

## СОВРЕМЕННЫЕ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ СЕТИ 6-10 КВ Овсянников М.Ю. Email: Ovsyannikov689@scientifictext.ru

Овсянников Максим Юрьевич – бакалавр,  
кафедра электроэнергетики и электротехники,  
Институт арктических технологий  
Мурманский государственный технический университет, г. Мурманск

**Аннотация:** в статье рассмотрены современные распределительные сети с напряжением 6-10 кВ, которые имеют довольно разнообразные схемы электроснабжения, которые, в свою очередь, зависят от требований, зависящих напрямую от категорий надежности электроснабжения. Они довольно таки специфичны, по сравнению с промышленными сетями такого же напряжения. Это связано с тем, что в городских районах могут встречаться потребители всех трех категорий. Современные распределительные сети напряжением 6-10 кВ чаще всего выполнены по смешанной схеме электроснабжения, т.е. часть сети питается по магистральной, а часть – по радиальной схеме.

**Ключевые слова:** распределительные сети, напряжение, смешанная схема электроснабжения, городская сеть, сети промышленных предприятий, системы автоматического ввода резерва, распределительный пункт, короткое замыкание.

## MODERN DISTRIBUTION NETWORKS 6-10 KV Ovsyannikov M.Yu.

Ovsyannikov Maxim Yurievich - Bachelor's degree,  
DEPARTMENT OF ELECTRIC POWER AND ELECTRICAL ENGINEERING,  
INSTITUTE OF ARCTIC TECHNOLOGIES  
MURMANSK STATE TECHNICAL UNIVERSITY, MURMANSK

**Abstract:** the article discusses modern distribution networks with a voltage of 6-10 kV, which have quite a variety of power supply schemes, which, in turn, depend on requirements that depend directly on the categories of reliability of power supply. They are quite specific, in comparison with industrial networks of the same voltage. This is due to the fact that consumers of all three categories can be found in urban areas. Modern distribution networks with a voltage of 6-10 kV are most often made according to a mixed power supply scheme, i.e. part of the network is powered by the trunk, and part - by the radial circuit.

**Keywords:** distribution networks, voltage, mixed power supply scheme, city network, networks of industrial enterprises, automatic reserve input systems, distribution point, short circuit.

Как мы знаем, в сетях крупных промышленных предприятий с напряжением 6-10 кВ применяют магистральные и радиальные схемы электроснабжения. Применимы они и для городских сетей с напряжением 6-10 кВ.

В электрических сетях крупных городов применяют как магистральные, так и радиальные схемы электроснабжения с параллельной работой нескольких линий на шины нескольких подстанций или одной подстанции, которые связываются между собой кабельными линиями, либо же с раздельной работой, но с применением системы автоматического ввода резерва (АВР).

На рисунке 1 показана схема электропитания городского распределительного пункта (РП), организованная параллельными линиями с максимально направленной защитой [1].

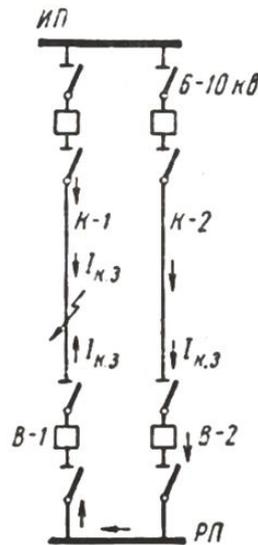


Рис. 1. Радиальная схема питания городского РП двумя параллельными линиями с направленной защитой

В данном случае установка простой максимальной защиты недопустима, так как при коротком замыкании в кабеле 1 или 2 произойдет отключение обеих выключателей В-1 и В-2 и, как вы уже догадались РП останется без электропитания (стрелками на схеме 1 показан контур протекания токов короткого замыкания (КЗ)). Если же устанавливается максимально-направленная защита при возникновении КЗ отключится только В-1, а В-2 нет [2].

После чего аварийный кабель К-1 с некоторой выдержкой времени отключится с помощью выключателя питающего центра, а вся нагрузка будет переведена на кабель К-2. Но есть минус в этой схеме, а именно то, что каждый кабель должен загружаться при нормальном режиме работы не более чем на 65%, так как при аварийном режиме работы его нагрузка не должна превышать 130%.

Как другой вариант можно привести схему с тремя параллельно работающими кабелями, применима она для питания двух городских распределительных пунктов (рис. 2).

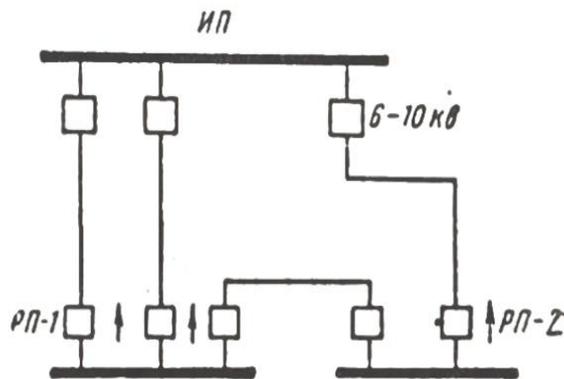


Рис. 2. Схема питательной сети с максимально направленной защитой с тремя параллельными линиями

При возникновении повреждений в кабеле любой линии электропитания он просто отключается с двух сторон выключателями, а потребители продолжают получать электропитание от двух оставшихся в работе линиях. Такая схема имеет преимущества перед схемой питания с двумя кабелями в том, что она не снижает надежность питания и при этом позволяет загружать кабели в нормальном режиме до 80%. При выходе из строя одного кабеля остальные два будут загружены на 120%.

