

УДК 621.316.722.076.12

ПОВЫШЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ В УДАЛЕННЫХ ОТ ПОДСТАНЦИИ ТОЧКАХ СЕТИ 0,4 кВ

Пролубников М.А., студент гр. Эпр-81, IV курс

Научный руководитель: Попов А.Н., к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет
имени И.И. Ползунова
г. Барнаул

В пригородных распределительных сетях, распределительных сетях сельской местности, у потребителей электроэнергии, расположенных на конечных участках распределительных сетей, нередко наблюдается снижение величины напряжения ниже границ в $\pm 10\%$ от номинального, установленных. Пониженное напряжение оказывается на качестве работы и работоспособности приемников электрической энергии. В частности, это касается приемников, в которых используются асинхронные двигатели (АД). Пониженное напряжение вызывает повышенный нагрев обмоток АД, что, в следствии, приводит к перегреву, ускоренному износу, старению изоляции или даже возгоранию. Также это касается устройств освещения, где при снижении напряжения уменьшается световой поток, а при его превышении – наоборот увеличивается, что приводит к нарушению требований.

В России распределительные сети выполнены уровнем напряжения 0,4-110 кВ. Общая протяженность этих сетей свыше двух миллионов километров. Протяженность сетей 0,4 кВ насчитывается около 826 тысяч км, протяженность сетей 6-10 кВ – около 1200 тысяч км, сети 35-110 – около 290 тысяч км. [1]

Процентное соотношение сетей по уровню напряжения показано на рисунке 1

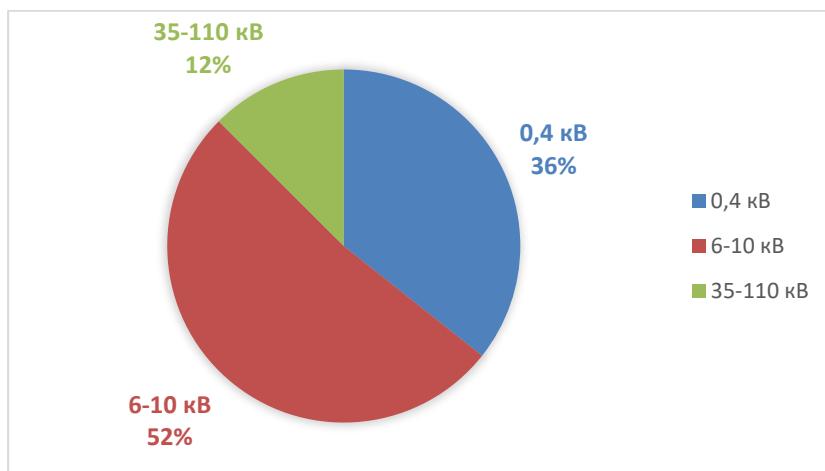


Рисунок 1 – Процентное соотношение сетей по уровню напряжения

В распределительных сетях уровня 0,4 кВ почти не проводятся мероприятия, не используются средства по повышению надежности электроснабжения,

по улучшению технико-экономических показателей, качества электроэнергии. Основной проблемой распределительных сетей является их высокая протяженность – она не позволяет провести оперативную реконструкцию линий. Ситуация усугубляется тем, что протяженность пригородных и сельских распределительных сетей намного выше, чем в городах, и при этом имеет низкую плотность распределения ВЛ.

Были проведены измерения отклонения напряжения у потребителей в пригородных сетях города Барнаула, как видно из графика (рисунок 2), отклонение по фазе С почти всегда превышает установленный гостом предел $\pm 10\%$, отклонение по фазам А и В также выходило за установленные рамки. [2, 3]

