

регулятора турбины (блок 3).

4. «Безынерционное звено» в данном блоке задается крутизна частотной характеристики регулятора турбины (блок 4).
5. «Сумматор» в этом блоке происходит суммирование параметров блоков 6 и 7 (блок 5).
6. «Апериодическое звено» данный блок воспроизводит передаточную функцию механизма управления турбиной (блок 6).
7. «Константа» в этом блоке задается значение мощности турбины (блок 7).
8. «Апериодическое звено» данный блок моделирует промежуточный золотник регулятора турбины (блок 8).
9. «Сумматор» в этом блоке происходит суммирование параметров блоков 8 и 11 (блок 9).
10. «Апериодическое звено» этот блок моделирует сервомотор регулятора турбины (блок 10).
11. «Интегратор с ограничителем» в данном блоке имитируется степень открытия регулирующих клапанов (блок 11).
12. «Безынерционного звено»: в этом блоке имитируется эквивалентный объём пара (блок 12).
13. «Апериодическое звено» (блок 13).
14. «Апериодическое звено» в этом блоке задается значение промежуточного перегрева пара (блок 14).
15. «Сумматор» в данном блоке задается значение пара на выходе турбины (блок 15).
16. «Безынерционное звено» блок для измерения частоты ЭЭС (блок 16).

Литература

1. Плетнев Г. П., Штробель В. А., Мухин В. С. Исследования систем автоматического регулирования мощности парогенератора и турбины в режиме регулирования частоты // Теплоэнергетика. – 1972. – № 11. – С. 55-57.
2. Стернинсон Л. Д. Переходные процессы при регулировании частоты и мощности в энергосистемах. – Энергия, 1975.
3. Гусев А. С., Свечкарев С. В., Плодистый И. Л. Гибридный моделирующий комплекс для наладки АСУ ТП энергоблоков и тренажа персонала // Электроэнергия и будущее цивилизации: Матер. Междунар. научнотехн. конф. – Томск: Томский государственный университет, 2004. – С. 327–328.
4. Рабинович Р. С., Полонская М. А. Модели тепловых электростанций для расчета длительных электромеханических переходных процессов в энергосистемах // Электричество. – 1983. – № 3. – С. 11-19.

ПРОБЛЕМА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ УДАЛЕННЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

Шароян А.Б., Горяев А.О.

Научный руководитель доцент Р.А. Уфа

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Проблема электроснабжения удаленных потребителей нефтегазовой отрасли является одной из наиболее актуальных и сложных задач, с которыми сталкиваются компании этой отрасли. Недостаточная инфраструктура, отсутствие электросетей в удаленных районах, нестабильность работы оборудования – все это создает серьезные препятствия для нормального функционирования производственных объектов и повышения эффективности работы.

У удаленных потребителей нефтегазовой отрасли, можно выделить несколько основных проблем:

1. Длины линий в сети большая реактивная мощность, которую трудно компенсировать. Как следствие: низкий КПД и ТП работают примерно на половину от номинальной мощности. Поэтому на удалённых объектах ставятся ДЭС (дизельные электростанции).

2. На объектах нефтегазовой отрасли есть насосы, частотой которых необходимо управлять частотными преобразователями. Частотные преобразователи генерируют в сеть высшие гармоники. Из-за большого количества высших гармоник невозможно загрузить комплектную трансформаторную подстанцию до номинальных значений, гармоники греют трансформатор.

3. Топология и масштабы ЭЭС промышленного объекта могут меняться из-за увеличения добычи. Электротехнические установки (провода, генераторы) как правило тяжело доставлять на объект. Проблемы с логистикой.

4. От ЭС требуется высокая надёжность для жилых комплексов особенно в зимнее время, т. к. зимой в условиях холода это приведёт к быстрому остыванию помещения и заболеванию работников.

5. Также зимой необходима постоянная работа греющего кабеля на трубопроводах, загустевшую нефть тяжело качать по трубам, это приведёт к остановке производственного процесса.

6. Необходима постоянная работа насосов, без них не будет попутного газа, который необходим для генерации мощности.

7. Ограниченные возможности для внедрения современных технологий и систем управления энергопотреблением из-за отдаленности объектов и ограниченной доступности специалистов.

Использование водородной энергетики в электроснабжении удаленных потребителей нефтегазовой отрасли представляет собой перспективное и инновационное решение, которое может значительно улучшить энергетическую безопасность и эффективность производства.

Производство водорода на нефтеперерабатывающих заводах является хорошо известной технологией и было начато для удовлетворения растущего спроса на экологически чистое топливо и увеличения конверсии водорода и мощностей по его переработке. Водород необходим для преобразования тяжелых нефтяных фракций в более легкие продукты и для удаления серы, азота и металлов из многих нефтяных фракций. [1]

В отличие от кислорода водород практически не встречается на земле в чистом виде и поэтому извлекается из других соединений с помощью различных химических методов. Он может производиться из природного газа, а вредные отходы улавливаются для вторичного использования. Также, когда нефть поднимается из пласта вместе с водой, можно было бы отделять нефть и расщеплять воду на водород и кислород.

