

УДК 621.31

**ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ЖИЛОГО РАЙОНА Г. ЧЕЛЯБИНСКА
ОГРАНИЧЕННОГО УЛИЦАМИ****Онофрийчук Валерий Игоревич**

инженер,

Литвинов Артем Владиславович,

инженер,

Головань Игорь Николаевич

инженер

ООО "РиК-Энерго", Россия, Челябинская обл., Сосновский м.р-н, Долгодеревенское с.п., д. Шигаево, ул. Соколиная гора, д. 17, КВ. 38 maksimov.nik275@gmail.com

Аннотация

В данной работе рассматриваются вопросы проектирования системы электроснабжения микрорайона города. Район считается не новым, так как давно уже спроектирован, но при этом, с учетом того, что за это время появилось оборудование, которое обладает качествами лучше, чем то, которое было использовано при проектирование данного района, то заново рассмотреть и спроектировать данный район является хорошим решением, не только в техническом плане, но и в учебном. Работа включает в себя определение расчетных нагрузок потребителей микрорайона, выбор мощности и типа трансформаторных подстанций.

Ключевые слова: системы электроснабжения, проектирование системы, электроэнергетика, потребители.

**POWER SUPPLY OF A RESIDENTIAL AREA OF CHELYABINSK LIMITED
TO STREETS****Valery I. Onofriychuk**

engineer,

Artem V. Litvinov,

engineer,

Igor N. Golovan

engineer

LLC "RiK-Energo", Russia, Chelyabinskaya oblast, Sosnovsky district, Dolgoderevenskoe rural settlement, Shigaevo village, st. Sokolinaya Gora, 17, kv. 38

ABSTRACT

In this paper, the issues of designing the power supply system of the microdistrict of the city are considered. The area is considered not new, as it has already been designed for a long time, but at the same time, taking into account the fact that during this time equipment has appeared that has qualities better than that which was used in the design of this area, then reconsidering and designing this area is a good solution, not only technically, but also educationally. The work includes the determination of the calculated loads of consumers of the microdistrict, the choice of power and type of transformer substations.

Keywords: power supply systems, system design, electric power industry, consumers.

В крупных городах очень часто можно заметить, что из-под земли достаются высоковольтные кабели, это связано не только со стройкой, во время которой могут ненамеренно повредить данные кабели, но также из-за повреждений, которые возникают как из-за аварийных ситуаций, так и в обычном режиме из-за того, что кабели оказываются не способны пропускать без повреждений большой ток. Это происходит из-за того, что в Челябинске постоянно увеличивается количество жителей и приходится строить новые многоквартирные дома, соответственно нагрузка увеличивается. Из-за этого по кабелям бежит больший ток, чем тот, на которой эти кабели рассчитаны. Именно поэтому необходимо изменить подход к расчету, чтобы была возможность не только сменить габарит трансформатора на ступень выше, но также и кабель заведомо брать с большим сечением [1]. С одной стороны, это несет потери, но с другой стороны, в будущем это позволит не проводить дополнительных работ по смене всего кабеля. Также это позволит увеличить надежность электроснабжения при аварийных ситуациях. Ниже рассмотрим существующий подход к решению и как можно его модернизировать.

Чтобы не потерять качественное электроснабжение и не изменять габарит трансформатора предлагается в данных формулах учитывать не только электроплиты и стиральные машины (питание и сечения проводов которых изображены на рисунке 1), но также и кондиционеры, которые в последнее время все больше людей устанавливают в квартирах [2,3]. (Потребление энергии кондиционером варьируется от 0,65 кВт/ч на малые помещения и доходит до 3-4 кВт/ч в средних помещениях. А если их количество в доме будет большим, то это будет потреблять огромное количество энергии).

