

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЗАГУБИТЕ В ТРАНСФОРМАТОРА И КАБЕЛИ СРЕДНО НАПРЕЖЕНИЕ НА „БАЛКАНКЕРАМИК“ АД

Мартина Томчева, Иван Петров

mtomcheva@vtu.bg, ivanpetrov60@abv.bg

Висше транспортно училище „Тодор Каблешков”

гр. София, ул. „Гео Милев” 158

РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ

Ключови думи: загуби в трансформатора, трансформатори

Резюме: През последните няколко месеца цената на електроенергията се увеличи многократно, съответно и разходите на предприятието „Балканкерамик“ АД се увеличиха в пъти. Това е актуален проблем, който е разгледан в настоящия доклад, като е обърнато внимание на загубите в трансформатора при съществуващия товар.

В доклада са разгледани видовете трансформатори според предназначението, според охлаждането, според вида на пренасяне на величините, според устройството, според галваничното разделяне и според преводното отношение. Разгледани са начините за определяне на загубите в трансформаторите. Описан е регламента, който предлага, според годината на производство, загубите на празен ход и късо съединение.

В „Балканкерамик“ АД е използван захранващ понижаващ трансформатор с мощност 630 kVA, с маслено охлаждане. Допълнително за направените измервания са монтирани токови трансформатори 800/5 за отчитане загубите на трансформатора.

Направени са товарови диаграми – дневни и месечни на потребление на електрическа енергия на трансформатора и на енергопотребителите на „Балканкерамик“ АД. Определени са загубите в трансформатора в работни и в празнични дни. Измерена е активната, реактивната и капацитивната мощност на трансформатора. Изчислени са загубите в кабели средно напрежение 20 kV.

Целта на доклада е определяне загубите в трансформатора и кабели средно напрежение при определяне на цената на енергопотребителите, като е направен анализ и са дадени препоръки за намаляване загубите.

1. Въведение

„Балканкерамик“ АД се намира на територията на район Нови Искър-София. Фирмата е наследник на Държавен Керамичен Завод – Нови Искър и е собственост на “СИНЕРГОН ХОЛДИНГ” АД.

Оборудван с най-съвременна техника и ползващ най-новите технологии, завода разполага с напълно автоматизирана линия за производство на бетонни керемиди и аксесоари за цялостно комплексно изграждане на покривни системи, както и автоматизирана линия за производство на качествени бетонови изделия.

Актуалността на проблема представлява, че през последните няколко месеца цената на електроенергията се увеличи многократно, съответно и разходите на

предприятието „Балканкерамик“ АД се увеличиха в пъти. С нарастване на цените на електроенергията от огромно значение са загубите в трансформатора, съответно и загубите в кабелните линии.

За тази цел е необходимо да бъдат монтирани токови трансформатори, с които да бъдат определени загубите в трансформатора и кабели средно напрежение.

Трансформаторът е статично електромагнитно устройство за преобразуване на основните параметри на електрическата енергия – напрежение и ток.

В трансформатора съществуват следните видове загуби: съпротивителните загуби в проводника, загуби от паразитните капацитети, загуби от вихрови токове и загуби от хистерезис, допълнителни загуби, създадени от хармоници, загуби от разсейване на магнитния поток и загуби, които могат да се отнесат най-вече към по-големите трансформатори – загуби от охлаждане или допълнителни загуби, причинени от използването на охлаждащо оборудване, като вентилатори и помпи.

