

4. CIGRE Standard WG A2.26. Mechanical-Condition Assessment of Transformer Windings Using Frequency Response Analysis (FRA). P. Picher. CIGRE, 2008. , 60 p.

5. PROCHÁZKA, Radek. Diagnostika poruch vinutí výkonových transformátorů. Praha, 2006. 78 p. Doctoral thesis. Faculty of Electrical Engineering, Czech Technical University in Prague.

6. SINGH, Jashandeep, et al. Novel method for detection of transformer winding faults using Sweep Frequency Response Analysis. In Power Engineering Society General Meeting 2007, pp. 1 – 9, IEEE Power & Energy Society, June 2007. Fig. 9. Frequency response analyses characteristics with various type of chirp signal (frequency range 1 to 300 kHz) Fig. 10. Frequency response analyses characteristics with various type of chirp signal (frequency range 300 to 1000 kHz)

7. DROBYSHEVSKI, Alexandr A. Assessment of Transformer Winding Mechanical Condition by Low-Voltage Impulse Method. In Power Tech Conference Proceedings, 2003 IEEE Bologna, on p. 6 pp., IEEE Power & Energy Society, June 2003.

8. HANIQUE, E.; VAESSEN, P.T.M. A new frequency response analysis method for power transformers. In IEEE Transactions on Power Delivery, pp. 384 – 391, IEEE Power & Energy Society, Jan 1992.

9. KRAETGE, A., et al. Aspects of the Practical Application of Sweep Frequency Response Analysis (SFRA) on Power Transformers. 6'th Southern Africa Regional Conference CIGRE, 2009.

10. KNĚNICKÝ, Martin. Detekce poruch vinutí transformátorů. Praha, 2011. 47 p. Bachelor thesis. Faculty of Electrical Engineering, Czech Technical University in Prague

ПРОБЛЕМЫ ИНТЕГРАЦИИ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ СИСТЕМУ И МЕТОДЫ ИХ РЕШЕНИЯ

С.Э.ГУЛИЕВ

E-mail: soltan.2000@mail.ru

Аннотация: Энергетика в настоящее время является важной частью экономического прогресса. От энергетики зависит благополучия миллиардов

людей планеты. При переходе от традиционных источников к ВИЭ ставит задачу, для бесперебойного обеспечения электрической энергии необходимо больших объемов генерации и в то же время снижение стоимости электроэнергии. При этом снижается ущерб, наносимый на экологию от ее использования. По Парижскому соглашению Азербайджан до 2030 года должен увеличивать долю вырабатываемой энергии на основе ВИЭ, и это дает рывок на развитие ВИЭ в нашей энергетической системе. Основным проблемам ВИЭ, считаются не способность вырабатывать электрическую энергии постоянно. То система нуждается в работе станции в которых будут осуществляться балансирование потребляемой и вырабатываемой энергии. Станции такого типа должны быстро переходить в рабочий режим и таким образом балансировать систему, предотвращая крупных аварии в энергетической системе. В настоящее время для развития ВИЭ в энергетической системе нужно суметь контролировать частоту мощность. Для обеспечения качественного и непрерывного электроснабжение, регулярно нужно проводить контроль над параметрами электрической энергии.

Ключевые слова: Зеленая энергетика, распределенная генерация, проблемы ВИЭ, аморфные трансформаторы, гибкость системы.

Ветряная энергетика- метод получения электрической энергии преобразованием энергии ветра. Энергию ветра можно получить при помощи электрических установок как на суше, так и в море. КПД ветряных установок, установленных в море, превышает кпд установок на суше. Так как скорость ветра в море в несколько раз выше, чем на суше. В настоящее время ветряную энергетику используют чаще по сравнению с другими источниками, потому что коэффициент полезного действия гораздо превышает. По научным исследованиям было доказано, что при работе ветряных турбин мощностью 1 МВт при 20 лет эксплуатации, возможно сэкономить 29.000 тонн угля. Наша Республика использует свои ветряные запасы для получения электрической энергии. По всему Азербайджану оценивается запас ветряных энергии 3000 МВт. Для нашей электрической системы это совсем немалое количество. Но мы не можем получать энергию ветра постоянно, так как есть некоторые факторы. Одним из этих факторов, прогнозирование, скорость ветра. Электрическую энергию можно

получить в том случае, когда скорость ветра не меньше 5м/с. По статистике 2021года за счет ветряных установок была произведена 91,5 млн кВт*ч энергии.

