

С. С. Амирова, Л. Х. Мифтахова, С. Н. Кандаков,  
А. А. Исаев

## РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ ДЛЯ ЦЕМЕНТНОГО ЗАВОДА

*Ключевые слова: энергосбережение, проектирование систем электроснабжения, трансформатор, воздушная линия, энергосберегающие мероприятия.*

*Исследованы энергосберегающие мероприятия для цементного завода. В ходе проведенного энергоаудита были выявлены пути снижения энергопотерь – замена трансформаторов и ламп освещения. Были проведены расчеты по экономии электроэнергии после внедрения энергосберегающих мероприятий.*

*Keywords: energy conservation, design of power supply systems, transformers, air line, energy-saving measures.*

*Investigated energy-saving measures for the cement plant. During the energy audit identified ways to reduce energy waste - replacing transformers and incandescent lighting. Were calculated to save energy after the implementation of energy saving measures.*

Энергосбережение как система правовых, организационных, научных, производственных, технических и экономических мер направлено не только на эффективное использование первичных энергетических ресурсов, но и на вовлечение в хозяйственный оборот для снижения потребления органического топлива нетрадиционных и возобновляемых источников энергии [1].

Внедрение новых энергоемких технологических процессов и повышение общего технологического уровня производства цемента вызывает необходимость значительного повышения уровня надежности электрооборудования и экономичного использования электрической энергии.

Исследуемое предприятие снабжается электрической энергией по двухцепной воздушной линии – 110 кВ. По условиям бесперебойности электроснабжения данное предприятие относится к потребителям 2-ой категории, но имеются потребители и 1-ой категории.

Потребителями электрической энергии на предприятии, в основном, являются приводные асинхронные (АД) и синхронные (СД) электродвигатели технологического оборудования (компрессоры, нагнетатели, пневмонасосы, вентиляторы высокого давления, мешалки и т.д.)

Известно, что основными источниками электроснабжения промышленных предприятий являются энергосистемы. Для повышения эффективности системы электроснабжения и экономии электроэнергии при ее проектировании следует стремиться к сокращению числа ступеней трансформации, повышению напряжения питающей сети, внедрению подстанций без выключателей с минимальным количеством оборудования, применению магистральных линий и токопроводов. Если при взаимном расположении производств, оптимальное число понизительных подстанций 35...220/6... К) кВ оказывается больше единицы, то по территории предприятия следует проложить воздушную линию (ВЛ) или кабельную вставку с ответвлениями к подстанциям глубокого ввода (ПГВ), которые располагают в центрах нагрузок групп цехов, территориально обособленных на

данном предприятии. При этом распределительные с устройства напряжением 6..10 кВ ПГВ используют в качестве распределительных пунктов (РП) цехов. [2].

Анализируемый цементный завод расположен от источника питания на расстоянии 10км, потребляемая мощность более 20МВА. Рациональное напряжение первой ступени распределения электроэнергии 110кВ. На предприятии имеются в наличии электроприемники на напряжение 10 кВ, поэтому на второй ступени напряжение 10 кВ. [3]

Энергоаудит цементного завода показал, что мероприятия по энергосбережению целесообразно проводить по двум направлениям:

1. Замена менее эффективных трансформаторов на наиболее экономически целесообразные с понижающими потерями активной мощности.
2. Замена ламп освещения на энергосберегающие.

Замене трансформатора на цеховой подстанции, исходя из целей энергосбережения, предшествовал расчет двух вариантов трансформатора ТС3-400/10 и ТМ-1000/10.

Коэффициент загрузки в нормальном режиме при расчетной мощности  $S=543.7$  кВА:

$$K_{3,400} = 543,7/400*2=0,67;$$

$$K_{3,1000} = 543,7/1000*2=0,27.$$

Коэффициент загрузки при аварийном режиме:

$$K_{3,ав.400} = 543,7/400=1,35;$$

$$K_{3,ав.1000} = 543,7/1000=0,54.$$

Экономичный режим для ТС3:

$$\Delta Q_{xx} = S * I_{xx}/100=400*3/100=12 \text{ кВАр};$$

$$\Delta Q_{кз} = S * U_{кз}/100=400*5,3/100=21,3 \text{ кВАр};$$

( $I_{xx}$  – ток холостого хода;  $U_{кз}$  – напряжение короткого замыкания;  $S$  - мощность).

Приведенные потери мощности холостого хода и короткого замыкания трансформатора ТС3:

$$\Delta P'_{xx} = \Delta P_{xx} + K_{un} * \Delta Q_{xx} = 1,3+0,06*12 = 2,02 \text{ кВт};$$

$$\Delta P'_{кз} = \Delta P_{кз} + K_{un} * \Delta Q_{кз} = 5,4+0,06*21,2 = 6,6 \text{ кВт}.$$

( $K_{un} = 0,06$  кВт/кВАр – коэффициент изменения потерь;  $\Delta P_{xx}$  и  $\Delta P_{кз}$  – потери холостого хода и короткого замыкания трансформатора).

