

Миронова Елена Анатольевна

Казанский государственный энергетический университет, г. Казань

Пищулина Полина Сергеевна студент

3 курс, Казанский государственный энергетический университет

Россия, г. Казань

Сидикова Нилуфар Абдиаким кизи

3 курс, Казанский государственный энергетический университет

Россия, г. Казань

ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ КОМПЛЕКТУЮЩИХ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ НА ПОДСТАНЦИЯХ

***Аннотация:** В статье рассматриваются вопросы импортозамещения комплектующих, применяемых на электрических подстанциях, в современных условиях развития электроэнергетики. Проанализированы основные группы подстанционного оборудования, включая силовые устройства, системы релейной защиты и автоматики, средства измерения и элементы цифрового управления. Особое внимание уделено направлениям разработки отечественных решений и снижению зависимости от зарубежных поставщиков. Определены ключевые требования к импортозамещающим компонентам, такие как надежность, безопасность, совместимость и экономическая эффективность. Сделан вывод о стратегической значимости импортозамещения для повышения устойчивости и технологической независимости энергетической инфраструктуры.*

***Ключевые слова:** импортозамещение, электрические подстанции, подстанционное оборудование, релейная защита и автоматика, цифровые подстанции, автоматизация электроэнергетики, энергетическая инфраструктура*

Annotation: *The article discusses the issues of import substitution of components used in electrical substations in the current conditions of the development of the electric power industry. The main groups of substation equipment, including power devices, relay protection and automation systems, measurement equipment, and digital control elements, are analyzed. Special attention is paid to the development of domestic solutions and reducing dependence on foreign suppliers. The key requirements for import-substituting components, such as reliability, safety, compatibility, and economic efficiency, are identified. The article concludes that import substitution is strategically important for increasing the stability and technological independence of the energy infrastructure.*

Key words: *import substitution, electrical substations, substation equipment, relay protection and automation, digital substations, automation of the electric power industry, energy infrastructure*

В связи с наложенными на РФ санкциями импортно-экспортные отношения претерпевают фундаментальные изменения. Это создает возможности для развития не только отдельным предприятиям, производящим продукцию высоких переделов, но и для целых отраслей, обеспечивающих их функционирование, таких как: машиностроение, приборостроение, электроэнергетика.

Импортозамещение в электроэнергетике считается стратегическим приоритетом для обеспечения технологического суверенитета. Особую роль в этом процессе играет импортозамещение комплектующих, применяемых на электрических подстанциях. Именно подстанции выступают ключевыми узлами энергетической инфраструктуры, обеспечивая прием, преобразование и распределение электрической энергии между уровнями напряжения и категориями потребителей. От их технического состояния, оснащенности и степени автоматизации во многом зависят надежность энергоснабжения, устойчивость режимов работы энергосистемы, а также безопасность эксплуатации оборудования.

Импортозамещение в сфере подстанционного оборудования представляет собой сложный и многоуровневый процесс. Он не сводится

исключительно к замене одного изделия другим. Речь идет о формировании полноценной производственной, научно-технической и нормативной базы, позволяющей создавать, внедрять и обслуживать отечественные решения, соответствующие требованиям надежности, совместимости, электромагнитной устойчивости, кибербезопасности и экономической эффективности. Важнейшим аспектом остается не только выпуск отдельных комплектующих, но и обеспечение их интеграции в существующие и перспективные системы управления подстанциями, включая цифровые подстанции, автоматизированные системы технологического управления, комплексы релейной защиты и противоаварийной автоматики.

Для понимания масштаба задач импортозамещения необходимо рассмотреть, какие именно комплектующие применяются на подстанциях и какие функции они выполняют. Условно все применяемые изделия можно разделить на несколько крупных групп.