2. Обект на изследването

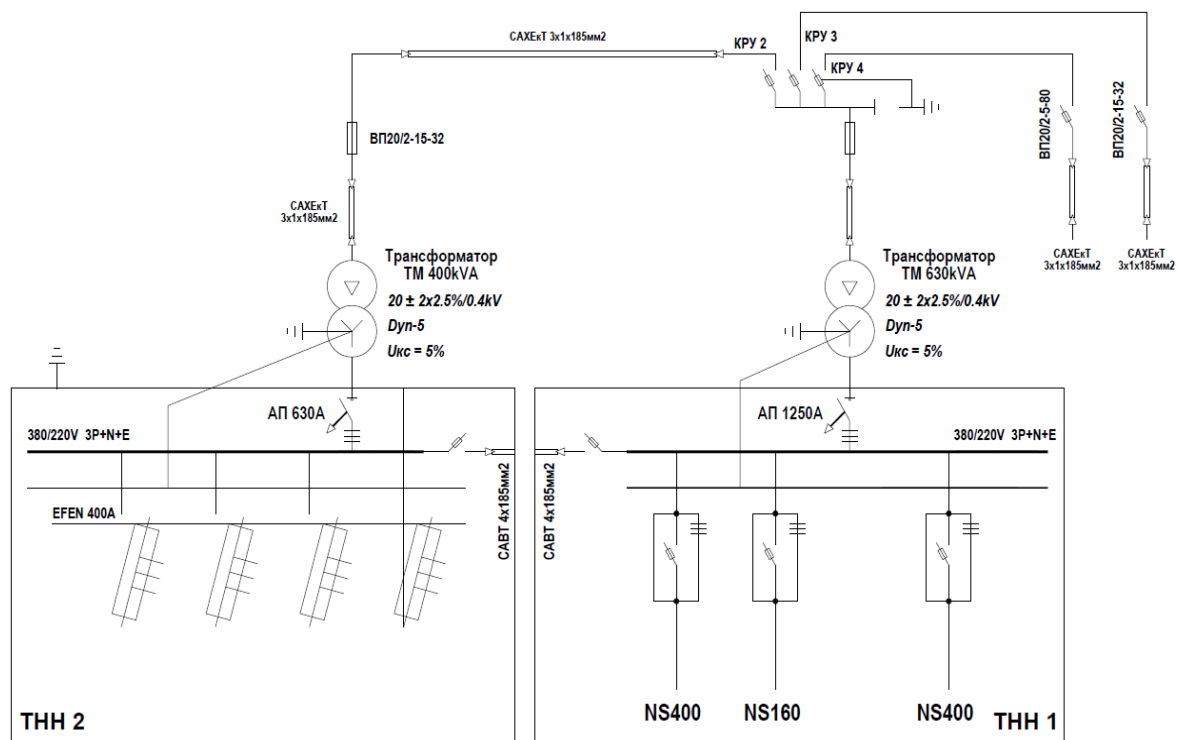
Обект на изследването е „Балканкерамик“ АД. Енергийната система на „Балканкерамик“ се осъществява от Подстанция на Ср.Н. 20 kV и два трафопоста.

В „Балканкерамик“ АД се използва маслен понижаващ трансформатор СН/НН с мощност 630 kVA, произведен 2014 г.

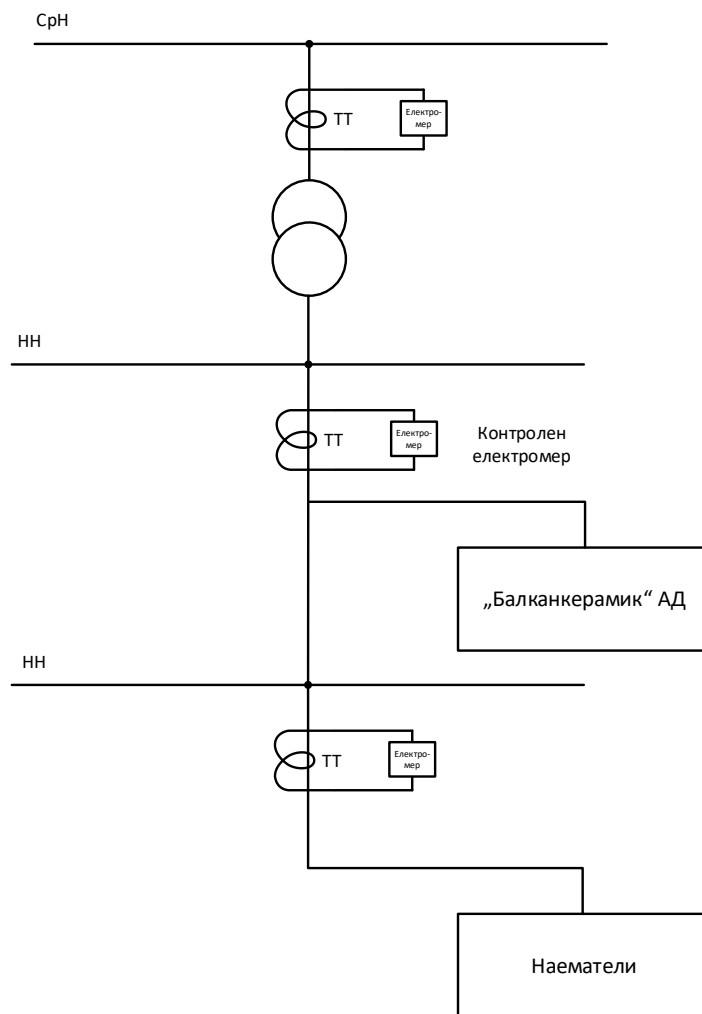
Опитната постановка за измерване представлява токови трансформатори 800/5, монтирани на шинната система на трансформатора на страна Н.Н.

Схемата на захранване средно напрежение е показана на фиг. 1.

На фиг. 2 е показана блокова схема на свързване на токовите трансформатори, дадени са шини средно и ниско напрежение и енергопотребителите.



