

ПОВЫШЕНИЕ БЕСПЕРЕБОЙНОСТИ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРИ ТЕРРИТОРИАЛЬНО РАССРЕДОТОЧЕННЫХ НАГРУЗКАХ

Рассмотрена методика повышения бесперебойности систем электроснабжения при территориально рассредоточенных нагрузках. Актуальность этого вопроса определяется значительным ущербом на предприятиях горной отрасли от перебоев электроснабжения. Представленная методика базируется на определении оптимального числа электроподстанций на предприятиях горной отрасли и соединении секций сборных шин различных подстанций по средствам автоматического ввода резерва. Определение оптимального числа электроподстанций производится с помощью метода потенциальных функций. Данный метод позволяет разбить потребителей на группы и определить центр электрических нагрузок в каждой из них. Соединение секций сборных шин различных подстанций повышает бесперебойность системы электроснабжения предприятия в целом. Произведен расчет показателей надежности для двух вариантов системы электроснабжения и приведен их сравнительный анализ.

A technique to increase reliability of electric supply systems in conditions of territorially dispersed loadings is considered in the articles. Urgency of this question is explained with a significant damage caused to mining enterprises because of irregularities in electric power supply. The technique offered is based on determination of the optimum number of electric substations at the mining plants and connection of collector bus bars of various substations with the assistance of automatic reserve actuation. Determination of the optimum number of electric substations is made with the help the potential functions method. This method allows subdividing consumers into groups and determining the center of electric loading in each group. Connection of various substation collector bus bars raises reliability of electric supply system of the enterprise as a whole. Calculation of reliability parameters for two variants of electric supply system is carried out as well as their comparative analysis.

В настоящее время для горных и нефтегазовых предприятий характерны значительные затраты электроэнергии. Энергетическая составляющая в общем объеме затрат на добычу и переработку полезных ископаемых достигает 30 % и более. Перерыв электроснабжения на нефтеперерабатывающих предприятиях может привести к ущербу от недоотпуска продукции (в пределах 800 руб.) за каждый непотребленный киловатт-час [1, 3, 4]. В данных условиях чрезвычайную актуальность приобретает вопрос повышения бесперебойности электроснабжения в горной отрасли.

Рассмотрим наиболее характерную для горных предприятий схему (рис.1) системы электроснабжения (СЭС).

Данная схема применяется для электроснабжения потребителей первой категории. Но в период времени, когда произошел отказ или преднамеренно отключили одну линию или трансформатор, схема перестает соответствовать требованиям правил устройства электроустановок (ПУЭ), предъявляемым к СЭС потребителями первой категории. Поэтому целесообразно деинтегрировать центр электрических нагрузок (ЦЭН) и предусмотреть дополнительную электроподстанцию (ЭПС) и систему автоматического ввода резерва (АВР), обеспечивающие повышенную надежность электроснабжения (рис.2).

На рис.2 показаны в качестве ЭПС № 1 центральная понизительная подстанция,

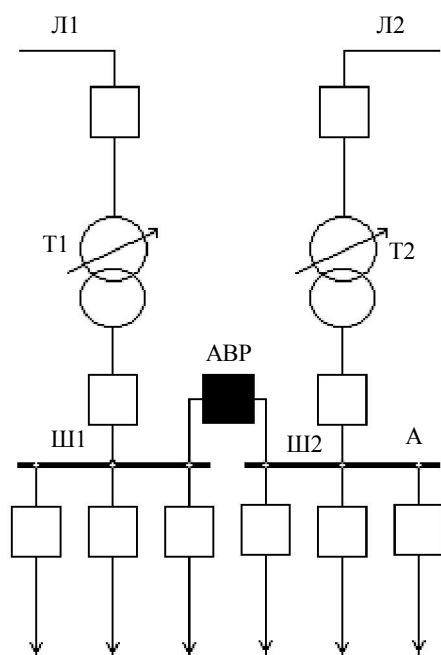


Рис.1. Схема СЭС с двухтрансформаторной подстанцией

ЭПС № 2 – существующая или построенная электроподстанция, питающаяся по линии Л3 от третьего независимого источника.

Реальной аналогией ЭПС № 2 на горно-добывающем предприятии может служить ЭПС, возводимая для питания группы электропотребителей, которые из-за продвиже-

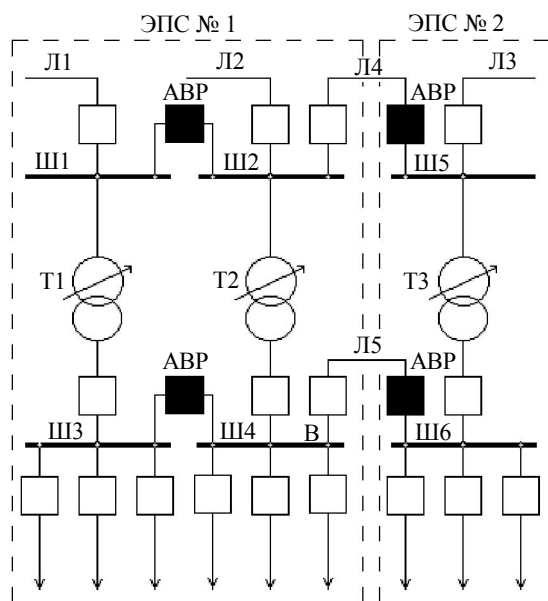


Рис.2. Схема СЭС с двухтрансформаторной подстанцией, закольцованной с одной трансформаторной подстанцией

ния фронта горных работ значительно удалены от ЭПС № 1, или построенная в связи с расширением производства.