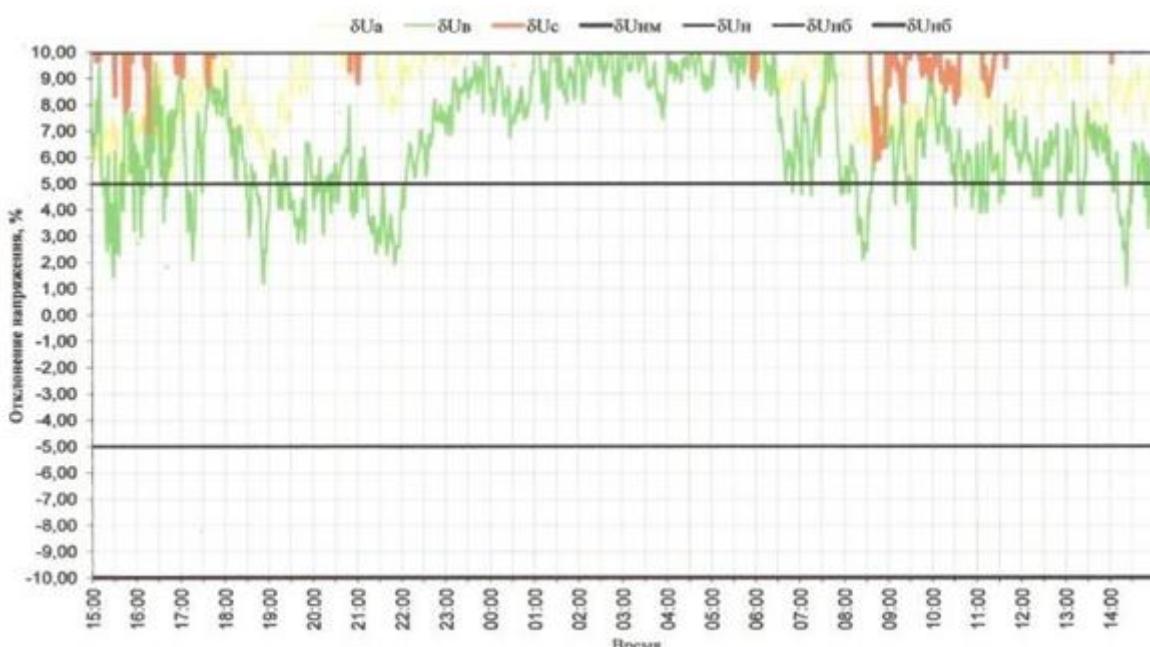


Рисунок 2 – График отклонения напряжения

Существуют несколько основных способов по улучшению качества электроэнергии:

1. Распределение нагрузок по фазам. Такой способ может помочь при систематической несимметричной нагрузке по фазам. Однако, как мы видим, по статистике, а также как это видно из рисунка 2, электрическая нагрузка является случайным событием в каждый отдельный момент времени. Такой способ не является эффективным при регулярной перегрузке всех трех фаз.

2. Замена провода. Это самое дорогое и растянутое по времени решение. Хотя увеличение сечения существующих приводов марок А и АС, их замена на провода марки СИП способно решить данную проблему, из-за высокой протяженности распределительных сетей 0,4 кВ, такой способ будет очень дорогим мероприятием

3. Увеличение мощности трансформатор. Такое решение может показаться разумным, однако около 30-35% всех трансформаторов в сельской местности недогружены, а установка более мощных только увеличит потери холостого хода.

Предлагается использование метод регулирования напряжения за счет перетоков реактивной мощности. Для этого будет применяться конденсаторное устройство.

Основным отличием от уже существующих способов является то, что установка устройства будет проводится в конце линии, на питающим эту линию фидере, что позволит устанавливать только одно устройство на всю линии. Сами характеристики устройства будут зависеть от мощности нагрузки, подключенной к фидеру. На рисунке 3 представлена схема сети. [4]

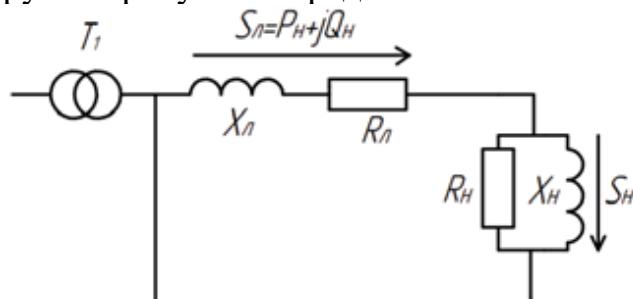


Рисунок 3 - Схема сети

Падение напряжения в линии ΔU можно записать как:

$$\Delta U = U_1 - U_2,$$

$$U_2 = U_1 - \frac{P \cdot R + Q \cdot X}{U_1}.$$

где, ΔU – падение напряжения на линии,

U_1 – напряжение в начале линии,

U_2 – напряжение в конце линии,

P - активная и мощность потребителя,

Q – реактивная мощность потребителя,

R – активное сопротивления линии,

X – реактивное сопротивление линии.

