



ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЙЕМЕНА, ЕЁ СОСТАВ И ХАРАКТЕРИСТИКИ

Я.С.С. Али, Н.Д. Чичирова

Казанский государственный энергетический университет,

г. Казань, Россия

Yazid20@yandex.ru

Резюме: В статье проводится анализ энергетической системы республики Йемен, рассматриваются ее состав, характеристики линий электропередач, станций и подстанций, а также перспективы развития энергетической системы в республике.

Ключевые слова: Йемен, энергетическая система, электростанции, ЛЭП, потребление электроэнергии.

ELECTRIC POWER SYSTEM OF YEMEN, ITS STRUCTURE AND CHARACTERISTICS

Y.S.S. Ali, N.D. Chichirova

Kazan State Power Engineering University, Kazan, Russia

Yazid20@yandex.ru

Abstract: In this article analysis of the energy system of the Republic of Yemen, its composition and characteristics of the transmission lines, power stations and substations, it also considers the prospects for the development of the power system in the country.

Keywords: Yemen, power system, power stations, high voltage line, electricity consumption.

For citation: Ali Y.S.S., Chichirova N.D. Electric power system of Yemen, its structure and characteristics. *Proceedings of the higher educational institutions. ENERGY SECTOR PROBLEMS*. 2019; 21(3-4):38-43. (In Russ). doi:10.30724/1998-9903-2019-21-3-4-38-43.

Введение

Республика Йемен находится на Аравийском полуострове. Население страны составляет примерно 25 млн. человек, 70 % из них занимаются сельским хозяйством.

Основной промышленный потенциал страны исторически сосредоточен в прибрежной зоне. Естественному районированию страны отвечают сложившиеся зоны централизованного электроснабжения, которые представлены двумя регионами:

- северный и центральный, где проживает 17,5 млн. чел. (составляет 75 % населения страны);

- южный, население которого составляет 7,5 млн. чел.

В 1990 г. только 48 % населения страны пользовалось электроэнергией от централизованной сети. При этом потребление электроэнергии на душу населения составляло всего 300 кВт·ч в год. Для сравнения среднее значение в странах Юго-Западной

Азии составляло 1000 кВт·ч.

Около 3 млн. чел. проживает на возвышенных плато и в горных районах, где используются автономные источники электроэнергии и относительно небольшие по протяжённости участки распределительной сети. Восточная часть страны носит ровный характер и освоена в меньшей степени, чем западная.

В Йемене на одного работающего в электроэнергетике приходилось 200 занятых в других отраслях промышленности и в сфере обслуживания. В других странах Юго-Западной Азии указанный показатель в 3 раза меньше. В свою очередь отставание энергетики замедляет развитие всей республики.

22 мая 1990 г. произошло объединение двух республик в одну, что форсировало объединение и их энергосистем.

Сегодня единая энергосистема Йемена представляет собой развивающийся по государственному плану комплекс электростанций и сетей, объединённых общим режимом и единым централизованным оперативным управлением. Переход к этой форме организации электроэнергетического хозяйства создаёт предпосылки и возможности наиболее рационального использования энергетических ресурсов и повышения экономичности и надёжности электроснабжения страны.

По мере расширения масштабов энергосистемы Йемена задачи управления её режимами становятся всё более ответственными и сложными. Особое значение этих задач определяется ролью электроэнергетики в обеспечении нормальной деятельности всех отраслей сельского хозяйства, в улучшении функционирования социальных структур и условий жизни населения. Возрастающие трудности управления обусловлены большой протяжённостью электрических сетей ЭЭС, крайне неравномерным и находящимся во взаимном противоречии распределением энергоресурсов и производительных сил по территории страны, большой сложностью структуры генерирующих мощностей и схем системы образующих сетей. Все это требует применения современных экономико-математических методов и средств вычислительной техники при перспективном и оперативном управлении. В области теории и практики управления режимами йеменскими энергетиками проведена значительная работа. Достижения в этой области являются результатом целенаправленной совместной деятельности научно-исследовательских, проектных и эксплуатационных организаций. Результаты проведённых исследований и полученный опыт эксплуатации не только позволяют успешно решать текущие задачи управления, но и создают основу для решения более сложных задач, связанных с завершением формирования ЭЭС Йемена. Так за последние 5 лет коэффициент электрификации потребителей вырос до 70 %, а строительство новых ВЛ позволило обеспечить рост пропускной способности сети на 40 % и увеличить зону централизованного электроснабжения. Тем не менее, из-за отсутствия инвестиций в электроэнергетику ее работа характеризуется рядом неблагоприятных показателей, таких как напряженные балансы активной мощности из-за недостатка генерирующих мощностей, что вызывает необходимость в ограничениях потребителей; использование сравнительно низких номинальных напряжений для передачи электроэнергии на значительные расстояния (свыше 100–150 км при напряжении 132 кВ); низкие уровни напряжения в крупных узлах нагрузки, вследствие значительных дефицитов реактивной мощности; неравномерность развития северной и южной частей энергосистемы; наличие слабых связей между северной и южной частями энергосистемы; недостаточная надежность главных распределительных устройств электростанций и подстанций; использование энергетического оборудования различных производителей и т.д. Все это определяет необходимость обеспечения более надежной работы энергосистемы и ее элементов за счет более современных и комплексных технических решений по схемам распределительных устройств станций, по схеме энергосистемы, управления ее нормальными и аварийными режимами и противоаварийной автоматики.