Солнечная энергетика. Получение электрической энергии основана на преобразование электромагнитных солнечных излучении в электрическую или в тепловую. Основным преимуществом является, доступность, неисчерпаемость и экологически чистым. Наряду с достоинством есть и недостатки солнечных установок. Самым первым и главным недостатком является малый КПД, приблизительно 17%-20% в лучшем случае. В Азербайджане запас солнечных энергии оценивается 23040 МВт. По статистике 2021года за счет солнечных станции была выработана 55,2 млн кВт*ч энергии.

Гидроэнергетика. Здесь энергию вырабатывается за счет потенциального энергии водяных потоков. Обычно такие станции строятся на водохранилищах и реках. Гидрогенераторы работающих в станция можно быстро включать и выключать, если потребление электрической энергии превышает производства и в обратном случае. В сегодняшний день в системе действует около 30станций. Общая мощность их составляет 1154,8 МВт.

Биоэнергетика. Получение энергии из биотоплива. Основные элементы биотопливо считаются растительные материалы из сельского хозяйства (дерево, зерно, кукуруза, подсолнух). Биотопливо можно еще получить из отходов материалов.

Геотермальная Энергетика. Из глубины земли выделяется тепло. Чтобы это тепло не уходило в пустую, ее можно преобразовать в электроэнергию. Энергия недр земли чаще всего используют для снабжение.

Несмотря на то, что источники возобновляемых энергии, по природе считаются чистыми, загрязнение окружающей среды по сравнению с традиционными источниками гораздо меньше, при интеграции их в электрическую сеть, диспетчера и инженеры сталкиваются ряд проблемами. Просто так без каких-либо действия нельзя подключить ВИЭ к электрическому сети. При подключении к сети, должны сохраняться ряд параметров. Беспереывное электроснабжение, изменение частоты и напряжения должно остаться в допустимых пределах. Электрическая система день за днем становятся сложным, т. е распределенным. Распространение и применение источников, возобновляемых энергии, приводит к

необходимому трансформации энергосистемы. Гибкость системы является ключевым элементом трансформации. Повышение гибкости осуществляется применением: генерации электрической энергии, хранением и управлением. Под словом гибкость понимается, способность системы изменять место, где потребление превышает норму и место, где электрическая энергия выдается в сеть. С точки зрения системы, гибкость — это быстрая диспетчеризация генераторов. Балансировка мощностей осуществляется с помощью диспетчерских электростанций. Например, для одного района целесообразно использовать гидроэлектростанции для сохранения гибкости, но других используют газовые установки.

Систему можно считать гибкой если она может в кратчайшем сроке начать производства, работать в различных уровнях производства и способность переключаться между ними. Сами источники возобновляемых энергии могут поддержать гибкость системы. Гибкость системы повышается при регулировании частоты. В энергетике нет методов хранения энергии в достаточном количестве. Поэтому, потребляемая энергия должна на одном уровне с генерируемой энергии. В противном случае, из-за увеличения активной энергии снижается частота электрического тока. В настоящее время гибкость системы обеспечивается работой электростанций на основе угля и газа. Из-за постепенного отказа от традиционных источников, в будущем нам нужны новые источники на основе возобновляемых генерации.

Интеллектуальность – это способность электрической системы реагировать на различные сигналы и изменение режима системы для предоставления услуг.

Гибкая и умная система — это когда система для обеспечения гибкости использует интеллектуальные технологии. Энергетический мост - перемещение электроэнергии между сетями или даже между регионами.

При частом использовании ВИЭ потребность в гибкости будет возрастать в быстром темпе. Британские диспетчеры анализировали цену системы при различных обстоятельствах гибкости. Этот анализ помогает познать роль гибкости в декарбонизированной энергетике. Повышение гибкости в Британии обеспечило снижение стоимости на 11 миллиард фунт стерлингов за год. При интенсивности

выбросов 5г CO₂ в час. Одним из других проблемой интеграции — это регулирование частоты.