Расчеты трансформатора ТМ аналогичны:

$$\Delta P'_{xx} = 2,1 + 0,06 \cdot 14 = 2,94 \text{ кВт};$$

$$\Delta P'_{кз} = 10,5 + 0,06 \cdot 55 = 13,8 \text{ кВт}.$$

Суммарные годовые эксплуатационные расходы для ТСЗ и ТМ составили (тыс.руб.):

$$C_э = C_a + C_n = 338 + 77 = 415;$$

$$C_э = C_a + C_n = 920 + 134,2 = 1054,2.$$

( $C_a$  – годовые эксплуатационные расходы,  $C_n$  – стоимость потерь электроэнергии).

Результаты расчетов показывает, что, экономически целесообразно заменить трансформатор ТМ-1000/10 на два трансформатора ТСЗ-400/10, которые имеют ряд преимуществ:

- высокая динамическая стойкость при токах короткого замыкания. Обмотки не подвержены увлажнению и загрязнению;
- повышенная надежность. Высокая импульсная прочность сухих трансформаторов позволяет не устанавливать ограничители перенапряжения.

**Таблица 1 – Сравнительная характеристика двух типов трансформаторов**

Тип трансформатора	$K_з$	$K_{з.ав}$	$\Delta P_{xx}$ , кВт	$\Delta P_{кз}$ , кВт	Годовые экономические расходы, тыс. руб.
ТСЗ-400/10	0,67	1,35	2,02	6,6	415,3
ТМ-1000/10	0,54	0,59	2,94	13,8	1054,2

Одним из перспективных мероприятий по энергосбережению, как показали наши расчеты, является экономия энергоресурсов в освещении. [4]

Замена в электромеханическом цехе цементного завода лампы типа ДРЛ-250 на SON-NPRO 220 обеспечила экономический эффект. При 6 часовом рабочем дне и 240 смен в году потребление энергии в месяц (кВт/ч):

ДРЛ-250:

$$100 \cdot 0,32 \text{ кВт} \cdot 6 \text{ ч} \cdot 240 / 12 = 3840;$$

SON-NPRO 220:

$$100 \cdot 0,105 \text{ кВт} \cdot 6 \text{ ч} \cdot 240 / 12 = 1260.$$

Потребление энергии до замены составляло 3840 кВт/месяц; после замены составил

1260 кВт/месяц. Отсюда экономия от замены ламп ДРЛ на SON-NPRO составила:

$$3840 - 1260 = 2580 \text{ кВт/месяц}.$$

Сравнительный анализ экономии электроэнергии приведен в таблице 2.

**Таблица 2 – Сравнительная характеристика ламп двух типов**

Тип ламп	Потребление энергии, кВт/месяц	Экономия электроэнергии, кВт/месяц
ДРЛ-250	3840	2580
SON-NPRO 220	1260	

Вывод: Организация энергосберегающих мероприятий на цементном заводе (замена трансформаторов на трансформаторы с понижающими потерями активной мощности, замена ДРЛ-250 на SON-NPRO 220) позволяет получить значительную экономию электроэнергии.

### Литература

1. Практическое пособие по выбору и разработке энергосберегающих проектов. / В семи разделах. Под общей редакцией О.Л. Данилова, П.А. Костюченко, 2006. 668с.
2. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию: 2 т. / Под общей ред. А.А. Федорова. Т.2. электрооборудование.- М.: Энергоатомиздат, 1987.-592 с.; ил.
3. Справочное пособие по электрооборудованию и электроснабжению. / Под общей ред. В. Н. Шеховцов. – М.: 2009. 136с.
4. Энергосберегающие технологии в освещении. / Иванов А.В. / Эксплуатация и ремонт. 2009. №10.
5. Хафизов И.И. Этапы и трудности внедрения элементов системы менеджмента качества в образовательном учреждении высшего профессионального образования // Вестник КГТУ, Т.32, №7, 2012, с.198-201.
6. Коломоец М.В. Проблемы адаптации студентов технических специальностей в профессиональной деятельности // Вестник КГТУ, Т.15, №4, 2012, С.207-211.

© С. С. Амирова – д-р пед. наук, проф. каф. ЭТЭОП НХТИ КНИТУ, aer-nk@mail.ru; Л. Х. Мифтахова – ст. препод. той же кафедры, lina\_miftahova@mail.ru; С. Н. Кандаков – студ. НХТИ КНИТ; А. А. Исаев - студент НХТИ КНИТ, ст. лаб. каф. ЭТЭОП НХТИ КНИТУ.