

На текущий момент уже сформирована защита от однофазных коротких замыканий со 100 % эффективностью. Дальнейшее развитие программы ведётся в обучении более сложным режимам. Если программа докажет в свою эффективность при работе и с такими режимами, то данный факт откроет возможность её применения в промышленности.

Литература

1. Тарик Рашидов. Создаем Нейронную сеть. - Москва: Вильямс, 2018. - 272 с.
2. Tripathy M., Maheshwari R. P., Verma H. K. Power transformer differential protection based on optimal probabilistic neural network //IEEE transactions on power Delivery. – 2009. – Т. 25. – №. 1. – С. 102-112.
3. Jincheng Y. et al. Fault Prediction of Intelligent Electricity Meter Based on Multi-Classification Machine Learning Model //2021 IEEE International Conference on Artificial Intelligence and Computer Applications (ICAICA). – IEEE, 2021. – С. 293-297.

АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК ТИПА 3 И 4

Едакин К.И., Арефьев П.В.

Научный руководитель доцент А.А. Суворов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

На сегодняшний день глобальное потепление стало одной из самых обсуждаемых экологических проблем этого столетия, и для борьбы с ростом парниковых газов, многие страны стали участниками Парижского соглашения от 2015 года, согласно которому каждое государство должно приложить усилия для поддержания уже достигнутого уровня глобальной температуры [1]. И одним из основных способов решения поставленной задачи является внедрение альтернативных источников энергии, чей фундамент зиждется на силовой электронике.

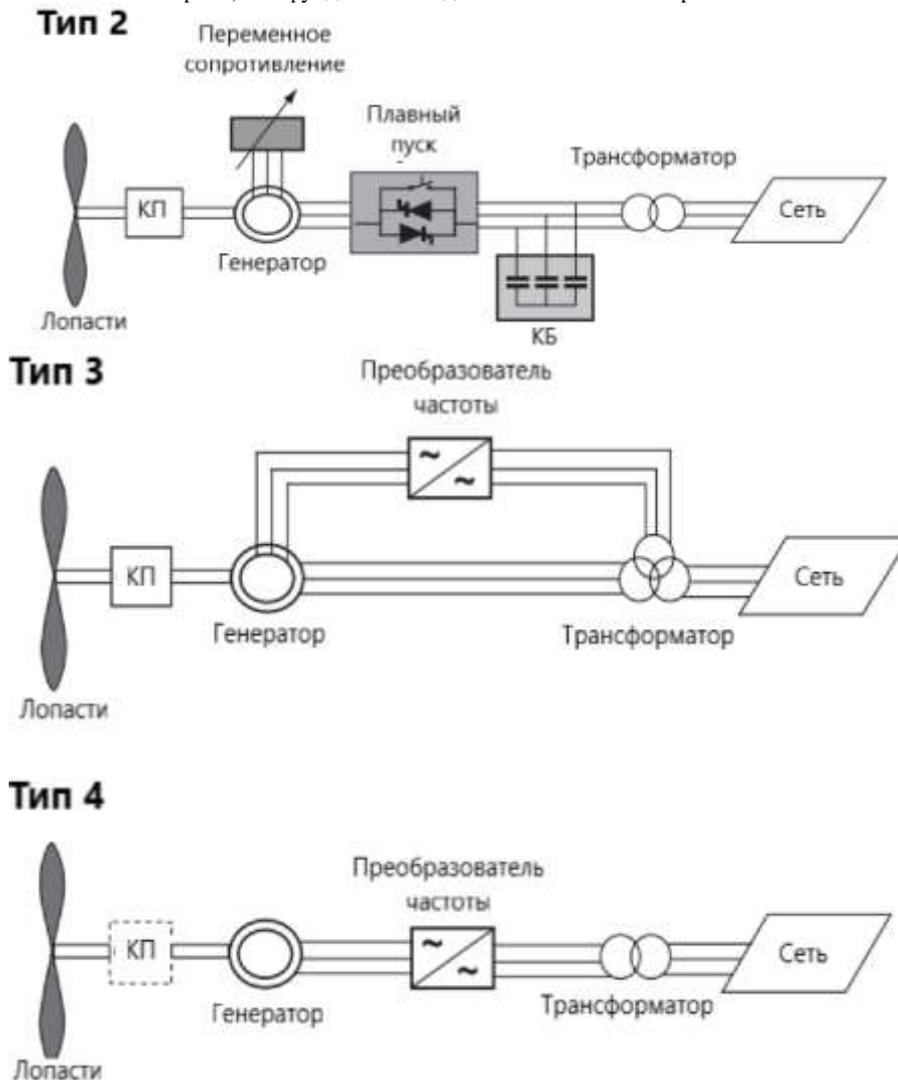


Рис. 1. Конфигурации ветроэнергетических установок в зависимости от регулировки скорости.
Примечание: КБ – конденсаторная батарея; КП – коробка передач [2]

Типы ветряных турбин.

