**Повышение энергоэффективности коммунальных систем энергоснабжения**

**Иванова Е.М., Фролова Я.А.**

*Техник НОЦ «Интеллектуальная энергия», студент, 1 курс магистратуры*

*Новосибирский государственный технический университет, факультет энергетики, г. Новосибирск, Россия*

*E–mail:* *lizai2000@mail.ru*

**Введение**

На сегодняшний день развитие энергетики во многом определяется концепцией «Энергетического перехода» (декарбонизация, децентрализация, диджитализация) и Целями в области устойчивого развития. Среди последних имеется пять целей, тесно связанных с энергетикой – это «Недорогостоящая и чистая энергия», «Индустриализация, инновации и инфраструктура», «Устойчивые города и населенные пункты» «Ответственное потребление и производство» и «Борьба с изменениями климата».

Развитие энергетики в рамках этих целей позволит обеспечить коммунальных потребителей доступной, недорогой энергией, производство которой будет экологически чистым. Указанное во многом определяется энергоэффективностью производства энергии на углеводородном топливе. Известно, что наибольшей эффективностью обладает комбинированное производство тепловой и электрической энергии [1], к примеру на базе паросиловых (ПСУ) и парогазовых установок (ПГУ), а также мини-ТЭЦ на основе современных когенерационных технологий.

Обеспечение энергоэффективности сопровождается ресурсосбережением, снижением энергетических выбросов и повышением экономичности, что соответствует вышеуказанным целям. Последнее особенно актуально для источников электрической и тепловой энергии, электрической мощностью менее 25 МВт, работающих на розничном рынке энергии (РРЭ) и расположенных в непосредственной близости от потребителя. Такие источники принято относить к распределенной генерации.

В крупных городах источники комбинированного производства энергии представлены ТЭЦ-ПСУ, мощностью более 25 МВт. Указанные станции являются участниками оптового рынка электроэнергии и мощности (ОРЭМ), следовательно, их расположение рядом с потребителем и высокие показатели энергоэффективности не оказывают прямого влияния на эффективность коммунальной системы энергоснабжения, обеспечивающей энергоснабжение населения и непроизводственных потребителей. Коммунальные потребители получают электроэнергию от гарантирующих поставщиков, которые приобретают ее как на розничном, так и на оптовом рынках электрической энергии. При этом, важно отметить, что потребляемая тепловая энергия, производится на котельных в непосредственной близости от точек потребления.

Существует дисбаланс: теплоснабжение осуществляется от распределенных источников тепла, а электроснабжение имеет «каскадный» характер. Энергия, потребляемая в коммунальных системах энергоснабжения обладает низкой эфергоэффективностью. Очевидно, появление когенерационных источников тепловой и электрической энергии в составе коммунальной системы энергоснабжения обеспечит повышение энергоэффективности.

Также следует отметить, что с 2023 года, региональные власти фактически лишены возможности самостоятельного планирования развития региональной системы электроснабжения. С вступлением в силу изменений в ФЗ-35 «Об электроэнергетике» разработка Схем и программ перспективного развития электроэнергетики регионов осуществляется централизованно Системным оператором [2]. Указанное формирует противотечение: региональные власти, заинтересованные в повышение эффективности энергоснабжения, практически лишены такой возможности. Единственная возможность – развитие распределённой энергетики (РЭ), мощностью до 25 МВт, работающей на напряжении 0,4 – 10 кВ.

Разработка и реализация программ развития РЭ будет способствовать снижению остроты обозначенного противоречия и обеспечит социально-экономическое развитие региона, что определяет актуальность работы. Ц**елью работы** является обоснование разработки региональных программ развития распределенной энергетики. Для достижения цели был проведен анализ текущего уровня развития распределенной энергетики в России, выявлены эффекты, получаемые при интеграции объектов распределенной энергетики на базе когенерационных технологий.

**Результаты**

В последние годы наблюдается тренд на развитие распределенной энергетики на базе мини-ТЭЦ, что обусловлено ресурсной достаточностью в силу масштабной газификации страны и технологической допустимостью в силу достижений в области развития зарубежного и отечественного когенерационного оборудования. Среди применяемым на мини-ТЭЦ типов когенерационного оборудования чаще встречаются газопоршневые (ГПУ) и газотурбинные (ГТУ) установки, паровые винтовые машины (ПВМ), микро-турбины. Основные технические характеристики установок приведены в таблице 1.

Таблица 1. Основные технические характеристики когенерационных установок

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатель | ГПУ | ГТУ | ПВМ | Микро-ГТУ |
| Электрический КПД, % | 38-47 | 30-39 | 61 | 28-35 |
| КПИТ, % | 87-90 | 85-88 | 67-70 | 80-85 |
| Маневренность | средняя (зависит от наброса нагрузки) | высокая | низкая | высокая |
| Моторесурс, тыс. часов | 60- 90 | 30-55 | 50 | 30-60 |

В большинстве случаев, мини-ТЭЦ осуществляют работу в островном режиме – обеспечивают энергией только собственную нагрузку и не имеют связи с системой централизованного электроснабжения. В качестве примера можно привести мини-ТЭЦ тепличных хозяйств и ферм (Тепличный комплекс «Рязанские овощи» - 18 МВт), складских комплексов (Энергоцентр MLP – 7,2 МВт), промышленных предприятий (Энергоцентр ПАО Лукойл – 18 МВт) и коммунальные мини-ТЭЦ (Энергоцентр Ольгино – 21,6 МВт , Сфера – 7,2 МВт). Работа в островном режиме, не позволяют получать полезные системные эффекты, возникающие при их включении в состав региональных систем электроснабжения. Среди эффектов можно отметить повышение экономичности за счет выдачи избытков электроэнергии на РРЭ; повышение бесперебойности электроснабжения за счет взаимного резервирования и многое другое в зависимости от выполняемых функций и выбранных режимов работы.

