

Научная статья

Original article

УДК 631



**МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ОТ
ПОДСТАНЦИИ «ЧУРАПЧИНСКИЙ РЭС-110/35/6**

**MODERNIZATION OF POWER SUPPLY TO CONSUMERS FROM THE
SUBSTATION "CHURAPCHINSKY RES-110/35/6**

Кокиева Галия Ергешевна, доктор технических наук, декан Инженерного факультета ¹ФГБОУ ВО «Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Р. Филиппова» (670024, Республика Бурятия, город Улан-Удэ, ул. Пушкина, д.8), Профессор кафедры «Информационные и цифровые технологии» ФГБОУ ВО Арктический агротехнологический университет (677007, Республика Саха (Якутия), г.Якутск, шоссе Сергеляхское, 3 км., дом.3,), тел. 8-924-8-66-537, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3447-1911> , kokievagalia@mail.ru

Архангельская В.Р., студентка Инженерного факультета ФГБОУ ВО Арктический агротехнологический университет (677007, Республика Саха (Якутия), г.Якутск, шоссе Сергеляхское, 3 км., дом.3,), тел. 8-924-8-66-537, ORCID: <http://orcid.org/> , ArhanVR@mail.ru

Kokieva Galia Ergeshevna, Doctor of Technical Sciences, Dean of the Faculty of Engineering, 1FGBOU HE Buryat State Agricultural Academy named after I. V.R. Filippova (670024, Republic of Buryatia, Ulan-Ude, Pushkina st., 8), Professor of the Department of Information and Digital Technologies, Arctic Agrotechnological University (677007, Republic of Sakha (Yakutia), Yakutsk, Sergelyakhskoe Highway , 3 km., house 3,), tel. 8-924-8-66-537, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-3447-1911> , kokievagalia@mail.ru

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

Arkhangelskaya V.R., student of the Faculty of Engineering, FSBEI HE Arctic Agrotechnological University (677007, Republic of Sakha (Yakutia), Yakutsk, Sergelyakhskoe highway, 3 km., house 3, tel. 8-924-8-66-537, ORCID: <http://orcid.org/>, ArhanVR@mail.ru

Аннотация. Выключатели высокого напряжения (ВК) предназначены для оперативных и аварийной коммутаций в энергосистемах, для выполнения операций включения и отключения отдельных цепей при ручном или автоматическом управлении. Во включенном положении ВК должен длительно пропускать токи нагрузки и кратковременно - аварийные. Характер режима работы высоковольтных выключателей несколько необычен: нормальным для них считается как включенное положение, когда по ним проходит ток нагрузки, так и отключенное, при котором они обеспечивают необходимую электрическую изоляцию между разомкнутыми участками цепи. Коммутация цепи, осуществляемая при переключении ВК из одного положения в другое, производится не регулярно, время от времени, а выполнение специфических требований по включению цепи при имеющемся в ней короткого замыкания (КЗ) либо по отключению КЗ вообще крайне редко. Выключатели должны надёжно выполнять свои функции, находясь в любом из указанных положений, и одновременно быть всегда готовыми к мгновенному выполнению любых коммутационных операций, часто после длительного пребывания в неподвижном состоянии. Наиболее тяжёлым режимом для ВК является режим отключения тока КЗ. В связи с тем, что российская промышленность поставляет высоковольтные электрические аппараты для районов с различными климатическими условиями, объединение сетей и создание единой энергетической системы связано с повышением технических параметров и ужесточением требований, предъявляемых к электрическим аппаратам высокого напряжения. Эти задачи становятся трудноразрешимыми при использовании традиционных методов гашения дуги, изоляционных и дугогасительных сред. Широко применяемые в настоящее время масляные и воздушные ВК имеют и свои преимущества, и свои недостатки. Они объясняются свойствами сред, используемых в этих аппаратах для изоляции и гашения дуги. Масло таит

опасность пожара и взрыва. Применение воздушных выключателей связано с необходимостью производства, кондиционирования и хранения сжатого воздуха. Затруднительна эксплуатация воздушных и масляных ВК при низких температурах. Естественно поэтому, что исследователи непрерывно ведут поиски новых принципов коммутации цепей и новых сред, которые сохраняли бы преимущества традиционных сред, но не имели бы их недостатков.