К первой группе относится силовое оборудование и его узлы. Это силовые трансформаторы, автотрансформаторы, реакторы, выключатели, разъединители, отделители, короткозамыкатели, токоведущие системы, вводы, контакты, дугогасительные устройства, приводы коммутационных аппаратов, шкафы распределительных устройств и элементы изоляции. Значительная часть таких изделий традиционно производится в России, однако многие отдельные компоненты, например высокоточные механизмы приводов, вакуумные камеры, некоторые виды материалов, специальные уплотнения и отдельные электронные блоки, ранее поставлялись зарубежными производителями.

Ко второй группе относятся устройства релейной защиты и автоматики. Они предназначены для выявления повреждений, отключения аварийных участков, резервирования отказов, автоматического повторного включения, автоматической разгрузки, противоаварийного управления и выполнения других функций, направленных на поддержание устойчивости системы. Современные устройства РЗА основаны на микропроцессорной технике и включают специализированные электронные платы, процессоры,

интерфейсные модули, цифровые входы и выходы, программное обеспечение, средства самодиагностики и коммуникационные каналы. Именно в этой сфере зависимость от зарубежных решений долгое время была особенно заметной.

Третья группа включает измерительные средства и системы контроля. Это трансформаторы тока и напряжения, датчики температуры, давления, частичных разрядов, системы мониторинга трансформаторного масла, анализаторы качества электроэнергии, устройства регистрации аварийных событий, счетчики электроэнергии, модули телеметрии и приборы коммерческого и технического учета. Их точность, устойчивость к внешним воздействиям и совместимость с автоматизированными системами являются обязательными условиями надежной эксплуатации подстанции.

Четвертая группа связана с автоматизацией и цифровым управлением. Сюда входят программируемые контроллеры, терминалы телеуправления, коммуникационные шлюзы, серверы, коммутаторы промышленных сетей, системы верхнего уровня, автоматизированные рабочие места диспетчера и оперативного персонала, а также программно-технические комплексы автоматизированных систем управления технологическими процессами. На цифровых подстанциях особую роль играют протоколы и средства обмена данными, обеспечивающие взаимодействие между устройствами в единой информационной среде.

Пятая группа охватывает системы оперативного постоянного тока и собственных нужд. К ним относятся аккумуляторные батареи, зарядно-подзарядные устройства, инверторы, преобразователи, распределительные панели, источники бесперебойного питания, релейные модули, автоматические выключатели низкого напряжения, кабели, клеммники и устройства контроля состояния. Эти элементы не всегда находятся в центре внимания, однако именно они обеспечивают бесперебойную работу защиты, автоматики и систем управления при нарушениях внешнего питания.

Шестая группа включает строительные, монтажные и вспомогательные комплектующие. Это металлоконструкции, шкафы, кабеленесущие системы, заземляющие элементы, изоляторы, опорные конструкции, вентиляционное оборудование, климатические системы, элементы пожарной сигнализации и пожаротушения, системы видеонаблюдения, охранной сигнализации и контроля доступа. На современных энергообъектах данные компоненты также являются частью общей технологической среды и должны удовлетворять строгим требованиям по надежности и совместимости.

Следовательно, импортозамещение комплектующих для подстанций затрагивает чрезвычайно широкий круг изделий — от крупных силовых аппаратов до микропроцессорных плат, специализированного программного обеспечения и компонентов цифровой инфраструктуры.

Процесс импортозамещения в сфере подстанционного оборудования развивается по нескольким направлениям. Одним из них является замена импортных силовых аппаратов и их компонентов отечественными аналогами. Речь идет о производстве трансформаторов, комплектных распределительных устройств, выключателей, разъединителей, токопроводов, кабельной арматуры и изоляционных элементов. Для этой группы изделий важны механическая прочность, электрическая надежность, термическая стойкость и соответствие нормативным требованиям.

Другим важным направлением становится разработка и серийное производство микропроцессорных устройств релейной защиты и автоматики. Современные энергосистемы не могут функционировать без быстродействующих защитных комплексов, способных не только фиксировать повреждение, но и анализировать параметры аварийного режима, взаимодействовать с другими устройствами, передавать информацию в диспетчерские системы и обеспечивать самодиагностику. Создание отечественной элементной базы для таких устройств представляет собой одну из наиболее сложных, но и наиболее значимых задач импортозамещения.