Электрические станции и их характеристики

Основу существующей объединенной системы составляют 3 крупные тепловые электрические станции (ТЭС) и одна газотурбинная установка (ГТУ), расположенные в городах Al-Nodeidah (две станции), Aden (одна станция) и Marib (ГТУ). Остальные станции работают на дизельном топливе.

До объединения республики энергосистема (ЭС) южного Йемена имела только одну крупную ТЭС 5х25 МВт советского производства. Остальные станции – дизельные, небольшой мощности. В северной энергосистеме Йемена существовали две ТЭС итальянского производства 5х33 и 4х40 МВт.

Остальные генерирующие мощности составляли дизельные станции. Пики нагрузки в разных частях Йемена не совпадали по времени в течение года, и приходилось иметь значительный вращающийся резерв в обеих частях ЭС.

22 мая 1990 г. произошло объединение двух республик в одну – Йеменскую республику, что форсировало объединение и их энергосистем. Объединение Йемена сопровождалось ростом производства. Открывались новые фабрики, строились новые гостиницы и т.д. Это вызвало потребность в строительстве новых станций. Объединение Йемена вызвало также строительство новых линий электропередач (ЛЭП), которые соединили две энергосистемы для обеспечения перетока мощности между ними. Однако это не решило проблему электроснабжения столицы республики – Sana. И были построены две дизельные станции суммарной мощностью 130 МВт.

Характеристики генерирующих источников республики Йемен приведены в таблице.

Таблица
Общая характеристика электростанций Йемена

Название станции	Тип	Вид топлива	Мощность генераторов, МВт	Количество генераторов	Установленная мощность станции, МВт
Hiswa	ТЭС	мазут	25	5	125
Ras-Katheeb	ТЭС	мазут	33	5	165
Al-Makha	ТЭС	мазут	40	4	160
Al-Manswra	Дизельная	Диз. топливо	8	8	64
Sana	Дизельная	Диз.топливо	40	2	80
Kog-Maksar	Дизельная	Диз. топливо	2/4	4/6	32
Marib (Safir)	ГТУ	Газ	115	3	345

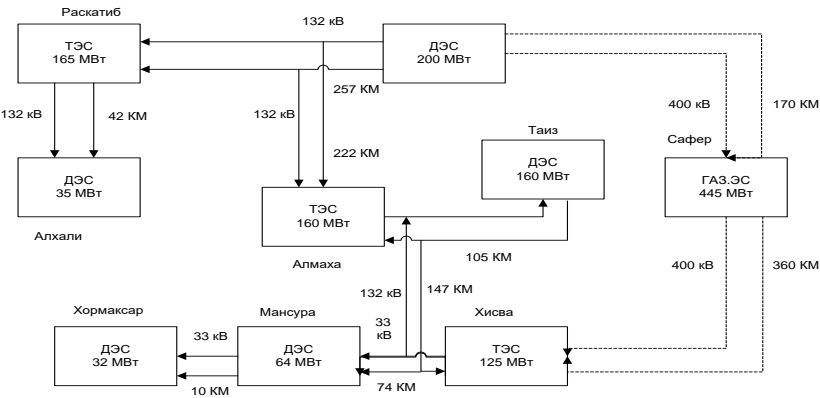


Рис. 1. Схема связей между электростанциями Йемена

На рис. 1 показана двухцепная воздушная линия (ВЛ) 400 кВ (Safir – Sana и Safir – Hiswa) протяженностью 170 км. Для обеспечения работоспособности линия электропередач

оснащена последовательными и поперечными регулируемыми устройствами, которые обеспечивают поддержание напряжения на уровне 400 кВ ($\pm 5\%$). На подстанциях установлены автотрансформаторы 400/132 кВ и трансформаторы 132/33 кВ. Для резервирования собственных нужд на подстанциях предусмотрены дизель-генераторы.

Потребители электроэнергии и их характеристики

В 1992 г. в Йемене была начата реализация глобальной программы по электрификации сельскохозяйственных районов страны. Проект, разработанный национальной энергетической компанией (*Office National de L'Electric ale, Casablanca*), предусматривает до 2025 г. электрификацию 40 тыс. населенных пунктов по всей территории страны. В программе предусмотрено электроснабжение многих населённых пунктов, не имеющих собственных источников, и развитие существующей системы электроснабжения.

