

ним из преимуществ является легкость монтажа и простота обслуживания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев А.Б. Оптимизация профилактического обслуживания оборудования ВН // Энерго-Эксперт. - 2010. - № 1.
2. ГОСТ Р 53165-2020 // Батареи стартерные свинцово-кислотные. Часть 1. Общие требования и методы испытаний
3. ГОСТ Р 56812-86 // Источники тока химические. Первичные элементы и аккумуляторы.

УДК 621.311.13

Коновалов Юрий Васильевич,

к.т.н., доцент кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий»,
ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,

e-mail: yrvaskon@mail.ru

Леб Максим Сергеевич,

обучающийся группы ЭЭ-20-1,

ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,

e-mail: lebmaksim2@gmail.com

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ ПРИ ПОВЫШЕНИИ УРОВНЯ НАПРЯЖЕНИЯ

Konovlov Yu.V., Leb M.S.

INCREASING THE EFFICIENCY OF ELECTRIC POWER NETWORKS WHEN THE VOLTAGE LEVEL INCREASES

Аннотация. Рассмотрены преимущества применения распределительных сетей напряжением 660 В, технические особенности, экономическая эффективность и меры безопасности при осуществлении регулировочных мероприятий.

Ключевые слова: уровень напряжения, электротехника, распределительные сети, эффективность, технические особенности.

Annotation. The advantages of using 660 V distribution networks, technical features, economic efficiency and safety measures when implementing regulatory measures are considered.

Keywords: voltage level, electrical engineering, distribution networks, efficiency, technical features.

Согласно ГОСТ 21128-83 «Системы электроснабжения, сети, источники, преобразователи и приемники электрической энергии. Номинальные напряжения до 1000 В», номинальные линейные напряжения трехфазной сети переменного тока до 1000 В составляют 40, 60, 220, 380 и 660 В. Соответственно фазные напряжения равны 23, 35, 127, 220 и 380 В. Линейные напряжения сети выше 1000 В в соответствии с ГОСТ 721-77 «Системы электроснабжения, сети, источники, преобразователи и приемники электрической энергии. Номинальные напряжения свыше 1000 В» равны 6, 10, 20, 35, 110, 220, 330, 500, 750 и 1150 кВ. Выбор номинального напряжения систем электроснабжения основывается на технико-экономическом сравнении вариантов схем электроснабжения,

при составлении которых стремятся максимально сокращать число трансформаций энергии. Распределительные сети напряжением до 1000 В в настоящее время выполняются, как правило, трехфазными с глухим заземлением нейтрали напряжением 380/220 В.

В электроэнергетике номинальное напряжение сети является одним из важнейших параметров, определяющих правильную и безопасную работу электрооборудования. Одним из таких напряжений является 660 В [1]. В данной статье рассматривается применение и особенности номинального напряжения величиной 660 В. Напряжение 660 В – это номинальное значение переменного напряжения, которое используется в электросетях для передачи электроэнергии. Это сравнительно высокое напряжение, предназна-

ченное для промышленных и коммерческих целей. Напряжение 660 В обычно применяется для передачи электроэнергии на большие расстояния, например, на заводы, фабрики, склады и офисные помещения. Такое высокое напряжение используется для уменьшения потерь энергии при передаче электроэнергии по проводам, так как на большие расстояния можно передавать большее количество энергии с меньшими потерями энергии [2, 3]. Кроме того, напряжение 660 В обычно преобразуется в более низкие значения напряжения перед подачей электроэнергии конечным потребителям. Оно также может использоваться для питания специального оборудования, например, для некоторых видов электромеханического оборудования и трансформаторов. В горной промышленности для оборудования подземных горных работ при глубоком вводе используется ещё и напряжение уровня 1140 В, как более экономически выгодное взамен 660 и 380 В.

Основное использование напряжения 660 В в электросетях позволит обеспечить эффективную передачу и распределение электроэнергии, сохраняя при этом потери энергии на минимальном уровне. Благодаря этому уровню напряжения возможно обеспечение надежного электропитания для различных промышленных и коммерческих объектов.