Как мы знаем в больших частях мира частота равняется 50 Гц, в Америке и некоторых странах Азии 60 Гц. Частоты системы уменьшается при увеличении нагрузки потребителей, и увеличивается при возрастании производства электрической энергии по сравнению с потребляемой нагрузкой потребителей. Предел колебание частоты $\pm 0,2$ Гц от номинального значение. Для Азербайджанской энергетической системы частота может изменяться в пределах от 49,8 до 50,2 Гц. При изменении частоты в системы, система нуждается в регулирование. Это задача не зависит от размера и структуры. По изданию программы USAID «Энергия будущего» требования к диапазону частоты при интеграции ВИЭ, следующие:

- Если частота будет меньше 46 Гц, то немедленное отключение от сети
- В пределах от 51,5 Гц до 53 Гц, отключение в течение 1-ой секунды

По Парижскому Соглашению установленную мощность ВИЭ должна увеличиваться в два раза на 2030 год по сравнению с 2015 года. Солнечные и ветряные электрические станции могут помочь сбалансировать нагрузку, благодаря развитию новых технологии. Интеграция ВИЭ привлечет с собой ряд трудностей, так как мы знаем потребляемая энергия должна быть равно вырабатываемой энергии. Но при использовании ВИЭ, диспетчеры не могут постоянно уравнивать, так как энергия, получаемая из солнца или ветра, изменяется несколько раз в течение дня. Поэтому энергетическая система нагружается в то время, когда нет возможностей получать энергию при помощи ВИЭ.

Другим отличием ВИЭ от традиционных источников является в режиме работе генераторов. Максимальная мощность генераторов, используемых в станция ВИЭ зависит от наличия источников, возобновляемых энергии.

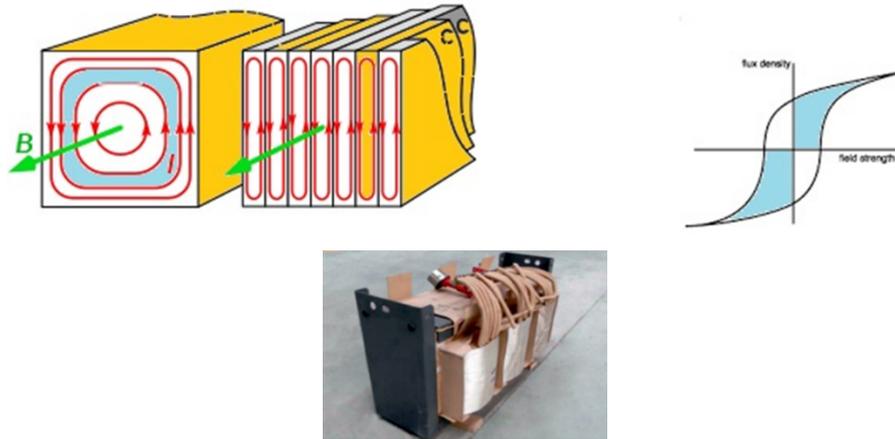
Кроме того, наличие ветра или солнца можно предсказать на несколько дней вперед. Поэтому в Европе и других развитых странах есть центры прогнозирования. Для улучшения прогнозов диспетчеры рассчитывают на несколько часов вперед, в таком случаи прогнозы будут более карбонизированной подключении к системе используют преобразователи мощности.

Наличие преобразователей влияет на значение стабильности системы. Силовая электроника, выпрямители, инверторы значительно снижет динамические свойства электроэнергетической системы. При этом снижает эффект регулирования нагрузки, частоты, а также напряжения, эффект регулирования частотного генерации. Установки средней и большой мощностей оснащены преобразователями. Эти преобразователи бывают в виде асинхронных генераторов (doubly fed induction) с двойным питанием. Это технология в настоящее время является одним из новейших и доминирующих и современных технологии, которая часто используется в развитых странах. Генераторы, используемые в сетях с постоянным магнитом, с переключающим реактивным сопротивлением, день за днем исследуется и широко развиваются. Их применяют с целью разрыва генератора от электрической сети. При ненормативном изменении частотного характера не поступает инерционная реакция. Хотя в лопастях турбин и генератора накапливается кинетическая энергия. В солнечных батареях не происходит инерционных реакции в отличия от ветряных турбин.

ВИЭ невозможно транспортировать, так как коэффициент полезного действия меньше по сравнению с традиционными источниками, и при транспортировке получаем потери. ВИЭ целесообразно использовать в местах потребления, чтобы снизить добавочные потери при транспортировке. Но и даже в таком случае нельзя оставить без контроля, так как они могут негативно влиять на общую энергетическую систему.

При параллельной работе установок ВИЭ с традиционными источниками, трансформаторы много времени будут работать в холостом режиме. То есть, когда энергия в сеть передается из установок ВИЭ, трансформаторы не будут нагружаться. При холостом работе в трансформаторах возникают потери холостого хода. Для уменьшения потерь холостого хода в развитых странах начали применять трансформаторы с аморфными сердечниками. Сердечник изготавливается из ферромагнитного аморфного металла. Аморфные листы обладают большим сопротивлением и низким потерями предотвращает образованию вихревых токов. Их начали применять с 2005 года в Индии и Китае, затем стал популярным в США. Как мы знаем трансформаторы в сетях работают постоянно. В них появляются потери нагрузочного характера и холостого хода.

