

Энергосберегающие трансформаторы ТМГ12 и ТМГ32

В связи с общемировой тенденцией к удорожанию энергоресурсов становится особенно актуальными вопросы снижения потерь электроэнергии в распределительных трансформаторах, составляющих большую часть парка всех электрических силовых трансформаторов.

По результатам анализа технических характеристик трансформаторов ведущих мировых производителей и изменения стоимости электроэнергии ОАО «МЭТЗ ИМ. В.И. КОЗЛОВА» принято решение по разработке и освоению производства энергосберегающих трансформаторов ТМГ новой серии – ТМГ12 и ТМГ32 (катушка НН выполнена не из алюминиевого провода, а из алюминиевой фольги). В дальнейшем будем рассматривать на примере ТМГ12.

Данные трансформаторы имеют самый низкий уровень потерь холостого хода и короткого замыкания из всех серийно выпускаемых в СНГ силовых трансформаторов общего назначения и выбран в соответствии с рекомендациями Европейского комитета по электротехнике (CENELEC). Они также имеют сниженный уровень скорректированной звуковой мощности. Таким образом, трансформаторы данной серии являются энергосберегающими и малозумными.

Аналоги данной серии трансформаторов выпускаются ведущими мировыми производителями (SIEMENS, ABB, AREVA).

В Западной Европе на тендерах по закупке трансформаторов уже давно используется подход к подсчету цены, учитывающий в цене потери за весь срок службы трансформатора, очень большой интерес к данным трансформаторам проявляют белорусские и российские (Москва, Новосибирск) предприятия.

Технические характеристики трансформаторов этой серии – ТМГ12-250/10-У1(ХЛ1), ТМГ12-400/10-У1(ХЛ1), ТМГ12-630/10-У1(ХЛ1), ТМГ12-1000/10-У1(ХЛ1) и ТМГ12-1250/10-У1(ХЛ1) их выгодность для потребителей, срок окупаемости по отношению к трансформаторам ТМГ11 при разных графиках нагрузки с учетом существующих тарифов на электроэнергию и тарифов на заявленную мощность приведены в приложении.

Более низкий уровень потерь и шума достигается за счет вложения материалов, однако увеличение стоимости трансформатора (ΔC_t) за счет этого очень быстро окупается.

Например, даже для среднесуточной загрузки 0,7:

- **для мощности 400 кВА:**
 1. разница в цене (примерно **19,6** тыс.рос. руб. по сравнению с трансформатором ТМГ11) окупится примерно за **1** год.
 2. годовая экономия электроэнергии составит **6,2** тыс кВт·ч
- **для мощности 630 кВА:**
 1. разница в цене (примерно **24,1** тыс.рос. руб. по сравнению с трансформатором ТМГ11) окупится примерно за **1,45** года.
 2. годовая экономия электроэнергии составит около **5,3** тыс кВт·ч
- **для мощности 1000 кВА:**
 1. разница в цене (примерно **34,9** тыс.рос. руб. по сравнению с трансформатором ТМГ11) окупится примерно за **2,83** года
 2. годовая экономия электроэнергии составит более **3,9** тыс кВт·ч

Иллюстрация - В год по России продается около 1200 трансформаторов 400 кВА, и около 1900 трансформаторов 630 кВА и около 1000 трансформаторов 1000 кВА. Приобретая трансформаторы ТМГ12 вместо ТМГ11 по самым скромным подсчетам можно сэкономить почти **21,4** млн кВт·ч. в год.

По энергетике это соизмеримо с работой более 11 мини-ГЭС (так мини-ГЭС мощностью 260 кВт работая на полную проектную мощность за 365 дней (год) вырабатывает примерно **22,8** млн кВт·ч. Но их строительство обойдется примерно 10 x **520** тыс. долларов США = **5,2** млн. долларов США, на протяжении всего срока службы потребуются их обслуживание.

За 1200+1900+1000 трансформаторов ТМГ12 надо будет заплатить больше, чем за 1200+1900+1000 трансформаторов ТМГ11 примерно на **104** млн. рос. руб. (или на **3,6** млн. млн. долларов США) больше. Данная сумма окупиться за **1,55** года, по истечении срока окупаемости эти 1200+1900+1000 трансформаторов будут приносить эффект ежегодно более **67** млн. рублей. Ежегодно, на протяжении всего срока службы (не менее 25 лет) они будут экономить в народном хозяйстве почти столько электроэнергии сколько ее вырабатывают указанные выше 10 мини-ГЭС. И это не потребует дополнительных затрат на эксплуатацию, отвод земли и т.д (как в случае с мини-ГЭС).