Наконец, перспективным направлением выступает создание отечественных комплексных решений, когда поставщик предлагает не отдельный компонент, а законченный программно-технический комплекс для подстанции: от первичного оборудования и шкафов вторичных цепей до верхнего уровня управления, диагностики и киберзащиты. Такой подход позволяет повысить совместимость элементов, упростить внедрение и сократить объем интеграционных проблем.

Импортозамещающие комплектующие, предназначенные для применения на подстанциях, должны соответствовать целому комплексу требований. Прежде всего, это требования надежности. Работа подстанции должна обеспечиваться в круглосуточном режиме, зачастую в сложных климатических условиях и при воздействии коммутационных перенапряжений, токов короткого замыкания, вибраций, электромагнитных помех и других неблагоприятных факторов. Поэтому комплектующие должны сохранять работоспособность в течение всего нормативного срока службы и обладать высокой устойчивостью к эксплуатационным воздействиям.

Важным требованием является безопасность. Оборудование подстанций функционирует под высоким напряжением, а его отказ может повлечь угрозу жизни и здоровью персонала, а также разрушение дорогостоящих объектов. Следовательно, отечественные комплектующие должны соответствовать нормам электрической, пожарной, механической и информационной безопасности.

Следующее требование связано с совместимостью. Компоненты должны быть пригодны для работы в составе существующих схем, поддерживать необходимые протоколы обмена, интерфейсы и стандарты. Это особенно важно в условиях поэтапной модернизации объектов, когда новые решения внедряются без полной остановки эксплуатации.

Следует выделить и требование экономической эффективности. Замена импортных решений не должна приводить к неоправданному росту стоимости владения. Наоборот, желательным является снижение

совокупных затрат за счет сокращения сроков поставки, упрощения обслуживания, уменьшения расходов на логистику и устранения валютных рисков.

Таким образом, успешное импортозамещение предполагает не только наличие отечественного производства, но и способность этих решений соответствовать всему комплексу технических, эксплуатационных и экономических требований энергосистемы.

В целом можно сделать вывод, что импортозамещение комплектующих для подстанций выступает не временной мерой, а стратегическим направлением модернизации энергетики. Его реализация способствует укреплению энергетической безопасности, повышению устойчивости электросетевого комплекса, развитию научно-технического потенциала страны и формированию условий для долгосрочного технологического роста. Перспективы данного процесса напрямую связаны с развитием отечественной промышленности, инженерных компетенций, научных исследований и эффективного взаимодействия между государством, энергетическими компаниями и производителями оборудования.

Использованные источники:

1. Акимова, И. Д. Электрические станции и подстанции : учебное пособие. — Москва : Академия, 2021.
2. Барыбин, Ю. Г. Электрические подстанции : учебное пособие для вузов. — Санкт-Петербург : Энергоатомиздат, 2020.
3. Воропай, Н. И. Электроэнергетические системы и сети. — Новосибирск : Наука, 2022.
4. Гук, Ю. Б. Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем. — Москва : Высшая школа, 2021.
5. Кудрин, Б. И. Электроснабжение потребителей и режимы. — Москва : Энергоатомиздат, 2020.
6. Малахов, В. В. Цифровые подстанции и интеллектуальные сети в электроэнергетике. — Москва : Инфра-Инженерия, 2023.

7. Петров, А. А. Автоматизация технологических процессов в энергетике. — Казань : Изд-во КГЭУ, 2022.
8. Савина, Н. В. Экономика энергетике и управление инфраструктурными проектами. — Москва :Юрайт, 2023.
9. Соколов, Е. Я. Надежность электрических систем. — Москва : Энергия, 2021.
- 10.Федоров, А. В. Промышленные сети и системы связи на объектах энергетике. — Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2022.