Annotation. High voltage switches (VC) are designed for operational and emergency switching in power systems, for performing operations of switching on and off individual circuits with manual or automatic control. In the switched-on position, the VC must pass load currents for a long time and emergency currents for a short time. The nature of the mode of operation of high-voltage switches is somewhat unusual: both the switched-on position when the load current passes through them and the disconnected position, in which they provide the necessary electrical insulation between the open sections of the circuit, is considered normal for them. The circuit switching carried out when switching the VC from one position to another is not performed regularly, from time to time, and the fulfillment of specific requirements for switching on the circuit with a short circuit (short circuit) in it or for disconnecting the short circuit in general is extremely rare. Switches must reliably perform their functions while in any of the specified positions, and at the same time be always ready for instantaneous execution of any switching operations, often after a long stay in a stationary state. The most difficult mode for VC is the short circuit current cut-off mode. Due to the fact that the Russian industry supplies high-voltage electrical devices for areas with different climatic conditions, the unification of networks and the creation of a unified energy system is associated with an increase in technical parameters and stricter requirements for high-voltage electrical devices. These tasks become difficult to solve when using traditional methods of arc extinguishing, insulating and arc extinguishing media. Currently widely used oil and air VC have their advantages and disadvantages. They are explained by the properties of the media used in these devices for arc isolation and extinguishing. The oil is fraught with the danger of fire and explosion. The use of air switches is associated with the need for the production, conditioning and storage of compressed air. It is difficult to operate air and oil VC at low temperatures. Therefore, it is natural that researchers are continuously searching

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

for new principles of circuit switching and new environments that would preserve the advantages of traditional environments, but would not have their disadvantages.

Ключевые слова: подстанция, мощность, электрический ток, напряжение, ток короткого замыкания, трансформатор, схема электроснабжения, релейная защита, система заземления.

Keywords: substation, power, electric current, voltage, short-circuit current, transformer, power supply circuit, relay protection, grounding system.

Введение

Возможность энергетики народного хозяйства упорно возрастает. Она возникает вследствие концентрации мощностей в линиях электропередачи и на электростанциях, централизации электроснабжения, экономному и комплексному применению электрических ресурсов, использованию, а также разработке новейших источников энергии. Вопреки опережающему развитию энергетики формируется неплохое основание в прогрессе во всех сферах промышленности, транспорта, строительства сельского хозяйства, и, конечно же, в области роста культурного уровня и достатка людей. Однако, растущая потребность в разных видах энергии призывает к реализации немалых мероприятий по увеличению эффективности работы энергетических установок и предприятий, а также поиску путей применения и образования новых источников энергии. Допуск к работе на коммутационном аппарате разрешается после выполнения технических мероприятий, предусмотренных настоящими Правилами и обеспечивающих безопасность работы, включая мероприятия, препятствующие ошибочному срабатыванию коммутационного аппарата. Подъем на находящийся под рабочим давлением воздушный выключатель разрешается только при проведении наладочных работ и при испытаниях. Подъем на отключенный воздушный выключатель с воздушнонаполненным отделителем, когда отделитель находится под рабочим давлением, не допускается во всех случаях. Перед подъемом на воздушный выключатель для испытания или наладки следует: отключить цепи управления; заблокировать кнопку местного управления или пусковые клапаны путем установки специальных заглушек либо запереть шкафы и поставить около выключателя проинструктированного члена бригады,

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

который допускал бы к оперированию выключателем (после подачи оперативного тока) только одного определенного работника по указанию производителя работ. Во время нахождения работников на воздушном выключателе, находящемся под давлением, необходимо прекратить все работы в шкафах управления и распределительных шкафах. Выводы выключателя напряжением 220 кВ и выше действующих подстанций для снятия наведенного напряжения должны быть заземлены. Для пробных включений и отключений коммутационного аппарата при его наладке и регулировке допускается при несданном наряде временная подача напряжения в цепи оперативного тока, силовые цепи привода, а также подача воздуха на выключатели. Установку снятых предохранителей, включение отключенных автоматов и открытие задвижек для подачи воздуха, а также снятие на время опробования плакатов безопасности должен осуществлять оперативный персонал. Операции по опробованию коммутационного аппарата может осуществлять производитель работ, если на это получено разрешение выдавшего наряд и подтверждено записью в строке "Отдельные указания" наряда, либо оперативный персонал по требованию производителя работ. После опробования, при необходимости продолжения работы на коммутационном аппарате, оперативным персоналом должны быть выполнены технические мероприятия, требуемые для допуска бригады к работе. В электроустановках, не имеющих местного оперативного персонала, повторного разрешения для подготовки рабочего места и допуска к работе после опробования коммутационного аппарата производителю работ не требуется.