Такое напряжение может использоваться в различных энергосистемах, например, в промышленных, силовых, транспортных и других отраслях. Номинальное напряжение 660 В позволит передавать большую мощность и обеспечивает надежность работы электрооборудования. С ростом технологических требований и ростом энергопотребления, это напряжение становится все более актуальным и востребованным в различных областях индустрии и энергетики.

Одной из особенностей номинального напряжения 660 В является его применение в системах электрогидравлического привода. При использовании такого напряжения, приводы могут работать с высокой эффективностью, обеспечивая точное и плавное управление движущимися объектами. Номинальное напряжение 660 В также применяется в промышленных машинах и устройствах, где требуется большая мощность и стабильность работы. Оно обеспечивает надежное питание электрооборудования и позволяет избежать

перегрузок и сбоев в работе системы.

Преимущества использования напряжения 660 В:

1. Экономическая эффективность.

Использование напряжения 660 В имеет ряд экономических преимуществ. Первое преимущество заключается в уменьшении стоимости проводки и электрооборудования. Напряжение 660 В позволяет использовать более тонкие провода, а также устанавливать более компактное оборудование, что экономит пространство и снижает затраты. Кроме того, напряжение 660 В позволяет передавать большие мощности на большие расстояния с минимальными потерями энергии. Это существенно снижает затраты на электроэнергию и повышает экономическую эффективность системы.

2. Безопасность.

Использование напряжения 660 В обеспечивает более высокий уровень безопасности по сравнению с напряжением 220 В. При напряжении 660 В сила тока будет меньше при той же мощности, что уменьшает риск поражения электрическим током. Кроме того, использование более толстых проводников и специальных контрольно-измерительных приборов повышает безопасность эксплуатации системы.

3. Эффективность передачи энергии.

Напряжение 660 В позволяет эффективно передавать энергию на большие расстояния. При этом потери энергии в линиях передачи снижаются, что позволяет использовать более длинные провода без существенных потерь. Это особенно важно для промышленных предприятий, где необходимо передавать энергию на большие расстояния.

4. Применение в промышленности.

Напряжение 660 В широко используется в промышленности для питания больших электродвигателей и энергоемких процессов. Большая мощность и эффективность передачи энергии делают его оптимальным выбором для таких задач.

Область применения напряжения 660 В связана с тем, что номинальное напряжение 660 В используется в различных областях промышленности и электротехники, т.к. это относительно высокое напряжение, которое позволяет передавать электроэнергию на большие расстояния и обеспечивать эффективную работу различных электроустановок.

Отметим основные объекты в области

применения напряжения 660 В.

Промышленность: напряжение 660 В широко используется для питания электродвигателей, систем освещения, систем обогрева и охлаждения, а также других электротехнических устройств. Это напряжение позволяет обеспечивать надежную работу промышленных оборудования и снижать энергетические потери при передаче электрической энергии.

Энергетика: напряжение 660 В используется для передачи электрической энергии на большие расстояния от генерирующих станций до потребителей. Оно позволяет снизить потери энергии при передаче и обеспечить эффективное распределение электроэнергии.

Транспорт и метро: напряжение 660 В используется для питания электрических поездов, трамваев и других видов подвижного состава. Оно обеспечивает надежную работу систем подвижного состава и позволяет эффективно передавать электроэнергию на дальние расстояния.

Тяжелая промышленность: в некоторых отраслях тяжелой промышленности, таких как металлургия, химия, нефтегазовая промышленность, напряжение 660 В используется для питания больших электродвигателей, электрических нагрузок и других электротехнических устройств. Оно позволяет обеспечивать надежную работу оборудования в условиях высоких нагрузок.

Электрические сети: напряжение 660 В может использоваться в электрических сетях для передачи электроэнергии на средние расстояния. Оно позволяет эффективно передавать электрическую энергию и обеспечивать надежность работы электрических сетей.

Таким образом, напряжение 660 В имеет широкий спектр применения в различных отраслях, где требуется передача электрической энергии на большие расстояния или обеспечение работы электротехнических устройств с высокой надежностью.

Технические особенности сетей с напряжением 660 В связаны с тем, что сети с напряжением 660 В являются высоковольтными сетями, используемыми в некоторых странах для электроснабжения промышленных предприятий и крупных потребителей. Основные технические особенности таких сетей:

Высокое напряжение – номинальное напряжение сетей 660 В является достаточно высоким и обеспечивает передачу большей

мощность на большие расстояния. Это позволяет уменьшить потери энергии и обеспечивает эффективное электроснабжение крупных потребителей.

