

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 ТСЗ-400/10 и ТМ-1000/10. Коэффициент загрузки в нормальном

режиме при расчетной мощности $S=543.7$ кВА: $K_{з.400} = 543,7/400 \cdot 2 = 0,67$; $K_{з.1000} = 543,7/1000 \cdot 2 = 0,27$. Коэффициент загрузки при аварийном режиме: $K_{з.ав.400} = 543,7/400 = 1,35$; $K_{з.ав.1000} = 543,7/1000 = 0,54$. Экономичный режим для ТСЗ: $\Delta Q_{xx} = S \cdot I_{xx}/100 = 400 \cdot 3/100 = 12$ кВАр; $\Delta Q_{кз} = S \cdot U_{кз}/100 = 400 \cdot 5,3/100 = 21,3$ кВАр; (I_{xx} – ток холостого хода; $U_{кз}$ – напряжение короткого замыкания; S мощность). Приведенные потери мощности холостого хода и короткого замыкания трансформатора ТСЗ: $\Delta P'_{xx} = \Delta P_{xx} + K_{un} \cdot \Delta Q_{xx} = 1,3 + 0,06 \cdot 12 = 2,02$ кВт; $\Delta P'_{кз} = \Delta P_{кз} + K_{un} \cdot \Delta Q_{кз} = 5,4 + 0,06 \cdot 21,2 = 6,6$ кВт. ($K_{un} = 0,06$ кВт/кВАр – коэффициент изменения потерь; ΔP_{xx} и $\Delta P_{кз}$ – потери холостого хода и короткого замыкания трансформатора). Расчеты трансформатора ТМ аналогичны: $\Delta P'_{xx} = 2,1 + 0,06 \cdot 14 = 2,94$ кВт; $\Delta P'_{кз} = 10,5 + 0,06 \cdot 55 = 13,8$ 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	$K_{з}$	$K_{з.ав}$	ΔP_{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-HPRO 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-HPRO 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-HPRO составила: $3840 - 1260 = 2580$ 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-HPRO 220	1260	

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