**Введение**

В настоящее время, с учетом перманентного повышения стоимости энергоресурсов и одновременного повышения требований к надежности, автономности и стоимости обслуживания объектов энергоснабжения, а так же ввиду наличия на территории Российской Федерации потребителей (малых городов, поселков), находящихся в районах, изолированных от существующих энергосетей, или же снабжаемых электроэнергией, по разным причинам, с перебоями существует необходимость в объединении разнородных источников электрической энергии в единую сеть. В настоящее время стационарные источники энергоснабжения, в большинстве своем, используют углеводородное сырье, необходимое для работы дизельных или бензиновых генераторов. Однако в условиях работы с переменным графиком нагрузки на электросеть использование подобного оборудования сопровождается неэффективным использованием ресурса агрегатов, работой в режимах с низким КПД и высокими показателями удельного расхода топлива, что способствует обострению сопутствующих проблем, в том числе экологических. Отдельно следует выделить и проблему доставки топлива. Так, по некоторым сведениям, стоимость 1 кВт∙ч электроэнергии, получаемой от дизельных установок мощностью до 100 кВт в отдаленных районах Якутии, куда доставка топлива затруднена и сопровождается существенными экономическими затратами, достигает по разным оценкам от 25 до 60 руб./(кВт∙ч). На сегодняшний день разница указанного значения и средней стоимости электроэнергии в центральном районе России 4,50 руб./(кВт∙ч) является колоссальной [1]. Так же на рынке усиливается спрос на использование возобновляемых источников энергии, что влечет за собой необходимость в комбинации их друг с другом и с традиционными источниками.

**Гибридные системы**

Концепция объединения разнородных источников электроэнергии в единую сеть называется интеграцией энергосистем. Она представляет собой процесс объединения различных источников производства электроэнергии (таких как солнечная, ветровая, гидроэнергетика, термальные станции и другие) и интеграции их в единую сеть для обеспечения непрерывного и эффективного энергоснабжения.

Одной из главных проблем при интеграции разнородных источников энергии является их переменный характер. Например, солнечная и ветровая энергия зависят от погодных условий, что может вызывать колебания в производстве электроэнергии. Для решения этой проблемы используются различные технологии, такие как системы хранения энергии (например, аккумуляторы) и современные сетевые технологии управления нагрузкой.

Интеграция разнородных источников энергии требует разработки умных сетей, способных эффективно управлять производством, передачей и распределением энергии. Технологии умных сетей позволяют оптимизировать использование различных источников энергии, учитывать изменчивость спроса на энергию и обеспечивать стабильность работы системы.

Кроме того, важным аспектом при интеграции разнородных источников энергии является развитие стандартов и нормативов, которые обеспечивают совместимость различных систем производства энергии и обеспечивают безопасность и надежность работы единой сети.

Этот подход к энергетике не только способствует диверсификации источников энергии, но также содействует более устойчивой и экологически чистой системе энергоснабжения, способствуя снижению выбросов парниковых газов и освобождению от зависимости от традиционных источников энергии, таких как ископаемые виды топлива.

Для обеспечения непрерывности и эффективности производства электроэнергии используется комбинация различных технологий и источников энергии, такие системы называются гибридными. Гибридные энергетические системы – это системы, которые объединяют несколько разнородных источников энергии для производства электроэнергии. Такие системы обычно включают в себя два или более источника энергии, такие как солнечная энергия, ветряная энергия, генерация на основе дизельных или газовых двигателей, гидроэнергетика и другие.

Примеры гибридных систем:

1. Солнечно-ветровые системы: Объединение солнечных панелей и ветрогенераторов для получения энергии из двух источников. Это позволяет компенсировать временные колебания в производстве энергии: когда один из источников не производит достаточно энергии из-за погодных условий, другой может компенсировать этот недостаток. В чистом виде крайне редко применяется такой тип систем, обычно для повышения надежности такие системы объединяются с традиционными типами генераторов.
2. Гибридные системы с аккумуляцией энергии: это сочетание разных источников энергии с системой хранения, такой как аккумуляторы. Например, солнечные батареи могут использоваться для накопления избыточной энергии днем для использования в ночное время или в периоды пикового спроса. Очевидным минусом запасания энергии в аккумуляторах является малая удельная энергоемкость современных аккумуляторов. Для запасания достаточного количества энергии необходима установка большого количества аккумуляторных батарей, что влечет за собой увеличение начального бюджета на реализацию системы, требует большой площади для их размещения, а с учетом постепенной их деградации увеличиваются расходы на обслуживание.
3. Гибридные системы с дизельными генераторами: здесь солнечная или ветряная энергия комбинируется с работой дизельных генераторов. В тех случаях, когда возобновляемые источники энергии не могут обеспечить необходимую мощность (например, из-за погодных условий), дизельные генераторы включаются для поддержания стабильного энергоснабжения.