Комплектные распределительные устройства

При работе на оборудовании тележки или в отсеке шкафа КРУ тележку с оборудованием необходимо выкатить в ремонтное положение, шторку отсека, в котором токоведущие части остались под напряжением, запереть на замок и вывесить плакат безопасности "Стой! Напряжение"; на тележке или в отсеке, где предстоит работать, вывесить плакат "Работать здесь". При работах вне КРУ на подключенном к ним оборудовании или на отходящих ВЛ и КЛ тележку с выключателем необходимо выкатить в ремонтное положение

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

из шкафа; шторку или дверцы запереть на замок и на них вывесить плакаты "Не включать! Работают люди" или "Не включать! Работа на линии". При этом допускается: при наличии блокировки между заземляющими ножами и тележкой с выключателем устанавливать тележку в контрольное положение после включения этих ножей; при отсутствии такой блокировки или заземляющих ножей в шкафах КРУ устанавливать тележку в промежуточное положение между контрольным и ремонтным при условии запираания ее на замок. Тележка может быть установлена в промежуточное положение независимо от наличия заземления на присоединении. Оперировать выкатной тележкой КРУ с силовыми предохранителями разрешается под напряжением, но без нагрузки.

Мачтовые (столбовые) ТП и КТП

При работах на оборудовании мачтовых и столбовых ТП и КТП без отключения питающей линии напряжением выше 1000 В разрешаются лишь те осмотры и ремонты, которые возможно выполнять, стоя на площадке и при условии соблюдения расстояний до токоведущих частей, находящихся под напряжением, указанных в табл.1.1. Если эти расстояния меньше допустимых, то работа должна выполняться при отключении и заземлении токоведущих частей напряжением выше 1000 В. Допуск к работам на мачтовых ТП и КТП киоскового типа независимо от наличия или отсутствия напряжения на линии должен быть произведен только после отключения сначала коммутационных аппаратов напряжением до 1000 В, затем линейного разъединителя напряжением выше 1000 В и наложения заземления на токоведущие части подстанции. Если возможна подача напряжения со стороны 380/220 В, то линии этого напряжения должны быть отключены с противоположной питающей стороны, приняты меры против их ошибочного или самопроизвольного включения, а на подстанции на эти линии до коммутационных аппаратов наложены заземления. На мачтовых трансформаторных подстанциях, переключательных пунктах и других устройствах, не имеющих ограждений, приводы разъединителей, выключателей нагрузки, шкафы напряжением выше 1000 В и щиты напряжением до 1000 В должны быть заперты на замок. Стационарные

лестницы у площадки обслуживания должны быть заблокированы с разъединителями и запорты на замок.

Расчет заземляющего устройства

При расчете заземляющих устройств (ЗУ) в электроустановках (ЭУ) необходимо:

- определить расчетный ток замыкания на землю и сопротивления ЗУ;
- определить расчетное сопротивление грунта;
- выбрать электроды и произвести расчет их сопротивления;

Грунт в районе ЗРУ – супесь. Следовательно расчетное удельное сопротивление грунта $\rho = 300 \text{ Ом}\cdot\text{м}$

Длина воздушных и кабельных электрически связанных линий равна $L_{ВЛ} = 2,2 \text{ км}$ $L_{КЛ} = 0,3 \text{ км}$.

Выбираем электроды:

Вертикальный электрод - уголок, $75 \times 75 \text{ мм}$ $L_B = 3 \text{ м}$, $t = 0,6 \text{ м}$.

Горизонтальный электрод - полоса стальная $40 \times 4 \text{ мм}$, $t = 0,6 \text{ м}$

Вид ЗУ - контурное.

Определяем расчетное сопротивление одного вертикального электрода:

$$\rho_p = K_{СЕЗ} * \rho \quad (1)$$

где ρ - расчетное удельное сопротивление грунта, $\text{Ом}\cdot\text{м}$;

$K_{СЕЗ}$ - коэффициент сезонности, учитывающий промерзание и просыхание грунта.