Указанное связано с существующими технологическими рисками и барьерами интеграции станций малой мощности в системы централизованного электроснабжения. Ослаблению барьеров поспособствует разработка программ развития РЭ, где будут отражены социально-экономические эффекты для региона, технические и экономические эффекты для заинтересованных субъектов отрасли на розничном рынке.

 Очевидно, появление возможности выдачи излишков электроэнергии на РРЭ снизит загрузку котельного оборудования и поспособствует повышению энергоэффективности производства энергии на углеводородном топливе. Не менее значимым эффектом является повышение бесперебойности электроснабжения потребителей.

О бесперебойности электроснабжения чаще принято судить по 2 ключевым индексам:

* Индекс средней продолжительности отключений по системе – System Average Interruption Duration Index (SAIDI):

 $SAIDI={\sum\_{i=1}^{m}T\_{i}∙N\_{i} }/{\sum\_{i=1}^{m} N\_{i} }.$ (1.1)

* Индекс средней частоты отключений по системе - System Average Interruption Frequency Index (SAIFI):

 $SAIFI={\sum\_{i=1}^{m}ω\_{i}∙N\_{i} }/{\sum\_{i=1}^{m} N\_{i} },$ (1.2)

где Ti – суммарное годовое время отключений узла i, ωi – частота отключения потребителей узла i, 𝑁𝑖 – количество потребителей узла i; m – число узлов в анализируемом энергорайоне.

Ежегодно экспертами World Bank проводится оценка стран по благоприятности условий ведения бизнеса и составляется соответствующий рейтинг «Doing Bussines», где в том числе учитывается показатель бесперебойность электроснабжения. Принимая во внимание методику оценивания, экспертами выделены три градации:

* Низкий уровень надежности электроснабжения. SAIDI и SAIFI не превышают 12, что соответствует 1 отключению в месяц не более чем на 1 час.
* Средний уровень надежности электроснабжения. SAIDI и SAIFI не превышают 4, что соответствует 1 отключению в квартал не более чем на 1 час.
* Высокий уровень надежности электроснабжения. SAIDI и SAIFI не превышают 1, что соответствует 1 отключению в год не более чем на 1 час.

Согласно открытым данным группы компаний «Россети» о показателях бесперебойности электроснабжения в 2021 году значение показателя SAIFI составляло 2,7, SAIDI – 1,3, что хуже принятых в мире нормативов, однако очевидно приближение к целевым показателям принятых в компании и Энергетической стратегии до 2035 (где SAIFI – 0,85, SAIDI – 1,6).

Развитие распределенной энергетики и мини-ТЭЦ в коммунальных системах энергоснабжения позволят значимо снизить указанные показатели [3].

Таким образом, разработка региональных программ развития распределенной энергетики приведут к повышению энергоэффективности и бесперебойности энергоснабжения, что обеспечит социально-экономическое развитие региона.

**Заключение**

Развитие когенерационных источников малой мощности в системах коммунального энергоснабжения и их включение в региональную систему централизованного электроснабжения позволит обеспечить ресурсосбережение, повысить бесперебойность и экономичность электроснабжения в коммунальных системах энергоснабжения, снизить энергетические выбросы. Потребляемое коммунальными системами тепло и электричество «станет» энергоэффективным.

Однако на сегодняшний день региональные власти не имеют возможности формировать систему электроснабжения региона независимо от централизованной и обеспечивать социально-экономическое развитие с таких позиций. Снятие противоречия обеспечит разработка региональных программ развития распределенной энергетики на базе мини-ТЭЦ.

**Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-29-20278, https://rscf.ru/project/22-29-20278/ и гранта № р-19 Правительства Новосибирской области в Новосибирском государственном техническом университете.**

**Литература**

1. Мышкина Л. С. Роль мини-ТЭЦ в коммунальной инфраструктуре / Л. С. Мышкина, Я. А. Фролова, Е. М. Иванова. // Проблемы и перспективы развития энергетики, электротехники и энергоэффективности: материалы 6 междунар. науч.-техн. конф., [Чебоксары, 24–25 нояб. 2022 г.] – Чебоксары : Изд-во ЧГУ им. И. Н. Ульянова, 2022. – С. 265–271.
2. Пилениекс Д. Новая перспектива для энергетики / // Teplovichok Today, No1(15), 2023. – С.
3. Мышкина, Л. С. Моделирование и анализ надежности при развитии региональных электрических сетей на основе новых технологий: дис. … канд. техн. наук: – Новосибирск., 2018. – 172 с.