

О КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ В СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ДОННТУ

Луговская И.В., студент; Ищук В.С., студент; Солёный С.В., к.т.н., доц.
(Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина)

Необходимость энергосбережения становится все более актуальной. Это обусловлено все большим дефицитом и увеличением стоимости энергоресурсов, ростом объемов производства и инфраструктуры городов. Большинство потребителей электроэнергии наряду с активной мощностью потребляют и реактивную мощность, которая расходуется на создание электромагнитных полей и является бесполезной. Наличие в низковольтной электрической сети (НЭС) реактивной мощности снижает качество электроэнергии, приводит к увеличению платы за электроэнергию, дополнительным потерям и перегреву электропроводов, перегрузке подстанций, необходимости завышения мощности силовых трансформаторов и сечения кабелей, просадкам напряжения в системе электроснабжения.

В НЭС при чисто активной нагрузке протекающий ток не опережает и не запаздывает от напряжения. При индуктивной нагрузке ток отстает от напряжения, при емкостной – опережает напряжение. При работе электродвигателей, компрессоров, электромагнитов и др., что наиболее типично для большинства потребителей нагрузка имеет индуктивный характер и в общей потребляемой мощности присутствует реактивная мощность. В этом случае снижается коэффициент мощности и для его повышения необходимо подключать емкостную нагрузку, которая компенсирует индуктивную составляющую. Результирующая нагрузка приближается к чисто активной и коэффициент мощности приобретает максимальное значение. Для компенсации реактивной мощности применяются конденсаторные батареи, в автоматизированном режиме повышающие коэффициент мощности и тем самым, снижающие общие потери потребителя. В частности, при повышении $\cos\varphi$ с 0,5 до 0,9 реактивная мощность снижается на 44 %. Применение конденсаторных батарей позволяет снизить объем потребляемой реактивной мощности и добиться экономического эффекта в вопросах энергосбережения [1-3].

Таким образом, идея работы состоит в снижении потребления реактивной мощности в НЭС учебных корпусов ДонНТУ путем применения автоматизированной системы компенсации реактивной мощности.

Цель работы – разработать автоматизированную систему компенсации реактивной мощности в НЭС учебных корпусов ДонНТУ.

В качестве объекта компенсации реактивной мощности выбрана однолинейная схема электроснабжения одного из учебных корпусов ДонНТУ (рис. 1).

Компенсация реактивной мощности особенно необходима для потребителей, имеющих низкий коэффициент мощности. В частности, это касается потребителей с большим числом эксплуатируемых асинхронных двигателей ($\cos\varphi=0,7$), особенно в режиме их недозагрузки ($\cos\varphi=0,5$) – подъемно-транспортные механизмы и др.

Анализ (рис. 1) показывает, что к однолинейной схеме электроснабжения учебного корпуса подключаются следующие потребители (присоединения) с пониженным $\cos\varphi$: освещение всего учебного корпуса (люминесцентные лампы, компактные люминесцентные лампы и др.); силовое электрооборудование лифтов

(асинхронные двигатели и др.); насосы подачи воды (асинхронные двигатели и др.); вентиляция (асинхронные двигатели и др.); также в учебном корпусе находится множество специфических учебных лабораторий с потребителями, имеющими пониженный соэф (двигательные генераторные нагрузки, автоматика, компьютерная техника и др.).

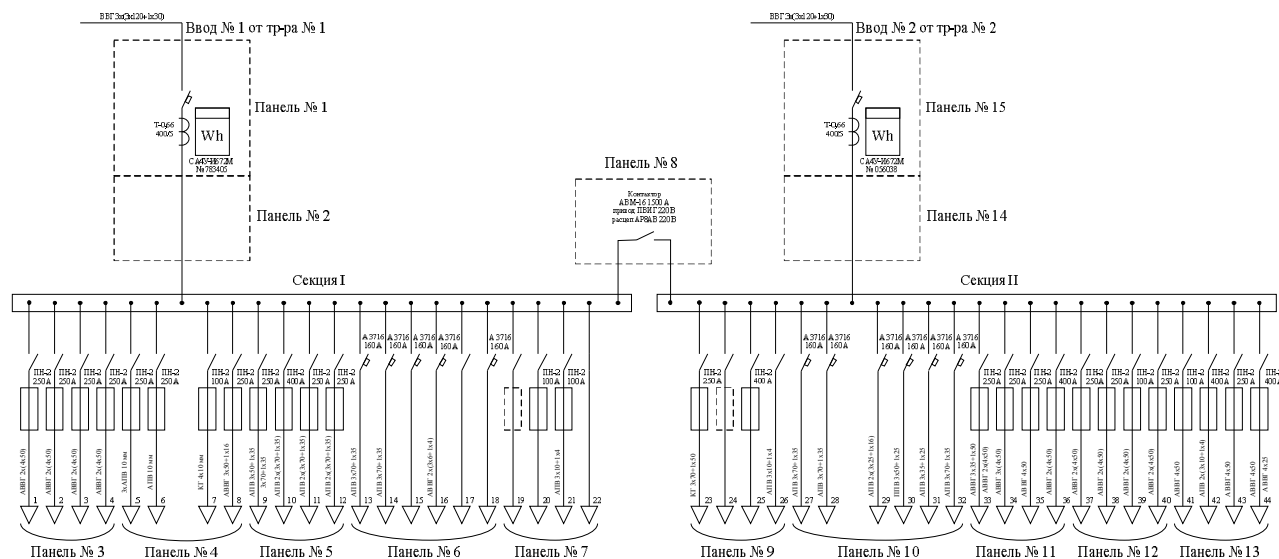


Рисунок 1 – Однолинейная схема электроснабжения одного из учебных корпусов

Приблизительные затраты на реактивную мощность потребленную электрооборудованием учебного корпуса составляют в год:

$$Z_{годпр} = 12 \cdot (Z_1 + Z_2) = 12 \cdot (657,73 + 415,80) = 12882,36, \text{ грн.},$$

где $Z_1 = 657,73$, $Z_2 = 415,80$ – стоимость потребленной реактивной мощности, грн. (сведения предоставлены отделом главного энергетика ДонНТУ за сентябрь месяц).