$K_{СЕЗ}$ - F(вид заземлителей, климатическая зона)

$K_{СЕЗ}=F$ (вертикальный, II – климат холодный) $K_{СЕЗ}=1,7$

Определяем приближенно сопротивление одиночного вертикального заземления: $r_B = 0,3 * \rho_p = 0,3 * 510 = 153 \text{ Ом}$

Определяем расчетный ток замыкания на землю:

$$I_3 = \frac{U_H(35 * L_{КЛ})}{350} = \frac{10 * 35(2,2 + 0,3)}{350} = 2,5 \text{ А} \quad (2)$$

Определяем предельное сопротивление совмещенного ЗУ:

$$R_{3Y1} \leq \frac{250}{I_3} = R_{3Y1} \leq \frac{125}{2,5} = 50 \text{ Ом (для ЛЭП и КЛ ВН)}$$

Требуемое по НН $R_{3Y2} \leq 4 \text{ Ом}$ на НН.

Принимаем $R_{3V2} = 4 \text{ Ом}$. Но т.к. $\rho = 300 \text{ Ом} \cdot \text{м}$, то принимаем

$$R_{3V} \leq 4 \cdot \frac{\rho}{100} = 4 \cdot \frac{300}{100} = 12 \text{ Ом}.$$

Определяем количество вертикальных электродов, без учета экранирования:

$$N'_{B,P} = \frac{r_B}{R_{3V}} = \frac{153}{12} = 12,75 \quad (3)$$

Принимаем $N'_{B,P} = 13$, с учетом экранирования: $N_B = \frac{N'_{B,P}}{\eta_B} = \frac{13}{0,745} = 17,45 = 17$

, принимаем $N_{B,P} = 17$ $\eta_B = 0,745$

Размещаем ЗУ на плане, уточняем расстояния и наносим на план.

Так как контурное ЗУ закладывается на расстоянии не менее 1 м, то длина по периметру закладки будет равна:

$$L_{II} = (A+2) \cdot 2 + (B+2) \cdot 2 = (58+2) \cdot 2 + (40+2) \cdot 2 = 204 \text{ м} \quad (4)$$

Тогда расстояние между электродами уточняем с учетом формы объекта. По углам устанавливаем по одному вертикальному электроду, а оставшиеся - между ними. Для равномерного распределения электродов окончательно принимаем $N_{B,P} = 20$, тогда:

$$a_A = \frac{B'}{n_B - 1} = \frac{60}{5} = 12 \text{ м}, \quad (5)$$

$$a_B = \frac{A'}{n_A - 1} = \frac{42}{5} = 8,4 \text{ м} \quad (6)$$

где a_B - расстояние между электродами по ширине объекта, м;

a_A - расстояние между электродами по длине объекта, м;

n_B - количество электродов по ширине объекта;

n_A - количество электродов по длине объекта.

Для уточнения принимаем среднее значение отношения:

$$\left(\frac{a}{L_B} \right)_{CP} = \frac{1}{2} \left(\frac{a_B + a_A}{3} \right) = \frac{1}{2} \left(\frac{8,4 + 12}{3} \right) = 3,4 \quad (7)$$

Отсюда уточняются коэффициенты использования:

$$\eta_B = 0,78, \quad \eta_\Gamma = 0,6025.$$

Определяем уточненные значения сопротивлений горизонтальных электродов:

$$R_{\Gamma} = \frac{0,4 \cdot \rho}{L_{II} \cdot \eta_{\Gamma}} \cdot K_{CEЗ.Г} \cdot \lg \frac{2 \cdot L_{II}^2}{b \cdot t} = \frac{0,4 \cdot 300}{204 \cdot 0,6025} \cdot 4 \cdot \lg \frac{2 \cdot 204^2}{40 \cdot 10^{-3} \cdot 0,6} = 25,54 \text{ Ом} \quad (8)$$

$$K_{CEЗ.Г} = 4$$

Определяем уточненные значения сопротивлений вертикальных электродов:

$$R_B = \frac{r_B}{N_{B.P} \cdot \eta_B} = \frac{153}{20 \cdot 0,78} = 9,81 \text{ Ом} \quad (9)$$

Определяем фактическое сопротивление ЗУ:

$$R_{ЗУ.Ф} = \frac{R_B \cdot R_{\Gamma}}{R_B + R_{\Gamma}} = \frac{9,81 \cdot 25,54}{9,81 + 25,54} = 7,1 \text{ Ом} \quad (10)$$

$R_{ЗУ.Ф} = 7,1 \text{ Ом} < R_{ЗУ} = 12 \text{ Ом}$ - следовательно, ЗУ эффективно.

Расчёт молниезащиты

При расчете молниезащиты (МЗ) необходимо произвести:

- выбор типа МЗ;
- определение зоны и параметров МЗ;

Высота защищаемого сооружения: $h_x = 5 \text{ м}$

Принимаем схему двойного стержневого молниеотвода одинаковой длины.

