

В малых и средних городах, где техническое состояние объектов системы теплоснабжения находится в критическом состоянии модернизация ИТП с последующей трансформацией в активный ИТП позволит снизить существующую социальную напряженность, обусловленную прерываниями отопления и ГВС, что становится возможным с появлением когенерации.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-29-20057, <https://rscf.ru/project/24-29-20057/> и гранта № р-75 Правительства Новосибирской области.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. The energy transition between desideratum and challenge: are cogeneration and trigeneration the best solution? / A. Neacşa, M. Panait, J.D. Mureşan, M.C. Voica, O. Manta // International Journal of Environmental Research and Public Health. – 2022. – Т. 19. – № 5. – С. 3039.
2. Approach to modernizing residential-dominated district heating systems to enhance their flexibility, energy efficiency, and environmental friendliness / E. Boyko, F. Byk, P. Ilyushin, L. Myshkina, S. Filippov // Applied Sciences. – 2023. – Т. 13. – № 22. – С. 12133.
3. Rasoulinezhad E., Taghizadeh-Hesary F. Role of green finance in improving energy efficiency and renewable energy development // Energy Efficiency. – 2022. – Т. 15. – № 2. – С. 14.
4. Илюшин П.В. Обеспечение надежного электроснабжения электроприемников потребителей от собственной распределенной генерации: проблемные вопросы и способы их решения // iPolytech Journal. – 2022. – Т. 26, № 4 (165). – С. 640–656. – URL: <https://doi.org/10.21285/1814-3520-2022-4-640-656>.
5. Ganesh N.S., Omprakash M. Comprehensive review on cogeneration systems for low and medium temperature heat recoveries // Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects. – 2022. – Т. 44. – № 3. – С. 6404–6432.
6. Method for assessing heat loss in a district heating network with a focus on the state of insulation and actual demand for useful energy / S. Chicherin, V. Mašatin, A. Siirde, A. Volkova // Energies. – 2020. – Т. 13. – № 17. – С. 4505.
7. Hydrothermal challenges in low-temperature networks with distributed heat pumps / T. Sommer et al. // Energy. – 2022. – Т. 257. – С. 124527.
8. Бойко Е.Е., Мышкина Л.С. Активный тепловой пункт как средство повышения надежности системы теплоснабжения // Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики: Вып. 75 Надежность систем энергетики: устойчивое развитие и функционирование. Отв. ред. академик РАН В.А. Стенников. – Иркутск: ИСЭМ СО РАН, 2024. – 876 с.

ВЛИЯНИЕ МАЙНИНГА НА КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ И НАДЕЖНОСТЬ СХЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

К.С. Кузьмина

Томский политехнический университет, ИШЭ, ОЭЭ, группа 5AM23

Научный руководитель: Г.Н. Климова, к.т.н., доцент ОЭЭ ИШЭ ТПУ

Объектом исследования при написании работы послужил потребитель со специфической нелинейной и несинусоидальной нагрузкой – майнинг.

Предметом исследования работы стала специфическая нелинейная и несинусоидальная нагрузка потребителя и ее влияние на надежность электроснабжения потребителя, показатели качества электрической энергии, фактическую загрузку оборудования и структуру потерь активной мощности нем.

Новизна исследования: оценка мощности искажения, оценка величины полной мощности, выявление структуры дополнительных потерь для оборудования схемы электроснабжения майнинга.

В работе представлены однолинейная схема электроснабжения предприятия, замеры показателей качества электрической энергии, полученные в результате энергетического обследования (график напряжения, график тока, график активной, реактивной, полной мощности,

график гармоник по напряжению и току, график коэффициента гармонического искажения по напряжению и току, график формы коэффициента искажений).

Анализируя суточный график нагрузок и расчетные коэффициенты графика нагрузки, можно сказать, что он равномерный и не имеет пиков. Для полученного графика определены: максимальные и минимальные значения активной, реактивной и полной мощностей, число часов использования максимальной нагрузки и число часов максимальных потерь энергии, а также расчетные коэффициенты графика. По характерным суточным графикам нагрузки определено, что фаза В по активной, реактивной и как следствие по полной мощности загружена больше, чем фазы А и С, отсюда можно говорить о несущественной неравномерности загрузки фаз.

