

Рис. 2. Упрощенная схема расчета тепловой схемы ПГУ с НПГ

Расход топлива, сжигаемого в ПГУ с НПГ, вычисляется следующим образом:

$$B_{\text{пгу}} = B_{\text{пс}} + B_{\text{кс}} = \frac{Q_{\text{пг}}}{Q_{\text{н}}^{\text{п}} + \eta_{\text{пг}}} + \frac{Q_{\text{кс}}}{Q_{\text{н}}^{\text{к}} + \eta_{\text{кс}}}$$

Электростанции с комбинированным циклом (ПГУ) покрывают растущий спрос на энергию, и, следовательно, им должно уделяться особое внимание при выборе энергетической системы для модернизации существующей электростанции. Парогазовые установки практически не имеют недостатков, кроме особых ограничений и требований к топливу и оборудованию. ПГУ работают только на природном газе. Но при установке газификаторов появляется возможность использовать также другие, более доступные и дешевые виды топлива. [3]

Основные этапы работы:

- обоснование модернизации Тюменской ТЭЦ-1 и ее актуальность;
- технические предложения по модернизации Тюменской ТЭЦ-1;
- рассмотрение методических особенностей исследования тепловой схемы ПГУ;
- разработка автоматизированной модели расчета технико-экономических показателей паровой и газовой турбины в составе ПГУ;
- исследование технико-экономических показателей ПГУ.

Список литературы:

1. Матвеев А.А. Расчет показателей экономичности газотурбинных и парогазовых установок. – Томск: Изд. ТПУ, 2014. – 40 с.
2. Технический отчет по работе «Тепловые испытания конденсатора типа 130КП-9000-1 паровой турбины Т-130/160-12,8 ЛМЗ энергоблока ПГУ- 190/220 ст.№1 Тюменской ТЭЦ-1». Инжиниринговая компания «Кварц». – Екатеринбург, 2005-119 с.
3. J.B. Kitto and S.C. Stultz. Steam: its generation and use./The Babcock & Wilcox Company. - Barberton, Ohio, U.S.A. , 2005 – 352 p.

Искажение формы статических характеристик нагрузки в узлах электрической сети

Кондрашов М.А., Панкратов А.В.

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Россия, г. Томск
mihail-arhangel0@mail.ru*

При расчетах режимов электрических сетей и систем электрическую нагрузку представляют с помощью статических характеристик (СХН) – зависимостей активной и реактивной мощности нагрузки от напряжения [1, 2]. Наиболее часто [3] при этом используют квадратичные полиномы вида

$$\begin{aligned}
 P(U) &= P_{BAS} \cdot \left(a_0 + a_1 \cdot \frac{U}{U_{BAS}} + a_2 \cdot \left(\frac{U}{U_{BAS}} \right)^2 \right), \\
 Q(U) &= Q_{BAS} \cdot \left(b_0 + b_1 \cdot \frac{U}{U_{BAS}} + b_2 \cdot \left(\frac{U}{U_{BAS}} \right)^2 \right),
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

где P_{BAS} , Q_{BAS} , U_{BAS} – базисные значения активной и реактивной мощности и напряжения; a_0 , a_1 , a_2 , b_0 , b_1 , b_2 – коэффициенты статических характеристик нагрузки в относительных единицах.

Очевидно, что форма статических характеристик нагрузки не остается постоянной во всех точках электрической сети. Искажение формы происходит по мере удаления от узла нагрузки вследствие наличия падения напряжения и потерь мощности в продольных сопротивлениях линий электропередачи и трансформаторов. Поперечные проводимости также оказывают влияние на форму статических характеристик нагрузки.

При решении задач эквивалентирования районов электрических сетей встает проблема получения обобщенных статических характеристик нагрузки, заданных для шин, удаленных от конечного потребителя. В этой связи представляет интерес исследование искажения формы статических характеристик нагрузки при их определении в различных точках электрической сети.

Для исследования этого вопроса будем использовать широко применяемый при расчетах режимов электрических сетей и систем программный комплекс «RastrWin» [4]. Смоделируем простейшую радиальную сеть, представленную на рисунке 1.

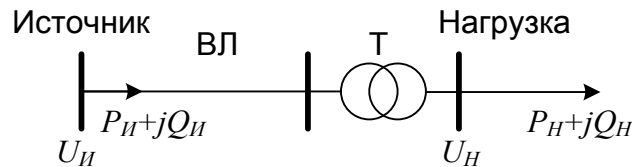


Рис. 1. Расчетная схема исследуемой сети

На рисунке 1 показана нагрузка, запитанная от источника через воздушную линию электропередачи (ВЛ) и трансформатор (Т). Напряжение, активная и реактивная мощности нагрузки – U_H , P_H , Q_H ; напряжение, активная и реактивная мощности источника – U_I , P_I , Q_I . Нагрузка задана с помощью статической характеристики обобщенной нагрузки, параметры которой приведены в таблице 1.