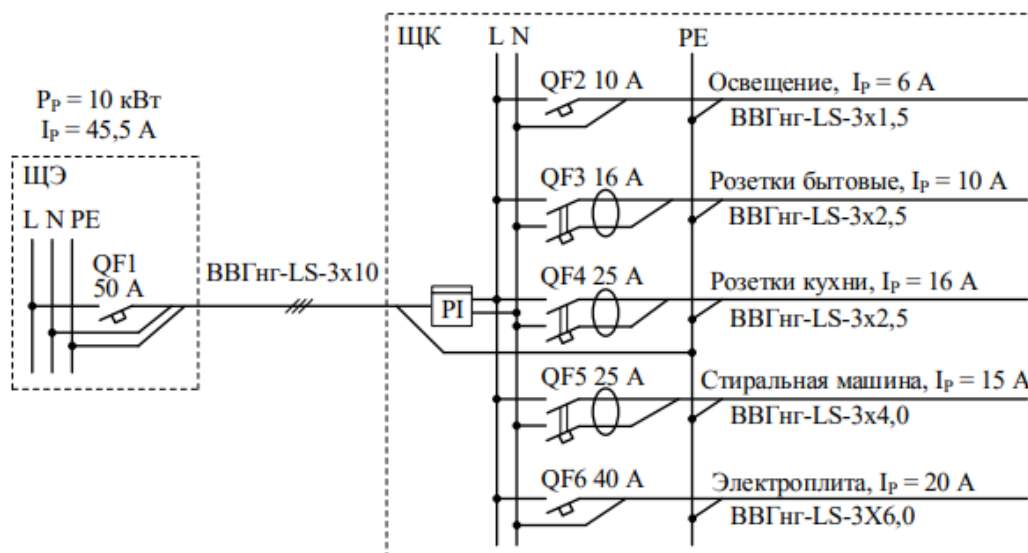


Рисунок 1. Принципиальная схема групповой квартирной сети

При проектировании наружного освещения городских территорий следует определить категорию дорожного покрытия. Категории дорог и улиц определяют в зависимости от их назначения, транспортных характеристик, расчётной скорости движения автотранспорта и количества полос движения. Их разделяют на магистрали и улицы общегородского (классы дорог А1– А4), районного (классы дорог Б1, Б2) и местного (классы дорог В1–В3) значения [4–6]. Кроме того, выделяют территории пешеходные (классы территории П1–П6) [7,8].

Расчётную активную нагрузку уличного освещения согласно [4] определим по формуле:

$$P_{p,yo} = P_{yom} \cdot F_{ул} \cdot E_{ул}$$

где P_{OUM} – относительная удельная мощность уличного освещения, мВт/(лк·м²);

$F_{УЛ}$ – площадь освещаемой территории, м²;

$E_{УЛ}$ – средняя освещённость территории, лк.

Расчётную реактивную нагрузку уличного освещения определяют по формуле:

$$Q_{p,yo} = P_{p,yo} \cdot \text{tg}\varphi,$$

где $\text{tg}\varphi$ – коэффициент реактивной мощности (для газоразрядных натриевых ламп, применяемых в нашем случае, $\text{tg}\varphi = 0,62$).

Для уменьшения потребления электроэнергии на уличное освещение предлагается для дорог, где происходит интенсивное движение ставить пьезогенераторы, которые преобразуют энергию движущегося по ним автомобилей или потока людей в электрическую, что позволит существенно экономить на освещении дорог.

Расчетную электрическую нагрузку питающей линии (трансформаторной подстанции) при смешанном питании потребителей различного назначения (жилых домов и общественных зданий или помещений) P_p , кВт; Q_p , кВар; S_p , кВА, найдем по формуле:

$$P_{p,ТП1} = P_{зд,макс.ТП1} + K_1 \cdot P_{зд,1} + K_2 \cdot P_{зд,2} + \dots + K_n \cdot P_{зд,n};$$

$$Q_{p,ТП1} = Q_{зд,макс.ТП1} + K_1 \cdot Q_{зд,1} + K_2 \cdot Q_{зд,2} + \dots + K_n \cdot Q_{зд,n};$$

$$S_{p,ТП1} = \sqrt{Q_{p,ТП1}^2 + P_{p,ТП1}^2},$$

где $P_{зд,макс.ТП1}$ – максимальная из нагрузок (активных) зданий, питаемых линией (трансформаторной подстанцией), кВт;

$P_{зд.1}, P_{зд.2}, P_{зд.n}$ - расчетные электрические нагрузки (активные) всех зданий, кроме здания с наибольшей нагрузкой $P_{зд.макс.ТП1}$, питаемых линией (трансформаторной подстанцией), кВт;

$Q_{зд.макс.ТП1}$ - максимальная из нагрузок (реактивных) зданий, питаемых линией (трансформаторной подстанцией), кВар;

$Q_{зд.1}, Q_{зд.2}, Q_{зд.n}$ - расчетные электрические нагрузки (реактивные) всех зданий, кроме здания с наибольшей нагрузкой $P_{зд.макс.ТП1}$, питаемых линией (трансформаторной подстанцией), кВар;

K_1, K_2, K_n - коэффициенты, учитывающие долю электрических нагрузок общественных зданий (помещений) и жилых домов (квартир и силовых электроприемников) в наибольшей расчетной нагрузке $P_{зд.макс.ТП1}$ [1].

Отметим, что коэффициент загрузки для потребителей второй категории находится в пределах 0,7-0,8, а для потребителей третьей категории (жилые дома этажностью до 6, без установленных лифтов) в пределах 0,9-0,95.

