

СРАВНЕНИЕ ЗАТРАТ И ЭКОНОМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ПРИ УСТАНОВКЕ СИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ И КОНДЕНСАТОРНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ НА ПРЕДПРИЯТИИ ООО «АМУРСКИЙ БРОЙЛЕР»

Давыдова К.А. Email: Davydova691@scientifictext.ru

Давыдова Кристина Анатольевна – магистр,
кафедры электроэнергетики и электротехники,
Дальневосточный государственный аграрный университет, г. Благовещенск

Аннотация: в статье рассматривается влияние реактивной мощности на систему электроснабжения, производится сравнение затрат и экономического эффекта при установке синхронного двигателя и конденсаторной установки для компенсации реактивной мощности на предприятии ООО «Амурский бройлер» г. Благовещенска на основании данных о потреблении реактивной мощности в течение года. В результате исследования были определены затраты на потерю электроэнергии и рассчитана экономия при уменьшении данных потерь после установки компенсирующих устройств вследствие повышения коэффициента мощности сети.

Ключевые слова: компенсация реактивной мощности, затраты на электроэнергию, конденсаторная установка, синхронный двигатель.

COMPARISON OF COSTS AND ECONOMIC EFFECT WHEN INSTALLING SYNCHRONOUS MOTORS AND A CAPACITOR UNIT FOR REACTIVE POWER COMPENSATION AT THE AMUR BROILER LLC ENTERPRISE

Davydova K.A.

Davydova Kristina Anatol'evna – Undergraduate,
ELECTRIC POWER AND ELECTRICAL ENGINEERING DEPARTMENT,
FAR EASTERN STATE AGRARIAN UNIVERSITY, BLAGOVESHCHENSK

Abstract: the article considers the influence of reactive power on the power supply system, compares costs and economic effects when installing a synchronous motor and a capacitor unit to compensate for reactive power at the Amur Broiler LLC enterprise in Blagoveshchensk based on data on reactive power consumption during the year. As a result, the costs of the loss of electricity were determined and the savings calculated when reducing these losses after the installation of compensating devices due to an increase in the power factor of the network were calculated.

Keywords: reactive power compensation, energy costs, capacitor unit, synchronous motor.

УДК 620.92
УДК 338.001.36

Передача электрической энергии от генераторов к потребителям является сложным физическим процессом многократного преобразования энергии и требует наличия в нем различных форм поддержания электрических и магнитных полей. Полная мощность, вырабатываемая электрогенератором, складывается из двух составляющих: активной и реактивной, и их соотношение в сетях переменного тока зависит от огромного числа факторов, а влияние на работу энергосистемы определяется чрезвычайно сложными процессами. Потребитель платит за полную мощность, а реальную работу «выполняет» только ее активная составляющая, и при этом активная мощность «отвечает» за частоту тока, а реактивная — за напряжение.

Выработка реактивной мощности не требует непосредственного расхода энергии, но для ее передачи по сети требуются дополнительные затраты на производство энергии, необходимой для покрытия возникающих потерь. Кроме этого, передача реактивной мощности от генераторов к потребителям вызывает дополнительную загрузку элементов электрической сети, приводящую к снижению их пропускной способности.

ООО «Амурский бройлер» является крупным предприятием с постоянно нарастающими мощностями. Основным потребителем электроэнергии является асинхронный двигатель, в связи с чем проявляется активно-индуктивный характер нагрузки на всем предприятии в целом.

Компенсация реактивной мощности позволяет повысить эффективность использования электроэнергии в трех основных направлениях: увеличение пропускной способности линий и трансформаторов, снижение потерь активной энергии, нормализация напряжения.

В течение года на предприятии велся учет потребления активной и реактивной энергии. Диаграммы потребления представлены на рисунке 1.