Согласно [3] необходимая мощность конденсаторных батарей рассчитывается по формуле:

$$Q_{КБнеобх.} = \frac{WQ_{\text{Ввод № } i}}{T_{\text{раб.мес.}}}, \quad (1)$$

где $WQ_{\text{Ввод № } i}$ – потребленная реактивная мощность по вводу № i , квар·час;
 $T_{\text{раб.мес.}} = n \cdot t_p = 20 \cdot 10 = 200$ – время работы конденсаторной батареи в месяц, час/мес,
 где $n = 20$ – число рабочих дней в месяц; $t_p = 10$ – длительность работы электрооборудования в сутки (считаем, что она равна длительности рабочего дня приблизительно с 7⁰⁰ до 17⁰⁰).

На ночь, то есть в нашем случае на 14 часов конденсаторные батареи необходимо отключать иначе будет перекомпенсация, а за нее предусмотрены штрафные санкции.

Пользуясь формулой (1) рассчитаем необходимую емкость конденсаторной батареи для вводов № 1 и № 2.

Ввод № 1:

$$Q_{КБнеобх. \text{ Ввод № } 1} = \frac{WQ_{\text{Ввод № } 1}}{T_{\text{раб.мес.}}} = \frac{21328}{200} = 106,64, \text{ квар.}$$

Ввод № 2:

$$Q_{\text{КБнеобх. Ввод № 2}} = \frac{WQ_{\text{Ввод № 2}}}{T_{\text{раб.мес.}}} = \frac{13483}{200} = 67,415, \text{ квар.}$$

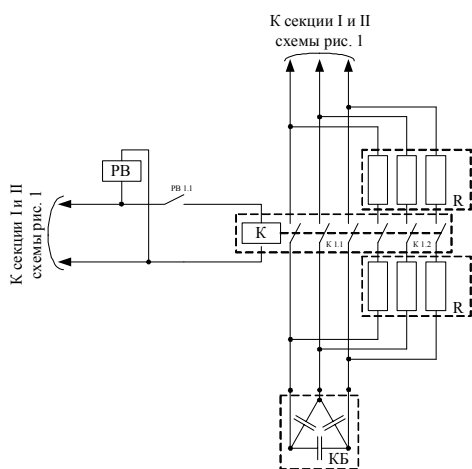


Рисунок 2 – Схема автоматизированной системы управления КБ

Принимаем, что на каждом вводе будет установлена нерегулируемая конденсаторная батарея мощностью 100 квар.

Схема автоматизированной системы управления конденсаторными батареями представлена на рис. 2, она состоит из реле времени (РВ), контактора (К) и конденсаторной батареи (КБ). Особенностью данной схемы является то, что необходимо использовать специализированный контактор для коммутации КБ. В момент включения КБ, происходит практически короткое замыкание цепи и ток в ней достаточно велик. Значение тока определяется величиной переменного напряжения, импедансом выводов КБ,

соединяющих кабелей, и обмоток силового трансформатора. При индивидуальной компенсации пик зарядного тока может превышать в 30 раз номинальный ток КБ. Такой значительный ток проходя через обычный контактор может повредить его и КБ. Поэтому необходимо: ограничивать зарядный ток КБ подключением токоограничивающих резисторов R (рис. 2); использовать специализированные контакторы коммутации емкостной нагрузки.

Токоограничивающие резисторы включаются параллельно основным контактам специализированного контактора и замыкаются на 4 мс раньше при замыкании и размыкаются на 4 мс позже при размыкании. Это позволяет существенно ограничить выброс напряжения, который происходит при коммутации КБ.

В программное РВ необходимо заложить следующую программу: оно должно включиться сразу после начала отработки программы и отключиться через 10 часов, а также должно работать в циклическом режиме с периодом 14 часов.

Внедрение автоматизированной системы компенсации реактивной мощности в однолинейной схему электроснабжения учебных корпусов ДонНТУ позволит уменьшить размер оплаты за электроэнергию, обеспечить подачу электроэнергии по кабелю с меньшим сечением (при реконструкции), увеличить срок эксплуатации электрооборудования вследствие его меньшего нагрева, улучшить качество электроэнергии, избежать штрафов за снижение качества электроэнергии пониженным коэффициентом мощности, уменьшить уровень высших гармоник в системе электроснабжения.

Перечень ссылок

1. Правила устройства электроустановок. – Х.: Изд-во «Форт», Харьков, 2009. – 704 с.
2. Геворкян М.В. Современные компоненты компенсации реактивной мощности (для низковольтных сетей). – Издательство: Додэка-XXI. 2003 г. – 64 стр.
3. Константинов Б.А., Зайцев Г.З. Компенсация реактивной мощности. – Л.: Энергия. Библиотека электромонтера. Выпуск 445. 1976 г. – 104 стр.