Для увеличения надежности предлагается ставить только двухтрансформаторные подстанции даже для потребителей с 3 категорией надежности (для частного сектора, для домов, которые ниже 9 этажей), так как в будущем может увеличиться количество потребителей, а также может начаться многоэтажная стройка.

Выбранная упрощенная схема электроснабжения изображена на рисунке 2.

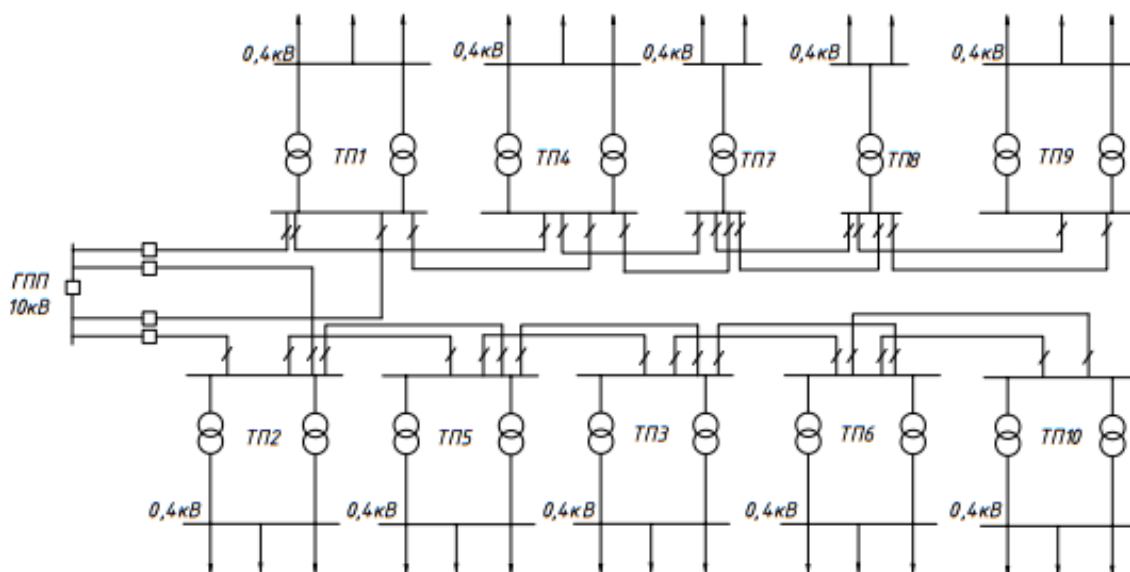


Рисунок 2. Двухлучевая схема электроснабжения [4]

В распределительных сетях 10(6) кВ кабели с алюминиевыми жилами при прокладке их в траншеях рекомендуется принимать сечением не менее 70 мм², но не более 240 мм².

Выбор кабельных линий будем осуществлять по экономической плотности тока, так как она устанавливает оптимальное соотношение между затратами цветного металла и потерями электроэнергии в линии в нормальном режиме.

Расчетный ток кабеля в нормальном режиме [4]:

$$I_i = \frac{S_i}{n \cdot \sqrt{3} \cdot U_n},$$

где S_i - мощность, передаваемая по i -ому участку в нормальном режиме, кВА;

n - число параллельно проложенных кабельных линий;

U_n - номинальное напряжение кабельной линии, кВ.

Экономически целесообразное сечение рассчитывается по формуле:

$$F_э = \frac{I_i}{j_э},$$

где $j_э$ – экономическая плотность тока (так как в микрорайонах годовое число часов использования получасового максимума нагрузки $T_m = 3000-5000$ ч/год, то $j_э$ принимаем равную $1,7$ А/мм²) [4].

После определения экономически целесообразного сечения, округляем его в ближайшую большую сторону. Затем находим допустимый ток кабеля $I_{доп}$ по каталожным данным и приводим его реальным условиям (коэффициенты взяты из [4]):

$$I_{дл.доп} = K_p \cdot K_t \cdot K_p \cdot I_{доп},$$

где K_p – поправочный коэффициент, учитывающий число параллельно уложенных кабелей (для кольцевой схемы равен 1, для двухлучевой равен 0,9);

$K_t = 1,11$ – коэффициент, учитывающий температуру грунта [5];

$K_p = 1$ – коэффициент, учитывающий состав грунта.

Для изменений расчета предлагается учитывать наихудшие температурные показатели грунта, чтобы выявить наибольший длительно допустимый ток для увеличения надежности электроснабжения.

При этом сечение сразу будем проверять по длительно допустимому нагреву в послеаварийном режиме по неравенству [5]:

$$I_{кл.п.ав} \leq K_{п.доп} \cdot I_{дл.доп},$$

где $K_{п.доп}$ – допустимый коэффициент перегрузки кабеля в послеаварийном режиме, зависящий от коэффициента загрузки ТП [5].

