более 4 Ом.

4) При проведении лабораторных работ сборка схем и изменения в исследуемых схемах проводить при отключенном напряжении питания.

5) Включение питания стенда и выполнение работ производить только после разрешения преподавателя.

6) Если в схеме требуется сделать какие-либо пересоединения, то цепь необходимо обязательно отключить от источника электроэнергии. Всякое изменение в схеме должно быть проверено преподавателем, и только после этого схема вновь включается под напряжение.

7) После окончания измерений, полученные результаты следует показать преподавателю и, получив разрешение, приступить к разборке исследуемой схемы, обязательно отключив ее от цепи.

8) Разобрав схему, соединительные провода, аккуратно сложить без скручивания, приборы установить на определенные места.

Лабораторная работа №1

УСТРОЙСТВО НАРУЖНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

Цель работы: изучить общие сведения о наружных электрических сетях, проводах, кабелях, опорах, используемых в сельском электроснабжении.

Электрическую энергию вырабатывают в основном крупные электрические станции, которые соединены в объединенные энергетические системы (ОЭС) отдельных зон страны, образующие единую энергетическую систему (ЕЭС) России.

Электрической системой называют часть энергосистемы, состоящую из генераторов, распределительных устройств, повысительных и понизительных трансформаторных подстанций, электрических сетей и приемников электроэнергии.

Электрическими сетями называют части электрической системы, состоящие из подстанций и линий электропередачи (ЛЭП) различных напряжений.

В зависимости от назначения электрические сети разделяют на **распределительные** и **питающие**.

Распределительной называют электрическую сеть (рис. 1.1, а), подводящую электроэнергию от источника питания (ИП) к потребительским трансформаторным подстанциям или пунктам (ТП) или самим потребителям, если это линия низкого напряжения.

Питающей называют электрическую сеть (рис. 1.1, б), подводящую электроэнергию к распределительным пунктам (РП) или подстанциям.

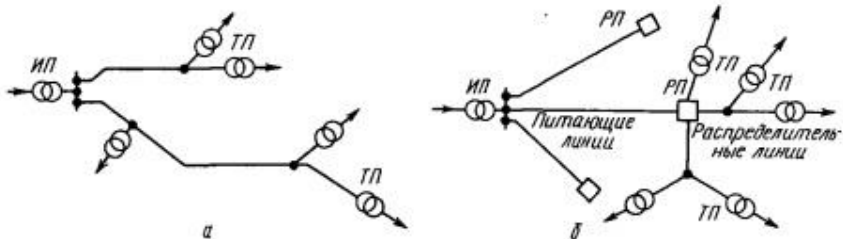


Рис. 1.1. Схемы электрических сетей:
а – распределительной; б – питающей

Для передачи электроэнергии на большое расстояние для снижения потерь необходимо повысить ее напряжение, поэтому электрическая система включает в себя повышающие подстанции, на которых с помощью трансформаторов повышается напряжение электрической энергии. В близости от потребителей размещают понижающие подстанции, снижающие напряжение до такого значения, чтобы электроэнергией могли пользоваться потребители. Для передачи и распределения электроэнергии применяют переменный трехфазный ток.

На рисунке 1.2 показана принципиальная схема небольшой электрической системы, состоящей из трех районных электрических станций. Напряжение генератора электростанций составляет 16-24 кВ. Его повышают на наиболее удаленной станции до 220 кВ, а на ближе расположенной – до 110 кВ и затем передают энергию в общее кольцо напряжением 110 кВ. При этом в конце линии от удаленной станции сооружена подстанция на 220/110 кВ.

Также, система обычно имеет линии связи с другими системами (не показаны). От общего кольца 110 кВ через понижающие подстанции 110/35 кВ питаются линии напряжением 35 кВ. Одна из таких линий показана на рисунке сверху. Эти линии подают энергию более мелким подстанциям на напряжение 35/10 кВ. От подстанций расходятся распределительные сети напряжением 6 или 10 кВ с понижающими трансформаторными пунктами. На трансформаторных пунктах напряжение понижают с 6 (10) кВ до рабочего – 380 В.

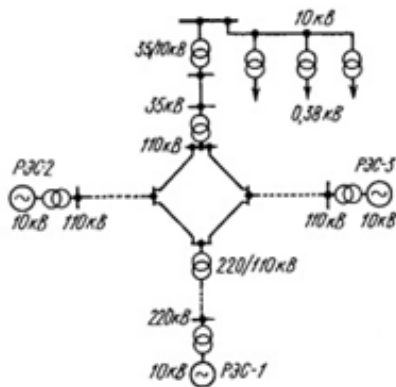


Рис. 1.2. Пример выполнения электрической сети

Таким образом, электрическая энергия, прежде чем она достигнет потребителя, несколько раз трансформируется, что вызывает необходимость сооружения большого числа трансформаторных подстанций.

Значения напряжения – важный параметр, характеризующий любой элемент электрической установки, в том числе и электрическую сеть.

Номинальным называют такое напряжение приемников электроэнергии, генераторов и трансформаторов, при котором они нормально и наиболее экономично работают. Это напряжение указывают в паспорте соответствующей машины или аппарата.

В установках трехфазного тока номинальным напряжением принято считать значение междуфазного напряжения. Например, если линия имеет номинальное напряжение 35 кВ, то ее фазное напряжение будет в $\sqrt{3}$ раз меньше и составит 20,2 кВ.

Номинальное напряжение сети принимают равным номинальному напряжению приемников электроэнергии.