Рассчитаны показатели качества электроэнергии и проведена оценка их влияния на надежность схемы электроснабжения и потери в ней. Отклонение напряжения в течение дня находятся в пределах от 0,026 до 4,356 %, что соответствует ГОСТ 32144-2013. При оценке неравномерности распределения нагрузки по фазам установлено, что загрузка В фазы отличается от А и С примерно в 1,2 раза, А и С фаза загружены примерно одинаково. Нормально и предельно допускаемые значения коэффициента несимметрии напряжений по обратной и нулевой последовательности, значения коэффициентов гармонических составляющих напряжения, значения суммарных коэффициентов гармонических составляющих напряжения не выходят за пределы допустимых (ГОСТ 32144–2013). Провели расчет дополнительных потерь мощности от несинусоидальности в элементах схемы электроснабжения, получили суммарное годовое значение потерь ЭЭ трех фаз равное 10 818 кВт·ч, что составляет 0,85 % от годового потребления ЭЭ. За одни сутки коэффициент нелинейных искажений максимально достигает значения 11,5 %.

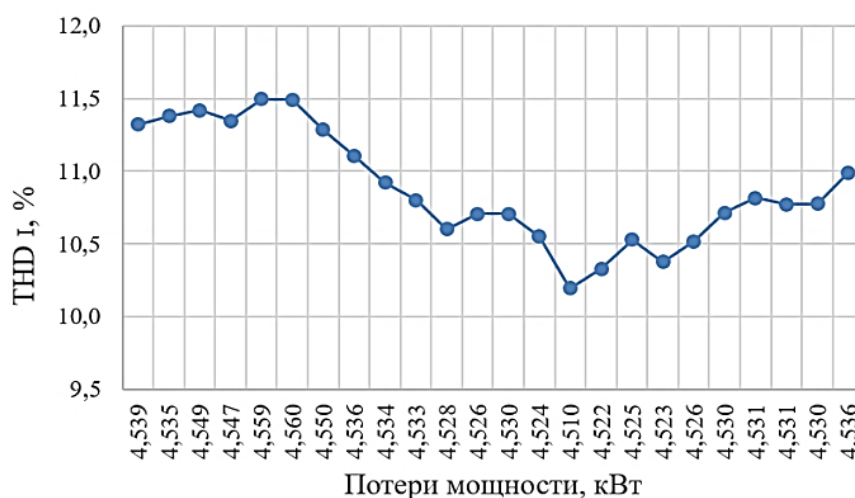


Рис. 1. График зависимости потерь мощности от коэффициента нелинейных искажений по току

В гармоническом спектре преобладают гармоники нулевой последовательности, а также гармоники обратной последовательности по отношению к основной частоте, прослеживается несимметрия токов нагрузки фаз, которая приводит к появлению скрытого тока в нейтрали и к скрытым потерям мощности и электрической энергии.

Построен параллелепипед мощности в сетях с высшими гармониками, генерируемыми нелинейной нагрузкой в соответствии со стандартом IEEE 1459 о балансе мощности в силовых сетях.

По результатам расчета потерь симметричного, несимметричного и несинусоидального режима нагрузки построена диаграмма потерь активной мощности в процентном соотношении.

Проведена замена автоматического выключателя, трансформатора тока, сечения кабельной линии.

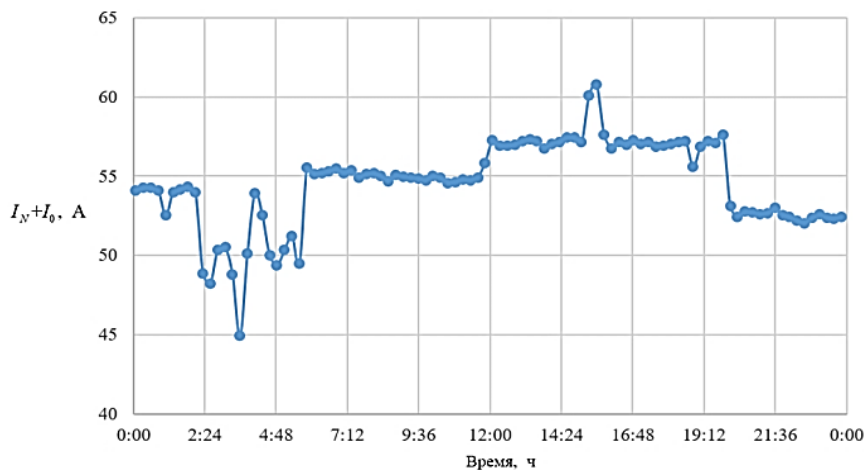


Рис. 2. Суточный график тока нейтрали с учетом гармоник нулевой последовательности по фазам А, В, С