Таблица 1. Коэффициенты СХН и базисные мощности для обобщенной нагрузки

Активная мощность				Реактивная мощность			
$a_{0(1)}$	$a_{1(1)}$	$a_{2(1)}$	$P_{BAS(1)}$, МВт	$b_{0(1)}$	$b_{1(1)}$	$b_{2(1)}$	$Q_{BAS(1)}$, Мвар
0.83	-0.3	0.47	1,4	4.9	-10.1	6.2	0,7

Произведя расчет серии установившихся режимов, определим статические характеристики нагрузки в относительных единицах для двух точек сети: в узле нагрузки и в узле источника питания. Характеристики представлены на рисунке 2.

Рисунок 2 показывает, что в узле нагрузки результаты расчета серии установившихся режимов совпадают с заданными статическими характеристиками. Этот результат свидетельствует о корректном задании статических характеристик нагрузки в программный комплекс «RastrWin».

Результаты расчета серии установившихся режимов в узле источника питания ожидаемо отклоняются от заданных статических характеристик в узле нагрузки. Смещение характеристик вправо обусловлено наличием падения напряжения на продольных сопротивлениях воздушной линии электропередач и трансформатора, а смещение характеристик вверх обусловлено наличием потерь мощности. Кроме того, обращает на себя внимание факт смещения точки перегиба характеристик $Q(U)$ со значения $0,83 U_{ном}$ до значения $0,88 U_{ном}$.

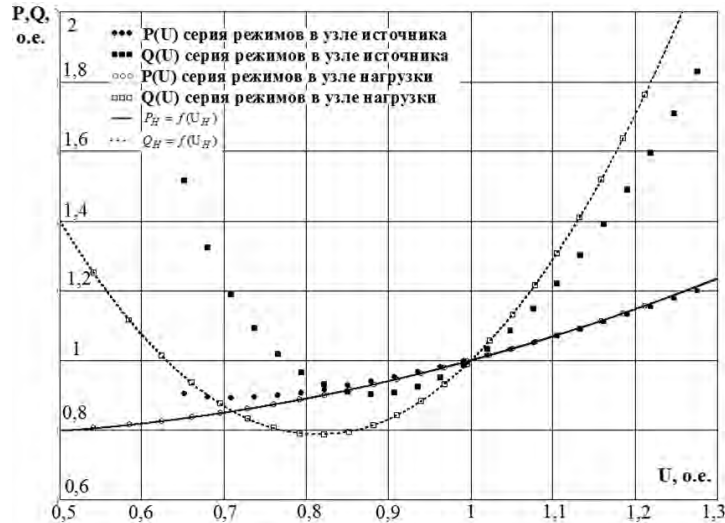


Рис. 2. Статические характеристики в относительных единицах

Получим эквивалентные статические характеристики нагрузки для узла источника. Для этого аппроксимируем квадратичными полиномами (1) результаты расчета серии установившихся режимов в узле источника методом наименьших квадратов. Полученные коэффициенты СХН и значения базисных мощностей приведены в таблице 2:

Таблица 2. Коэффициенты СХН и базисные мощности для узла источника питания

Активная мощность				Реактивная мощность			
$a_{0(1)}$	$a_{1(1)}$	$a_{2(1)}$	$P_{BAS(1)}$, МВт	$b_{0(1)}$	$b_{1(1)}$	$b_{2(1)}$	$Q_{BAS(1)}$, Мвар
1,134	-0,829	0,695	1,415	6,935	-13,229	7,269	0,788

Полученные характеристики для узла источника и результаты серии установившихся режимов в относительных единицах приведены на рисунке 3.

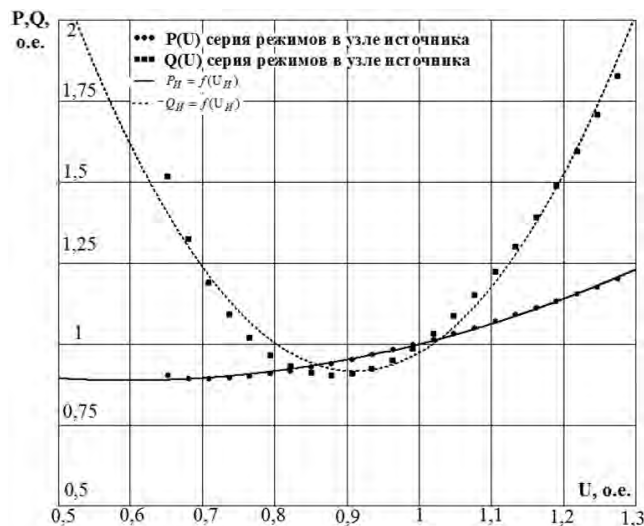


Рис. 3. Статические характеристики нагрузки для узла источника питания

Графики рисунок 3 показывают, что форма статических характеристик нагрузки в узле источника питания не только изменилась относительно характеристик, заданных в узле нагрузки, но также перестала быть параболической. Особенно сильно это заметно по характеристике реактивной мощности. Деформация статических характеристик нагрузки относительно параболической формы свидетельствует об ограниченности применения полиномов (1) при