После подключения компенсирующего устройства, схема будет выглядеть так, как показано на рисунке 4.

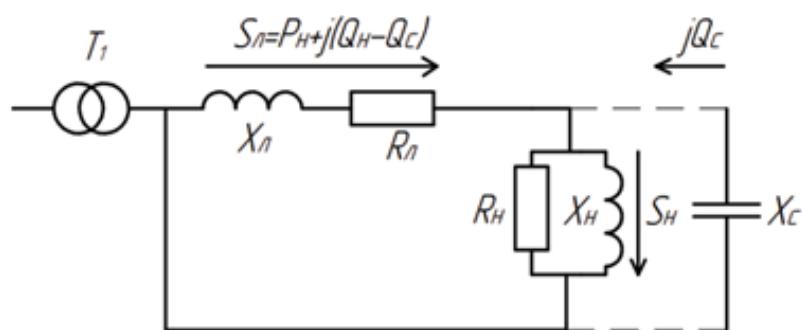


Рисунок 4 – Схема замещения линии подключенной нагрузкой

Для автоматизации этого устройства была разработана плата управления на основе микроконтроллера ATMega-32A, которая должна переключать конденсаторы, установленные в этом устройстве при падении или повышении напряжения до определенного значения. Структурная схема устройства управления показана на рисунке 5.

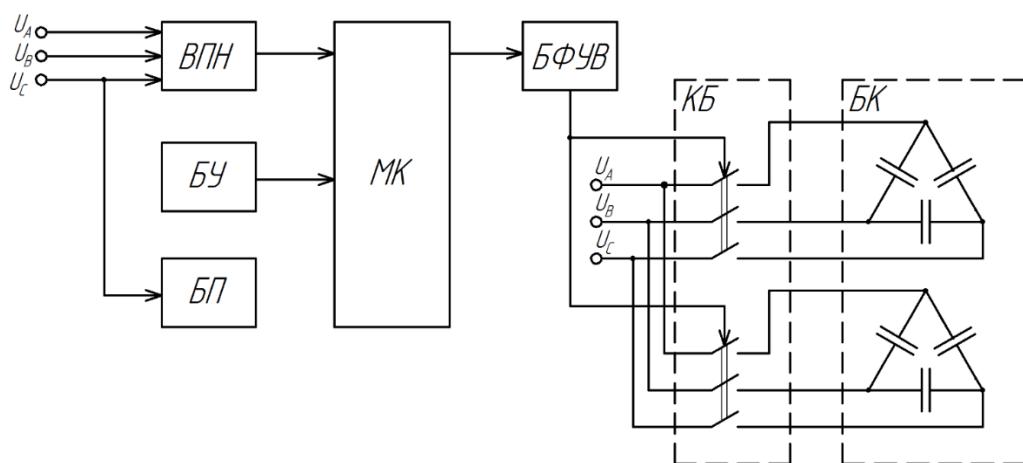


Рисунок 5– Структурная схема устройства

Входной преобразователь напряжения (ВПН) предназначен для преобразования величин входных фазных напряжений сети в эквивалентно масштабированные переменные напряжения в диапазоне амплитуд от 0 до 2,5 В с постоянной составляющей 2,5 В.

Микроконтроллер (МК) в соответствии с его программой осуществляет аналогово-цифровое преобразование мгновенных значений фазных напряжений, получаемых от блока ВПН, вычисление на их основе действующих значений фазных напряжений и формирование управляющих воздействий блоку формирования управляющих воздействий (БФУВ).