Ширина зоны защиты: $B = 6 \text{ м}$.

Принимаем высоту молниеотводов $h = 25 \text{ м}$.

Наименьшее допустимое расстояние от молниеотвода до объекта заземления (для стержневых молниеотводов):

$$S_B = 0,5 \cdot r_u = 0,5 \cdot 10 = 5 \text{ м} \quad (11)$$

r_u – требуемое импирическое сопротивление заземлителя, $r_u = 10 \text{ Ом}$.

Расстояние между молниеотводами: $L = A + 2 \cdot S_B = 35 + 2 \cdot 5 = 45 \text{ м}$

Вершина конуса зоны защиты стержневого молниеотвода:

$$h_0 = 0,85h = 0,85 \cdot 25 = 21,25 \text{ м} \quad (12)$$

Высота средней точки пересечения зон защиты молниеотводов:

$$h_c = h_0 - (0,17 + 3 \cdot 10^{-4} h)(L - h) = 21,25 - (0,17 + 3 \cdot 10^{-4} \cdot 25) \cdot (45 - 25) = 17,7 \text{ м} \quad (13)$$

Радиус зоны защиты на уровне земли:

$$r_0 = (1,1 - 2 \cdot 10^{-3} \cdot h) \cdot h = (1,1 - 2 \cdot 10^{-3} \cdot 25) \cdot 25 = 26,25 \text{ м} \quad (14)$$

Радиус зоны защиты на уровне защищаемого сооружения:

$$r_{cx} = r_0 \frac{(h_c - h_x)}{h_c} = 26,25 \cdot \frac{(17,7 - 5)}{17,7} = 18,8 \text{ м} \quad (15)$$

$$r_x = (1,1 - 2 \cdot 10^{-3} \cdot h) \cdot (h - 1,2h_x) = (1,1 - 2 \cdot 10^{-3} \cdot 25) \cdot (25 - 1,2 \cdot 5) = 20 \quad (16)$$

Определение габаритов объекта находящегося под защитой молниеотвода:

$$A_M = 2 \cdot r_x \cdot \cos \varphi = 2 \cdot 20 \cdot \cos 9 = 39,5 \text{ м} \quad (17)$$

$$\varphi = \arcsin \frac{B}{2 \cdot r_x} = \arcsin \frac{6}{2 \cdot 20} = 9^\circ \quad (18)$$

По расчетным значениям выбранный тип молниезащиты подходит объектам со следующими габаритами:

$$A \times B \times H = 39,5 \times 6 \times 5 \quad (19)$$

Данный тип молниезащиты подходит для ПС со следующими параметрами

$$A \times B \times H = 35 \times 6 \times 5.$$

Определяется возможная поражаемость защищаемого объекта в зоне при отсутствии молниезащиты. Так как $t_{cp} = 100$ ч/год из $n = 7$ 1/км²год.

Ожидаемое количество поражений (N) молнией в год определяется:

$$\begin{aligned} N &= [(B + 6h_x)(A + 6h_x) - 7,7h_x^2] n \cdot 10^{-6} = \\ &= [(6 + 6 \cdot 5) \cdot (35 + 6 \cdot 5) - 7,7 \cdot 5^2] \cdot 7 \cdot 10^{-6} = 0,015 \text{ поражений.} \end{aligned} \quad (20)$$

A и B - длина и ширина объекта, м.

Основная часть

Направление экономии электроэнергии

Существует много путей экономии электроэнергии на промышленных предприятиях. Например, эффективность работы закупленного оборудования, оно должно иметь наименьшие потери электроэнергии и иметь небольшой срок окупаемости за время эксплуатации.

На предприятии должен быть правильно выбран трансформатор, так чтобы его мощности хватало потребителям и при этом он должен быть

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

постоянно загружен, не работал при холостом ходе, так как при этом теряется много энергии. Электродвигатели и трансформаторы старого типа должны заменяться более новыми, и должна вестись их правильная эксплуатация. Надо следить, чтобы для передачи электроэнергии использовались кабели с небольшими показателями потерь. Так же на промышленных горных предприятиях должны устанавливаться компенсаторы реактивной мощности (синхронные компенсаторы или конденсаторные батареи). Таким образом, для экономии электроэнергии целесообразно выбрать рентабельную схему электроснабжения, должно использоваться современное оборудование, организован его монтаж с применением научной организации труда, и правильное обслуживание. Выбор числа и мощности силовых трансформаторов и линии электроснабжения, произведен в техническом разделе проекта. Правильный выбор числа и мощности силовых трансформаторов на подстанции и линии электроснабжения, является одним из основных вопросов рационального экономичного построения схем электроснабжения.

