

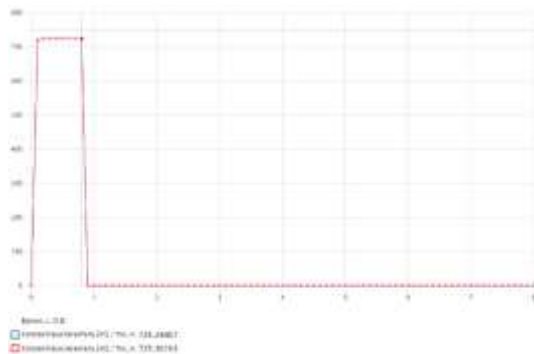


Рис. 4. Осциллограммы тока при КЗ в точке КЗ3

Исходя из рисунка 2 делаем вывод о срабатывании I степени защиты с выдержкой времени 0,1 с при КЗ в начале линии. При повреждении в конце линии срабатывает II степень с выдержкой времени 0,4 с, что видно из рисунка 3. При КЗ на низкой стороне трансформатора с выдержкой времени 0,8 с срабатывает III степень защиты. Таким образом, реализованные ступени защиты корректно отрабатывают при КЗ в соответствующих местах схемы. Следовательно, параметры защиты рассчитаны верно, логика защиты передана корректно.

Резюмируя, в данной работе было показано, что программный комплекс REPEAT позволяет осуществить моделирование не только самой энергосистемы, но и устройств релейной защиты, поскольку результаты моделирования показали корректную работу логики токовой ступенчатой защиты. Важно также отметить, что REPEAT является отечественной разработкой. Главной особенностью данного комплекса является облачная инфраструктура, которая дает гибкий доступ через Web-браузер или приложение с любого устройства. Относительно дальнейшего исследования рассмотренной модели, в будущем возможно добавление к данной защите автоматики повторного включения линии, а также моделирование защит с более сложной логикой.

Литература

1. Алифирова Е.В. Итоги 2023 г. от А. Новака [Электронный ресурс] // Информационно-аналитический портал Neftegaz.RU, 25.01.2024. Режим доступа: <https://ngv.ru/articles/itogi-2023-goda-neftegazovye-dokhody-tormozyat-eksport-derzhitsya-na-plavu/?ysclid=ltmum3bjjm532103532>, свободный. – (11.03.2024)
2. Басс Э.И. Релейная защита электроэнергетических систем / Э.И. Басс, В.Г. Дорогунцев. - Москва.: МЭИ, 2002. - 296 с.
3. Копьев, В.Н. Релейная защита: учебное пособие / В.Н. Копьев; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 160 с.
4. Нефтегазовая промышленность России [Электронный ресурс] // Нефтегаз-2024. 23-я международная выставка «Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса». Режим доступа: <https://www.neftegaz-expo.ru/ru/articles/neftegazovaya-promyshlennost-rossii/?ysclid=ltmuja5urs570625649>, свободный. – (11.03.2024)
5. Программное обеспечение REPEAT [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://repeatlab.ru/>, свободный – (07.03.2024)

ПРИМЕНЕНИЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ: ПЕРСПЕКТИВЫ И ОГРАНИЧЕНИЯ

Платонов В.Д.

Научный руководитель доцент И.А. Разживин

Национальный исследовательский Томский Политехнический Университет, г. Томск, Россия

Нефтегазовая промышленность является одним из ключевых секторов экономики и играет важную роль в обеспечении энергетической безопасности страны. В тоже время, традиционные источники энергии, такие как нефть и газ, имеют свои ограничения и ряд проблем, такие как истощение ресурсов и негативное воздействие на окружающую среду.

Поэтому применение возобновляемых источников энергии в нефтегазовой отрасли привлекает все большее внимание, поскольку данный вид энергии – это экологически чистый и неисчерпаемый вариант источника энергии, который может быть использован для питания не только мало энергоёмких потребителей, но целых объектов нефтегазовой отрасли.

В данной статье рассматриваются возможности и сопутствующие с этим ограничения по применению возобновляемых источников энергии в нефтегазовой отрасли. Разобраны основные виды источников зеленой энергии, их сильные и слабые стороны. Также рассмотрены варианты их эффективного использования в нефтегазовой отрасли. Как автоматизация процессов взаимосвязана с использованием возобновляемых источников энергии, а также способы повышения эффективности и безопасности операций.

Вариативность в применении экологически чистых источников энергии в нефтегазовой промышленности включают использование ветроэнергетических установок, солнечных панелей, биогазовых установок, гидроэнергетических установок, геотермальной энергии, энергии волн и приливов, биотоплива и множество других видов «зеленой» энергии. Наиболее распространенными являются оборудование, генерирующее электроэнергию от течения рек, скорости ветра и солнечного излучения.