Трансформаторные подстанции – для преобразования напряжения от сверхвысокого до 660 В используются трансформаторные подстанции. Эти подстанции обеспечивают стабильность напряжения и позволяют подключать к сети различные типы оборудования и машин с высокими требованиями к качеству энергии.

Защитные меры – такие высоковольтные сети требуют применения дополнительных мер для обеспечения безопасности персонала и оборудования. Возможно использование изоляционных материалов, систем автоматического контроля и защиты от перегрузок и коротких замыканий.

Специализированное оборудование: в сетях с напряжением 660 В применяется специализированное оборудование, которое способно работать с таким высоким напряжением. К нему относятся высоковольтные выключатели, разъединители, трансформаторы, генераторы и другое электрооборудование.

Сети с напряжением 660 В обеспечивают эффективное электроснабжение промышленных предприятий и крупных потребителей. Их использование позволяет передавать большую мощность на большие расстояния, обеспечивая при этом стабильность напряжения и безопасность работников и оборудования.

Номинальное напряжение сети 660 В имеет ряд экономических преимуществ по сравнению с другими уровнями напряжения. Оно нашло свое применение в различных областях промышленности, где требуется большая мощность и энергосбережение. Рассмотрим некоторые из основных экономических преимуществ такого напряжения.

1. Увеличение энергетической эффективности – использование напряжения 660 В позволяет снизить потери энергии в системе передачи, так как низкое напряжение позволяет более эффективно передавать электрическую энергию на большие расстояния. Это позволяет снизить затраты на электроэнергию и улучшить общую энергетическую эффективность производства.

2. Уменьшение затрат на оборудование – напряжение 660 В позволяет использовать более компактное и меньшее по размерам

оборудование, что может существенно снизить затраты на его приобретение и эксплуатацию.

3. Сокращение затрат на проводку – меньшее напряжение позволяет использовать более тонкие провода и кабели, что приводит к сокращению затрат на их укладку и эксплуатацию. Это особенно актуально в случае большой протяженности проводов, например, на строительных объектах или в промышленных предприятиях с большой площадью.

4. Возможность использования стандартного оборудования – напряжение 660 В является стандартным во многих странах и может быть использовано с существующим оборудованием. Это позволяет сократить затраты на обновление и модернизацию электрооборудования, так как не требуется замена существующего оборудования на новые модели для работы с другими уровнями напряжения.

5. Повышение надежности электроснабжения – в случае сбоя или аварии в системе электроснабжения, низкое напряжение 660 В потенциально может обеспечить непрерывность работы важных систем и оборудования.

6. Применение в промышленности – напряжение 660 В часто используется в различных отраслях промышленности, таких как металлургическая, химическая и нефтегазовая промышленность. Это связано с высокими мощностями, которые требуются для работы оборудования в этих отраслях. Использование такого напряжения может повысить эффективность производства и снизить затраты на электроэнергию.

Безопасность и регулирование напряжения 660 В:

Номинальное напряжение сети 660 В является достаточно высоким и может представлять опасность для людей, если не соблюдаются соответствующие меры безопасности. Поэтому для работы с таким напряжением необходимо соблюдать специальные правила и условия регулирования. Важным аспектом безопасной работы с напряжением 660 В является использование соответствующей электрозащитной одежды и средств индивидуальной защиты. Работники, занятые в области электротехники и электромонтажа, должны быть осведомлены о правилах безопасности и обо всех опасностях, связанных с работой на таком напряжении.

Кроме того, проведение электромонтажных и электротехнических работ на напряжении 660 В должно осуществляться только квалифицированными мастерами, имеющими соответствующую подготовку и опыт работы в данной области. Они должны быть профессионально подготовлены, чтобы эффективно выполнять задачи и минимизировать риски работы с высоким напряжением. Помимо этих мер безопасности, регулирование напряжения 660 В также может играть важную роль в обеспечении безопасности. Оно позволяет контролировать и поддерживать оптимальные значения напряжения в сети, чтобы предотвратить возможные аварии и перегрузки. Для регулирования напряжения 660 В используются различные методы и устройства, включая автоматические стабилизаторы напряжения, переключатели, реле и другие электротехнические компоненты. Эти устройства обеспечивают точное регулирование напряжения и препятствуют его значительным скачкам, что позволяет поддерживать надежное и безопасное функционирование системы.