Место расположения ЭПС № 2 определяется с помощью метода потенциальных функций [2, 5]. Для этого строят картограмму нагрузок, применяя показательную форму потенциальной функции

$$\Pi(x,y) = \sum_{i=1}^n P_i e^{-\alpha[(x-x_i)^2 + (y-y_i)^2]}.$$

Пример построенной картограммы нагрузок с двумя ЦЭН с помощью метода потенциальных функций показан на рис.3.

Строительство ЭПС № 2 будет обоснованным, если приведенные затраты на строительство и эксплуатацию СЭС (рис.2) меньше значения приведенных затрат для СЭС, представленной на рис.1.

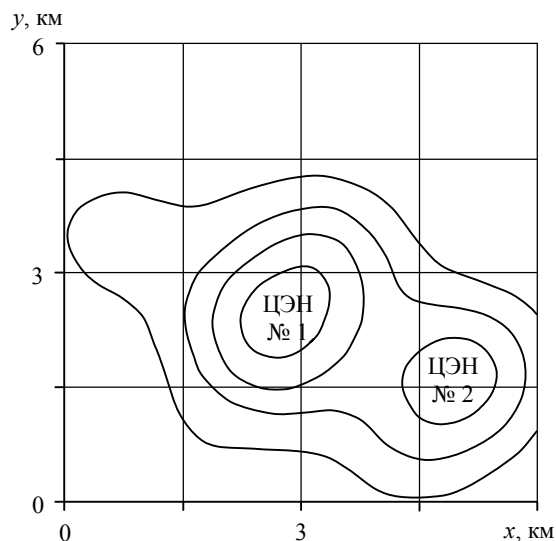


Рис.3. Картограмма нагрузок с двумя ЦЭН

При различных показателях надежности альтернативных вариантов СЭС в расчете приведенных затрат необходимо учитывать ущерб от перерывов электроснабжения.

Для систем электроснабжения в условиях горной промышленности приведенные затраты с учетом ущерба от перерывов электроснабжения из технологического принципа определяются по формуле

$$Z = (E_n + E_a + E_{т.р})K + C_n + \\ + (C_{пост} + \Pi)(T_{пер} + \Delta t n_{пер})Q10^{-3},$$

где E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, год⁻¹; E_a – нормативный коэффициент отчислений на амортизацию; $E_{т.р}$ – нормативный коэффициент отчислений на текущий ремонт и обслуживание; K – капитальные вложения, тыс.руб.; C_n – стоимость ежегодных потерь электроэнергии, тыс.руб.; $C_{пост}$ – условно-постоянная себестоимость единицы продукции, руб./т (или руб./м или руб./м³); Π – прибыль, приходящаяся на единицу продукции, руб./т (или руб./м или руб./м³); $T_{пер}$ – длительность перерывов электроснабжения за год, ч; Δt – среднее время на организацию технологического процесса после восстановления электроснабжения; $n_{пер}$ – количество перерывов электроснабжения в течение года; Q – часовая производительность, т/ч (м/ч или м³/ч).

Показатели надежности для схем на рис.1 и рис.2 в точках А и В соответственно: $\omega_a = 0,37$ год⁻¹; $\tau_a = 2,1$ ч; $\omega_b = 0,2$ год⁻¹; $\tau_b = 1,53$ ч.

Из приведенных показателей надежности следует, что система с закольцованными подстанциями надежнее практически в 2 раза.

Для предприятий нефтегазовой промышленности, городов и поселков характерна территориальная рассредоточенность потребителей электроэнергии и питающих

подстанций, как правило, несколько. В данном случае кольцевать их между собой будет целесообразно, если приведенные затраты на закольцованную СЭС будут меньше приведенных затрат на СЭС без закольцовывающих линий.

Таким образом, в системах, где уже имеются две подстанции или строительство второй необходимо, соединение подстанций посредством АВР повысит надежность практически в два раза. Если подстанций n и их соединить – закольцевать, то надежность СЭС вырастет в n раз. Затраты на строительство и эксплуатацию АВР скомпенсируют ущерб от нарушения электроснабжения.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Абрамович Б.Н.* Надежность систем электроснабжения / Б.Н.Абрамович, В.В.Полищук. Санкт-Петербургский горный ин-т. СПб, 1997.
2. *Айзерман М.А.* Метод потенциальных функций в теории обучения машин / М.А.Айзерман, Э.М.Браверман, Л.И.Розоноэр. М.: Наука, 1970.
3. Надежность систем электроснабжения / В.В.Зорин, В.В.Тисленко, Ф.Клеппель, Г.Адлер. Киев: Вища школа, 1984.
4. *Федоров А.А.* Основы электроснабжения промышленных предприятий: Учебник для вузов / А.А.Федоров, В.В.Каменева. М.: Энергоатомиздат, 1984.
5. *Шабад М.А.* Автоматизация распределительных электрических сетей с использованием цифровых реле: Учеб. пособие. СПб: ПЭИпк, 2000.

Научный руководитель д.т.н. проф. *Б.Н.Абрамович*