Солнечная энергия – это солнечное излучение, с помощью которого можно производить необходимое тепло, вызывать различные химические реакции и генерировать самое главное - электричество. Солнечная энергия является неиссякаемым ресурсом. Оборудование, генерирующее энергию от солнца, включают в себя такие элементы как фотоэлектрические элементы и панели, которые в свою очередь являются главным элементом современных

СЕКЦИЯ 9. ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

солнечных электростанций. Существует множество различных способов улавливать солнечный свет и преобразовывать его в полезную энергию [9].

Сильные стороны использования солнечной энергии идут на равне со слабыми.

Основное преимущество применения солнечной энергетики заключается в том, что солнечное излучение является возобновляемым ресурсом. К примеру, исследования доказали, что за час атмосфера нашей планеты получает такое количество солнечного света, которое способно обеспечивать годовое потребление электроэнергии всех жителей планеты [9].

Солнечная энергия экологически безопасна. После установки солнечных панелей для выработки электроэнергии не требуется обеспечивать ее топливом. А также данное оборудование не производит токсичных выбросов, что снижает воздействие на экологию [9].

Использование солнечной энергии целесообразно в тех районах, где длительность солнечного сияния максимально. Жилые помещения и различные промышленные постройки, расположенные в районах с длинным световым днем и низким показателем облачности, располагают возможностью использовать солнечную энергию эффективно [9].

Солнечная энергия отлично дополняет остальные «зеленые» источники возобновляемой энергии, к примеру из основных - ветроэнергетические установки и различные виды генерирующего оборудования с использованием гидроэлектроэнергии.

Наиболее сильным препятствием для повсеместного использования солнечных электростанций является потребность в передовом оборудовании, которое модернизируется ежедневно. Отсюда и высокая стоимость данных элементов. В тоже время, даже после покупки затраты не прекращаются, так, например установка «солнечного» оборудования требует дополнительных вложений, которые могут обойтись в миллионы рублей.

Технологии на базе солнечной энергии зависят от не зависящих от человека факторов, например климат и облачность местности, в которой располагается солнечная электростанция. Для того чтобы определить целесообразность солнечной электростанции в определенном районе, необходимо провести исследования и дать оценку местности [9].

Чтобы эффективно использовать энергию от солнца, его сияние должно быть постоянным. В тоже время множество мест на планете пребывают в дефиците без солнечного света, который крайне изменчив. Это в свою очередь осложняет использование данного вида энергии в качестве самостоятельного источника электроэнергии. Из чего следует, что солнечная энергия в виде единственного источника энергии крупного потребителя, такого как нефтегазовый комплекс не обеспечит, что приводит к следующему выводу – необходимо объединение с другими видами возобновляемой энергетики.

Ветроэнергетика это отрасль энергетики, специализирующаяся на преобразовании кинетической энергии воздушных масс в атмосфере в электрическую, механическую, тепловую или другие виды энергии, пригодные для использования в народном хозяйстве. Это преобразование осуществляется с помощью таких устройств, как ветряки, ветряные мельницы и паруса [3].

Ветрогенераторы бывают с горизонтальной и вертикальной осью вращения. Ветроустановки с горизонтальной осью вращения в основном состоят из трех лопастей, которые являются основным элементов в выработке энергии, ступицы, на которой крепятся лопасти, разнообразных механических приводов, регулирующих положение и угол наклона лопастей. Данная вариация представляет собой некоего рода модернизированную мельницу. Преимуществом ветрогенератора с горизонтальной осью является большой коэффициент полезного действия, простота конструкции и большой выбор разнообразных моделей с этой технологией. К недостаткам относят высокий уровень шума, который неблагоприятно влияет на человеческий организм, а также необходимость в стабилизаторах и трекерах, которые отслеживают поток ветра.

Ветрогенераторы с вертикальной осью имеют преимущество над ветроустановкой с горизонтальной осью по причине того, что в конструкции отсутствуют элементы для ориентации на ветер. Для создания крутящего момента, чтобы привести конструкцию в движение используют некоторую тягу и подъемную силу приводных лопастей. Этот тип ветрогенераторов имеет высокий начальный крутящий момент, но низкую скорость и мощность. Вертикально-осевые ветрогенераторы меньше зависят от направления ветра, имеют меньшую шумовую нагрузку, меньшую высоту, меньшую стоимость и меньшие требования к обслуживанию. Однако вертикально-осевые ветрогенераторы имеют более низкие показатели эффективности, мощности, надежности, гибкости и доступности.