Определение пути экономии электроэнергии на подстанции

Существует много путей экономии электроэнергии на промышленных предприятиях. Реализация этого направления позволит увеличить производство электроэнергии с использованием бестопливных технологий или энергосберегающих технологий с резким (в 2-2,5 раза) снижением удельного расхода топлива при минимальных капиталовложениях. Эффективность является важнейшей экономической категорией, которая, в широком смысле, означает отношение результатов на затраты. Это понятие эффективности применяется относительно всего общественного производства, и, следовательно, оно нуждается в конкретизации. На предприятии должен быть правильно выбран трансформатор, так чтобы его мощности хватало потребителям и при этом он должен быть постоянно загружен. Электродвигатели и трансформаторы старого типа должны заменяться более новыми, и должна вестись их правильная эксплуатация. Так же на промышленных горных предприятиях должны устанавливаться компенсаторы реактивной мощности (синхронные компенсаторы или

конденсаторные батареи). На рисунке 1 представлена схема электроснабжения цеха.

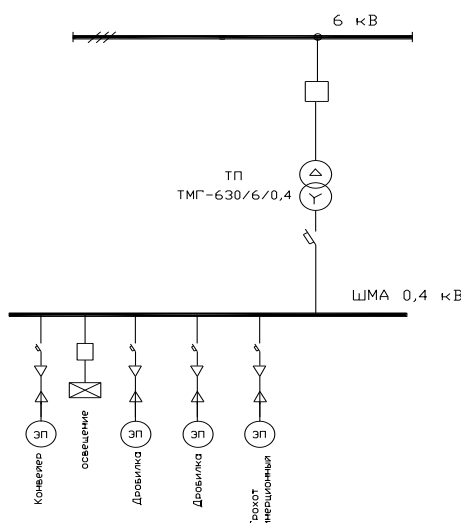


Рисунок 1.

Схема

Количество	14	-	2	2	2
Мощность, кВт	50	5	45	18,5	15
Ток, А	64,5	9,9	39,9	16,4	13,2

электроснабжения цеха

Расчет экономической эффективности

В качестве основных показателей, для расчетов эффективности проекта электроснабжения горного предприятия, используются основные показатели:

- ЧД (NV) – чистый доход;
- ЧДД (NPV) – чистый дисконтированный доход;
- ВНД (IRR) – внутренняя норма доходности;
- ИД – индекс доходности инвестиций и затрат;
- Со – срок окупаемости;
- R – рентабельность продаж (по чистой прибыли);
- R – рентабельность проекта (по чистому доходу);
- Уб – уровень (точка) безубыточности проекта

Определение экономической эффективности внедренного оборудования заключается в определении капитальных вложений и ежегодных издержек. Сущность этого метода заключается в том, что для каждого оцениваемого варианта определяются расчетные затраты Z (руб./год), представляющее собой сумму ежегодных эксплуатационных расходов C (руб.) и капитальных затрат K (руб.) приведенных к одинаковым условиям, т.е. эти показатели должны быть приведены к году.

$$\text{ЧДД} = \sum_t^T (R + Z) \cdot k_d \quad (21)$$

$$Z = C = C_A + C_{\text{Э}} + C_P + C_{\text{П}} + Y \quad (22)$$

$$k_d = \frac{1}{(1 + E_H)^n} \quad (23)$$

где: T – горизонт расчета; t – шаг, равный 1 году;

R – интегральный годовой результат (при реализации проекта или оказании услуг);

Z=C – эксплуатационные затраты (себестоимость) по статьям: амортизационные отчисления, эксплуатация, ремонт и потери в трансформаторах и линиях;

Y – ущерб от перерыва электроснабжения.