Хоть в данной статье основной задачей является сравнение типов 3 и 4, но последние три типа обладают общей чертой – это переменная скорость вращения турбины, вследствие чего возникает необходимость осуществить анализ и типа 2.

Тип 2 (ограниченная переменная скорость) использует асинхронный генератор с намотанным ротором, что позволяет регулировать выходную мощность и скольжение. Плавный пуск позволяет регулировать пусковые параметры генератора, повышая его срок службы, а конденсаторные батареи являются компенсатором реактивной мощности. В данном случае генератор напрямую связан с сетью.

Тип 3 (переменная скорость с частичным преобразованием) использует асинхронный генератор с двойным питанием, который является все тем же асинхронным генератором с намотанным ротором, однако в отличие от типа 2, где сопротивление регулируется управляемым оптическим преобразователем, здесь остаются контактные кольца и преобразователь подсоединяется к роторной схеме. В данном случае используется преобразователь частоты, основанный на силовой электронике. Через преобразователь частоты проходит около 30 % от вырабатываемой номинальной мощности, называемой мощностью скольжения (равной произведению электромагнитной мощности на скольжение генератора). Назначение преобразователя частоты – это компенсация реактивной мощности и плавное подключение к сети.

Тип 4 (переменная скорость с полным преобразованием) использует следующие генераторы: асинхронный генератор с намотанным ротором, синхронный генератор с обмотанным ротором и синхронный генератор с постоянными магнитами. Также его особенностями являются: 1) возможность не устанавливать коробку передач при использовании многополюсного синхронного генератора с прямым приводом, поскольку в отличие от ветряных турбин с редукторным приводом, генераторы с прямым приводом вращаются медленно, и для обеспечения определенной мощности необходимо создавать более высокий крутящий момент, а это ведет к увеличению размера и установки большого количества полюсов. В результате упрощается трансмиссия и убирается коробка передач [5]; 2) подключение к сети через преобразователь частоты (если в типе 3 преобразователь частоты подключался к роторной обмотке, то в типе 4 он подключается к статору), что приводит к компенсации реактивной мощности и более плавному запуску.

Разбор полетов.

Тип 2 способен работать при переменной скорости, но не способен изменять свой диапазон так, как это делают типы 3 и 4, однако благодаря своей структуре с использованием оптически управляемого преобразователя, не приходится увеличивать затраты на контактные кольца, которые часто приходится менять и обслуживать.

Тип 3 способен регулировать синхронную скорость вращения в диапазоне от -30% до +40%, но при этом в отличие от типа 2 в нем используются контактные кольца и дополнительная защита при возмущениях в сети, что удорожает установку и использование ветроэнергетического объекта [1].

Тип 4 способен изменять скорость вращения во всем диапазоне, не ограничивая себя как тип 3. И в качестве генератора возможно использование 3 разных вариантов, а если подобрать синхронный многополюсный с прямым приводом можно отказаться и от коробки передач.

Возникает большой вопрос: почему покупатели выбирают тип 3, а не тип 4? Но как мы знаем электроэнергетика экономичнее друг самый близкий. Все дело в стоимости: при протекании всей выработанной мощности через преобразователь происходят большие потери, а также появляется необходимость покупать достаточную по своим номинальным параметрам силовую электронику. Тогда, как в типе 3 можно сэкономить на силовой электронике, с учетом возможности уменьшения размеров преобразователя.

Заключение.

Именно с развитием силовой электроники стало возможным создание типов 3 и 4, имеющих большие возможности в сравнении с типом 2. И на данной ноте мир не останавливается, продолжая модернизировать и создавать новые тиристоры и транзисторы, являющиеся основой преобразователей частоты.

Литература

1. Вирт Д.А. Парижское соглашение: новый компонент климатического режима ООН. // Вестник международных организаций. – 2017. – Т. 12, № 4. – С. 185-214.
2. European Wind Energy Association. Large scale integration of wind energy in the European power supply: analysis, issues and recommendations. – Brussel, 2015. – 234 p.
3. Large scale integration of wind energy in the european power supply: analysis, issues and recommendations // ewea the european wind energy association: сайт. – URL: https://energy.ec.europa.eu/system/files/2015-02/2005_ewea_large_scale_integration_0.pdf (дата обращения: 23.03.2023)
4. Dustin F. H. Short-circuit currents in wind-turbine generator networks: specialization School of Electrical and Computer Engineering: dissertation for the competition Doctor of Philosophy / Dustin F. Howard. – Georgia, 2013. – 248 p.
5. Rashmi R. Permanent Magnet Synchronous Generator Configuration in Wind Turbines – Technological status review, survey and market trends. / R. Rashmi, V. Ramanujan, M. Purushotham // International Journal of Scientific & Engineering Research: electronic journal. – URL: <https://www.ijser.org/paper/Permanent-Magnet-Synchronous-Generator-Configuration-in-Wind-Turbines.html>. – Date of publication: 23.02.2015. – ISSN 2229-5518