Фиг. 1. Обща еднолинейна схема на електрозахранването на „Балканкерамик“ АД



Фиг. 2. Блокова схема на „Балканкерамик“ АД

В следващите таблици са дадени данни за загубите на късо съединение и на празен ход на силови понижаващи трансформатори СН/НН с мощност от 25 kVA до 1600 kVA, съгласно РЕГЛАМЕНТ (ЕС) № 548/2014 НА КОМИСИЯТА от 21 май 2014 година за прилагане на Директива 2009/125/ЕО на Европейския парламент и съгласно БДС 5034:1974, са дадени в табличен вид.

1. Маслени понижаващи трансформатори СН/НН с мощност от 25 kVA до 1600 kVA произведени след 2015 година. Данните за загуби на късо съединение и на празен ход (W) за трифазни средно силови трансформатори, потопени в течност, едната намотка на които е с $U_m \leq 24$ kV, а другата намотка — с $U_m \leq 1.1$ kV.

Таблица 1. Данни за загуби на късо съединение и на празен ход (W) за трифазни силови трансформатори след 2015 г.

Номинална мощност (KVA)	Загуби на късо съединение Pk(W)	Загуби на празен ход Po(W)
≤25	900	70
50	1100	90
100	1750	145
160	2350	210
250	3250	300
315	3900	360

400	4600	430
500	5500	510
630	6500	600
800	8400	650
1000	10500	770
1250	11000	950
1600	14000	1200

2. Понижаващи трансформатори СН/НН с мощност от 25 kVA до 1600 kVA произведени преди 2015 година. Норми за контрол на загубите на празен ход (п.х.) и късо съединение (к.с.) за трансформатори от 25 kVA до 1600 kVA. Прилага се за трансформатори произведени преди 2015 година.

Таблица 2. Данни за загуби на късо съединение и на празен ход (W) за трифазни силови трансформатори преди 2015 г.

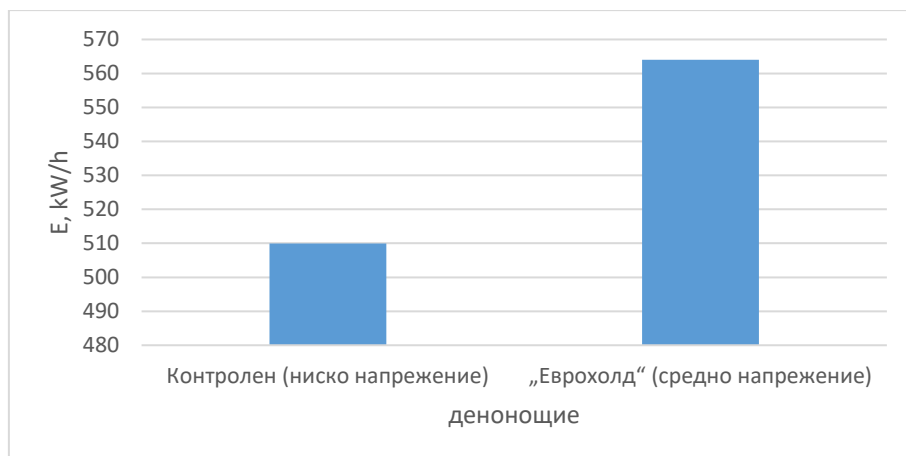
Номинална мощност (KVA)	Максимални загуби на късо съединение РК (във W)(*)	Максимални загуби на празен ход P ₀ (във W)(*)
≤25	680	135
63	1350	300
100	1800	400
160	2500	550
250	3500	780
400	5000	1100
630	7200	1580
800	8700	1950
1000	10500	2270
1250	12500	2770
1600	15500	3400

3. Резултати от измерването

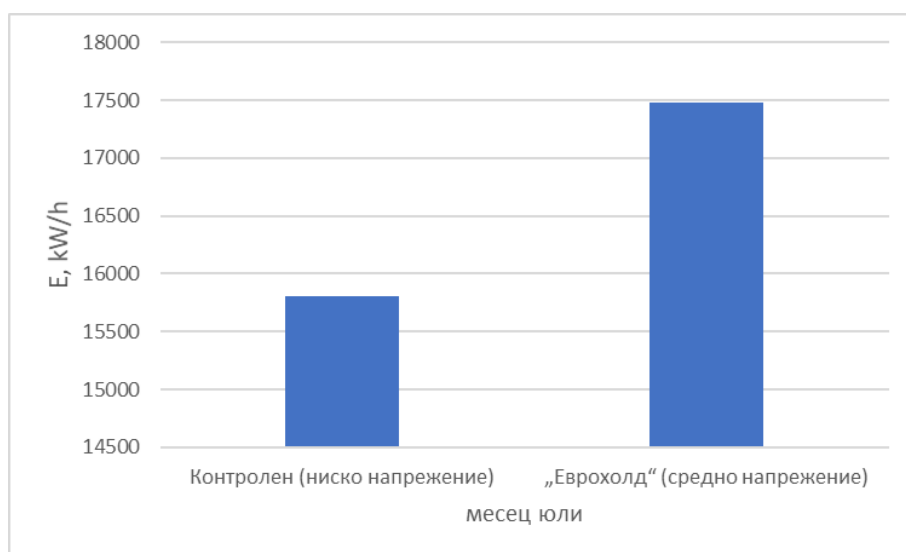
В таблицата са дадени показанията на контролния електромер, поставен за измерване на ниската страна на трансформатора в рамките на месец юли, както и показанията от електромера на „Еврохолд България“ АД на средно напрежение.

