

УДК 621.311:017

ОПТИМИЗАЦИЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ В УСЛОВИЯХ ПРИМЕНЕНИЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ ГЕНЕРАЦИИ

Грайцевич Е.Г.

Научный руководитель – м.т.н., ст. преп. Гецман Е.М.

В настоящее время прогресс развития современной энергетики происходит в соответствии с изменениями мирового уклада путем перехода от централизованных энергосистем к клиентоориентированным. В будущем энергетическая система должна будет иметь как крупные источники генерации, так и источники распределенной генерации на основе малых и возобновляемых источников энергии. В электрические сети очень активно внедряются новые технологии, такие как распределенная генерация (РГ) [1], статические управляемые конденсаторы, сверхпроводниковые кабельные линии и др.

В Беларуси актуально использование распределительных сетей на основе газотурбинных и газопоршневых электростанций. Они имеют ряд достоинств в сравнении с электростанциями, ориентированными на централизованную передачу энергии:

- расположение генераторных установок непосредственно в зоне потребления энергии;
- относительно малые капиталовложения и сроки строительства станции, что обеспечивает сравнительно небольшой период окупаемости;
- возможность для выработки как электрической, так и тепловой энергии;
- высокий КПД.

Одной из основных причин строительства собственных генераторных установок и объектов распределенной генерации является необходимость оптимального резервирования электроснабжения важнейших потребителей на период максимальной нагрузки энергосети и при аварийных ситуациях в электроэнергетической системе.

Для двигательной нагрузки наиболее значимыми показателями являются отклонения напряжения от номинального и отклонение частоты. Отмеченные показатели могут находиться в допустимых пределах на шинах ГПП, но выходить за эти пределы на шинах конечных потребителей, что недопустимо. В связи с этим актуальной задачей является разработка мер по поддержанию качества электроэнергии на шинах конечного потребителя.

РГ представляет собой расположение дополнительных источников электроэнергии очень близко от потребителей. Их мощность выбирается исходя из предполагаемой мощности конечного потребителя с учетом имеющихся ограничений (экологических, технологических, правовых и т. д.) и может находиться в широком диапазоне (от двух до нескольких сотен киловатт). При всем этом потребитель остается включенным в общую электросеть

Рассмотрим вопрос влияния источников распределенной генерации на изменение параметров сети. На рисунке 1. представлена схема исследуемого участка электрической сети, состоящая из 2 подстанций, 7 линий

электропередач, 6 узлов нагрузки. Марка и длина каждой линии электропередач указаны на рисунке.

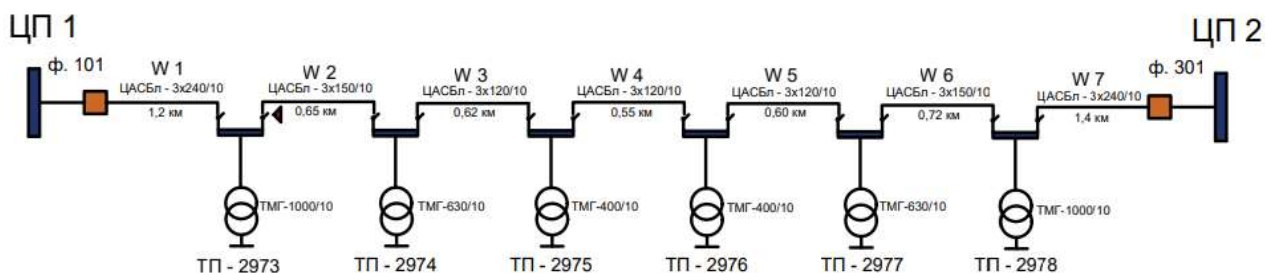


Рисунок 1 – Участок схемы сети без распределенной генерации

Исходные данные по элементам сети приведены в таблицах 1 и 2. Данный участок сети не имеет источников распределенной генерации.

Таблица 1 – Исходные данные по центрам питания

Наименование шин ВН ЦП	Наименование шин НН ЦП	$U_{ном}$ шин НН, кВ	$U_{расч}$, кВ	$\cos\varphi$	$R_{сист}$, Ом	$X_{сист}$, Ом	$I_{доп.тр}$, А
ЦП 1В	ЦП 1	10	10,5	0,9	0,12	1,43	400
ЦП 2В	ЦП 2	10	10,5	0,9	0,12	1,43	400

Таблица 2 – Исходные данные по узлам сети

Наименование узла	Тип трансформатора	$I_{нвн}$, А	$K_{тр}$	$R_{тр}$, Ом	$X_{тр}$, Ом	$P_{хх}$, кВт	$Q_{хх}$, квар
ТП-2973	ТМГ-1000	22,903	26,25	1,952	8,581	1,9	17
ТП-2974	ТМГ-630	17,127	26,25	3,064	13,628	1,25	10,71
ТП-2975	ТМГ-400	12,548	26,25	5,5	17,139	0,9	7,2
ТП-2976	ТМГ-400	11,734	26,25	5,5	17,139	0,9	7,2
ТП-2977	ТМГ-630	16,321	26,25	3,064	13,628	1,25	10,71
ТП-2978	ТМГ-1000	23,365	26,25	1,952	8,581	1,9	17

