

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №1 ПОДКЛЮЧЕНИЕ ПРИЕМНИКОВ И ПОТРЕБИТЕЛЕЙ К ИСТОЧНИКАМ ПИТАНИЯ

Цель работы: научиться подключать трехфазные и однофазные нагрузки к электрической сети.

Порядок выполнения

1. Изучить теоретический материала.
2. Ответить на контрольные вопросы.

Содержание отчёта

1. Необходимые теоретические сведения.
2. Ответы на контрольные вопросы.

Основные теоретические сведения

Приемники и потребители электроэнергии

Приемником электрической энергии (электроприемником) называется аппарат, агрегат, механизм, предназначенный для преобразования электрической энергии в другой ее вид энергии для ее использования. Приемники делятся на группы:

- трехфазного тока и напряжения до 1000 В, 50 Гц;
- трехфазного тока и напряжения свыше 1000 В, 50 Гц;
- однофазного тока и напряжения до 1000 В, 50 Гц;
- работающие с частотой, отличной от 50 Гц, питаемые от преобразовательных установок и подстанций;
- постоянного тока, питаемые от преобразовательных установок и подстанций.

Приемники могут работать в трех режимах, на которые их выпускает промышленность:

- продолжительно работающие в режиме с неизменяющейся нагрузкой (компрессоры, насосы, вентиляторы);
- работающие в режиме кратковременной нагрузки. В этом режиме рабочий процесс машины не настолько длителен, чтобы температура отдельных частей или аппарата могла достигнуть установившегося значения;
- работающие в повторно-кратковременном режиме. Этот режим характеризуется относительной продолжительностью включения (ПВ) и длительностью цикла (краны, сварочные аппараты)

Потребителем электрической энергии называется электроприемник или группа электроприемников, объединенных технологическим

процессом и размещающихся на определенной территории. Потребители делятся по надежности электроснабжения на три группы (рис.1.1):

— 3-я группа допускает перерыв в электроснабжении до 24 часов, это приемники второстепенных цехов, не определяющих технологический процесс основного производства;

— 2-я группа допускает перерыв питания на время ручного ввода резервного источника, у приемников этой группы перерыв электроснабжения связан с существенным недоотпуском продукции, простоем людей, механизмов, транспорта;