В итоге, для обеспечения безопасности работы с напряжением 660 В необходимо соблюдать все соответствующие правила и регулирования, а также использовать электрозащитную одежду и индивидуальные средства защиты. Регулирование напряжения также играет важную роль в обеспечении безопасности работы с таким напряжением, контролируя и поддерживая оптимальные условия работы системы.

Работа с номинальным напряжением 660 В также имеет свои недостатки, которые важно учитывать при выборе оборудования и проведении электромонтажных работ:

1. Высокие требования к безопасности – работа с напряжением 660 В требует соблюдения особых мер предосторожности, так как оно является потенциально опасным для жизни человека и может вызвать серьезные травмы или смерть.

2. Ограниченное применение – на данный момент номинальное напряжение 660 В применяется главным образом на промышленных предприятиях и крупных объектах, где есть необходимость в передаче большой электрической мощности. В бытовых условиях, такое напряжение редко используется.

3. Более сложная техническая поддержка – работа с высоким напряжением требует большего внимания к техническим

характеристикам оборудования, особенностям проведения работ и поддержание безопасности на объекте.

Таким образом, номинальное напряжение 660 В является важным базовым блоком в электроэнергетических установках. Необходимо учитывать преимущества и недостатки номинального напряжения 660 В при вы-

боре оборудования и проектировании сетей, чтобы обеспечить эффективную и безопасную работу электрической системы. Его применение обеспечит эффективное и безопасное функционирование электрооборудования в различных отраслях деятельности, гарантируя надежность и стабильность работы системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Электрические системы. Электрические сети: Учеб. для электроэнерг. спец. вузов / В.А. Веников, А.А. Глазунов, Л.А. Жуков и др.: Под ред. В.А. Веникова, В.А. Строева. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. шк., 1998. 511 с.

2. **Хакимуллин Б.Р., Багаутдинов И.З.** Опыт эксплуатации кабельных линий электропередач с пропитанной бумажной изоляцией. Инновационная наука. 2016. № 4-3. С. 195-197

3. **Васев А. Н., Лизунов И. Н., Ермеев Р.И., Мисбахов Р. Ш.** Использование технологии пассивных оптических сетей в системе сбора и передачи информации телемеханики в электроустановках среднего и высокого напряжения. Кулагинские чтения: техника и технологии производственных процессов XVI международная научно-практическая конференция: в 3 частях. Чита, 28-30 ноября 2016 г.

УДК 621.314.22.08

Конвалов Юрий Васильевич,
к.т.н., доцент кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий»,
ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,
e-mail: yrvaskon@mail.ru
Леб Максим Сергеевич,
обучающийся группы ЭЭ-20-1,
ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,
e-mail: lebmaksim2@gmail.com
Потапов Илья Николаевич,
обучающийся группы ЭЭ-20-1,
ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,
e-mail: pogo201@mail.ru

ЗАМЕНА АНАЛОГОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ ТОКА И НАПРЯЖЕНИЯ НА ЦИФРОВЫЕ

Konvalov Yu.V., Leb M.S., Potapov I.N.

REPLACEMENT OF ANALOG CURRENT AND VOLTAGE TRANSFORMERS TO DIGITAL

Аннотация. В соответствии с тенденцией цифровизации электроэнергетики рассмотрены преимущества и недостатки цифровых трансформаторов тока и напряжения по сравнению с аналоговыми, их конструктивные особенности и принципы выполнения.

Ключевые слова: цифровой трансформатор тока, высокое напряжение, цифровой трансформатор напряжения, цифровизация.

Annotation. In accordance with the trend of digitalization of the electric power industry, the advantages and disadvantages of digital current and voltage transformers compared to analog ones, their design features and implementation principles are considered.

Keywords: digital current transformer, high voltage, digital voltage transformer, digitalization.

Для нормального функционирования устройств обеспечивающих релейную защи-

ту высоковольтных установок, требуется контролировать параметры тока и напряже-