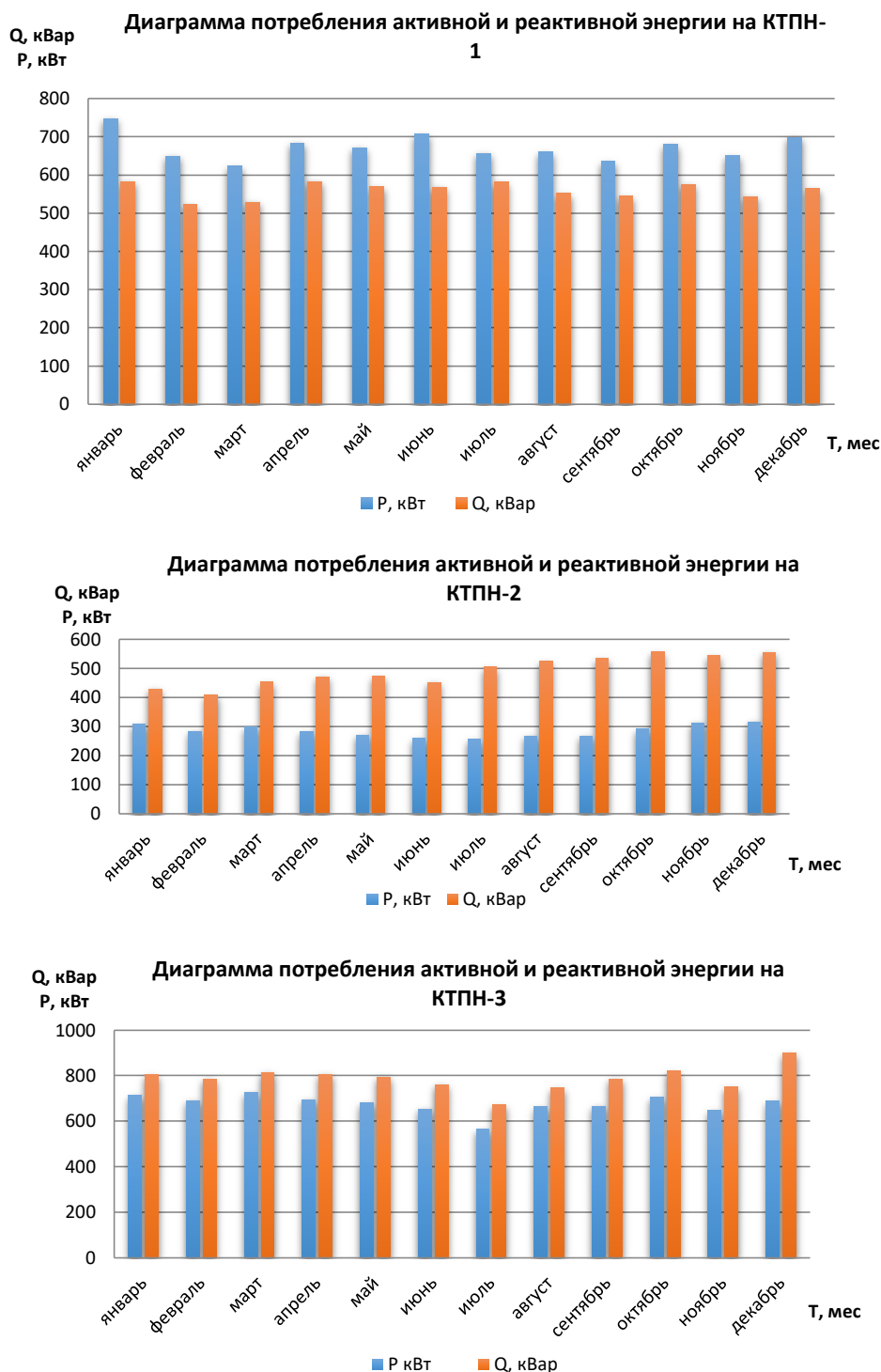


Рис. 1. Диаграммы потребления активной и реактивной энергии на трансформаторных подстанциях кормозавода

Исходный коэффициент мощности составляет $\cos\varphi_0 = 0,77$, требуемый $\cos\varphi = 0,95$.

При установке компенсирующих устройств снижаются потери электроэнергии в линии.

Таким образом, экономия потребления электроэнергии составит

$$\Delta W = \Delta W_0 - \Delta W = 2451145 - 843285 = 1607860 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Для выбора наиболее выгодного способа компенсации реактивной мощности рассчитаем эксплуатационные затраты и затраты на выработку реактивной мощности для синхронных двигателей и конденсаторной установки по следующей формуле:

$$\sum Z = Z_{\Sigma} + Z_{KV} \quad (1)$$

Необходимые капитальные вложения на установку синхронных двигателей составляют $KB = 27339,130$ тыс. руб.

Эксплуатационные затраты на внедрение нового оборудования рассчитываются по формуле

$$Z_{\Sigma} = Om + Ao + Tro + C_{\Sigma} + Pr \quad (2)$$

Потери на электроэнергию до компенсации $\Delta W_{до} = 2451145$ кВт·ч.