Крупные ветряные электростанции подключают в общую энергосистему, а небольшие ветряные электростанции используются для обеспечения энергией изолированных потребителей. В отличие от традиционных источников энергии, энергию ветра принято считать практически бесконечной, так как она широко доступна и экологически безопасна. Но строительство ветряных электростанций не получило широкого распространения из-за технических и экономических проблем [3].

Стоит отметить, что запасы энергии ветра более чем в 100 раз превышают запасы энергии воды всех рек на Земле. Если бы использовалось 5 процентов всей энергии ветра на Земле, можно было бы удовлетворить текущие потребности мира в энергии. Это объясняется тем, что океаны занимают 71 % поверхности Земли, а в открытом море ветры дуют сильнее, потому что там меньше препятствий [3].

Экологические преимущества ветровой энергетики включают:

1. Снижение выбросов парниковых газов: Ветроэнергетика не производит выбросы углекислого газа, метана или других парниковых газов, которые способствуют изменению климата [5].

2. Снижение загрязнения воздуха: Ветроэнергетика не производит выбросы загрязняющих веществ, таких как оксиды азота, оксиды серы и твердые частицы, которые могут способствовать загрязнению воздуха и здоровью человека [5].

3. Снижение шума: Шум от ветряных турбин может быть проблемой в некоторых районах, но современные турбины, как правило, производят меньше шума, чем более старые модели [5].

4. Снижение воздействия на окружающую среду: Ветроэнергетика может иметь некоторые негативные воздействия на окружающую среду, такие как воздействие на птиц и шумовое загрязнение. Однако эти воздействия могут быть уменьшены с помощью надлежащего планирования и проектирования ветровых электростанций [5].

Ветроэнергетика имеет большой потенциал для удовлетворения растущего мирового спроса на электроэнергию и одновременного сокращения выбросов парниковых газов и загрязнения воздуха. Ветроэнергетика является одним из ключевых элементов стратегии по борьбе с изменением климата и обеспечению устойчивого развития [11].

У энергии ветра, как и у любого источника возобновляемой энергии присутствует существенное слабое место - нестабильность. От непостоянства энергии ветра, чтобы уменьшить данный недостаток, используют специально разработанные для ветроустановок маховики, а также для накопления энергии определенные аккумуляторные батареи, которые позволяют пользоваться электричеством в промежутки времени, когда ветер отсутствует [5].

Ветряные электростанции или же ветропарки, состоящие из множества ветроустановок, которые строятся для компенсации имеющегося у ветра дисбаланса. Поэтому ветряные турбины устанавливаются рядами на большом расстоянии друг от друга, что занимает огромную площадь. Подобные расстояния связаны также с тем, что диаметр колес ветроустановок может достигать десятков метров. Поэтому для эффективной работы ветряки располагают различным образом для того, чтобы они не загораживали друг друга [7].

Кроме того, у них есть множество других недостатков. Шум порождает сильные инфразвуковые волны, которые вызывают тревогу и депрессию у рабочего персонала. Инфразвук, который вырабатывается с работой оборудования негативно влияет не только на человека, но и животных, и птиц. Широкое использование ветряных турбин нарушает тепловой баланс на поверхности Земли. Это может изменить направление ветров в близлежащих промышленных районах, что приведет к увеличению загрязнения воздуха и их распространению. Ветропарки препятствуют свободному и безопасному полету фауны, а постоянное движение лопастей отражает радиоволны, что в свою очередь создает серьезные помехи для навигационного оборудования самолетов и телепередач. Ветряные турбины имеют высокие капитальные и эксплуатационные затраты [5].

Из основных возобновляемых источников энергии - воды, ветра и солнечной энергии - первый является наиболее надежным, эффективным, доступным и дешевым. Два других возобновляемых источника энергии (солнечная и воздушная) могут дополнить новые виды гидроэнергетики за счет комбинированных теплоэлектростанций [8].

Океаны, реки и другие водоемы покрывают большую часть Земли. Даже если взять только кинетическую энергию движущейся воды - течения, приливы, волны, природные и антропогенные потоки, - вода содержит огромное количество энергии. Люди давно используют энергию рек - от водяных колес до гигантских гидроэлектростанций XX века [8].

Гидроэлектростанции способны производить электроэнергию из очень малых потоков (потенциал низкий, от 20 литров в секунду), а также от большой мощности (до 100 кВт) из искусственно созданных потоков [8].

Электричество также вырабатывают комбинированные системы, установленные в тихих водоемах и искусственных водохранилищах. Эта технология также поставляется потребителям, практически полностью удаленным от централизованной электросети. В основе этой технологии рекуперации энергии лежит использование гидродинамики или гидропульсации [8].