Блок БФУВ формирует на основе сигналов от МК управляющие воздействия для контакторов блока КБ, контакторный блок (КБ) представляет собой два силовых контактора способных коммутировать емкостную нагрузку, блок батарей конденсаторов (ББК) представлен двумя трехфазными конденсаторами емкостью 27 мкФ, 82 мкФ на напряжение 0,4 кВ.

Блок управления (БУ) предназначен для преобразования информации о нажатиях кнопок управления устройством в эквивалентные импульсы постоянного напряжения 5 В, воспринимаемых блоком МК.

Блок питания (БП) преобразует фазное напряжение одной из фаз трехфазной сети в постоянные напряжения 5 и 3,3 В, необходимые для питания блоков БУ, МК, БФУВ и КБ.

Была создана 3D модель истового видения устройства, она представлена на рисунке 6.

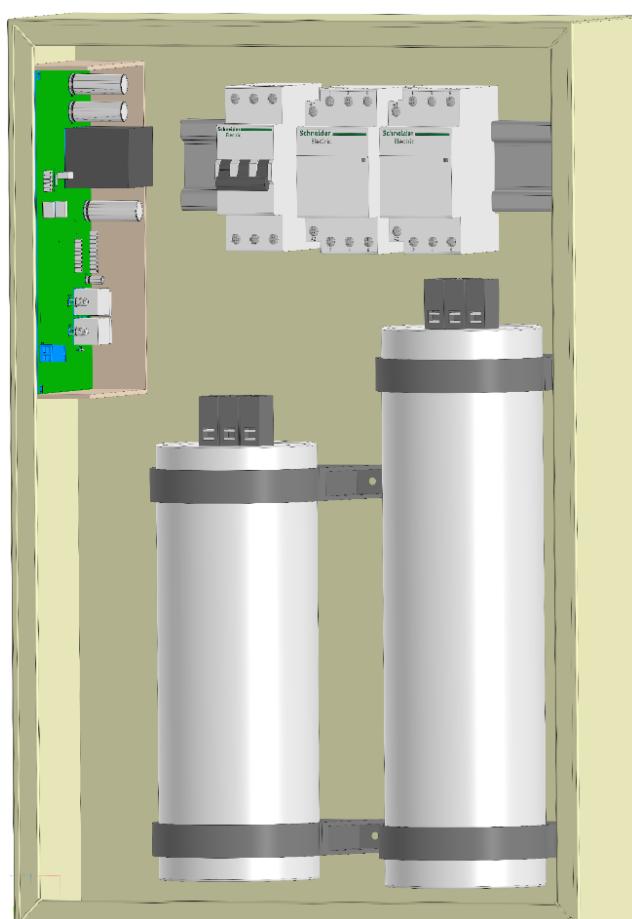


Рисунок 6 – Визуализация готового устройства

Таким образом, разработка и техническая реализация предложенного решения позволит обеспечить необходимое качество электроэнергии в пригородных и сельских распределительных сетях.

Список литературы:

1. Наумов, И. В. Анализ уровня надёжности сельских распределительных сетей напряжением 10 кВ на примере филиала «Восточных электрических сетей ОАО ИЭСК» – Статья : непосредственная //Вестник ИрГСХА, вып. № 40. – 2010. – С. 115-120.
2. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Методы измерений показателей качества электрической энергии: ГОСТ 30804.4.30-2013 – Введ. 01.07.2014. Москва : Стандартинформ, 2014.– 25 с. – Текст : непосредственный
3. Совместимость технических средств электромагнитная. Ограничение изменений напряжения, колебаний напряжения и фликера в низковольтных системах электроснабжения общего назначения. Технические средства с номинальным током не более 16 А (в одной фазе), подключаемые к электрической сети при несоблюдении определенных условий подключения. Нормы и методы испытаний : ГОСТ 30804.3.3-2013 – Введ. 01.07.2014. Москва : Стандартинформ, 2014. – 27 с. – Текст : непосредственный
4. Бессонов, Л. А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи [Текст]: Учебник: [для студентов высших учебных заведений технического профиля] / Л. А. Бессонов. – Москва: Гардарики, 2000. 435 с. – Текст : непосредственный