Потери на электроэнергию после компенсации $\Delta W_{после} = 843285$ кВт·ч.

Затраты на потерю электроэнергии до компенсации

$$C_{\Sigma 1} = 2451145 \cdot 5,86 = 14363,709 \text{ тыс.руб}$$

Затраты на потерю электроэнергии после компенсации

$$C_{\Sigma 2} = 843285 \cdot 5,86 = 4941,650 \text{ тыс.руб}$$

Итого эксплуатационные затраты составляют

$$Z_{\Sigma} = 0,343 + 1530,99 + 1026,34 + 277,9 + 4941,65 = 7777,22 \text{ тыс.руб}$$

Приведенные затраты на выработку реактивной мощности синхронными двигателями рассчитываются по формуле

$$Z_{CD} = \left[\left(\frac{D_1 \cdot Q_{CDрасп}}{Q_{CDн}} \right) + \left(\frac{D_2 \cdot Q_{CDрасп}^2}{n_{CD} \cdot Q_{CDн}^2} \right) \right] \cdot C_i \cdot T \quad (3)$$

Итого затраты предприятия до установки компенсирующих устройств составляют

$$Z_1 = 14363,709 \text{ тыс.руб}$$

Суммарные затраты на установку синхронных двигателей составят

$$Z_2 = 7777,22 + 4126,107 = 11903,327 \text{ тыс.руб}$$

Капитальные вложения на установку конденсаторных батарей составляют $KB_{KV} = 466,362$ тыс. руб.

Эксплуатационные затраты на установку конденсаторных батарей

$$Z_{\Sigma} = 0,1039 + 20,519 + 17,255 + 4,663 + 4941,65 = 4984,191 \text{ тыс.руб}$$

Рассчитываем затраты на генерирование реактивной мощности конденсаторной установкой по формуле

$$Z_{KB} = (K_y \cdot p + \Delta P_{KB} \cdot C \cdot T) \cdot Q \quad (4)$$

где- K_y – удельная стоимость 1кВар конденсаторной установки руб/кВар;

p – удельные потери активной мощности на 1 кВар генерируемой конденсаторной установкой реактивной мощности, кВт/кВар;

C – стоимость конденсаторной установки, руб.;

T – время работы, ч;

Q – мощность конденсаторной установки, кВАр.

$$Z_3 = 4984,191 + 14,194 = 4998,385 \text{ тыс.руб}$$

Годовой экономический эффект Γ_{Σ} , тыс.руб рассчитывается по формуле

$$\Gamma_{\Sigma} = Z_{\delta} - Z_n \quad (5)$$

где Z_{δ} – затраты в действующем варианте, тыс. руб.;

Z_n – затраты в предлагаемом варианте, тыс. руб.

Сравнительный срок окупаемости капиталовложений T_{KB} , лет определяется по формуле

$$T_{KB} = \frac{KB}{\Gamma_{\Sigma}} \quad (6)$$

где KB – размер капиталовложений в проект, тыс. руб.;

Коэффициент сравнительной экономической эффективности K_{Σ} определяется по формуле

$$K_{\Sigma} = \frac{\Gamma_{\Sigma}}{KB} \quad (7)$$

Произведем расчеты для двух предложенных методов компенсирующих устройств, результаты расчетов сведены в таблицу 6.5.

Таблица 1. Расчет основных показателей экономической эффективности проекта

Показатели	Установка синхронных двигателей	Установка конденсаторных батарей
Капитальные вложения, тыс. руб.	27339,130	466,362
Затраты, тыс. руб.	11903,327	4998,345
Годовой экономический эффект, тыс. руб.	2460,382	9365,364
Срок окупаемости, лет	2,29	0,05
Коэффициент сравнительной экономической эффективности	0,44	20,08

Таким образом, наиболее экономически выгодным для предприятия ООО «Амурский бройлер» является установка конденсаторных батарей. Срок окупаемости составит 0,05 лет, экономический эффект 9365,364 тыс. руб.

Список литературы / References

1. Давыдова К.А. Проектирование параллельного компенсатора мощности для ООО "Амурский бройлер" // Студенческие исследования – производству. Сборник работ 27-й студенческой научной конференции. Дальневосточный государственный аграрный университет (Благовещенск), 2019. С. 47-152.
2. Кабышев А.В. Компенсация реактивной мощности в электроустановках промышленных предприятий: учебное пособие / Томский политехнический университет. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012.