Данные показатели становятся еще более привлекательными при более высокой средней загрузке трансформаторов, при увеличении цены на электроэнергию более высокими темпами, чем на материалы.

Учитывая высокий уровень изношенности электротехнического оборудования (более 60%) и необходимости повышения надежности электроснабжения можно прогнозировать и дальнейший спрос на силовые трансформаторы а учитывая общемировые тенденции к энергосбережению, мы считаем, что выбирать нужно ТМГ12.

Сравнительная таблица параметров трансформаторов серии ТМГ11 и ТМГ12 для оценки энергосберегающего и экологического эффекта:

	Характеристики	ТМГ11-400/10-У1(ХЛ1)	ТМГ12-400/10-У1(ХЛ1)
1	Мощность, кВ·А	630	630
2	Потери холостого хода, кВт	0,83	0,61
3	Потери короткого замыкания, кВт	5,6	4,6
4	Уровень шума, дБА	70	61
5	Стоимость, руб. РФ	С	С+19600
	Характеристики	ТМГ11-630/10-У1(ХЛ1)	ТМГ12-630/10-У1(ХЛ1)
1	Мощность, кВ·А	630	630
2	Потери холостого хода, кВт	1,06	0,8
3	Потери короткого замыкания, кВт	7,45	6,75
4	Уровень шума, дБА	70	61
5	Стоимость, руб. РФ	С	С+24100
	Характеристики	ТМГ11-1000/10-У1(ХЛ1)	ТМГ12-1000/10-У1(ХЛ1)
1	Мощность, кВ·А	1000	1000
2	Потери холостого хода, кВт	1,4	1,1

3	Потери короткого замыкания, кВт	10,8	10,5
4	Уровень шума, дБА	73	64
5	Стоимость, руб. РФ	С	С+34900

Пример расчета экономии от использования трансформатора мощностью 400 кВА серии ТМГ12 по сравнению с трансформатором серии ТМГ11:

		ТМГ11	ТМГ12	
1	Мощность трансформатора	400	400	кВ·А
2	Потери холостого хода	0,83	0,61	кВт
3	Потери короткого замыкания	5,6	4,6	кВт
4	Тариф	2,75	2,75	Рос.руб./кВт·ч
5	Коэффициент загрузки (средний)	0,7	0,7	
6	Тариф за заявленную мощность в час пик (за кВт)	295,7	295,7	Рос.руб./кВт
7	Оплата за год	98,7	79,1	тыс. рос. руб
	Расход эл. энергии на потери в тр-ре (за год)	31308	25089	кВт·ч

ГОДОВАЯ ЭКОНОМИЯ НА ПОТЕРЯХ В ТРАНСФОРМАТОРЕ ДЛЯ НАГРУЗКИ $\beta = 0,7$ СОСТАВИТ:

- **ОКОЛО 6,2 ТЫС. КВТ·Ч**
- **более 19,6 тыс. рос. рублей**

Пример расчета экономии от использования трансформатора мощностью 630 кВА серии ТМГ12 по сравнению с трансформатором серии ТМГ11:

		ТМГ11	ТМГ12	
1	Мощность трансформатора	630	630	кВ·А
2	Потери холостого хода	1,06	0,8	кВт
3	Потери короткого замыкания	7,45	6,75	кВт
4	Тариф	2,75	2,75	Рос.руб./кВт·ч
5	Коэффициент загрузки (средний)	0,7	0,7	
6	Тариф за заявленную мощность в час пик (за кВт)	295,7	295,7	Рос.руб./кВт
7	Оплата за год	130,1	113,4	тыс. рос. руб
	Расход эл. энергии на потери в тр-ре (за год)	41264	35982	кВт·ч