Возможные сценарии прогнозируемого роста электропотребления в энергетической системе Йемена (ЭСЙ) до 2025 года показаны на рис. 2.

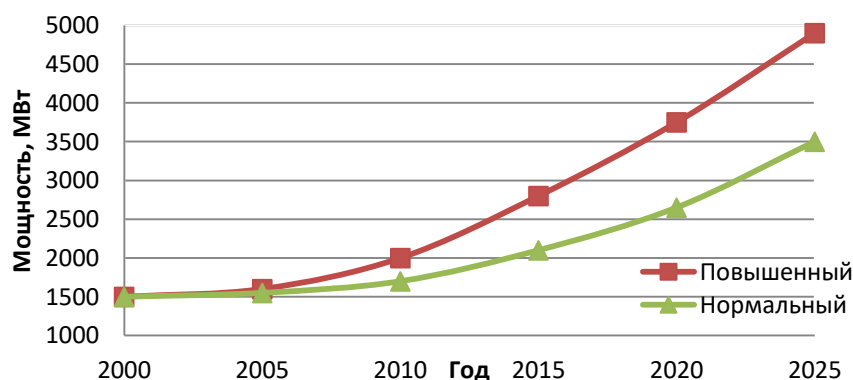


Рис. 2. Графики прогнозируемого роста электропотребления в ЭСЙ

Из представленного графика видно, что электропотребление в ЭСЙ к 2025 году увеличится в 2–3 раза.

Это обеспечит рост потребления электроэнергии населением, даст возможность решить ряд социальных проблем и электрифицировать сельскохозяйственное производство.

Перспективы развития электроэнергетики Йемена

Характеризуя развитие электроэнергетики в Йемене, можно отметить, что в 1990 г. только 48 % населения страны пользовалось электроэнергией от централизованной сети. Работа энергосистемы характеризовалась рядом неблагоприятных показателей. Получаемые за оплату электроэнергии средства не обеспечивают проведение ремонта и выполнение восстановительных работ, а инвестиции в развитие электроэнергетики незначительны.

Наряду с широкой программой приватизации электроэнергетики государство сохранило за собой право главного регулирующего органа.

Основные направления реформирования электроэнергетики страны сводились к следующему.

1. Все вопросы эксплуатации и развития генерирующего комплекса сосредоточены в отдельных государственных компаниях.
2. Планирование роста спроса на электроэнергию находится в ведении образованного Комитета по экономике. Ему же передаются данные о генерирующих энергокомпаниях (ЭК). Он же обеспечивает их исходными материалами для планирования и последующего развития генерирующего комплекса.
3. Мониторинг ценовых показателей и подготовка материалов для формирования финансовой политики.
4. Организация соответствующего подразделения, ответственного за обеспечение качества

электроэнергии в энергосистеме и у потребителей (уровни напряжения, отклонения частоты, наличие гармоник и т.д.).

Все организационные и технические преобразования в электроэнергетике, проведённые в последние годы в Йемене, дали свои положительные результаты. Так, за последние 5 лет коэффициент электрификации потребителей вырос до 70 %, а проведённое строительство новых ВЛ позволило обеспечить рост пропускной способности сети на 40 % и увеличить зону централизованного электроснабжения. Вместе с тем данные по развитию электроэнергетики Южного района свидетельствуют о его существенном отставании от Северной и Центральной частей страны. Чтобы удовлетворить растущие потребности и прежде всего нужды горнорудной промышленности в Южном районе, требуется наращивание генерирующих мощностей, строительство ВЛ и ПС.

Выводы

1. Основу существующей объединенной энергосистемы составляют 4 крупных электростанции, расположенные в городах *Al-Hodeidah* (две станции), *Marib* и в *Aden*. Значительную долю установленной мощности энергосистемы составляют автономно работающие дизельные станции мощностью от 2 до 8 МВт.
2. Объединение двух республик в одну Йеменскую республику повлекло за собой потребность в строительстве новых ЛЭП, которые соединили две энергосистемы для обеспечения перетока мощности между ЭС.
3. Специфической особенностью ЭС Йемена является преобладание в северной части Йемена нагрузки в виде обогревателей, используемых в основном в зимнее время, так как она находится в горном районе. В южной части Йемена основную часть нагрузки составляют кондиционеры и вентиляторы, используемые в основном летом. Так как максимумы нагрузки на севере и юге не совпадают по времени, то перетоки мощности в системе составляют значительную величину.
4. Особенностью работы электрооборудования и, в первую очередь трансформаторов, является высокая температура окружающей среды, которая в южных районах республики может превышать 40 °С.
5. В случае отключения линий связи в энергосистеме есть высокий риск образования значительных дефицитов мощности. Наличие в энергосистеме значительной доли автономно работающих дизельных станций, а также перспективы их включения на параллельную работу с энергосистемой Йемена требует исследования их систем регулирования по частоте и мощности. Для проведения таких исследований необходима разработка соответствующего программного обеспечения, а также применение современных методов анализа переходных процессов в разных режимах при разных системах регулирования и их задачах.