K_д – коэффициент дисконтирования;

E_н – нормативный коэффициент эффективности (0,15-0,40– для энергетики);

В таблице 1 представлено определение капитального вложения, в таблице 2 представлена локальная смета

Таблица 1-Определение капитального вложения

№ п/п	Наименование работ и затрат	Кол-во	Общ. стоим-ть, тыс. руб.	
			Стоим.един.	Всего
1	2	3	4	5
1	ТМГ-630/6/0,4	1 шт.	295	295
2	АС-70	2 км	68	68
3	Кабель типа: АПВГ 3*120мм ²	0,005 км	3,8	3,8
4	Кабель типа: АВБб.Шв 3*25 мм ²	0,078км	7,8	110,292
5	Кабель типа: АВБб.Шв 3*10 мм ²	0,12 км	15,6	15,6
	Кабель типа: АВБб.Шв 3*6 мм ²	0,29 км	14,74	14,74
6	Выключатель АВВ. Т2N 80 А	14 шт.	8,47	118,58
7	Выключатель АВВ. Т2N 50 А	2 шт.	7,98	15,96
8	Выключатель АВВ. Т2N 20 А	4 шт.	7,9	15,8
9	Выключатель АВВ. Т7S-М 1250 А	2 шт.	78,3	156,6
10	Конвейер КЛЖ-650	14 шт.	180,5	2527
11	Грохот инерционный ГИС-52	2 шт.	380	760
12	Лампа ДНАТ 400	20 шт	0,598	11,96

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

Итого	5613,3
Тара и упаковка (0,3%)	16,8
Внешние транспортные расходы по доставке материально-производственных запасов на электротехнические материалы (28%)	1571,7
Складские расходы (1,2%)	67,3
Всего по смете	7269,1
СМР (10%) $C_{mp} = 10\% \cdot C_{об}$	726,91
Итого капитальных вложений затрат на приобретение оборудования: $K_3 = C_{об} + C_{mp}$	7996

Определение эксплуатационных затрат

Эксплуатационные затраты (себестоимость) исчисляются по статьям: заработная плата, амортизационные отчисления, материалы, накладные расходы.

$$C = C_A + C_P + C_3 + C_{II} + U \quad (24)$$

Амортизационные отчисления

Норма амортизационных отчислений по группе технологическое электротехническое оборудование составляют 10-15%.

Сумма амортизационных отчислений будет равна:

$$C_A = K \cdot A_A \quad (25)$$

$$C_A = 12\% \cdot 7996 = 959,52 \text{ тыс.руб.}$$

Затраты на ремонт и эксплуатацию

Для эксплуатации и ремонта цеха принимаем звено обслуживающее оборудование, в зависимости от оборудования, режима его работы, безопасности производства работ, технологичности ремонта и других условий, составляя технологическую карту и принимаем звено $P = 3$ человека.

Эксплуатация

Часовая ставка зависит от условий оплаты и разряда работ. Средний разряд на обслуживании и ремонте оборудования 4 и 5 разряда, часовая ставка – 104 руб./ час. – 2011 г.

$$Z_{очн} = 4 \cdot 8760 \cdot 104 = 3644,16 \text{ тыс. руб.}$$

$$\text{Доп. зарплата соц. страх. ЕСН 26\%} \quad 3644,16 \cdot 0,26 = 947,48 \text{ тыс. руб.}$$

$$\text{Итого} \quad 4591,64 \text{ тыс. руб.}$$

$$\text{Накладные расходы 30\%} \quad 1377,49 \text{ тыс. руб.}$$

$$\text{Итого} \quad 5969,13 \text{ тыс. руб.}$$

Всего стоимость эксплуатации равна: $C_3 = 5969,13$ тыс. руб.

Вывод

Были описаны, рассчитаны и выбраны мощности электрических нагрузок, произведен расчет внутреннего электроснабжения. Также было выбрано оборудование и защитная аппаратура во внутреннем электроснабжении (трансформаторы, типы проводниковых материалов, выключатели, предохранители), были рассчитаны токи коротких замыканий и компенсация реактивной мощности. В специальном разделе составлены математические модели схем внутреннего электроснабжения предприятия. При моделировании внутреннего электроснабжения рассмотрены нормальный режим работы схемы построены графики суточных, месячных и годовых нагрузок. Так же были рассмотрены режимы работы систем внешнего электроснабжения произведен анализ расчетных и полученных при моделировании данных. Результатом выполнения дипломного проекта стало определение всех параметров электроснабжения проектируемого объекта. Проблемы электроэнергетики в районе Крайнего Севера актуальны, и следует уделить больше внимания на рассмотрение данной проблемы. Требуется уделить внимание на улучшение оборудования и замену их современными, уменьшения потерь электроэнергии, улучшение $\cos \phi$ и других проблем современного электроснабжения.