Гидроэлектростанции используют поток воды для выработки электрической энергии. Они работают по принципу преобразования кинетической энергии воды в механическую энергию, которая, в свою очередь, преобразуется в электрическую.

Основными компонентами гидроэлектростанции являются плотина, водохранилище, турбина и генератор:

1. Плотина создает разницу в высоте между водохранилищем и рекой ниже плотины. Когда вода в водохранилище пропускается через шлюзовые затворы и трубы, она начинает двигаться со значительной скоростью и создает поток. Энергия этого потока используется для привода турбины [6].

2. Турбина расположена в центре гидроэлектростанции и состоит из лопастей, которые приводятся в движение потоком воды. Поток воды заставляет лопасти турбины вращаться, и механическая энергия передается на вал турбины [6].

3. Вал турбины соединен с генератором, который преобразует механическую энергию в электрическую. Генератор вырабатывает переменный ток, который преобразуется в постоянный и передается в электросеть для использования потребителями [6].

4. Вода, проходящая через турбину, покидает гидроэлектростанцию и возвращается в реку ниже плотины. Таким образом, гидроэлектростанции не выбрасывают вредных веществ в окружающую среду и являются более экологичными, чем многие другие способы производства энергии [6].

5. Гидроэлектростанции имеют множество преимуществ перед другими источниками энергии. К ним следует отнести такие качества как:

6. Чистая генерация: Гидроэлектростанции являются одними из самых чистых источников энергии, поскольку они не выбрасывают в атмосферу вредные выбросы, которые могут привести к загрязнению окружающей среды. Они также не требуют хранения или транспортировки опасных отходов [6].

7. Большая мощность: Гидроэлектростанции обладают большой мощностью, поскольку могут использовать большое количество воды для привода турбин. Это делает их идеальной базовой нагрузкой для энергосистем [6].

8. Надежность: Гидроэлектростанции являются одними из самых надежных источников энергии, поскольку они могут работать бесперебойно в течение длительных периодов времени. Кроме того, гидроэлектростанции могут работать автономно, независимо от меняющихся погодных условий [6].

9. Управляемость: Гидроэлектростанции обладают высокой степенью управляемости и могут регулировать свою выработку в зависимости от изменения спроса на электроэнергию [6].

10. Экономическая эффективность: Гидроэлектростанции имеют низкие эксплуатационные расходы и могут работать десятилетиями без значительных затрат на техническое обслуживание и модернизацию [6].

11. В свою очередь гидроэлектростанции имеют и недостатки:

12. Воздействие на природную среду и экосистемы: Строительство гидроэлектростанций может привести к значительным изменениям природных условий речных районов, так как создаются водохранилища и меняется характер течения воды. Это может привести к ухудшению экологической ситуации и нарушению биологического баланса региона [6].

13. Дорогостоящее строительство: Строительство гидроэлектростанций требует значительных инвестиций, особенно если станция крупная или имеет высокую мощность. Строительство также требует длительного времени и большого количества ресурсов [6].

14. Ограниченное количество строительных площадок: не все реки подходят для строительства гидроэлектростанций, поскольку для их работы требуется достаточное количество воды. Не все реки также подходят для строительства водохранилищ [6].

15. Дорогостоящий и трудоемкий ремонт: Эксплуатация гидроэлектростанций требует регулярного технического обслуживания, включая дорогостоящий и трудоемкий капитальный ремонт [6].

Помимо крупных гидроэлектростанций, которые могут быть эталоном возобновляемой энергетики, существует уже рабочие прототипы микро-гидроэлектростанций, для работы которых не требуется строительства плотины или любого другого сооружения. Отличаются своими компактными размерами, что является существенным преимуществом данного оборудования. Для получения электрической энергии достаточно погрузить установку в поток воды, минимальная скорость течения которого может едва-ли достигать 1 м/с. Такого рода микро-гидроэлектростанций позволяют получить энергию из любой реки, что дает полную свободу пробовать различные комбинации с числом и расположением данного устройства.

Биомасса — это органический материал, который может быть использован в качестве источника энергии. Данный материал может быть получен разными способами, например из отходов растительного и животного происхождения или из сырья, выращенного специально для энергетических целей. Нефтепродукты могут использоваться в качестве добавок в биотопливо для улучшения его свойств. Однако использование нефтепродуктов в биомассе должно быть ограничено, чтобы сохранить экологическую чистоту биотоплива.

В энергетике биомасса может использоваться в качестве топлива для производства пара или горячего воздуха, приводящего в движение турбину генератора. Использование биомассы в развитых странах растет с каждым годом. Этот рост зависит от технологических решений по использованию биомассы [11].