Все электрические установки разделяют на установки напряжением до 1 кВ (*сети низкого напряжения*) и свыше 1 кВ (*сети высокого напряжения*).

В настоящее время в электрических сетях применяют напряжение 380 В при четырехпроводной или шестипроводной системе с заземленной нейтралью. В четырехпроводной системе нулевой провод сети заземляют у трансформаторов, в конце каждого участка сети и на длинных участках. Все металлические части, которые не находятся, но в случае порчи изоляции могут оказаться под напряжением, соединяют с нулевым проводом.

В случае с шестипроводной системой воздушных линий (ВЛ) выполняют из шести проводов: трех фазных, одного нулевого рабочего и нулевого защитного. Однофазные электроприемники подключаются между фазным и нулевым рабочим проводами, а корпуса электрооборудования соединяются с нулевым защитным.

В однофазных сетях применяют напряжение 220 В.

Распределительные сети выполняют на напряжение 6 и 10 кВ, преимущественно 10 кВ.

Провода и кабели.

В сельских электрических сетях в качестве материала для проводов служат медь, алюминий и сталь. Медь применяют для изолированных проводов внутри помещений и только в редких

случаях (на побережье моря, в районе химических заводов) для воздушных линий.

На сельских воздушных линиях напряжением 10 кВ и более широко используют сталеалюминиевые провода.

Алюминиевые применяют как во внутренних проводках, так и в воздушных сетях напряжением 0,38 кВ (марка А). Провода сельских воздушных линий при малых нагрузках в ряде существующих сетей выполнены из стали.

Электрические и механические свойства меди, алюминия и стали различны. Медь характеризуется высокой электрической проводимостью и высокой механической прочностью. **Медные** провода (марки М) хорошо противостоят химическому воздействию различных веществ. Алюминий характеризуется меньшей проводимостью, чем медь и меньшей прочностью. Так же как и медь, алюминий не разрушается на открытом воздухе, покрываясь пленкой оксидов.

Сталь обладает проводимостью, значительно меньшей, чем медь и алюминий. К тому же ее проводимость зависит от силы проходящего по проводу тока. Механическая прочность стальных проводов (марки ПС) значительна.

В **сталеалюминиевых** проводах (марки АС) внутренние проволоки выполнены из стали, а наружные — из алюминия. Стальные проволоки несут механическую нагрузку, алюминиевые — электрическую и механическую.

Неизолированные провода для воздушных линий выполняют однопроволочными и многопроволочными.

Однопроволочные провода изготавливают только из меди сечением до 10 мм² и стали диаметром до 5 мм. В сельских воздушных линиях медь не используют. Алюминиевые однопроволочные провода для воздушных линий применять нельзя.

Многопроволочные провода изготавливают из всех трех перечисленных ранее металлов в виде проволок одинакового сечения. Их число обычно равно 7, 12, 19 или 37. При таком числе проволок они плотнее располагаются вокруг одной центральной. Многопроволочные провода характеризуются большей механической прочностью и гибкостью по сравнению с однопроволочными, поэтому их широко применяют в сельских электрических сетях.

Марки неизолированных проводов обозначают следующим образом: буквами М, А, АС и ПС обозначают материал провода, а последующими цифрами – его сечение в квадратных миллиметрах.

Например, А16 означает алюминиевый провод сечением 16 мм^2 , ПС25 – провод стальной сечением 25 мм^2 .

Однопроволочные стальные провода обозначают ПСО, далее цифры, соответствующие диаметру провода в миллиметрах (например, ПСО-5).

Неизолированные провода подвешивают к опорам с помощью изоляторов.

Изолированные провода (или самонесущие изолированные провода, **СИП**) имеют два или три многопроволочных фазовых провода сечением $16\text{--}120 \text{ мм}^2$, изолированных полиэтиленом, и нейтральный провод с изоляцией или без изоляции из упрочненного алюминиевого сплава сечением $25\text{--}95 \text{ мм}^2$ (рис. 1.3).

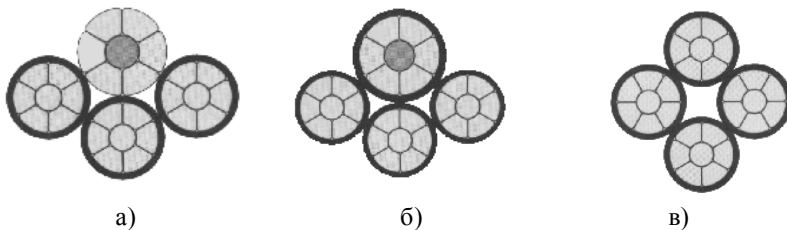


Рис. 1.3. Сечение самонесущих изолированных проводов:
а) СИП-1; б) СИП-2; в) СИП-4

СИП-1 – самонесущий изолированный провод с тремя основными алюминиевыми токопроводящими жилами с изоляцией из светостабилизированного сшитого полиэтилена, с нулевой несущей неизолированной жилой из сплава алюминия (рис. 1.3, а). Изолированные жилы имеют отличительную расцветку или маркировку цифрами. Нулевая несущая жила не изолируется. Скрутка жил имеет правое направление. Изолированные основные жилы скручены вокруг нулевой несущей жилы.

Систему СИП с голой несущей нейтралью называют также «финской системой».

Механическая прочность и сечение трех фаз одинаковы. Проводник нейтрали предназначен для подвешивания СИП и имеет высокую механическую прочность, обычно большего сечения, чем