

УДК 621.317.384

ВЛИЯНИЕ ТОЧНОСТИ РАСЧЕТОВ ПОТОКОВ МОЩНОСТИ НА ТОЧНОСТЬ РАСЧЕТА ПОТЕРЬ МОЩНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММЫ RASTRWIN3 ДЛЯ СХЕМ С РАЗНЫМ КОЛИЧЕСТВОМ УЗЛОВ

THE IMPACT OF ACCURACY OF POWER-FLOW CALCULATIONS ON THE ACCURACY OF CALCULATING POWER-LOSSES THROUGH THE USE OF THE RastrWin3 FOR GRID WITH THE DIVERSE NUMBER OF POWER UNITS

Г.Д. Козин, С.В. Климчук

Научный руководитель – Е.В. Мышковец, старший преподаватель

Белорусский национальный технический университет

г. Минск, Республика Беларусь

myshkavets@bntu.by

G. Kozin, S. Klimchuk

Supervisor – E. Mishkovets, Senior Lecturer

Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

***Аннотация:** в данной статье определяется зависимость влияния точности расчета потоков мощности на точность расчета потерь мощности для схем с различным количеством узлов.*

***Abstract:** the given article defines correlation between the impact of accuracy of power-flow calculations and the accuracy of calculations of power losses for grid with the diverse number of power units.*

***Ключевые слова:** потоки мощности, потери активной мощности, установившийся режим, электрическая сеть.*

***Keywords:** power-flow, active power loss, steady state, electrical network.*

Введение

Основной задачей расчета установившегося режима является определение потерь в элементах рассматриваемой электрической сети. Любая математическая модель установившегося режима представляет собой нелинейную алгебраическую систему уравнений, с комплексными коэффициентами и переменными. Система может быть решена только численно, причем из-за ее нелинейности в основном методами последовательных приближений (итерационными). В данном исследовании для расчетов потоков мощности используется метод Ньютона, реализованный на базе программы RastrWin3. Сходимость метода Ньютона зависит от выбора начального приближения, поэтому при утяжелении или разгрузке режима получаются различные значения потоков мощности, и как следствие, различные значения потерь мощности [1].

Основная часть

Основой для оптимизации работы электрических сетей являются расчеты и оптимизация их установившихся режимов. В зависимости от загруженности сети не всегда удается добиться сходимости итерационного процесса с одной и той же точностью. Поэтому в данной статье используется 6 разных режимов,

которые соответствуют 6 различным начальным приближениям напряжений в узлах, от которых будет производиться расчет потоков мощности.

Своей задачей ставим выявить зависимость влияния точности расчета потоков мощности на точность расчета потерь мощности с использованием программы RastrWin3 для схем с разным количеством узлов. Выставляем следующие параметры расчета программы для проведения эксперимента:

-Плоский старт (Пл. старт): Нет; Каждый последующий расчет будет начинаться не с номинальных модулей и нулевых углов напряжений, а с последней рассчитанной величины напряжения в узле. Для получения различных приближений режим сети утяжелялся или облегчался путём увеличения или уменьшения активных мощностей нагрузок на 75%, 50%, 25% соответственно [2];

-Точность расчета (dP):1|0.5|0.1; Данная величина характеризует максимально допустимый небаланс активной мощности в узле, при достижении которого программа завершает итерационный процесс и расчет считается завершенным.

Следовательно, имеем 6 расчетов потерь активной и реактивной мощностей для каждой точности расчета потока мощности. Произведем расчет для схем электрической сети 1 и 2 [2].