Литература

1. Файбисович, Д.Л. Справочник по проектированию электрических сетей / Д.Л. Файбисович, И.Г. Карапетян, И.М. Шапиро. М.: ЭНАС, 2012. 376 с.
2. Постановление Правительства РФ от 27.12.2004 № 861 (ред. от 18.04.2018) // Собрание законодательства РФ. 27.12.2004. № 52. Ч. 2. Ст. 5525.
3. ГОСТ 32144-2013 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. М.: Стандартинформ, 2014. 16 с.
4. Сампер, М.Э., Варгас, А., Ривера, С. Нечеткая оценка затрат на производство электроэнергии применительно к распределенной генерации.

Международный журнал прикладных наук и технологий "Integral"

- сравнение с розничными затратами на электроснабжение // Конференция и экспозиция по передаче и распределению электроэнергии IEEE/PES 2008: Латинская Америка, 2008; с.13-15
5. Дженкинс Н., Эканаяке Дж., Штрбак Г. Интеграция распределенной генерации в планирование электроэнергетических систем. Распределенная генерация, 2010; 142-147.
 6. Блю, Чжицзянь, Янь Цзюнь, Сун Ци. Исследование оптимального расхода электроэнергии в распределенной сети с учетом распределенной генерации. Китайская международная конференция по распределению электроэнергии (CICED), 2016
 7. Ромеро-Агуэро, Х. Какое будущее ожидает энергетические системы? // Transmission & Distribution World. Russian Edition. 2015. № 2 (29). С. 38-42.
 8. Родионова, М. Открытый семинар «Технические аспекты внедрения собственной генерации: организация процесса решения проблемных технических вопросов». РНКСИГРЭ // Электроэнергия. Передача и распределение. 2015. № 3 (30). С. 114-119.
 9. Кобец, Б.В., Волкова, И.О. Инновационное развитие электроэнергетики на базе концепции Smart Grid. М.: ИАЦ Энергия, 2010. 208 с.
 10. Глущенко, П.В. Активно-адаптивные электросети: интеллектуальный мультиагентный диагностико-прогнозирующий комплекс и интеллектуальный алгоритм мультиагента решений диагностического мониторинга // Управление экономическими системами: Электронный научный журнал. 2014. № 8 (68). С. 1. С

References

1. Faibisovich D.L. Handbook on the design of electrical networks / D.L. Faibisovich, I.G. Karapetyan, I.M. Shapiro. М.: ENAS, 2012. 376 p
2. Decree of the Government of the Russian Federation of 27.12.2004 No. 861 (ed. of 18.04.2018) // Collection of Legislation of the Russian Federation. 27.12.2004. No. 52. Part 2. St. 5525.
3. GOST 32144 2013 Electric energy. Electromagnetic compatibility of technical means. Standards of quality of electric energy in general-purpose power supply systems. Moscow: Standartinform, 2014. 16 p.

4. Samper M.E., Vargas A., Rivera S. Fuzzy assessment of electricity generation costs applied to distributed generation. comparison with retail electricity supply costs // 2008 IEEE/PES Transmission and Distribution Conference and Exposition: Latin America, 2008; p.13 15
5. Jenkins N., Ekanayake J., Strbac G. Integration of distributed generation in electricity system planning. Distributed Generation, 2010; p.142 147.
6. Liu Zhijian, Yan Jun, Song Qi. Optimal power flow research on distributed network considering distributed generation. China International Conference on Electricity Distribution (CICED), 2016
7. Romero-Aguero H. What is the future of energy systems? // Transmission & Distribution World. Russian Edition. 2015. No. 2 (29). p. 38 42.
8. Rodionova M. Open seminar "Technical aspects of the implementation of own generation: organization of the process of solving problematic technical issues". RNXIGRE // Electricity. Transmission and distribution. 2015. No. 3 (30). pp. 114 119.
9. Kobets B.V., Volkova I.O. Innovative development of electric power industry based on the Smart Grid concept. Moscow: IAC Energia, 2010. 208 p.
10. Glushchenko P.V. Active-adaptive power grids: intelligent multi-agent diagnostic and predictive complex and intelligent algorithm of multi-agent solutions for diagnostic monitoring // Management of economic systems: Electronic scientific journal. 2014. No. 8 (68). p. 1.

© Кокиева Г.Е., Архангельская В.Р. 2023 Научный сетевой журнал «Столыпинский вестник» №6/2023.

Для цитирования: Кокиева Г.Е., Архангельская В.Р. МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ОТ ПОДСТАНЦИИ «ЧУРАПЧИНСКИЙ РЭС-110/35/6// Научный сетевой журнал «Столыпинский вестник» №6/2023.