Таблица 3. Данни от електропотреблението на потребителите

Електромер	Консумирана енергия средно на ден [kW/h]	Консумирана енергия за месец юли [kW/h]
Контролен (ниско напрежение)	509,9	15808
„Еврохолд“ (средно напрежение)	564	17484



Фиг. 3 Товарова диаграма на енергопотреблението за едно денонощие от месец юли



Фиг. 4 Товарова диаграма на енергопотреблението за месец юли

Получената разлика от електромерите, която е 1676 kW/h включва загубите в трансформатора и в кабел средно напрежение 20 kV, който е около 150 m.

Ако приемем, че загубите в трансформатора, съгласно табл. 2, са 1580 W, то за един месец загубите са около 49 kW, т.е 1176 kW/h.

Остатъка представляват загубите в кабели средно напрежение, което е от порядъка на 500 kW/h за един месец.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ПРЕПОРЪКИ

Понижаващи трансформатори СН/НН с мощност от 25 kVA до 1600 kVA произведени преди 2015 година. Норми за контрол на загубите на празен ход (п.х.) и късо съединение (к.с.) за трансформатори от 25 kVA до 1600 kVA – съгласно БДС 5034:1974. Прилага се за трансформатори произведени преди 2015 година. Какъвто е в нашия случай при 630 kVA/20 kV загубите на празен ход на трансформатора са 1580 W.

Според направените измервания и изчисления загубите в трансформатора са 1176 kW/h, което отговаря на препоръчаните стойности в регламента. Те представляват около 7 % загуби в трансформатора.

Загубите в кабели средно напрежение, което е от порядъка на 500 kW/h за един месец, което е около 16 kW/h за един ден и представлява около 3 % загуби за един месец. Това се обуславя от дължината на трасе средно напрежение.

Препоръки:

- Трябва да се монтира комплексно комутиращо устройство (ККУ) около 100 kW за компенсация на реактивна мощност с цел да се намалят загубите и ценовите глоби;
- Могат да се направят инвестиции за подмяна на трансформатор, произведен след 2015 г., при който загубите ще бъдат по-малки;
- Ако се прецени, че електропотреблението няма да се промени в дългосрочен план е възможно да се подмени с трансформатор 400 kVA.;
- Кабелите средно напрежение могат да се свържат в паралел, но ще се загуби резервирането на страна на средно напрежение.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Бакалов З., Х. Богданов, Г. Димитров, А. Христова. Електрически мрежи и системи. ВТУ „Тодор Каблешков“, София, 2008 г.
- [2] Александров А. Електрически апарати. Печатна база ТУ, София, 1999 г.
- [3] Нормативни документи на ЕРП.
- [4] <https://balkanceramic.bg/>

RESEARCH OF LOSSES IN THE TRANSFORMER AND MEDIUM VOLTAGE CABLES OF „BALKANKERAMIK“ JSC

Martina Tomcheva, Ivan Petrov

**Todor Kableshkov University of Transport
Sofia, 158 Geo Milev Str.
THE REPUBLIC OF BULGARIA**

Key words: *transformer losses, transformers*

Abstract: *In the last few months, the price of electricity has increased many times, accordingly, the expenses of the company "Balkankeramik" AD have increased many times. This is a current issue that is addressed in this report, with attention paid to losses in the transformer at the existing load.*

The report examines the types of transformers according to purpose, according to cooling, according to type of quantity transfer, according to device, according to galvanic separation and according to translation ratio. The ways of determining losses in transformers are considered. The regulation is described, which offers, according to the year of manufacture, the no-load and short-circuit losses.

In „Balkankeramik“ JSC, a power step-down transformer with a power of 630 kVA, with oil cooling, is used. In addition to the measurements made, current transformers 800/5 were installed to account for transformer losses.

Load diagrams have been made - daily and monthly of electricity consumption of the transformer and of the energy consumers of „Balkankeramik“ JSC. Losses in the transformer on working days and on holidays are determined. The active, reactive and capacitive power of the transformer was measured. Losses in 20 kV medium voltage cables are calculated.

The purpose of the report is to determine the losses in the transformer and medium voltage cables when determining the price of energy consumers, an analysis has been made and recommendations have been made to reduce the losses.