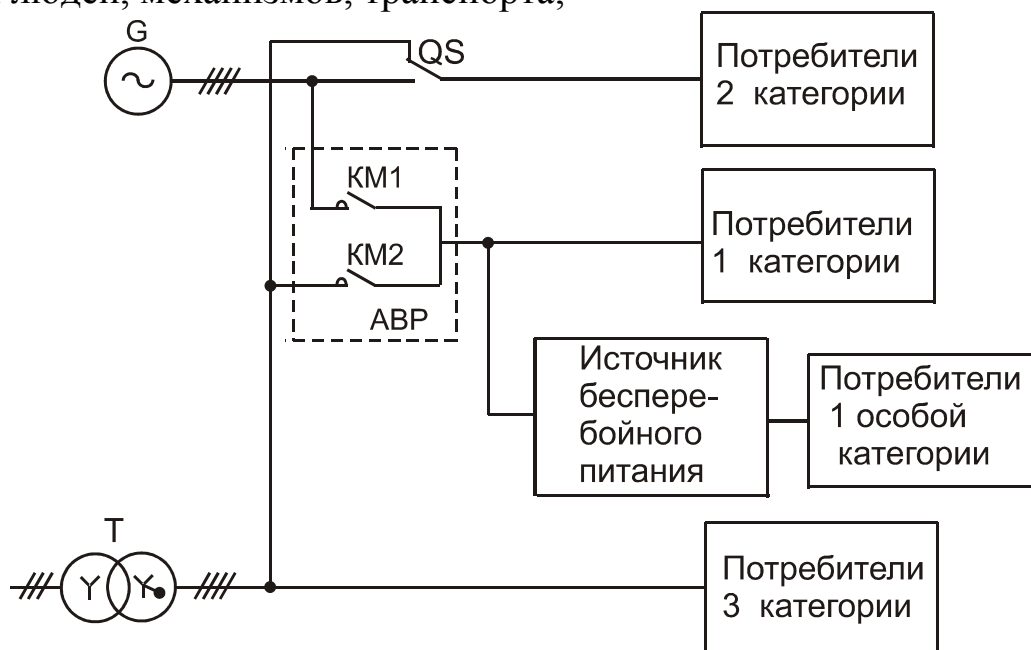


Рисунок 1.1. — Категории электроснабжения потребителей

— 1-я группа допускает перерыв на время автоматического ввода резерва (несколько секунд). Это приемники, перерыв электроснабжения которых может повлечь за собой опасность для жизни людей или значительный материальный ущерб, связанный с повреждением оборудования, массовым браком продукции или расстройством сложного технологического процессе производства;

— Из 1-й группы выделена особая, не терпящая перерыва электроснабжения. 2-я и 1-я группы должны иметь два независимых друг от друга источника питания.

Подключение потребителей на 380 В к источникам питания

Подключение потребителей в сетях до выхода ГОСТ 50571 осуществлялось по четырехпроводной схеме (рис.1.2). В четырехпроводной схеме нулевой проводник выполнял две функции, он использовался: — для подключения однофазных электроприемников; —

для зануления корпусов электроприемников, нормально не находящихся под напряжением. Зануление — это электрическое соединение нулевой точки источника (трансформатора) с корпусом электроприемника. Использование нулевого провода по такой схеме приводило к тому, что при несимметричной нагрузке, создаваемой однофазными потребителями, от протекания тока несимметрии в нулевом проводе терялась часть напряжения. Это напряжение прикладывалось ко всем корпусам электроприемников и к металлическим элементам, соединенным с нулевым проводом (автопоилки, корпуса щитов, корпуса электродвигателей)). В случае прикосновения к корпусам животные или люди испытывали неприятные пощипывания. Уже при напряжении на автопоилках напряжения в 5 В относительно земли удои коров снижались до 10%.

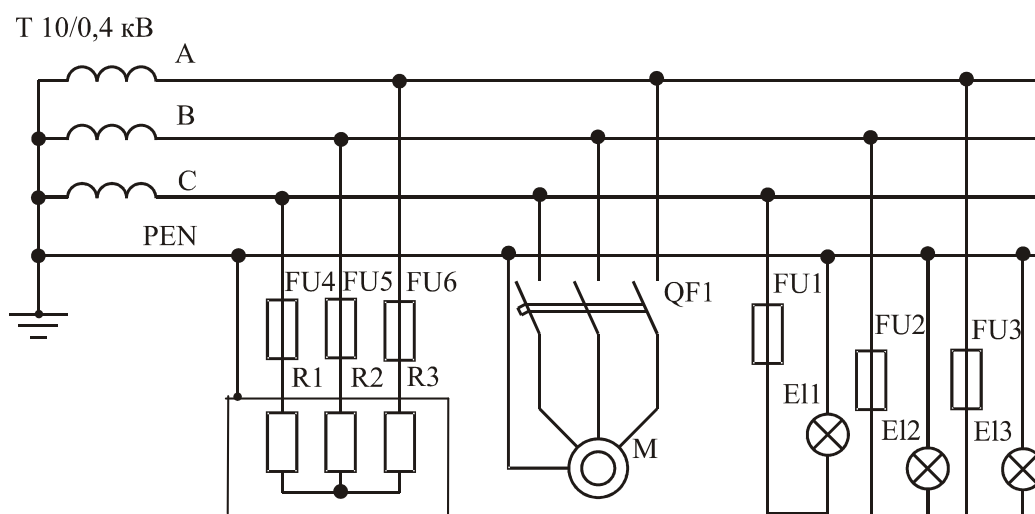


Рисунок 1.2 — Подключение потребителей в 4-х проводной сети 380/220 В.

На рис.1.2 обозначено: Т 10/04 — обмотка низкого напряжения трансформатора, соединенная в звезду с выведенным нулевым проводом;

FU4, FU5, FU6 — предохранители; сопротивления R1, R2, R3 трехфазного нагревателя; QF1 — автоматический выключатель, предохраняющий сеть от протекания больших токов при повреждении внутри электродвигателя М; FU1, FU2, FU3 — предохранители, защищающие сеть от токов коротких замыканий в осветительных лампах E1, E2, E3.