Таблица 3 – Обобщенные показатели по ЦП

Наименование ЦП	Потери активной мощности						Суммарная нагрузка	Ток ЦП	Загрузка ЦП	Пропуск мощности
	Трансформаторов ТП				линий					
	Нагрузочные		ХХ		кВт	%				
	кВт	%	кВт	%						
ЦП 1В ЦП 1	3,072	0,848	1,9	0,525	0,255	0,07	357,022	23,025	0,058	362,249
ЦП 2В ЦП 2	13,212	1,024	6,2	0,481	6,62	0,481	1264,146	81,493	0,204	1290,177
Сумма	16,284	1,872	8,1	1,006	6,875	0,551	1621,168	-	-	1652,426

Анализ нормального режима работы показал, что напряжение на шинах наиболее удаленного потребителя остается в границах предельно допустимых отклонений ($\pm 10\%$ $U_{ном}$), а наибольшее падение напряжения наблюдается на линиях W4 и W3 (участки ТП-2976–ТП-2975 и ТП-2975–ТП-2974 соответственно).

В качестве альтернативного варианта рассмотрен режим для обеспечения бесперебойного питания нагрузки ТП-2973, установленная мощность составляет 357,022 кВт и ТП-2978 равная 364,224 кВт, при котором источник распределенной генерации (в данном случае 2 газопоршневые установки) мощностью по 400 кВт присоединены к узлам. Участок схемы представлен на рисунке 2.

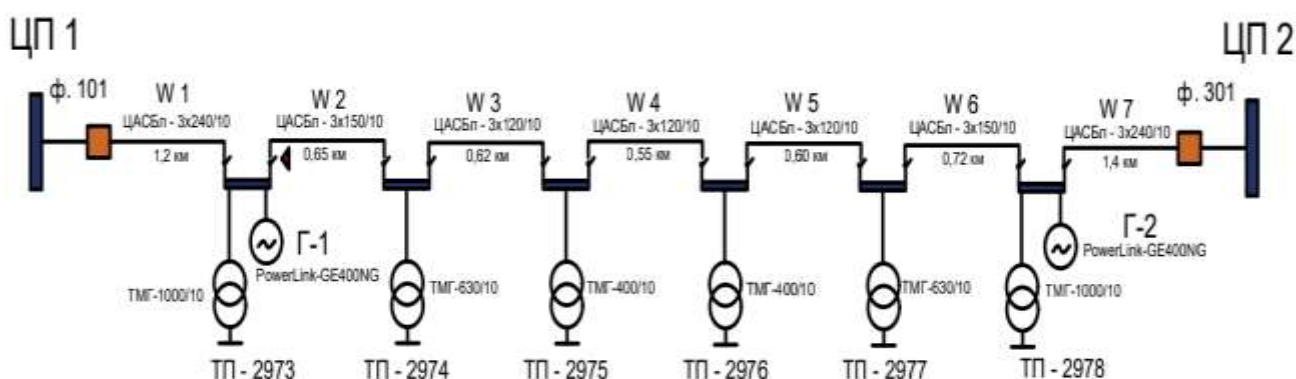


Рисунок 2 – Участок схемы сети с распределенной генерацией

На рисунках 3–5 представлены графики, на которых сравниваются потери мощности и напряжения нормального режима и распределенной генерации.

