

Novochrom<sup>LTD</sup>, Metalloinvest Management Company LLC, Public Joint-Stock Company Rosseti Volga.

Thus, the Smart Grid concept involves the system transformation of the electric power industry (power system) and affects all its main elements: generation, transmission and distribution, sales and dispatching.

## REFERENCES

1. Ivanov, T.V., Konev, A.V. Intellectual energy system of Russia // Energy expert, - 2010 - No. 6 - S. 26-27.
2. Kobets, B.B., Volkova, T.O. Innovative development of electric power industry based on Smart Grid concept. - M.: Energy, 2010 - 208 s.
3. Ledin, S.S., Ignatichev, A.V. Development of industrial standards of internal and inter-system data exchange of intelligent energy systems // Automation and IT in energy. – 2010. – № 10.

## ВЫБОР СЕЧЕНИЯ КАБЕЛЯ ДЛЯ ПИТАНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ С НЕЛИНЕЙНОЙ НАГРУЗКОЙ

**Рудченко Юрий Александрович**, к.т.н., доцент

УО «Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого», г. Гомель, Республика Беларусь

Как известно, при проектировании систем электроснабжения, выбор сечений силовых кабелей ведется по нагреву расчетным током, который в свою очередь определяется расчетной нагрузкой потребителя. Для расчета электрических нагрузок может применяться ряд методов, основным из которых является метод коэффициента расчетной мощности [1].

При определении расчетной нагрузки потребителя методом коэффициента расчетной мощности учитывается неравномерность распределения однофазных электроприемников по фазам трехфазной сети. В случае неравномерности выше 15 % по отношению к общей мощности трехфазных и однофазных электроприемников в группе, номинальную мощность эквивалентной группы трехфазных электроприемников принимают равной тройному значению мощности наиболее загруженной фазы. Это позволяет учесть дополнительный нагрев нулевого проводника и четырехжильного кабеля в целом, вызванный несимметричностью нагрузки, и предотвратить перегрев кабеля в процессе эксплуатации и его преждевременный выход из строя.

При питании потребителей с нелинейной нагрузкой дополнительный нагрев четырехжильных кабелей может возникнуть даже при симметричной нагрузке

[2,3,4]. Если не учитывать это на этапе проектирования, то сечение кабеля может быть выбрано ошибочно заниженным по условию его допустимого нагрева.

Для симметричных трехфазных систем, при наличии только третьей гармоники тока, учесть влияние токов высших гармоник можно путем использования поправочного коэффициента приведенного в [5]. Однако если уровень высших гармоник тока кратных трем (6, 9, 12 и т.д.) превышает 15%, данная методика даёт существенную погрешность.

Рекомендуется электрическую нагрузку силовых четырехжильных кабелей напряжением до 1 кВ по которым возможно протекание токов высших гармоник вести по соответствующим таблицам допустимых длительных токов, приведенных в ПУЭ, с учетом поправочного коэффициента снижения допустимой токовой нагрузки, определяемого выражением

$$K = \sqrt{\sum_{n=1}^N K_{I(n)}^2 / (\sum_{n=1}^N (K_{I(n)}^2 K_{R\phi(n)}) + 3 \sum_{n=3,6,\dots}^N (K_{I(n)}^2 K_{Rn(n)})}$$

где  $K_{I(n)}$  – коэффициент гармонической составляющей тока n-ой гармоники;  $K_{R\phi(n)} = R_{\phi(n)}/R_{\phi}$ , – отношение сопротивления фазной жилы на n-ой гармонике к сопротивлению фазной жилы на постоянном токе;  $K_{Rn(n)} = R_{n(n)}/R_{\phi}$  – отношение сопротивления нулевой жилы на n-ой гармонике к сопротивлению фазной жилы на постоянном токе;

Для проверки правильности полученного выражения была составлена модель четырехжильного кабеля марки АВБШв (4x120) в программном комплексе Elcut, позволяющем проводить расчеты методом конечных элементов [6] и проведены расчеты картины теплового поля кабеля для различных режимов его работы (синусоидального и несинусоидального). Проведенные расчеты подтвердили правильность полученного выражения.

Для реализации описанного подхода к выбору сечения кабелей питающих потребители с нелинейной нагрузкой на практике, следует провести экспериментальное определение спектрального состава токов для обобщенной нагрузки различного типа. Это позволит определить коэффициенты снижения допустимого длительного тока для различного типа обобщенной нагрузки.

## ЛИТЕРАТУРА

1. «Указаниям по расчету электрических нагрузок». РТМ 36.18.32.4-92 ВНИПИ «Тяжпром-электропроект».
2. Избранные вопросы несинусоидальных режимов в электрических сетях предприятий / И.В. Жежеленко [и др.]. – М.: Энергоатомиздат, 2007. – 296 с.
3. Куделина, Д.В. Определение нагрева изоляции кабельных линий с учетом влияния токов высших гармоник / Д.В. Куделина, В.И. Бирюлин // Auditorium. Электронный научный журнал Курского государственного университета. 2019. – №1. – Режим доступа:

<https://cyberleninka.ru/article/n/opredelenie-nagreva-izolyatsii-kabelnyh-liniy-s-uchetom-vliyaniya-tokov-vysshih-garmonik>. – Дата доступа: 21.02.2020.

4. Рудченко, Ю.А. Влияние высших гармоник тока на дополнительный нагрев силовых кабелей напряжением до 1 кВ / Ю.А. Рудченко // Материалы международной научно-технической конференции «Инновационное развитие современной науки». – Андижан, 2019. – С.20-25.

5. ГОСТ 50571.5.52 Электроустановки низковольтные. Выбор и монтаж электрооборудования. Электропроводки.

6. Рудченко, Ю.А. Определение предельно допустимых токов силовых четырехжильных кабелей до 1 кВ при питании потребителей с нелинейной нагрузкой в программе Elcut // Вестник ГГТУ им. П.О. Сухого. – 2020. – №1. – с.72-80.

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ВОДОЗАБОРА ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ ВОДОВОЗДУШНОЙ ОЧИСТКИ ФИЛЬТРОВ**

**Капанский Алексей Александрович**, к.т.н., доцент

Гомельский государственный технический университет имени  
П.О. Сухого, г. Гомель, Республика Беларусь

Целью данной работы является исследование поиска путей уменьшения энергопотребления и развития методов повышения энергоэффективности водоканалов. Отраженные в статье исследования базируются на результатах энергетического обследования КПУП «Гомельский водоканал» одной из задач которого являлся поиск резервов экономии электроэнергии за счет снижения технологических расходов воды. В качестве основных мероприятий можно выделить следующие направления: *изменение графика промывки фильтров с увеличением фильтроцикла; использование водовоздушной промывки; повторное использование промывной воды* [1, 2]. В статье приводятся материалы анализа повышения энергоэффективности водозабора за счет использования водовоздушной промывки.

По мере накопления железа фильтрующий материал станции обезжелезивания загрязняется. Для ускорения процесса очистки фильтров возможно использование одновременно как водяной, так воздушной промывки, которая обладает более сильным действием при небольших расходах промывной воды. На исследуемом водозаборе «Ипуть» проводился эксперимент с подключением компрессора дизельного компрессора ММЗ-ПВ-6/7 мощностью 40,5 кВт, производительностью 360 м<sup>3</sup>/ч (6000 л/мин) и давлением 0,7 МПа к существующему трубопроводу подачи воды. Схема подключения приведена на рисунке 1.