Производственные нагрузки в большинстве случаев получают питание от трехфазных трансформаторов. От четырех выводов низкого напряжения трансформатора прокладывают 4 проводника до помещения: три фазных и нулевой. После внедрения ГОСТ 50571 нулевой проводник называется PEN, совмещающий функции нулевого рабочего проводника N

и нулевого защитного проводника РЕ. Внутри помещений эти два нулевых проводника следует разделять.

В сельском хозяйстве различают бытовую, коммунально-бытовую и производственную нагрузки. Все виды нагрузок подключаются к сетям 380/220 В или к сети 220 В от однофазных трансформаторов. В результате обследований, проведенных Московским энергетическим университетом, бытовая нагрузка содержит 101 разновидность потребителей (нагреватели, освещение, холодильники, стиральные машины, компьютеры, зарядные устройства и т.д.). Коммунально-бытовые потребители — это школы, больницы, клубы, библиотеки. Среди производственных потребителей преобладает электродвигательная нагрузка. Так на некоторых зерноперерабатывающих пунктах установлено до 60 электродвигателей разной мощности. Все электродвигатели, нагреватели соединяются между собой проводниками и подключаются к сети параллельно. По мере увеличения числа подключенных потребителей их сопротивление в каждой фазе уменьшается, и фазный ток, потребляемый от трансформатора, растет.

Бытовая нагрузка в большинстве сельских поселений является преобладающей по сравнению с производственной. Бытовая нагрузка подключается к одной фазе трехфазной линии, отходящей от питающего трехфазного трансформатора, чаще всего в сельской местности такой трансформатор преобразует 10 кВ в 380/220 В. В малых населенных пунктах используют однофазные трансформаторы 10/0,23 кВ. Студенту необходимо иметь представление, каким образом электроэнергия попадает к потребителям. Среди бытовых потребителей преобладающей является осветительная нагрузка. Освещение бытовых помещений осуществляется пока в большинстве жилых помещений лампами накаливания или энергосберегающими люминесцентными лампами. Если на лампе накаливания написано: 63 Вт, 220 В, это значит, что лампа предназначена для включения в сеть с напряжением 220 В и будет потреблять из сети ток, вычисляемый по формуле мощности

$$I_1 = P_1 / U; \quad I_1 = 63 \text{ В} \cdot \text{А} / 220 \text{ В} = 0,286 \text{ А}.$$

Сопротивление одной такой лампы по закону Ома составит

$$R_1 = U / I_1; \quad R_1 = 220 / 0,286 = 769 \text{ Ом}.$$

Подключение к сети второй лампы равносильно включению второго сопротивления, параллельного первому. Их общее сопротивление снижается в два раза, соответственно в два раза возрастает потребляемый ток двумя лампами. Также параллельно к лампам параллельно включается утюг, нагреватель, однофазный электродвигатель, компьютер, телевизор

представленный на схеме (рис.1.3) сопротивлением R, включаемый через розетку XS.