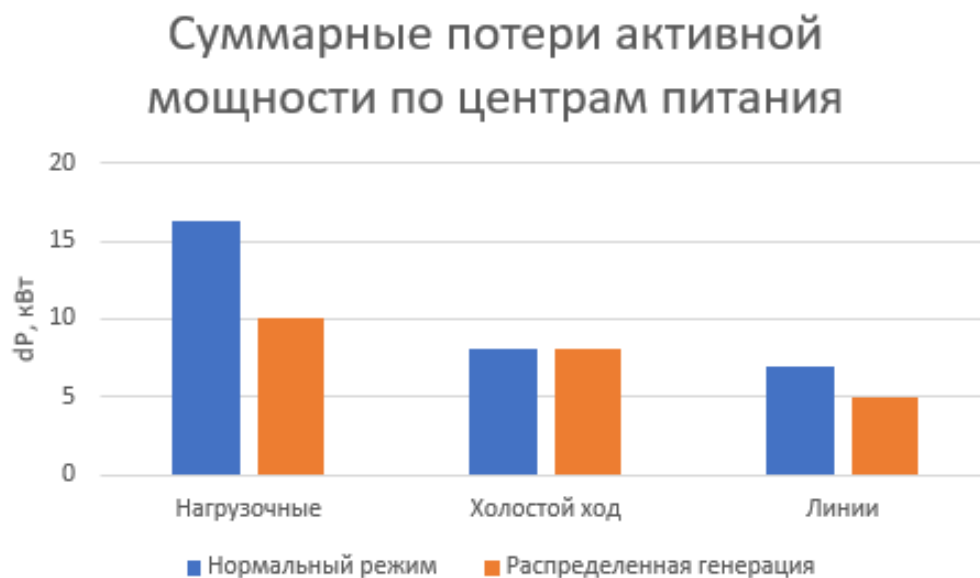


Рисунок 3 – Сравнение суммарных потерь в ЦП



Рисунок 4 – Сравнение суммарных потерь в линейных ТП

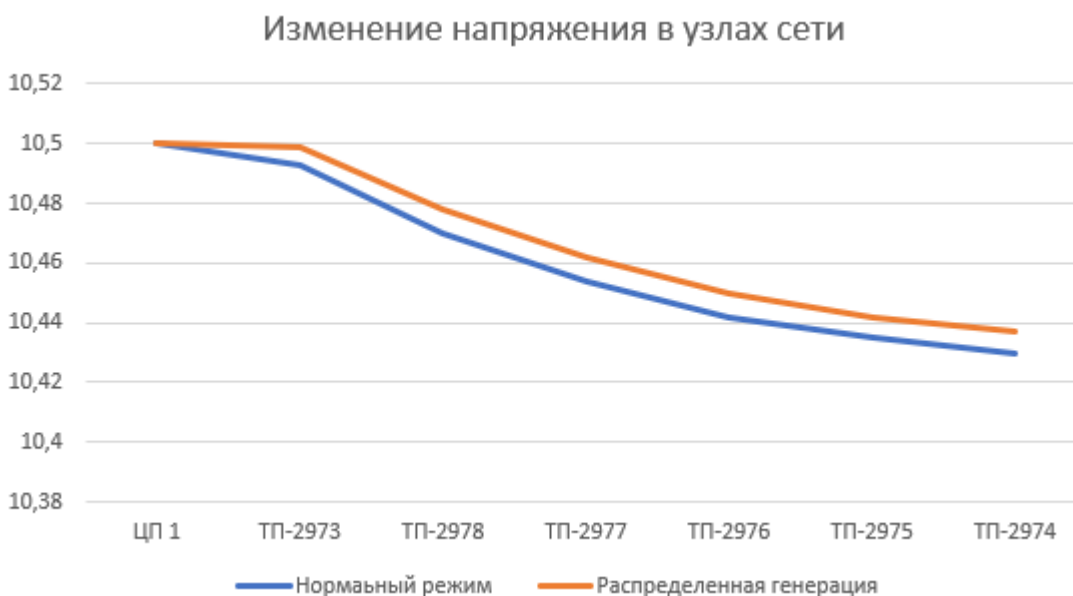


Рисунок 5 – Сравнение изменения напряжения в узлах

Из результатов расчета, распределенная генерация оказывает влияние на параметры сети и с ее помощью можно оптимизировать сеть. Удалось уменьшить нагрузочные потери трансформаторов в процентах, потери мощности в линиях. Но при этом увеличилась процентная доля потерь холостого хода. Также удалось незначительно уменьшить потери напряжения на всем участке сети.

Важной составляющей оптимизации сетей с распределенной генерацией служит непосредственно размещение самих источников. Выбор месторасположения объектов малой генерации представляет собой комплексную задачу. Важными параметрами при выборе места установки источников генерации является снижение суммарных потерь и стабилизации уровней напряжения.

Внедрение новых технологий в существующие электрические сети, такие как распределенная генерация, БСК и сверхпроводниковые кабельные линии,

позволяет сократить потери электроэнергии, повысить уровни напряжения и разгрузить линии электропередач. Наилучший эффект наблюдается при внедрении сверхпроводящих линий электропередач; кроме того, использование данного компонента дает еще несколько преимуществ: нет необходимости в регулировании величины активной или реактивной мощности, нет обратных потоков мощности или перекомпенсации реактивной мощности, что требует не замены устройств релейной защиты, а лишь ее перенастройки.

Литература

1. Abdolreza Sadighmanesh, Kazem Zare, Mehran Sabahi. Distributed Generation unit and Capacitor Placement for Loss Voltage profile and ATC Optimization. *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*. 2012; 2(6): 774-780.
2. Фурсанов М.И. Определение и анализ потерь электроэнергии в электрических сетях энергосистем. Мн.: УВИЦ при УП “Белэнергосбережение”, 2006.
3. Железко Ю.С. Выбор мероприятий по снижению потерь электроэнергии в электрических сетях: Руководство для практических расчетов. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 176 с.
4. Попова О.М. Пакет программ для анализа развития электрических сетей с использованием геоинформационных технологий / О.М. Попова, В.Р. Такайшвили, В.В. Труфанов. – Иркутск: Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН, 2001. – 27с.
5. Беляев Л.С. Энергетика XXI века: условия развития, технологии, прогнозы Л.С. Беляев, А.В. Лагерев, В.В. Посекалин; отв. ред. Н.И. Воропай – Новосибирск: Наука, 2004. – 386 с.