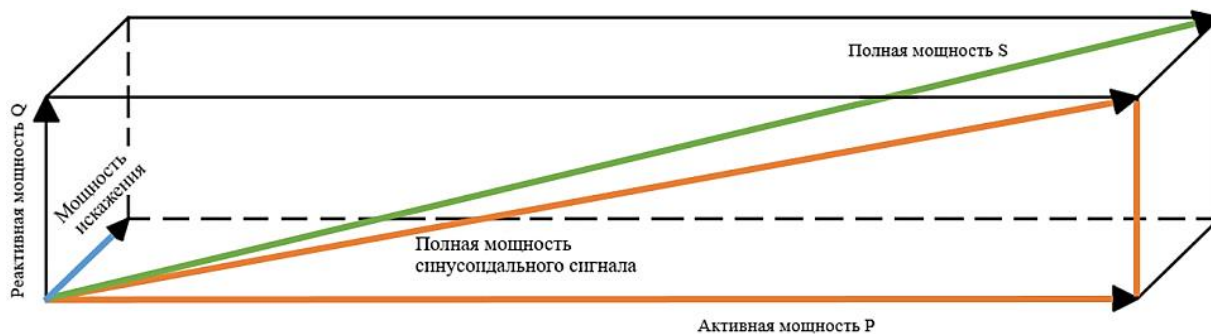


Рис. 3. Параллелепипед мощности в сетях с высшими гармониками, генерируемыми нелинейной нагрузкой

