

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕВОДА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ ГПП-4 НА ГПП-3 НА РУП «ГОМЕЛЬСКИЙ ЗАВОД ЛИТЬЯ И НОРМАЛЕЙ»

А. В. Дробов

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель А. Г. Ус

Экономия топливно-энергетических ресурсов является актуальной проблемой в народном хозяйстве республики. Этому уделяется больше внимания, проводятся энергетические обследования субъектов хозяйствования, разрабатываются программы по энергосбережению.

Одним из малозатратных мероприятий по экономии электроэнергии является оптимизация потребления и распределения электроэнергии в системах электроснабжения промышленных предприятий.

Решением одной из таких инженерных задач, предлагаемой в данной работе, является перевод электрической нагрузки, питающейся от двух ГПП на одну ГПП в системе электроснабжения «Гомельский завод литья и нормалей». Предпосылкой этому явилась малая загрузка силовых трансформаторов.

Для решения данной задачи выполнен анализ существующей системы электроснабжения, исследована динамика электрических нагрузок, оценена возможность перевода электрических нагрузок с одного источника питания на другой.

На листе 1 представлена исходная схема электроснабжения предприятия.

На основании проведенного обследования оценки возможности резервирования питания ЗРУ-10 кВ главной понизительной подстанции ГПП-4 (при условии отключения двух трансформаторов ГПП-4) от ЗРУ-10 кВ ГПП-3 выполнен расчет электрических нагрузок.

В качестве исходных данных для расчета были приняты реальные величины нагрузок вводов ГПП-4, снятые в течение характерных семи рабочих дней. Для расчета применялся статистический метод определения нагрузки.

Статистический метод основывается на результатах исследований, согласно которым групповая нагрузка подчиняется нормальному закону распределения случайных величин. По этому закону нагрузка от электроприемников может быть описана следующим выражением:

$$P_p = P_C \pm \beta \cdot \sigma, \quad (1)$$

где P_C – средняя нагрузка при достаточно большом количестве осреднений m продолжительностью $3 \cdot T_0$:

$$P_C = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_m}{m}; \quad (2)$$

σ – среднеквадратичное (стандартное) отклонение, определяемое по выражению

$$\sigma = \sqrt{\frac{(P_1 - P_C)^2 + (P_2 - P_C)^2 + \dots + (P_m - P_C)^2}{m}}, \quad (3)$$

P_1, P_2, \dots, P_m – средние значения нагрузки на каждом интервале осреднения; β – принятая кратность меры рассеяния, принимаем $\beta = 2,5$.

Для сравнения вариантов схем электроснабжения до консервации трансформаторов на ГПП-4 и после определены потери мощности и электроэнергии в системе электроснабжения.

Исходными данными для расчетов явились коэффициенты загрузки трансформаторов на ГПП-3 и ГПП-4 до и после переключений.

На листе 2 представлена схема электроснабжения от одного источника питания ГПП-3 (консервация трансформаторов ГПП-4).

Коэффициенты загрузки трансформаторов на ГПП-3 и ГПП-4 до переключений и после определим по формуле

$$K_3 = \frac{S_p}{n \cdot S_{\text{ном}}}, \quad (4)$$

где S_p – полная расчетная мощность нагрузки трансформатора, кВ · А; $S_{\text{ном}}$ – номинальная мощность трансформатора, кВ · А; n – количество трансформаторов на подстанции.

Основными элементами, в которых рассчитывались потери активной мощности и энергии, явились силовые трансформаторы и линии электропередач.

Потери мощности и энергии в трансформаторах определялись по формулам:

$$\Delta P_T = \Delta P_{\text{xx}} + \Delta P_K \cdot K_3^2; \quad (5)$$

$$\Delta W_T = \Delta P_{xx} \cdot T_B + \Delta P_k \cdot k_3^2 \cdot \tau, \quad (6)$$

где ΔP_k и ΔP_{xx} – активные потери короткого замыкания и холостого хода в трансформаторе, кВт; T_B – полное число часов включения трансформатора; τ – время наибольших потерь, ч.

$$\tau = (0,124 + T_M \cdot 10^{-4})^2 \cdot 8760, \quad (7)$$

где T_M – время использования наибольшей нагрузки, $T_M = 5840$ ч.

Потери мощности и энергии в линиях определялись по формулам:

$$\Delta P_l = 3 \cdot I_p^2 \cdot r_o \cdot L \cdot 10^{-3}; \quad (8)$$

$$\Delta W_l = 3 \cdot I_p^2 \cdot r_o \cdot L \cdot \tau \cdot 10^{-3}, \quad (9)$$

где I_p^2 – расчетный ток нагрузки, кА; r_o , L – удельное активное сопротивление и длина линии.

На ГПП-3 установлены трансформаторы типа ТРДЦН-63000/110/10,5/10,5 с параметрами $S_{ном} = 63$ МВ · А; $\Delta P_k = 245$ кВт; $\Delta P_x = 50$ кВт.

Для оценки термической и динамической стойкости оборудования также определены токи короткого замыкания до и после переключений.

Токи короткого замыкания в схеме после реконструкции на секциях 10 кВ снизились на 14–18 % до величины 9,18–9,37 кА, что поставило оборудование в облегченные условия термической и динамической стойкости.

Экономия электроэнергии после консервации ГПП-4 составит:

$$\Delta W_{\text{э}} = \Delta W_{\text{ГПП-3}}^I + \Delta W_{\text{ГПП-4}}^I - \Delta W_{\text{ГПП-3}}^{II} =$$

$$= 903102,88 + 606776,45 - 934351,84 = 575527,49 = 575,53 \text{ МВт} \cdot \text{ч/год.}$$

Расчет потерь электроэнергии

Параметры	До переключения		После переключения
	ГПП-3	ГПП-4	ГПП-3
S_p , кВ · А	14141,6	6897,01	20750
$S_{ном}$, кВ · А	63000	40000	63000
ΔP_k , кВт	245	170	245
ΔP_x , кВт	50	34	50
Коэф. загр. тр-ов β	0,11	0,08	0,16
T_B	8760	8760	8760
τ	4391	4391	4391
ΔW , кВт · ч	903102,88	606776,45	934351,84
$\Delta W_{\text{э}}$, кВт · ч/год	575527,49		

Капиталовложения, необходимые для осуществления перевода нагрузки:

$$K = 127054535 + 127054535 \cdot 0,1 + 127054535 \cdot 0,3 = 177876 \text{ тыс. р.}$$

Срок окупаемости составит:

$$T_{\text{ок}} = \frac{177876}{147325} = 1,2 \text{ года.}$$

Решение данной инженерной задачи было представлено в виде выполненного и защищенного в январе этого года дипломного проекта.

Результаты работы рассмотрены на предприятии, это мероприятие по экономии электроэнергии рекомендовано для внедрения.