

УДК 621.31

**Щапова Юлия Олеговна**, магистрант,  
Новосибирский государственный технический университет  
Shchapova Yulia Olegovna, Master's student,  
Novosibirsk State Technical University

**Дурновцева Полина Васильевна**, магистрант,  
Новосибирский государственный технический университет  
Durnovtseva Polina Vasilevna, Master's student,  
Novosibirsk State Technical University

**СОВРЕМЕННАЯ СИСТЕМА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО  
ПРЕДПРИЯТИЯ И ПРИНЦИПЫ ЕЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ  
MODERN POWER SUPPLY SYSTEM OF AN INDUSTRIAL ENTERPRISE  
AND PRINCIPLES OF ITS OPERATION**

**Аннотация.** В статье рассмотрены принципы построения и функционирования современной системы электроснабжения промышленного предприятия. Описана структура системы, основные элементы и их назначение. Особое внимание уделено вопросам надежности электроснабжения, автоматизации и обеспечения качества электроэнергии. Представлены современные тенденции развития систем электроснабжения в условиях цифровизации промышленности.

**Abstract.** The article considers the principles of construction and operation of a modern power supply system of an industrial enterprise. The structure of the system, its main elements and their purpose are described. Special attention is paid to reliability, automation and power quality. Current trends in the development of power supply systems are presented.

**Ключевые слова:** Электроснабжение, промышленное предприятие, подстанция, надёжность, электроэнергия, автоматизация.

**Keywords:** Power supply, industrial enterprise, substation, reliability, electricity, automation.

**Введение**

Электроснабжение является одной из базовых инженерных систем промышленного предприятия. Его надёжность и эффективность во многом определяют стабильность технологических процессов, безопасность эксплуатации оборудования и экономические показатели производства.

Современные промышленные предприятия характеризуются высокой энергоемкостью, использованием автоматизированных линий и чувствительного электронного оборудования, что предъявляет повышенные требования к системе электроснабжения [1].

Система электроснабжения промышленного предприятия представляет собой совокупность технических средств, предназначенных для приема, преобразования, передачи и распределения электрической энергии от источников питания к электроприемникам. Основной задачей такой системы является обеспечение потребителей электроэнергией требуемого качества при минимальных потерях и высокой степени надёжности.

**Общая структура системы электроснабжения**

В общем случае система электроснабжения включает внешнее и внутреннее электроснабжение. Внешнее электроснабжение обеспечивает подвод электроэнергии от энергосистемы к территории предприятия. Как правило, питание осуществляется по



воздушным или кабельным линиям электропередачи напряжением 6 – 110 кВ в зависимости от мощности и категории надежности предприятия [2].

Внутреннее электроснабжение предназначено для распределения электроэнергии между отдельными цехами, участками и электроприемниками. Оно включает главные понижающие подстанции, распределительные пункты, силовые и осветительные сети, а также системы защиты и управления.

#### **Источники питания и подстанции**

Основным источником электроэнергии для большинства промышленных предприятий является централизованная энергосистема. Однако для повышения надёжности электроснабжения широко применяется питание от двух независимых источников. Это особенно важно для предприятий с непрерывным производственным циклом, где перерывы в электроснабжении недопустимы.

Ключевым элементом системы является главная понижающая подстанция, на которой осуществляется преобразование высокого напряжения внешней сети в напряжение, используемое внутри предприятия. Подстанции оснащаются силовыми трансформаторами, коммутационной аппаратурой, измерительными приборами и устройствами релейной защиты.

В современных условиях все чаще применяются комплектные трансформаторные подстанции заводского изготовления. Их использование позволяет сократить сроки строительства, повысить надёжность оборудования и упростить эксплуатацию.

#### **Распределение электрической энергии**

После понижения напряжения электроэнергия распределяется между отдельными потребителями. Для этого используются распределительные устройства среднего и низкого напряжения, кабельные линии и шинопроводы. На уровне среднего напряжения питаются цеховые подстанции и мощные электроприемники, а на уровне низкого напряжения осуществляется электроснабжение станочного оборудования, автоматических линий и систем освещения.