Биомассу можно условно разделить на следующие категории:

- Первичная (растения, животные, микроорганизмы и т. д.);
- Вторичная (отходы первичной переработки биомассы, продукты жизнедеятельности человека и животных) [9].

От природы исходного сырья зависит и технология переработки, и характер отходов. Это необходимо учитывать при принятии решения о направлении практического применения биомассы. Когда поднимается вопрос об энергетическом потенциале подразумевается, что все используемые материалы, полученные из растений, включая древесину, траву, отходы деревообработки и зерно уборки, а также навоз не являются чем-то редким. А окружают нас повсеместно. По качеству биомассу сравнивают с углем, по причине того, что она может быть переработана, а по своим свойствам соответствовать сухому топливу. Биомассу можно использовать в качестве удобрения для почвы благодаря ее низкой зольности и малой насыщенности токсичными и радиоактивными металлами. [11]

Биомасса может быть преобразована в различные виды топлива, которые можно использовать в самых разных сферах. Известно, что биомасса используется для производства тепла, электроэнергии и жидкого топлива, такого как биоэтанол и биодизель. Энергия из биомассы, при условии ее рационального использования, не увеличивает содержание углекислого газа в атмосфере и, следовательно, может обеспечить экономический рост промышленности без ущерба для окружающей среды [11].

Применение биомассы для производства энергии имеет множество преимуществ:

- экологичность: Биомасса — это органический материал, который поддается биологическому разложению и не содержит токсичных веществ. Поэтому при использовании в качестве источника энергии она не наносит вреда окружающей среде и не загрязняет атмосферу выбросами углерода [2];
- возобновляемость: Биомассу получают из растений и животных, которые могут быстро возобновляться в результате естественных процессов. Это означает, что биомасса - возобновляемый источник энергии, который можно использовать, не опасаясь его истощения [2];
- снижение зависимости от иностранных поставщиков энергии: Использование биомассы снижает зависимость от иностранных поставщиков энергии, поскольку ее можно производить на месте из местных ресурсов. Это особенно важно для стран, которые зависят от импорта энергоносителей и могут столкнуться с проблемами в случае перебоев с поставками [2].

Однако использование биомассы имеет и ряд недостатков, которые затрудняют широкомасштабное внедрение этого источника энергии. Одним из основных недостатков является высокая стоимость производства. Переработка биомассы требует значительных затрат на оборудование, технологии и квалифицированную рабочую силу [2].

Кроме того, использование биомассы не может осуществляться без дорогостоящего сбора, транспортировки и непосредственно переработки сырья. Это связано с тем, что биомасса может быть изготовлена из ограниченного количества сырья, например древесные опилки с лесопереработки, сельскохозяйственные и пищевые отходы. Сбор и транспортировка этих видов сырья из отдаленных и малонаселенных районов обходится очень дорого [2].

Кроме того, производство биомассы не является идеальным источником энергии, поскольку оно может оказывать негативное воздействие на окружающую среду. Например, производство биомассы за счет вырубки лесов может привести к сокращению площади лесов и деградации экосистем [2].

Ограничения возобновляемых источников энергии является основной причиной их медленного внедрения в инфраструктуру. К ним относятся:

Нестабильность Одно из самых больших ограничений возобновляемой энергии - ее нестабильность. Энергия солнца и ветра зависит от погоды и может быть недоступна в пасмурные или безветренные дни. Геотермальная энергия также доступна только в определенных регионах [1].

Прерывистость: возобновляемые источники энергии имеют прерывистый характер. Например, солнечная энергия доступна только днем, а энергия ветра колеблется в течение дня. Поэтому для сохранения энергии в периоды ее низкого использования необходимы эффективные системы накопления энергии [1].

Инфраструктурные изменения: Использование возобновляемых источников энергии требует значительных изменений в инфраструктуре и инвестиций, поскольку необходимо установить солнечные панели, ветряные турбины и геотермальные системы. Это требует значительных затрат и не всегда целесообразно в некоторых регионах [1].

Ограниченные возможности: хотя технологии использования возобновляемых источников энергии развиваются быстрыми темпами, их возможности ограничены по сравнению с традиционными источниками энергии. Некоторые возобновляемые источники энергии недостаточны для полного удовлетворения энергетических потребностей общества [1].

В настоящее время большая часть стран предлагают частникам и организациям всевозможные налоговые льготы, если для электропитания они используют экологически чистую энергию. Это связано с тем, что начальные затраты для того, чтобы использовать данный вид энергетики является дорогостоящим. Данный факт для большинства является серьезной проблемой. В связи с этим, такого рода поощрения от государства способны привлечь к использованию возобновляемых источников энергии.