При использовании в топливных элементах водородная энергия оставляет минимальные потери, а после использования в качестве побочного продукта остается только вода, из которой снова можно добывать водород.

Водород содержит почти в три раза больше энергии, чем ископаемое топливо, поэтому для выполнения какой-либо работы его требуется гораздо меньше. Например, по сравнению с электростанцией, работающей на сжигании топлива с КПД от 33 до 35 %, водородные топливные элементы выполняют ту же функцию с КПД до 65 %. Для примера, у солнечных элементов КПД — 20 %, а у ветряных — 40 %. [2]

Можно сказать, что использование водородной энергетики в электроснабжении удаленных потребителей нефтегазовой отрасли представляет собой перспективное и инновационное решение, способное решить множество проблем, с которыми сталкиваются такие объекты. От длинных линий с большой реактивной мощностью до необходимости постоянной работы насосов и генерации мощности, водородная энергетика предлагает эффективное и экологически чистое решение.

Производство водорода на нефтеперерабатывающих заводах уже является хорошо известной технологией, которая может быть успешно применена для удовлетворения растущего спроса на экологически чистое топливо и увеличения конверсии нефтяных фракций. Водород играет ключевую роль в преобразовании нефти, обеспечивая более эффективное производство и улучшение процессов удаления вредных примесей.

Благодаря своей высокой энергетической плотности и минимальным потерям при использовании, водородная энергия представляет собой значительно более эффективный и экологически чистый источник энергии по сравнению с традиционными методами. Таким образом, внедрение водородной энергетики может значительно повысить энергетическую безопасность и устойчивость производства в нефтегазовой отрасли, обеспечивая инновационное и перспективное решение для решения множества проблем, с которыми сталкиваются удаленные объекты этой отрасли.

Литература

1. Rana Alkady Green Hydrogen: The Integration in The Oil, Gas Field. – Текст: электронный // EOG – 2024. – URL: <https://egyptoil-gas.com/features/green-hydrogen-the-integration-in-the-oil-gas-field/> (дата обращения 15.03.2024).
2. Кизимов В. Перспективы и недостатки водородной энергетики. – Текст: электронный // АО «Тинькофф Банк» – 2024. – URL: <https://journal.tinkoff.ru/news/review-vodorod/> (дата обращения 15.03.2024).

ПОВЫШЕНИЕ КОЛЕБАТЕЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК 4-ГО ТИПА ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМ СУБСИНХРОННЫМ УПРАВЛЕНИЕМ ДЕМПФИРОВАНИЯ **Шароян А.Б., Улугбашев А.В.**

Научный руководитель доцент А.А. Суворов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Как чистый и возобновляемый источник энергии, энергия ветра широко используется в последние несколько лет. Ветроэнергетические установки (ВЭУ) с регулируемой частотой вращения, в том числе индукционные генераторы с двойным питанием (ИГДП) и с постоянным магнитным синхронным генератором (ПМСГ), широко используются благодаря своим превосходным свойствам управления.

При подключении к сети через полностью управляемые преобразователи напряжения ПМСГ обладает отличительными характеристиками работы в сети, такими как высокая эффективность работы, плавная интеграция в сеть в широком диапазоне скоростей и хорошая способность преодолевать неисправности. Поэтому она занимает все большую долю в недавно введенных в эксплуатацию ветряных электростанциях.

Однако в последнее время субсинхронный резонанс (ССР), связанный с подключенными к сети ВЭУ, вызывает большую озабоченность в научных кругах и промышленности. В октябре 2009 года в Техасе, США, состоялось аварийная ситуация, связанное с ВЭУ. Это было вызвано взаимодействием между управлением ИГДП и фиксированной последовательной компенсацией, приводящим к выходу из строя многих ВЭУ и повреждению их электрических цепей. Аналогичные инциденты с ССР были зафиксированы на ветряных электростанциях в Северо-Китайской энергосистеме. Этот возникающий тип ССР также называют субсинхронным управляющим взаимодействием (ССУВ) или субсинхронным взаимодействием (ССВ) из-за активного участия управления ВЭУ в формировании неустойчивых субсинхронных колебаний мощности.

Эти колебания исходили от ветряных электростанций с ПМСГ и распространялись далеко во внешние электросети. Амплитуда колебательной мощности иногда даже превышала амплитуду сети. В случае серьезного происшествия такие колебания даже стимулировали интенсивную крутильную вибрацию в близлежащих турбогенераторах, что приводило к отключению всех генераторов на электростанции из-за ее системы защиты от кручения.

Исследования системы показывают, что поблизости нет последовательной компенсации. А колебания субсинхронной мощности не согласуются с теми ранее описанными, которые индуцируются постоянными силовыми нагрузками, связью фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ) или резонансными цепями. Это новый тип