При проектировании систем распределения применяются различные схемы электроснабжения: радиальные, магистральные и кольцевые. Выбор схемы определяется требованиями к надежности, мощностью потребителей и особенностями технологического процесса [3].

#### **Системы защиты и автоматики**

Надежная работа системы электроснабжения невозможна без эффективной системы защиты и автоматики. Релейная защита предназначена для быстрого выявления аварийных режимов и отключения поврежденных участков сети. Это позволяет предотвратить развитие аварий и снизить ущерб оборудованию.

Современные системы электроснабжения широко используют микропроцессорные устройства защиты и автоматики. Они обеспечивают высокую точность срабатывания, возможность регистрации аварийных событий и дистанционный контроль параметров сети. Автоматизация также позволяет реализовать функции автоматического ввода резерва и удалённого управления коммутационными аппаратами [4].

#### **Качество электроэнергии и энергоэффективность**

Качество электроэнергии является важным показателем работы системы электроснабжения. Отклонения напряжения, несимметрия фаз и наличие высших гармоник могут отрицательно влиять на работу оборудования и приводить к его преждевременному износу.

Для улучшения качества электроэнергии применяются устройства компенсации реактивной мощности, фильтры гармоник и стабилизаторы напряжения. Компенсация реактивной мощности позволяет снизить потери электроэнергии и повысить пропускную способность электрических сетей [5].



Повышение энергоэффективности является одним из приоритетных направлений развития современных систем электроснабжения. Внедрение энергоэффективных электроприводов, автоматизированных систем управления и интеллектуального учета электроэнергии способствует снижению эксплуатационных затрат.

#### **Современные тенденции развития**

В настоящее время системы электроснабжения промышленных предприятий развиваются в направлении цифровизации и интеграции с автоматизированными системами управления. Все большее распространение получают интеллектуальные системы мониторинга, позволяющие в реальном времени оценивать состояние оборудования и режимы работы сети.

Кроме того, возрастает интерес к использованию распределенных источников энергии, таких как солнечные электростанции и газопоршневые установки. Их применение повышает энергетическую независимость предприятия и снижает нагрузку на внешнюю энергосистему.

#### **Заключение**

Современная система электроснабжения промышленного предприятия представляет собой сложный многоуровневый комплекс, обеспечивающий надёжное и качественное электропитание производственных процессов. Эффективность ее работы достигается за счет рациональной структуры, применения современных технических решений, автоматизации и постоянного контроля параметров электроэнергии.

Развитие технологий и рост требований к энергоэффективности делают систему электроснабжения важным элементом устойчивого развития промышленного предприятия.

#### *Список литературы:*

1. Кудрин Б.И. Электроснабжение промышленных предприятий: учебник для студентов высших учебных заведений / Б.И. Кудрин. - 2-е изд. - М.: Интермет Инжиниринг, 2006. - 672 с : ил.
2. Ершов А.М. Системы электроснабжения. Часть 4: Электроснабжение промышленных предприятий и городов: курс лекций / А.М. Ершов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2020. – 324 с.
3. Воропай Н.И. Надежность систем электроснабжения [Текст] : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки "Электроэнергетика и электротехника" / Н. И. Воропай ; М-во образования и науки Российской Федерации, Иркутский нац. исследовательский технический ун-т, Амурский гос. ун-т, Российская акад. наук, Сибирское отд-ние, Ин-т систем энергетики им. Л. А. Мелентьева. — [Изд. 2-е, перераб. и доп.] — Новосибирск : Наука, 2015. — 206, [1] с.
4. Кузьмин И.Л., Иванов И.Ю., Писковацкий Ю.В. Микропроцессорные устройства релейной защиты: учебное пособие / сост.: И.Л. Кузьмин, И.Ю. Иванов, Ю.В. Писковацкий. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2015. – 310 с.
5. Кабышев А.В. Компенсация реактивной мощности в электроустановках промышленных предприятий: учебное пособие / А.В. Кабышев; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 234 с.