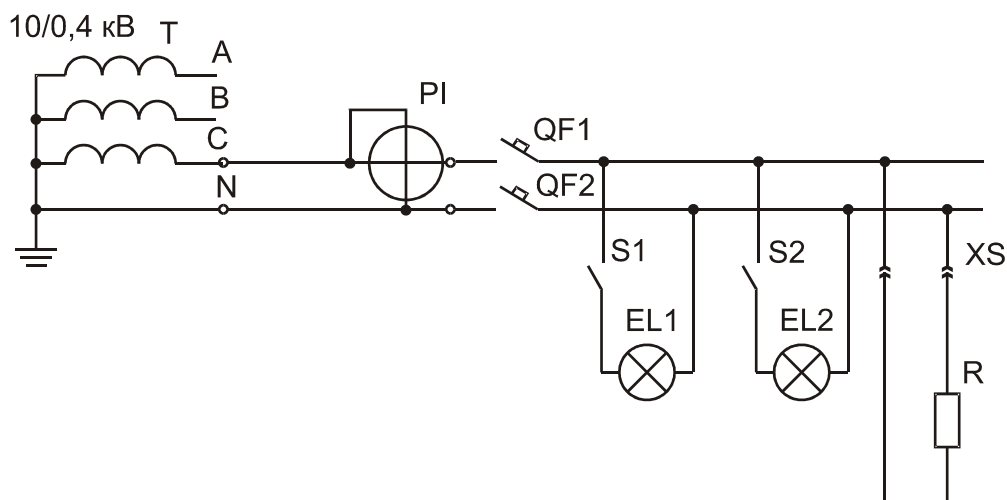


Рисунок 1.3 — Питание бытовых потребителей от 4-х проводной сети

В старых домах в квартиры заводилось два провода для питания бытовых потребителей. В фазном и нулевом проводах устанавливались автоматические выключатели QF1, QF2 для отключения возможных коротких замыканий. Представим, что в момент заворачивания цоколя лампы в патроне соединились лепестки. Сопротивление соединенных лепестков значительно меньше сопротивления нити лампы накаливания 769 Ом. Пусть переходное сопротивление вместе с питающими проводами составит $R_{кз} = 0,5$ Ома. Тогда по проводам и через обмотку питающего трансформатора будет протекать ток короткого замыкания (КЗ), величина тока определяется по закону Ома

$$I_{кз} = U/R_{кз}; \quad I_{кз} = 220/0,5 = 440 \text{ А.}$$

От такого большого тока замкнувшиеся лепестки патрона расплавляются за очень короткое время. Провода в бытовых помещениях рассчитываются на длительное протекание тока до 20 А, поэтому от тока КЗ провода разогреются за несколько секунд и их изоляция расплавится. Количество выделившегося в проводниках тепла вычисляется в соответствии с законом Джоуля-Ленца. Расплавленные провода с горючей изоляцией, как правило, вызывают пожар. Чтобы этого не случилось любые короткие замыкания в бытовой сети должны отключаться со временем, не превышающем 0,3 с.

Среди бытовых потребителей преобладает осветительная нагрузка, подключаемая на фазное напряжение 220 В. В лампе накаливания от протекающего тока разогревается спираль, изготовленная из высокоомного проводника. Если известна мощность лампы или

однофазного нагревателя без вентилятора, то (он) она потребляет только активную мощность, и ток находим в соответствии с формулой

$$P_{Л}^{(1)} = U_{\phi} I_{Л}; \quad I_{Л} = P_{Л}^{(1)} / U_{\phi},$$

где U_{ϕ} — фазное напряжение, которое подводится к потребителю;

$I_{Л}$ — величина тока, протекающего через сопротивление потребителя. Индекс (1) указывает, что нагрузка подключена к одному фазному и к нулевому рабочему проводу.

Среди производственных потребителей к одной фазе подключаются осветительные, облучательные, однофазные нагревательные установки. К трем фазам подключаются трехфазные нагреватели и трехфазные электродвигатели. Нагреватель представляют собой спираль из высокоомного провода, помещенную в металлическую трубку и изолированную от корпуса трубки мелким песком.

Как уже рассматривали, в электрических сетях, выполненных по старым проектам, нулевой проводник используется как рабочий, так и защитный. Он подключается как к электроприемникам, так и к корпусам. Недостаток такой схемы заключается в том, что однофазные электроприемники E11, E12, E13 создают несимметричную нагрузку, тогда геометрическая сумма их токов протекает по нулевому проводнику PEN. На этом проводнике может теряться напряжение до десятка В, это напряжение прикладывается ко всем корпусам электроприемников, что представляет опасность для жизни людей и животных.

Подключение потребителей по пятипроводной схеме

В технической литературе фазные проводники часто обозначают А, В, С. Проводники L₁, L₂, L₃ и PEN в производственном помещении или в многоквартирном жилом доме заходят в шкаф ввода или распределительный щит. Из распределительного щита внутри помещения отходит обычно несколько линий (рис.1.4). В соответствии с ГОСТ 50571 каждая линия к трехфазным потребителям содержит пять проводов: три фазных, а нулевой проводник в распределительном щите разделен на два: нулевой рабочий N и защитный PE. К однофазным светильникам подводят три провода: по фазному и нулевому рабочему проводникам протекает ток нагрузки потребителя, а защитный проводник PE проводит ток при коротком замыкании на корпус светильника и обеспечивает срабатывание защиты: автоматического выключателя или предохранителя (рис1.4).