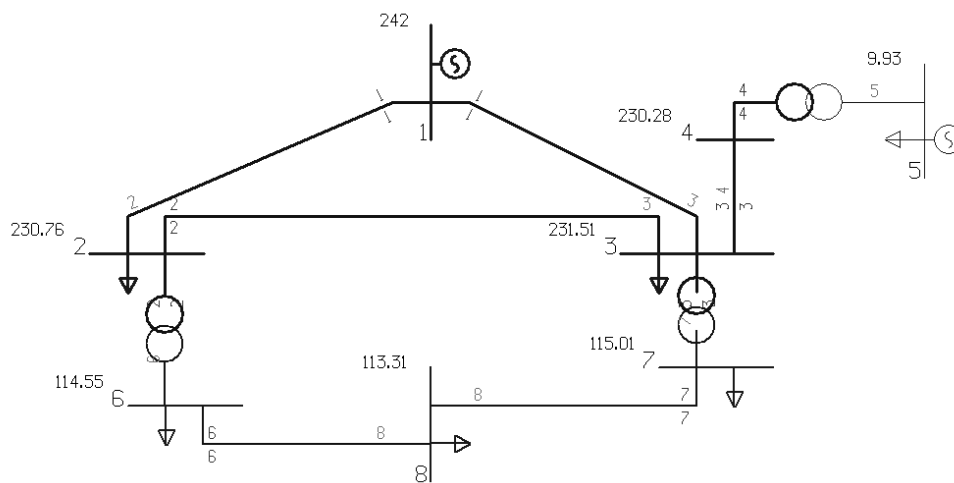


Рисунок 1 – Схема №1

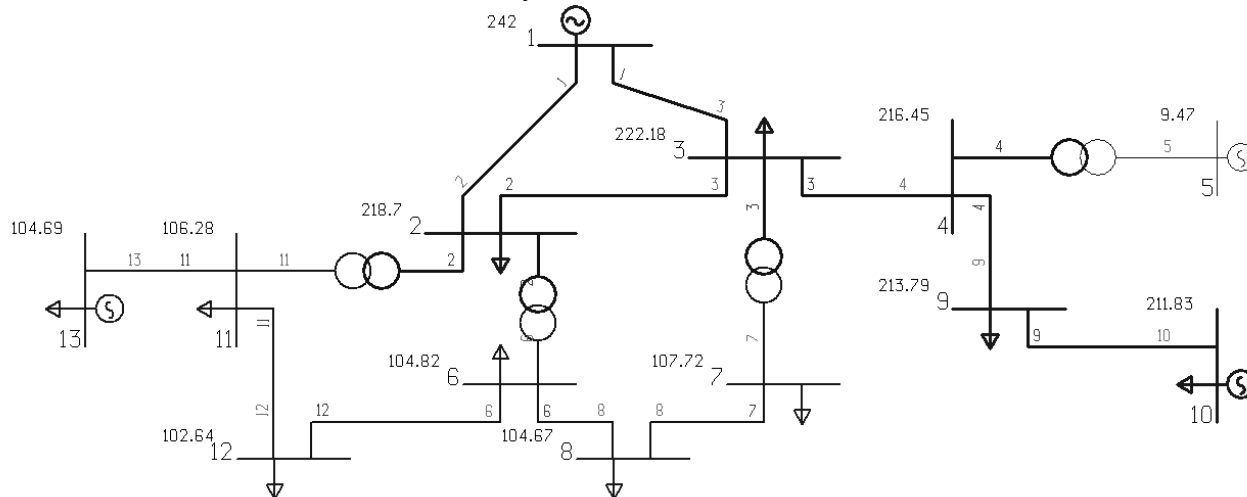


Рисунок 2 – Схема №2

Таблица 1 – Параметры линий Схемы №1.

Тип	N_нач	N_кон	N_п	R	X	B	Кт/г	P_нач	Q_нач	I max
ЛЭП	1	2	0	7,84	32,32	-211,2	0	- 110,893	-53,7344	306,964 2
ЛЭП	1	3	0	4,13	23,1	-148,5	0	- 142,203	-83,4633	403,591 7
ЛЭП	2	3	0	7,26	26,1	-156	0	8,55322	8,32233 2	29,8575 8
ЛЭП	3	4	0	6,05	21,75	-130	0	- 8,23321	-7,29592	41,0226 2
Тр-р	4	5	0	5,6	158,7	7,4	0,045	- 8,21237	-14,1518	41,0225 7
Тр-р	2	6	0	2,8	104	6	0,526	- 47,3201	-30,097	140,308
Тр-р	3	7	0	1,03	59,2	11,8	0,526	- 83,4362	-53,4462	247,109 9
ЛЭП	6	8	0	3,645	9,3	0	0	- 17,1109	-8,6813	96,7045 6
ЛЭП	7	8	0	3,65	9,3	0	0	- 23,1836	-12,0568	131,180 1

Таблица 2 – Параметры узлов Схемы №1

Тип	Номер	U_ном	Район	P_н	Q_н	P_г	Q_г	V	Delta
База	1	220	1	0	0	253,096	137,197	242	0,000351
Нагр	2	220	1	70	35	0	0	230,7642	-3,19651
Нагр	3	220	1	40	20	0	0	231,5063	-2,98955
Нагр	4	220	1	0	0	0	0	230,2789	-3,11191
Нагр	5	10,5	1	18	5	10	-8	9,929809	-4,4615
Нагр	6	110	1	30	15	0	0	114,5522	-8,71498
Нагр	7	110	1	60	30	0	0	115,0093	-8,52325
Нагр	8	110	1	40	20	0	0	113,3085	-9,27775

Таблица 3 – Параметры линий Схемы №2.