Также стоит отметить, что в радиальных схемах городского электроснабжения широко применяют автоматический ввод резерва АВР на выключателе секционном. Не только на секционном выключателе могут устанавливать АВР, но и на кабельной связи между РП или на одной из двух кабельных линий [3].

В комбинации с АВР на высоком напряжении применяют схемы с максимально направленной защитой:

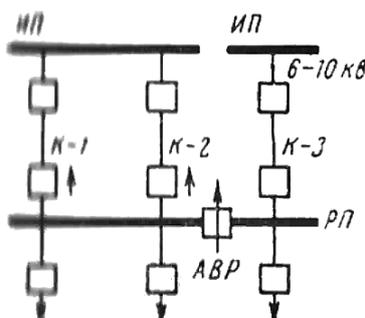


Рис. 3. Схема питания с тремя кабелями, два из которых оборудованы максимально-направленной защитой, АВР установлено на секционном выключателе

Максимально направленной защитой оборудуют кабели К-1 и К-2 и в нормальном режиме они загружаются на 65%. В качестве АВР для кабеля К-3 служит секционный выключатель. Кабель К-3 загружается на 100%. Суммарная нагрузка на все три кабеля составит 230%. При отключении К-1 и К-2 К-3 возьмет на себя 230% нагрузки, а при отключении К-3 К-1 и К-2 возьмут на себя 115% нагрузки.

Схемы с АВР, как правило, применяют для питания электроприемников I и II категории.

В крупных городах довольно большую популярность получила так называемая двухлучевая схема с применением АВР на низком напряжении. Двухлучевая система электроснабжения представляет собой питание подстанций с двумя трансформаторами (мощность трансформаторов до 630 кВА) от двух кабельных линий (лучей), запитанных от различных подстанций или различных шин питающего центра (рис. 4) [4].

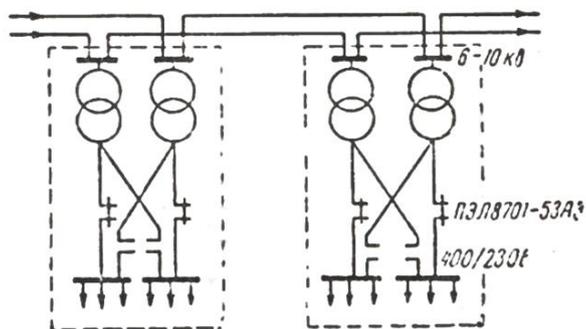


Рис. 4. Двухлучевая магистральная схема сети высокого напряжения с контакторной автоматикой (АВР) на стороне низкого напряжения

В цепях низшего напряжения силовых трансформаторов устанавливаются автоматические выключатели (АВ) или контакторные станции типа ПЭЛ. Когда исчезнет напряжение на каком-то из трансформаторов контакторы переведут нагрузку на оставшийся в работе трансформатор и высоковольтную линию.

Двухлучевая схема электроснабжения активно применяется для питания многоэтажных домов и применима к потребителям любой категории [5].

Двухлучевая система электроснабжения с применением АВР на стороне низшего напряжения имеет ряд преимуществ:

1. Время переключения между лучами составляет порядка 0,2-0,3 секунды, тогда как АВР на стороне высокого напряжения вводится за время 1-1,5 секунды.
2. Резервируются силовые трансформаторы и высоковольтные линии.
3. Количество высоковольтной аппаратуры минимально – минимальными являются и экономические затраты.
4. Самовосстанавливается при появлении напряжения высоковольтного, в то время как АВР высокого напряжения необходимо восстанавливать вручную или дистанционно.

При проектировании городских электросетей необходимо учитывать перспективу роста нагрузок и экономической окупаемости затрат в течение 5 - 8 лет. Поэтому рекомендуют развивать сети поэтапно.

Поэтапное развитие подразумевает под собой проведение таких мероприятий, как: докладка кабелей при росте нагрузки, на подстанциях устанавливаются трансформаторы меньшей мощности, которые при росте нагрузки заменяют более мощными. Применение систем поэтапного наращивания мощности позволяет избежать замораживания цветного металла и средств на длительное время.

### *Список литературы / References*

1. *Анчарова Т.В., Стебунова Е.Д., Рашевская М.А.* Электроснабжение и электрооборудование зданий и сооружений. Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. 416 с.
2. *Кудри Б.И.* Электроснабжение: учебник. М.: Academia, 2016. 160 с.
3. *Ополева Г.Н.* Электроснабжение промышленных предприятий и городов: учебное пособие. М.: Форум, 2018. 350 с.
4. *Фадеева Г.А., Федин В.Т.* Проектирование распределительных электрических сетей. М.: Высшая школа, 2009. 368 с.
5. *Шеховцов В.П.* Аппараты защиты в электрических сетях низкого напряжения. М.: Форум, 2010. 160 с.