Большинство направлений сектора энергетики связаны с автоматизацией и развитием возобновляемых источников энергии. Все направления энергетики предусматривает развитие нового поколения энергетических технологий высокоинтегрированных и интеллектуальных систем и распределительных сетей в единой энергетической системе России (интеллектуальных сетей), развитие силовой электроники и оборудования на ее основе (особенно различного сетевого оборудования управления), специализированных компьютерных систем и создание высокоинтегрированных информационно-управляющих комплексов для работы в реальном времени и управления распределением [4].

Направление «Возобновляемые источники энергии и местные виды топлива» включает в себя разработку технологий возобновляемой энергетики, многофункциональных энергетических комплексов для автономного электроснабжения местных потребителей, не подключенных к централизованной сети электроснабжения, разработку эффективных технологий сетевого электро- и теплоснабжения на основе «зеленой» энергии и технологий комбинированного использования возобновляемых источников энергии а также разработку технологий компенсации неоднородности электроснабжения объектов генерации [10].

Решение поставленных задач и реализация приоритетных направлений научно-технического прогресса в энергетике зависит от определения и экономической поддержки перспективных направлений научно-технической инновационной деятельности, выявления и экономической поддержки ключевых технологий в топливно-энергетическом комплексе, поддержки с учетом прогнозируемой эффективности и мировых тенденций, государственной поддержки прикладных исследований и разработок, обеспечения развития новых технологий в данном комплексе, реализуемых через ряд мер и механизмов национальной энергетической политики [4].

Одной из предпосылок столь сильного проявления влияния государства на развитие энергетического сектора является то, что за последние два десятилетия технологическое развитие значительно продвинулось вперед. Большинство энергетических компаний имеют в распоряжении большое количество устаревших активов, находящихся неудовлетворительном состоянии, работа оборудования не оптимальна, что в свою очередь не позволяет выйти на новый уровень эффективности. Кроме того, существует риск, что используемые технологии устареют, а запасные части будет сложно достать, что приведет к простоям и проблемам с обслуживанием., что в итоге приведет к высокой стоимости владения [10].

С помощью современных технологий можно достичь множества целей, поставленных перед энергетическим сектором страны. Руководству энергетических компаний следует задуматься о модернизации. Многие компании до сих пор используют устаревшие системы управления для автоматизации производственных процессов. Во многих случаях разъемы и кабели образуют сложные конструкции, которые плохо обслуживаются и используются неправильно. В связи с этим при возникновении неисправностей или критических ситуаций их невозможно быстро устранить, что приводит к значительным финансовым потерям в случае простоя или повреждения оборудования. Учитывая такую ситуацию, главным приоритетом является интеграция последних технических достижений и стремление повысить автоматизацию и функциональность системы, что положительно влияет на весь технологический процесс. Разработка таких систем требует современного подхода, а именно сосредоточения внимания на роли и задачах человека-оператора (или диспетчера). Для реализации такого подхода необходимы системы диспетчерского контроля и сбора данных [10].

Сегодня диспетчерское управление и сбор данных являются наиболее перспективными технологиями автоматического управления во многих отраслях. Достижения в этой области способствовали развитию всех

структурных компонентов систем диспетчерского управления и сбора данных и существенно расширили их функциональные возможности. Основной тенденцией развития технологических средств диспетчерского управления и сбора данных (аппаратных и программных средств) является переход к полностью открытым системам. Открытая архитектура и соответствие международным стандартам позволяют самостоятельно выбирать различные компоненты системы от разных производителей и создавать собственные решения. Результатом является повышение функциональности систем мониторинга, управления и сбора данных, упрощение обслуживания и снижение затрат [4].

В связи с этим начато комплексное инновационное обновление топливно-энергетического комплекса с использованием отечественных технологий, материалов и оборудования, что является результатом активного взаимодействия и международного сотрудничества. В соответствии с модернизацией российской энергетики поставлена задача перехода на цифровые подстанции. Это, в свою очередь, обеспечивает отсутствие на подстанциях постоянного обслуживающего персонала, а необходимая информация о параметрах работы подстанционного оборудования передается по оптоволоконным кабелям [4].

В настоящее время все большую популярность приобретает метод питания высокочастотных электронных измерительных приборов от аккумуляторов, заряжаемых от солнечных батарей. Помимо этого, существует другой способ питания с помощью ветрогенератора с ротором, который вращается вокруг корпуса измерительного оборудования. Данное устройство установлено непосредственно на магистрали. Данные методы по организации питания высокочастотного измерительного оборудования предусматривают различные комбинации. Например, рассматривают использование гибрида ветряных и солнечных установок с интеллектуальными системами управления [4].