При выполнении данной работы, опираясь на руководящие указания по проектированию жилых микрорайонов, была рассчитана нагрузка жилого района города Челябинска, ограниченного улицами: Энгельса, Коммуны, Труда и Свердловский проспект. Было рассчитано количество и мощность трансформаторных подстанций, место их установки, а также была выбрана схема электроснабжения, которая позволяет осуществлять надежное и качественное электроснабжение.

Список литературы:

1. Повышение эффективности систем управления электрическими режимами электродуговых печей за счет применения адаптивного регулятора импеданса / А. А. Николаев, П. Г. Тулупов, О. С. Малахов, С. С. Рыжевол // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика. – 2021. – Т. 21. – № 4. – С. 82-93. – DOI 10.14529/power210410.
2. Организация контроля изоляции в распределительной сети карьера "Тарпор" / Х. Д. Бобоев, Ю. И. Аверьянов, А. В. Богданов, И. Л. Кравчук // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика. – 2021. – Т. 21. – № 4. – С. 57-65. – DOI 10.14529/power210407
3. Анализ гармонического состава токов и напряжений дуг в дуговой сталеплавильной печи с использованием математической модели / А. А. Николаев, П. Г. Тулупов, А. С. Денисевич, С. С. Рыжевол // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика. – 2021. – Т. 21. – № 2. – С. 72-84. – DOI 10.14529/power210208.

4. Системы Электроснабжения. Часть 4: электроснабжение промышленных предприятий и городов/ А.М. Ершов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2019. – 325 с.
5. Правила устройства электроустановок: утв. Приказом Минэнерго России от 20 июня 2003 г. № 242 / М-во энергетики Российской Федерации. – 7-е изд. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2003. – 750 с
6. Улучшение энергетических и повышение надежностных показателей электроприводов буровых установок / А. В. Коржов, Ю. И. Хохлов, М. А. Григорьев [и др.] // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика. – 2021. – Т. 21. – № 4. – С. 94-101. – DOI 10.14529/power210411
7. Системы Электроснабжения. Часть 4: электроснабжение промышленных предприятий и городов/ А.М. Ершов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2019. – 325 с.
8. Улучшение энергетических и повышение надежностных показателей электроприводов буровых установок / А. В. Коржов, Ю. И. Хохлов, М. А. Григорьев [и др.] // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика. – 2021. – Т. 21. – № 4. – С. 94-101. – DOI 10.14529/power210411.

References:

1. Nikolaev A. A., Tulupov P. G., Malakhov O. S., Ryzhev S. S. Improving the efficiency of control systems for electric modes of electric arc furnaces through the use of an adaptive impedance controller // Bulletin of the South Ural State University. Series: Energy. - 2021. - T. 21. - No. 4. - S. 82-93. - DOI 10.14529/power210410.
2. Boboev Kh. D., Averyanov Yu. Series: Energy. - 2021. - T. 21. - No. 4. - S. 57-65. - DOI 10.14529/power210407
3. Nikolaev A. A., Tulupov P. G., Denisevich A. S., Ryzhev S. S. Analysis of the harmonic composition of arc currents and voltages in an arc steel-smelting furnace using a mathematical model // Bulletin of the South Ural State University. Series: Energy. - 2021. - T. 21. - No. 2. - S. 72-84. - DOI 10.14529/power210208.
4. Power supply systems. Part 4: power supply of industrial enterprises and cities / A.M. Ershov. - Chelyabinsk: Publishing Center of SUSU, 2019. - 325 p.
5. Rules for the installation of electrical installations: approved. Order of the Ministry of Energy of Russia dated June 20, 2003 No. 242 / Ministry of Energy of the Russian Federation. – 7th ed. – М.: Publishing house of NTs ENAS, 2003. – 750 s
6. Korzhov A. V., Khokhlov Yu. I., Grigoriev M. A. [et al.] Improvement of energy and reliability indicators of electric drives of drilling rigs // Bulletin of the South Ural State University. Series: Energy. - 2021. - T. 21. - No. 4. - S. 94-101. – DOI 10.14529/power210411
7. Power supply systems. Part 4: power supply of industrial enterprises and cities / A.M. Ershov. - Chelyabinsk: Publishing Center of SUSU, 2019. - 325 p.

8. Korzhov A. V., Khokhlov Yu. I., Grigoriev M. A. [et al.] Improvement of energy and reliability indicators of electric drives of drilling rigs // Bulletin of the South Ural State University. Series: Energy. - 2021. - Т. 21. - No. 4. - S. 94-101. – DOI 10.14529/power210411.