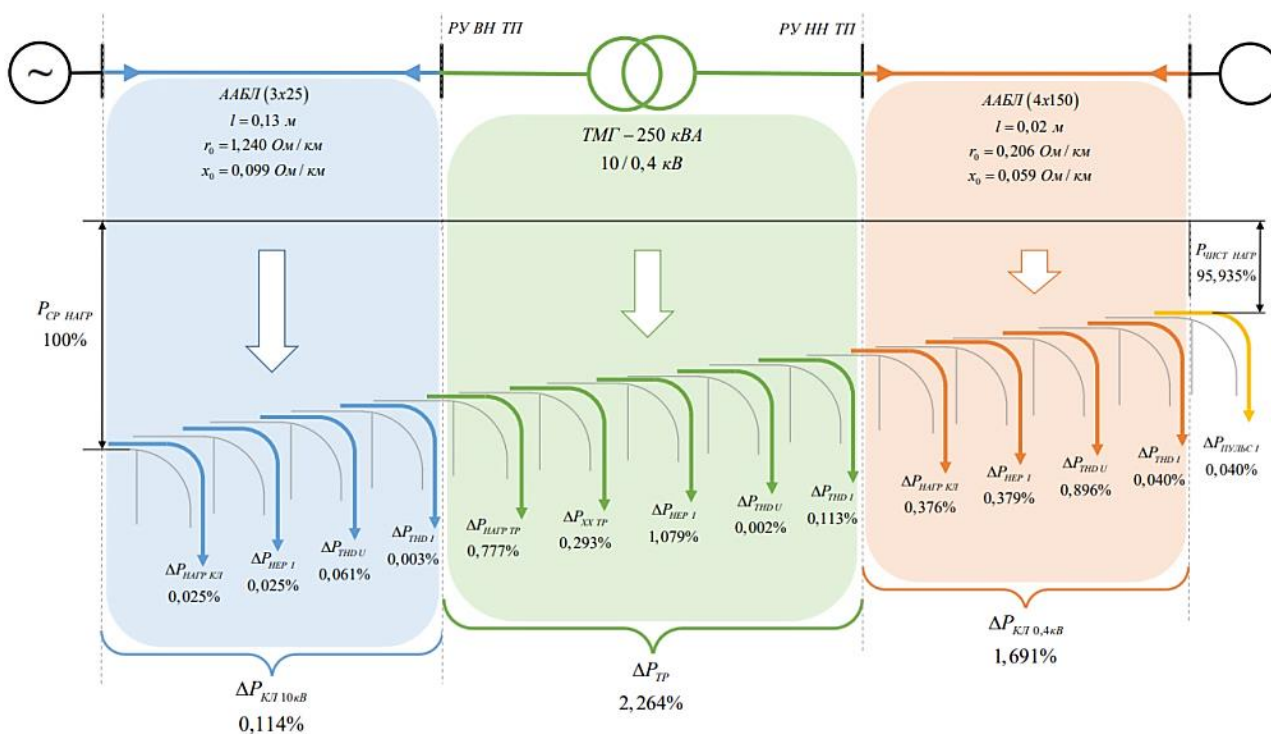


Рис. 4. Диаграмма потерь активной мощности

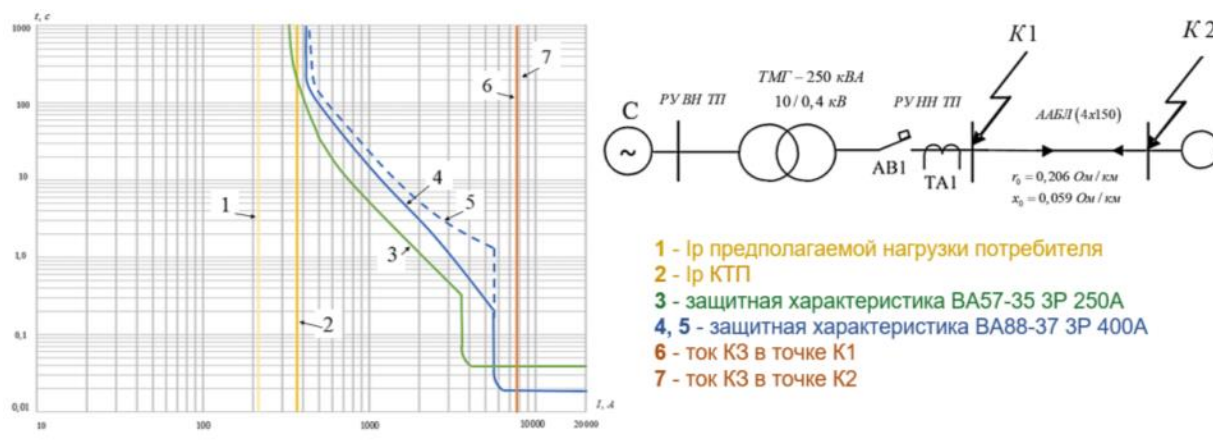


Рис. 5. Карта селективности действия аппарата защиты

Выявлено незаконное обогащение в связи с безоговорным потреблением ЭЭ, поэтому в соответствии с Постановлением правительства № 442 от 01.01.2012 г. выбрана ценовая категория потребителя и произведен экономический расчет платы за электрическую энергию и мощность, также рассмотрены способы снижения платы за ЭЭ и выбран оптимальный вариант регулирования потребления ЭЭ для майнинга.

Провели экономическое планирование и оценку ресурсоэффективности добычи криптовалюты частным майнингом. Оценка ресурсоэффективности и окупаемости проекта показала, что выбор установки майнинг-фермы на Асике Auradine Teraflux AI3680 наиболее экономически оправдан и ресурсоэффективен. Также провели оценку коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения, планирование научно-исследовательских работ, технико-экономическое обоснование технических решений, определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

Рассмотрены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности, производственная и экологическая безопасность, проведен анализ опасных и вредных производственных факторов.

Проект имеет практическую значимость, т. к. совершенствование системы электроснабжения отвечает требованиям надежности, безопасности электроснабжения, экономичности и обеспечивает потребителей электроэнергией, соответствующего качества. Реализация данного технического проекта позволяет увеличить эффективность производства, как социальную, путем улучшения безопасности, так и ресурсосберегающую, путем внедрения более универсального, требующего меньших затрат в эксплуатации оборудования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Савина Н.В. Надежность электроэнергетических систем: учеб. пособие – Благовещенск: АмГУ, 2014. – 194 с.
2. Тихомиров В.А. Методика расчета энергетических показателей преобразовательных устройств: учеб. пособие. – НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – 2018. – № 3 (122).
3. ГОСТ 32144–2013. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.
4. Приказ № 6-643 от 29.12.2023 г. Департамент тарифного регулирования Томской области.
5. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть вторая) от 26.01.1996 N 14-ФЗ (ред. от 24.07.2023). ГК РФ Статья 1102. Обязанность возратить неосновательное обогащение.
6. Сумарокова Л.П. Электроснабжение промышленных предприятий: учеб. пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2012.
7. Постановление от 4 мая 2012 года N 442. О функционировании розничных рынков электрической энергии.
8. Постановление Правительства РФ от 04.05.2012 N 442 (ред. от 29.03.2024) «О функционировании розничных рынков электрической энергии, полном и (или) частичном ограничении режима потребления электрической энергии» (вместе с «Основными положениями функционирования розничных рынков электрической энергии», «Правилами полного и (или) частичного ограничения режима потребления электрической энергии»).
9. ГОСТ 29322–2014. Напряжения стандартные.
10. Савина Н.В. Качество электроэнергии: учеб. пособие – Благовещенск: Изд-во АмГУ, 2014. – 182 с.