Тип	N _{нач}	N _{кон}	R	X	B	Кт/г	P _{нач}	Q _{нач}	I max
ЛЭП	1	2	7,84	32,3 2	- 211,2	0	-181,806	-130,895	550,3618
ЛЭП	1	3	4,13	23,1	- 148,5	0	-230,53	-170,624	695,5986
ЛЭП	2	3	7,26	26,1	-156	0	16,3819 7	28,2675 8	86,24827
ЛЭП	3	4	6,05	21,7 5	-130	0	-76,783	-34,9115	226,2762
Тр-р	4	5	5,6	158, 7	7,4	0,04 5	9,81371 1	-8,93324	35,39715
Тр-р	2	6	2,8	104	6	0,52 6	-51,9962	-42,8368	177,8452
Тр-р	3	7	1,03	59,2	11,8	0,52 6	-91,2865	-69,5689	298,2488
ЛЭП	6	8	3,645	9,3	0	0	-9,51205	2,02232 5	53,56406
ЛЭП	7	8	3,65	9,3	0	0	-30,972	-23,3101	207,7695
ЛЭП	4	9	3,65	9,3	0	0	-85,7179	-29,0021	241,3689
ЛЭП	9	10	6,05	21,7 5	0	0	-25,1001	-12,3727	75,57325
Тр-р	2	11	1,03	59,2	11,8	0,52 6	-69,2139	-63,9752	248,8118
ЛЭП	11	12	3,65	9,3	0	0	-48,9206	-23,0895	293,8613
ЛЭП	12	6	3,65	9,3	0	0	12,0002 3	19,3222 7	127,9422
ЛЭП	11	13	7,26	26,1	0	0	9,87778	-9,42987	74,18412

Таблица 4 – Параметры узлов Схемы №2

Тип	Номер	U _{ном}	Район	P _н	Q _н	P _г	Q _г	V	Delta
База	1	220	1	0	0	412,3359	301,5188	220	0,000351
Нагр	2	220	1	70	35	0	0	220	-5,20442
Нагр	3	220	1	40	20	0	0	220	-4,91031
Нагр	4	220	1	0	0	0	0	220	-6,62546
Нагр	5	10,5	1	0	0	10	-8	10,5	-4,57386
Нагр	6	110	1	30	15	0	0	110	-12,1682
Нагр	7	110	1	60	30	0	0	110	-11,6372
Нагр	8	110	1	40	20	0	0	110	-12,6686
Нагр	9	220	1	60	15	0	0	220	-7,48145
Нагр	10	220	1	40	10	15	-2	211,8285	-8,07746
Нагр	11	110	1	30	20	0	0	106,282	-10,4396
Нагр	12	110	1	60	40	0	0	102,6408	-12,3869
Нагр	13	110	1	10	5	20	-4	104,686	-8,7592

Таблица 5 – Результаты измерений.

dP	Режим	Схема 1		Схема 2		Относительная погрешность, %			
		ΔP , МВт	ΔQ , МВАр	ΔP , МВт	ΔQ , МВАр	P	Q	P	Q
1	1,75	5,1	4,2	17,39	77,69	-0,49261	-5,74906	-0,40416	-0,64775
	1,5	5,06	3,79	17,38	77,53	0,295567	4,574066	-0,34642	-0,44047
	1,25	5,09	4,11	17,15	76,06	-0,29557	-3,483	0,981524	1,46392
	0,75	5,09	4,13	17,22	76,56	-0,29557	-3,98657	0,577367	0,816168
	0,5	5,07	3,94	17,39	77,68	0,098522	0,797314	-0,40416	-0,6348
	0,25	5,04	3,66	17,39	77,62	0,689655	7,847251	-0,40416	-0,55707
0,5	1,75	5,1	4,2	17,39	77,68	-0,16367	-1,69492	0	-0,00644
	1,5	5,1	4,2	17,39	77,68	-0,16367	-1,69492	0	-0,00644
	1,25	5,09	4,11	17,39	77,69	0,032733	0,484262	0	-0,01931
	0,75	5,09	4,13	17,39	77,7	0,032733	0	0	-0,03219
	0,5	5,07	3,94	17,39	77,68	0,425532	4,600484	0	-0,00644
	0,25	5,1	4,2	17,39	77,62	-0,16367	-1,69492	0	0,070808
0,1	1,75	5,1	4,2	17,39	77,68	0	0	0,009583	-0,00215
	1,5	5,1	4,2	17,4	77,7	0	0	-0,04792	-0,02789
	1,25	5,1	4,2	17,39	77,69	0	0	0,009583	-0,01502
	0,75	5,1	4,2	17,39	77,7	0	0	0,009583	-0,02789
	0,5	5,1	4,2	17,39	77,68	0	0	0,009583	-0,00215
	0,25	5,1	4,2	17,39	77,62	0	0	0,009583	0,075096

Заключение

Анализируя полученные результаты, можем сделать вывод, что при увеличении точности расчета, увеличивается также точность расчета потерь мощности. Для схемы №1 (схема с меньшим количеством узлов) это наглядно демонстрируется при помощи столбцов относительной погрешности. В схеме №2 (схема с большим количеством узлов) наименьшие погрешности получились при точности расчета 0.5.

Литература

1. Вычислительные модели потокораспределения в электрических системах: монография / Б.И. Аюев, В.В. Давыдов, П.М. Ерохин, В.Г. Неуймин; под ред. П.И. Бартоломея. - М. : Флинта: Наука, 2008. - 256 с. : ил.
2. Программный комплекс «RastrWin3» Руководство пользователя / В.Г. Неуймин, Е.В. Машалов, А.С. Александров, А.А. Багрянцев, Д.М. Максименко, С.С. Богданов - Екатеринбург : 2020. - 331 с. : ил.