Потери холостого хода включает в себя потери гистерезиса и вихревых токов. Потери холостого хода остаются стабильными.



Аморфные трансформаторы на 30-35% дороже чем трансформаторы стальным сердечникам. Но аморфные трансформаторы могут снизить выбросов CO₂ на 5,7 тонн. Самым главным преимуществом является снижение потери холостого хода на 75%.

Результат: Интеграция ВИЭ в электрическую сеть будет обязательным деятельностью электроэнергетиков. Из-за уменьшения ресурсов природные возобновляемые ресурсы обладают ряд преимуществ. Постепенное переход к ВИЭ уменьшит производства в станциях традиционных типов, но полностью не остоновит производства. Так как для балансировки электрической энергии мы нуждаемся в работе станции. Во время перехода к ВИЭ гораздо снижется эмиссия CO₂, выбрасываемый в окружающую среду.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жданов Д.А., Молдабаев К.Т. Тенденции повышения энергоэффективности: возможности возобновляемой и традиционной энергетики. Актуальные проблемы экономики и права . 2020;14(2):249-26
2. Копылов А.Е. Экономика ВИЭ. Издание 2-е, переработанное и дополненное. М.: Грифон, 2017. 364 с.
3. Системная интеграция ВИЭ-System Integration Renewables © OECD/IEA 2018
4. Соколов Ю.И., Проблемы и риски возобновляемых источников энергии
5. Станислав Безгин Влияние ВИЭ на стабильность энергосистем

6. Юсифбейли Н.А., Гусейнгулу Гулиев Айдын Алиев .Voltage Control System for Electrical Networks Based on Fuzzy Sets. Advances in Intelligent Systems and Computing 1323. 11th World Conference “Intelligent System for Industrial Automation”. (WCIS-2020). p.55-63. DOI 978-3-030-68004-6_8, © 2021

7. Юсифбейли Н.А., Гусейнов А.М., Насибов В.Х., Ализаде Р.Р., Сулейманов К.А. СТРАТЕГИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АЗЕРБАЙДЖАНА В УСЛОВИЯХ ОСОБЕННОСТЕЙ И ИНТЕНСИВНОГО РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ. Вып. 72. Надежность систем энергетики в условиях их цифровой трансформации. В 3-х книгах. / Книга 1 / Отв. ред. Н.И. Воропай. Волжский: ИСЭМ СО РАН, 2021, с.23-33. **Scopus**

8. Юсифбейли Н.А. . Концепция регулирования частоты и мощности в условиях интенсивного ввода возобновляемых источников энергии

9. Amorphous Transformer Saving Sarhan Hasan, Salah Eddin Altaher Albakoush, Mawloud Jummah Mawloud Albakoush

10. IEA - Next Generation Wind and Solar Power. From cost to value (2017)

ELEKTRİKLƏŞDİRİLMİŞ DƏMİR YOLLARININ ELEKTRİK TƏCHİZATININ OPTİMALLAŞDIRMASI

Dos: Həmidov M.H,
Magistrant: İsmayılov D.B
E-mail: davudismayilov10@gmail.com

Xülasə: Elektrikləşdirilmiş dəmir yollarının istismarı zamanı elektrik təchizatının optimal qurulması ən vacib məsələlərdəndir. Müasir tələbata uyğun olaraq qatarların hərəkətinin artırılması lazım gəldiyindən texniki vasitələrdən səmərəli istifadə etmək lüzumu yaranır. Odur ki, qatar axınlarının və dartma yüklərinin dəyişməsi ilə dartma enerji təchizatı sisteminin strukturunun optimallaşdırılması məsələləri aktuallaşır. Bu məqsədlə qatarların cədvəlinin yenidən formatlaşdırılması və enerji göstəricilərinin optimallaşdırılması lazım gəlir. Beləliklə, dartma xəttinin mövcud enerji təchizatı işlənməsi məsələsi həll edilir. Odur ki, məqalədə aktiv generatorların asimmetrik düzülüşü ilə hibrid dartma enerji təchizatı sistemindən istifadə edilməsi təklif olunur.

Açar sözlər: Dartma güc sistemi, qatarların qrafiki, xüsusi güc, elektrik vaqonlarının enerji təchizatının optimallaşdırılması