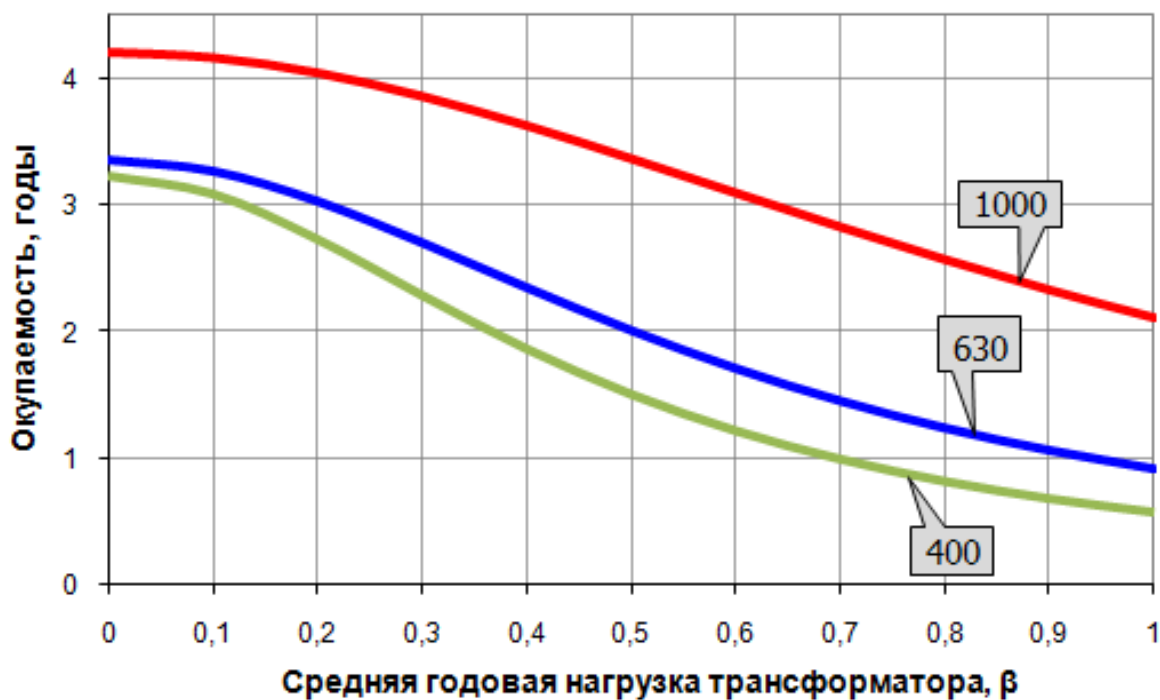
ГОДОВАЯ ЭКОНОМИЯ НА ПОТЕРЯХ В ТРАНСФОРМАТОРЕ ДЛЯ НАГРУЗКИ $\beta = 0,7$ СОСТАВИТ:

- **ОКОЛО 5,3 ТЫС. КВТ·Ч**
- **более 16,7 тыс. Рублей**

Пример расчета экономии от использования трансформатора мощностью 1000 кВА серии ТМГ12 по сравнению с трансформатором серии ТМГ11:

		ТМГ11	ТМГ12	
1	Мощность трансформатора	1000	1000	кВ·А
2	Потери холостого хода	1,4	1,1	кВт
3	Потери короткого замыкания	10,8	10,5	кВт
4	Тариф	2,75	2,75	Рос.руб./кВт·ч
5	Коэффициент загрузки (средний)	0,7	0,7	
6	Тариф за заявленную мощность в час пик (за кВт)	295,7	295,7	Рос.руб./кВт
7	Оплата за год	184,4	172,5	тыс. рос. руб
	Расход эл. энергии на потери в тр-ре (за год)	58622	54706	кВт·ч

ЗАВИСИМОСТЬ СРОКА ОКУПАЕМОСТИ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ИНВЕСТИЦИЙ НА ТРАНСФОРМАТОРЫ ТМГ12 ПО ОТНОШЕНИЮ К ТРАНСФОРМАТОРАМ ТМГ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СРЕДНЕЙ НАГРУЗКИ



Примечание.

Цены на электроэнергию приняты действующие на территории РБ (но сконвертированы в российский рубль)

Для расчета эффекта по другим возможным схемам – базой все равно будут служить потери холостого хода и короткого замыкания.

Для справки – в трансформаторе выделяются каждый час потери (кВт):

$$P = P_{xx} + \beta^2 \cdot P_{кз}$$

где

P_{xx} – потери холостого хода, кВт

$P_{кз}$ – потери короткого замыкания, кВт

β - коэффициент загрузки трансформатора (при номинальной нагрузке равен 1)