На схеме показано подключение производственного помещения от трансформатора Т через автоматический выключатель QF1 по четырем проводам: А, В, С. PEN. Перед распределительным щитом в помещении

установлен разъединитель QS1. При отключении QS1 можно выполнять ремонтные работы на шинах щита.

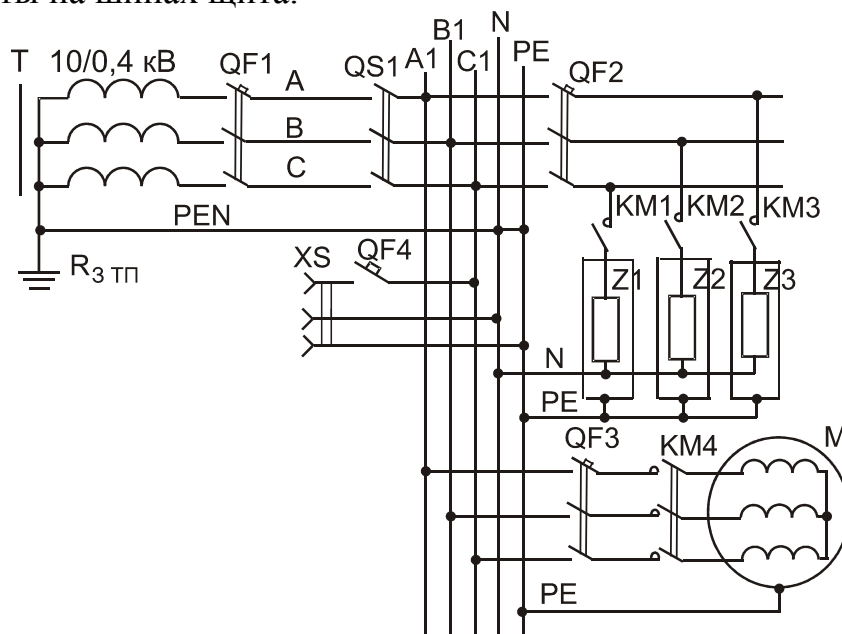


Рисунок 1.4 — Пятипроводная сеть 380/220 В

В распределительном щите нулевой провод PEN разделен на два: рабочую нулевую шину N (N — *Neutral* — *нейтраль*) и защитную PE (PE — *Protect Earth* — *защита земля*). От шин запитаны нагреватели и электродвигатель. Каждый из трех однофазных нагревателей Z1, Z2, Z3 подключен к фазному напряжению через трехфазный или три однофазных автоматических выключателя QF2 (показан трехфазный). К ним подводится рабочий нулевой проводник N. Корпуса всех нагревателей соединены с защитным нулевым проводником PE. При однофазном повреждении изоляции в электроприемнике увеличивается ток в фазном проводе и нулевом защитном проводнике PE. От увеличения тока срабатывает либо предохранитель с плавкой вставкой либо автоматический выключатель

Контрольные вопросы

1. Как изображается на схеме трансформатор с соединением обмоток «звезда-зигзаг с нулем», «треугольник-звезда с нулем», автоматический выключатель, электродвигатель?
2. Какую роль выполняет нулевой провод в 4-х проводной схеме питания потребителей?
3. Чем вызвана необходимость прокладки нулевого защитного проводника?
4. Что такое зануление?
5. Почему нулевую точку трехфазного потребителя нельзя соединять с нулевым проводом?

6. Как вычислить ток, потребляемый однофазной нагрузкой при известной мощности?
7. Почему нельзя соединять бытовые электроприемники (утюги, нагреватели) последовательно?
8. Что необходимо подвести к счетчику для его работы в линии с напряжением 220 В?
9. Для чего устанавливаются автоматические выключатели?
10. Почему к однофазной розетке в 5-ти проводной схеме подводят три провода?
11. Чем защищается сеть 380/220 В от коротких замыканий?