эквивалентировании районов электрических сетей.

Покажем, что полиномы вида (1) описывают эквивалентные статические характеристики нагрузки с достаточной точностью только при значениях напряжения выше напряжения точки перегиба зависимости $Q(U)$. Для этого оставим в серии расчетов только те режимы, когда напряжение превышало напряжение точки перегиба зависимости $Q(U)$ и повторим аппроксимацию методом наименьших квадратов. Результаты представлены на рисунке 4.

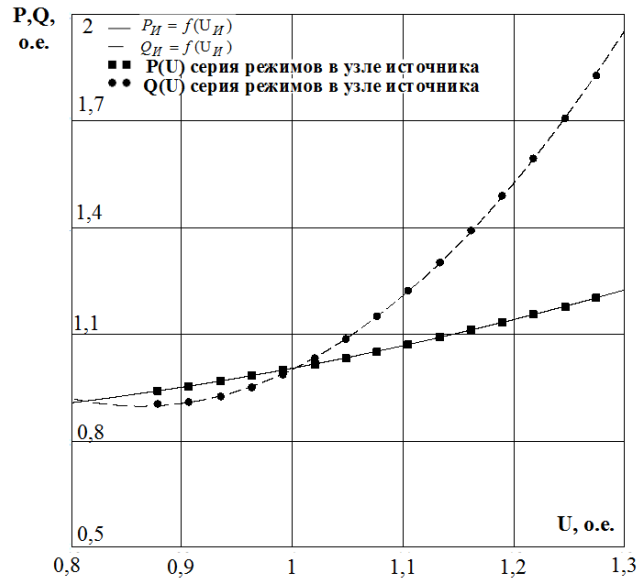


Рис. 4. Статические характеристики нагрузки для узла источника питания при напряжениях выше напряжения точки перегиба зависимости $Q(U)$

Как видно из графиков рисунок 4, при напряжении выше напряжения точки перегиба зависимости $Q(U)$, полиномы (1) в точности описывают поведение нагрузки.

Выводы:

1. Статические характеристики нагрузки не остаются постоянными, а искажаются в различных точках радиальной электрической сети по мере удаления от узла нагрузки.
2. При напряжениях ниже напряжения точки перегиба $Q(U)$ искажается сама параболическая форма статических характеристик.
3. Использование квадратичных полиномов в качестве статических характеристик нагрузки корректно только при напряжениях, больших напряжения точки перегиба зависимости $Q(U)$.

Список литературы:

1. Идельчик, В.И. Электрические системы и сети / В.И. Идельчик. – М: Альянс, 2009. – 592 с.
2. Yamashita, K., Djokic, S., Matevosyan, J., Resende, F. O., Korunovic, L. M., Dong, Z. Y., & Milanovic, J. V. (2012). Modelling and aggregation of loads in flexible power networks - scope and status of the work of CIGRE WG C4.605. Paper presented at the IFAC Proceedings Volumes (IFAC-PapersOnline), 8(PART 1) 405-410.
3. Гуревич, Ю.Е. Применение математических моделей электрической нагрузки в расчетах энергосистем и надежности электроснабжения промышленных потребителей / Ю.Е. Гуревич, Л.Е. Либова. – М.: ЭЛЕКС-КМ, 2008. – 248 с.
4. В.Г. Неуймин. Программный комплекс «RastrWin3». Руководство пользователя. 29.08.2012. / В.Г. Неуймин, Е.В. Машалов, А.С. Александров, А.А. Багрянцев. URL: http://www.rastrwin.ru/download/Files/HELP_RastrWin3_29_08_12.pdf (дата обращения 12.09.2015).

Расчет мощности солнечных панелей

Кудаярова А.А., Хузина Л.Н., Ялалетдинова Д.А.

*Уфимский государственный авиационный технический университет, Россия, РБ, г.Уфа
Aigul_Kudayarova93@mail.ru*

В настоящее время во всем мире, в том числе и в нашей стране, остро встает вопрос о разработке и внедрении новых источников энергии. Всем известно, что наиболее значимыми из