К комбинированным источникам энергии также относят крайне популярную концепцию малой распределенной энергетики. Данная концепция предполагает создание на некоторых территориях отдельные энергосетевые структуры, которые обладают собственными энергетическими источниками. Ключевая роль концепции малой распределенной энергетики заключается в их способности обеспечить необходимым количеством электроэнергии потребителей, когда основная энергосистема не справляется или не способна удовлетворить спрос. В качестве источников энергии используют различные виды топлива, таких как газ или дизельное топливо, но самое главное — это возобновляемые источники энергии. Поэтому в зависимости от поставленных задач с помощью концепции малой распределенной энергетики можно обеспечить электроэнергией изолированного потребителя, например буровая установка, на только что обнаруженном месторождении нефти в неэлектрифицированной местности, что позволит в скорые сроки начать добычу без простоя.

Во всем мире возобновляемые источники энергии применяются в различных сферах человеческой деятельности. К примеру, некоторые города Европы отказались от традиционных источников энергии и обеспечивают свои нужды от «зеленой» энергии. Применение данного вида энергии на промышленных предприятиях за рубежом является обычным делом. Успешное внедрение возобновляемых источников энергии на объектах нефтегазовой отрасли в Российской Федерации: ветроэнергетическая установка на предприятии в Архангельской области; солнечная электростанция в Якутии, которая помимо этого обеспечивает энергией ближайшие населенные пункты; биогазовая установка на буровой площадке в Татарстане для получения электроэнергии из отходов нефтегазовой промышленности; гидроэлектростанции на объектах нефтегазодобычи в Красноярском крае, инновационная геотермальная электростанция на объекте нефтегазовой промышленности в Камчатском крае; гидроэлектростанции в Иркутской области. Данные примеры являются лишь малой частью из множества успешных проектов по возобновляемой энергетике, в частности, на объектах нефтегазовой отрасли в нашей стране. В зависимости от конкретных условий и потребностей могут быть разработаны и другие варианты использования «зеленой» энергии в этом секторе.

Российский рынок возобновляемых источников энергии в настоящее время недостаточно развит, но в будущем может набрать положительную динамику благодаря мерам государственной поддержки и постепенному развитию производственных мощностей [10].

Снижение спроса на нефть из-за глобального спада производственной активности, вызванного пандемией коронавируса, привело к значительному падению цен на нефть. В результате многие компании пересмотрели свои прогнозы [1].

В России быстрому развитию рынка возобновляемых источников энергии мешает низкая рентабельность проектов. Однако в регионах, где инфраструктура электроснабжения развита слабо, существует потенциал для реализации проектов на основе возобновляемых источников энергии [1].

Ограниченное количество крупных российских нефтяных компаний, работающих в сфере возобновляемой энергетики, на сегодняшний день обусловлено, главным образом, низким уровнем зрелости рынка нетрадиционной энергетики в России. Они включают цели в области возобновляемых источников энергии в свои стратегии и создают отделы для работы над новыми проектами. В России нефтяные компании реализуют большинство проектов через стратегическое партнерство со специализированными подрядчиками. На ранних стадиях развития рынка это помогает снизить затраты на техническую разработку, финансовые и производственные риски. Однако государственные меры по активному привлечению частного капитала в эту сферу пока недостаточны [1].

Таким образом, российский рынок возобновляемой энергетики остается дерегулированным и неразвитым, а активное привлечение частного капитала в «зеленую» энергетику по-прежнему недостаточно, тем не менее активное участие российских нефтяных компаний может стать хорошим стимулом для развития этого рынка [1].

Помимо вышеперечисленных аргументов в пользу необходимости развития российского рынка возобновляемых источников энергии, территория России подходит практически для всех возобновляемых источников энергии, в частности, весь северо-восточный регион подходит для использования энергии ветра [1].

В некоторых отдаленных регионах России электроэнергия из возобновляемых источников может быть дешевле, чем из традиционных источников энергии. Учитывая, что большинство крупных нефтяных месторождений

России сосредоточено в регионах с потенциалом возобновляемых источников энергии, можно разработать различные варианты объединения компаний из разных секторов для снижения производственных затрат. Снижение себестоимости добычи, так как затраты на энергию составляют большую часть себестоимости добычи нефти [1].