Литература

1. Zahure H., Aeish D. Calculation of the set modes of electrical systems the Republic Yemen taking into account frequency change / Journal Future University // Taiz University, 2013. № 2. pp. 173-181.
2. Alshaghdari I. T., Ahmed W. C.. Increase in overall performance of power supply systems // Journal of the university researcher / Ibb university, 2016. № 5. pp 151-159.
3. Al- Hetar E. L., Al- Udyni S. D. Development of actions for reliability augmentation of the main schemes of power plants of the republic Yemen // Journal of Science and Technology / University of Science and Technology, Sana'a, 2015. № 1. pp. 472-477.
4. Energy-policy Framework Conditions for Electricity Markets and Renewable Energies // 23 Country Analyses / Chapter Yemen/ Eschborn, September 2016. pp.486-497.
5. Al Wasube K.F., Abdulkadir W.B. A status and features of power industry of Yemen // Journal Future University // Taiz University, 2016. № 3. pp.134-142.
6. Al-Ashwal Y.A., Al-Mawgani L.R.C. Research of operation modes of an electrical power system of the

republic Yemen // Journal of Science and Technology / University of Science and Technology, Sana'a, 2017. № 12(42). pp. 292-299.

7. Alhothaily S.R., Alradaey Q.T. Automatic frequency unloading in separately to the working power supply system // Increase in overall performance of power supply systems, Journal Future University; Аден, 2014. № 10. pp. 681-690.

8. Al Nozayly P.S., Al Sabaehi M.Y. Relay protection and automatic equipment in power supply system of Yemen // Journal of the university researcher / Ibb university, 2018. № 2. pp. 221-230.

9. [Электронный ресурс]. Доступно по: www.asia-energy.com. Ссылка активна на 15 августа 2017.

10. Al-Ansi N.R., Wahid H., Wan S.H., et al. Status and perspectives of development of electrotechnologies in the republic Yemen // Journal of the university researcher / Damar university, 2015. № 4. pp. 451-459.

Авторы публикации

Али Язид Салех Салем – аспирант Казанского государственного энергетического университета.

Чичирова Наталия Дмитриевна – док хим наук, профессор, кафедры Тепловые электрические станции Казанского государственного энергетического университета.

References

1. Zahure H, Aeish D. Calculation of the set modes of electrical systems the Republic Yemen taking into account frequency change. Journal Future University. Taiz University; 2013. (in Yemen).

2. Alshaghdari IT, Ahmed WC. Increase in overall performance of power supply systems. Journal of the university researcher. Ibb university; 2016. (in Yemen).

3. Al-Hetar EL, Al-Udyni SD. Development of actions for reliability augmentation of the main schemes of power plants of the republic Yemen. Journal of Science and Technology. University of Science and Technology, Sana'a; 2015. (in Yemen).

4. Energy-policy Framework Conditions for Electricity Markets and Renewable Energies. 23 Country Analyses. Chapter Yemen; September 2016; Eschborn, Germany; 2016.

5. Al Wasube KF, Abdulkadir WB. A status and features of power industry of Yemen. Journal Future University. Taiz University; 2016. (in Yemen).

6. Al-Ashwal YA, Al-Mawgani LRC. Research of operation modes of an electrical power system of the republic Yemen. Journal of Science and Technology. University of Science and Technology, Sana'a; 2017: 12(42):292-299. (in Yemen).

7. Alhothaily S.R., Alradaey Q.T. Automatic frequency unloading in separately to the working power supply system. Increase in overall performance of power supply systems, Journal Future University, Аден, 2014. (in Yemen).

8. Al Nozayly PS, Al Sabaehi MY. Relay protection and automatic equipment in power supply system of Yemen. Journal of the university researcher. Ibb university; 2018. pp. 221-230. (in Yemen).

9. [Website]. Available at: www.asia-energy.com. Accessed: 15 Aug 2017.

10. Al-Ansi NR., Wahid H., Wan S.H., et al. Status and perspectives of development of electrotechnologies in the republic Yemen. Journal of the university researcher. Damar university; 2015. pp. 451-459. (in Yemen).

Authors of the publication

Yazid S.S. Ali – Kazan State Power Engineering University, Kazan, Russia

Natalia D. Chichirova – Kazan State Power Engineering University, Kazan, Russia

Поступила в редакцию

24 декабря 2018 г.