Гибридные системы имеют ряд преимуществ, включая повышенную надежность энергоснабжения, уменьшение зависимости от одного источника энергии и снижение выбросов парниковых газов за счет использования возобновляемых источников. Однако они требуют комплексного проектирования, управления и технической эксплуатации, чтобы оптимизировать работу каждого компонента системы и обеспечить эффективное использование различных источников энергии в зависимости от изменяющихся условий.

**Сложности реализации гибридных систем**

Проектирование и эксплуатация гибридных энергетических систем считается более сложным процессом по сравнению с традиционными решениями ввиду следующих причин:

1. Динамическая природа источников энергии. Разнородные источники энергии, такие как солнечная и ветровая энергия, зависят от погодных условий и имеют переменный характер КПД и выходной мощности. Это вызывает сложности при прогнозировании величины выходной мощности от каждого источника и распределении нагрузки.
2. Несовместимость разнородных типов генерации. Различные первичные источники энергии подразумевают различный принцип ее преобразования, с целью увеличения КПД преобразователя. Это влечет за собой несовместимость параметров электрической энергии при объединении этих источников в гибридную энергосистему. Различные преобразователи энергии могут иметь разные технические характеристики, например, напряжение, частоту или тип тока. Их интеграция в единую систему требует согласования и совместимости, что может потребовать дополнительных устройств и технических решений.
3. Управление и контроль. Эффективное управление разнообразными источниками энергии, системами хранения и распределения требует продвинутых систем управления и контроля, способных динамически реагировать на изменения в производстве или потреблении энергии.
4. Оптимизация и экономика. Выбор оптимальной комбинации источников энергии, систем хранения и управления может быть сложной задачей, особенно с учетом стоимости и экономической эффективности таких систем. Задача подбора компонентов такой системы является многопараметровой и индивидуальной для каждого случая.
5. Технические и инфраструктурные ограничения. Различная география накладывает определенные ограничения на типы источников энергии и доступность некоторых компонентов. Разные регионы могут иметь ограниченный доступ к определенным источникам энергии или технологиям, что осложняет разработку гибридных систем.
6. Требования к обслуживанию и управлению рисками. Гибридные системы могут потребовать более сложного обслуживания и управления, а также требовать решений по управлению рисками, такими как технические сбои и другие.

Проектирование гибридных энергетических систем требует комплексного подхода, который учитывает разнообразие технических, экономических и экологических факторов, а также стремится к оптимальному балансу между различными источниками энергии для обеспечения стабильного и эффективного энергоснабжения при минимальной стоимости.

**Задачи гибридных энергосистем**

В условиях переменного спроса на электрическую энергию, переменного характера возобновляемых источников энергии (ВИЭ), а также высокую стоимость энергии ископаемого топлива, можно выделить основные задачи гибридных систем:

1. Максимизировать использование ВИЭ.
   1. Максимизировать КПД и выходную мощность ВИЭ.
   2. Накапливать энергию ВИЭ в аккумуляторных батареях или иными способами.
   3. Диверсифицировать источники возобновляемой энергии.
2. Минимизировать использование ископаемого топлива.
   1. Применять дизельные или бензиновые генераторы только в условиях недостаточности генерации от ВИЭ.
   2. Максимизировать КПД генераторов при ограничении выходной мощности.
3. Автоматизировать распределение энергии и диагностику оборудования с целью достижения наиболее эффективных режимов работы.

1. Комбинированные энергетические установки в система автономного электроснабжения [Электронный ресурс.] URL: http://tehnodacha.ru/news/stat/ (дата обращения 19.09.2017)