Возобновляемые источники энергии являются перспективным направлением с большим потенциалом не только для применения в отрасли нефти и газа, но, и для мира в целом. Поэтому нельзя отмахиваться от исследований и разработок в данной области, ссылаясь на то, что «традиционная энергетика лучше». С данным фактом никто не станет спорить. Однако, в не столь далеком будущем нефть и газ во всем мире иссякнут. Неужели только тогда начнется поиск альтернатив? Необходимо уже сейчас начинать постепенно использовать возобновляемые источники энергии для решения различных задач по энергоснабжению. Особенно эффективно будет применение данного вида энергетике в изолированных и труднодоступных районах, не подключенных к основной энергосистеме. Возобновляемые источники энергии открывают возможности для их комбинированного использования с уже проверенными энергоносителями или совмещая различные виды «зеленой» энергии, что позволит плавно понизить зависимость от традиционных источников энергии, сократить выбросы парниковых газов и снизить затраты на обслуживание и эксплуатацию нефтегазовых объектов.

Литература

1. Альтернативные источники энергии в проектировании электроснабжения: преимущества и ограничения использования возобновляемых источников. [Электронный ресурс] - <https://peak-leds.ru/blog-alternativnye-istochniki-energii-v-proektirovanii-elektrosnabzheniya-preimushchestva-i-ogranicheniya-ispolzovaniya-vozobnovlyaemyh-istochnikov/>
2. Биомасса в возобновляемой энергетике [Электронный ресурс] - <https://www.renwex.ru/ru/ii/biomassa/>
3. Ветроэнергетика. Википедия [Электронный ресурс] - <https://ru.wikipedia.org/wiki/Ветроэнергетика>
4. Волович Г. И. и др. О развитии средств автоматизации в энергетике с использованием возобновляемых источников энергии // Альтернативная энергетика и экология. – 2013. – № 9 (131). – С. 59-64.
5. Гарипов М. Г. Ветроэнергетика // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – Т. 16. – № 2. – С. 64-66.
6. Гидроэнергетика в возобновляемой энергетике [Электронный ресурс] - <https://www.renwex.ru/ru/ii/gidroehtnergetika/>
7. Дурдыев С., Гурдов М. Экологические преимущества ветровой энергетике // Всемирный ученый. – 2023. – Т. 1. – № 8. – С. 117-122.
8. Жамбалов Ж. Б. Гидроэнергетика как отрасль нового поколения // Мировая наука. – 2020. – № 1 (34). – С. 188-190.
9. Каршибоев Ш. А., Муртазин Э. Р., Файзуллаев М. Использование солнечной энергии // Экономика и социум. – 2023. – № 4-1 (107). – С. 678-681.
1. Шагеев А., Халикова М. Анализ тенденции развития сектора возобновляемой энергетике в российских нефтяных компаниях // Вестник экономики и менеджмента. – 2022. – № 1. – С. 12-20.
2. Шаимова А. М. и др. Использование биомассы-радикальное решение проблем экологии и энергетике // Альтернативная энергетика и экология. – 2012. – № 5-6. – С. 175-182.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЛОКА СИНТЕТИЧЕСКОЙ ИНЕРЦИИ В СОСТАВЕ ВИРТУАЛЬНОГО СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ

Радько П.П., Малькова Я.Ю.

Научный руководитель доцент А.А. Суворов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Введение

Тенденция к переходу к возобновляемым источникам энергии наблюдается во всем мире, в том числе и в России. Согласно программе ДПМ ВИЭ 2.0 [3], количество введенных в эксплуатацию объектов альтернативной генерации будет увеличиваться вплоть до 2035-го года. Однако такая модернизация энергосистемы, сопровождается рядом проблем, связанных с уменьшением постоянной инерции и ограниченного участия возобновляемых источников в процессе регулирования частоты и напряжения.

Проблема усугубляется тем фактом, что в России много энергорайонов являются удаленными, а то и вовсе изолированными от Единой электроэнергетической системы. Как правило такая ситуация характерна для крупных промышленных комплексов или удаленных месторождений. Соответственно, использование возобновляемых источников в таких энергорайонах будет сопровождаться резкими изменениями режимных параметров после возмущений, что, в свою очередь, может привести к тяжелым авариям.

Решением описанной проблемы может служить система автоматического управления (САУ), которая позволяет возобновляемым источникам не только эффективно преобразовывать энергию ветра, солнца и т.д. в электрическую, но и участвовать в процессе регулирования режимных параметров в значительно большей мере. Наиболее актуальными и исследуемыми системами управления, позволяющими этого добиться, являются виртуальный синхронный генератор [5] и традиционная САУ с блоком синтетической инерции [4].

Виртуальный синхронный генератор (ВСГ) является сложной САУ, имитирующей традиционную синхронную машину на программно-аппаратном уровне, в то время как блок синтетической инерции (СИ) позволяет электростанции реагировать на изменение частоты в упрощенном виде.

Данная работа посвящена исследованию влиянию блока синтетической инерции на протекание переходных процессов в случае совместной работы с виртуальным синхронным генератором.