

**Абдувалиев Тоирбек Амзаевич,**

*студент магистратуры электроэнергетического факультета,  
ФГБОУ ВО «Костромская государственная сельскохозяйственная академия»;*

**Ётов Михаил Сергеевич,**

*преподаватель,  
ФГБОУ ВО «Костромская государственная сельскохозяйственная академия»;*

**Симонов Андрей Владимирович,**

*преподаватель специальных дисциплин,  
ОГБПОУ «Костромской колледж отраслевых технологий, строительства и лесной  
промышленности»,  
г. Кострома, Россия*

## **ПРОСТЕЙШИЙ УКАЗАТЕЛЬ УСЛОВНОГО ЧЕРЕДОВАНИЯ ФАЗ ДЛЯ ТРЕХФАЗНЫХ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ**

В отдельных случаях следует знать условное чередование трёх фаз в электрической сети, чтобы совпадали направления вращения рабочей машины и трёхфазного электродвигателя, который заведомо испытан на запуск. Такая проверка на совпадение позволяет исключить аварийные опасные режимы, ошибки и ущербы, если в рабочей машине не допускается неправильное (обратное) вращение. Кроме того, экономятся средства и время при наладке такого электропривода. Возможны 6 вариантов подключения обмоток статора к трёхфазной сети, но в любом случае направление вращения магнитного поля статора, и, соответственно, ротора, будет или по часовой стрелке, или против часовой, – всё зависит от условного чередования фаз: прямого ( $A \rightarrow B \rightarrow C$ ) или обратного ( $A \rightarrow C \rightarrow B$ ) (рис. 1).

Простейший указатель чередования фаз может быть собран путём соединения в схему «звезда без нуля» трёх элементов: конденсатора  $C$  и двух одинаковых активных сопротивлений  $R_1=R_2$ , например, 2 ламп накаливания (ЛН) (рис. 2). Причём их сопротивления должны быть равны, то есть  $X_c=R_1=R_2$  [1].

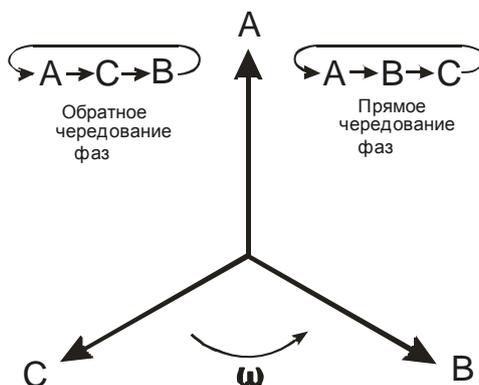


Рисунок 1 – Векторная диаграмма фазных напряжений сети

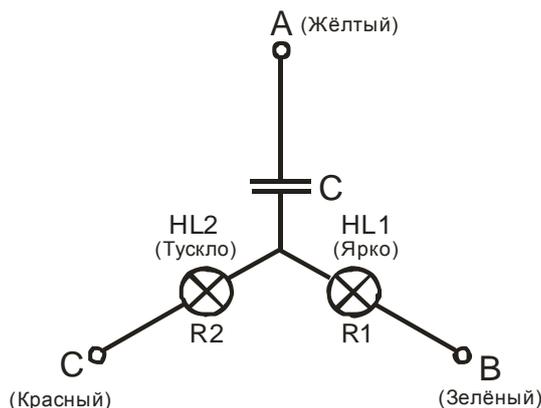


Рисунок 2 – Простейший указатель чередования фаз для сети

При включении в трёхфазную сеть этой несимметричной нагрузки происходит смещение нейтрали и перераспределение фазных напряжений ( $U_{\text{фаз}}$ ). Если фазу, к которой подключён конденсатор, условно считать за фазу А, то при прямом чередовании ( $A \rightarrow B \rightarrow C$ ) большее напряжение (ярко горящая лампа) будет на отстающей фазе (фаза В), а меньшее напряжение (тускло горящая лампа) – на опережающей фазе (фаза С). В соответствии с этим и маркируем провода сети, шины силовых шкафов, клеммы предохранителей и выключателей мазком цветной краски или намоткой цветной изоленды: фаза А – жёлтый цвет, фаза В – зелёный, фаза С – красный.

При напряжении сети 380/220В лампы накаливания должны быть соединены в каждой фазе (В и С) последовательно из-за большого напряжения ( $> 250$  В) в отстающей фазе, то есть их должно быть 4 штуки в схеме (рис. 3). Чтобы уменьшить габариты, вес, стоимость данного устройства и повысить безопасность эксплуатации, исключив стекло ЛН, можно заменить ЛН в фазе В на соответствующий резистор  $R_1$ , а ЛН в фазе С на вольтметр

электромагнитной системы с пределом измерения 450В. Коэффициент активной мощности таких приборов  $\cos \varphi = 1$ , поэтому вольтметр обладает почти чистым активным сопротивлением, которое является определяющим в подборе ёмкости конденсатора  $C$  и резистора  $R_1$  (рис. 4).

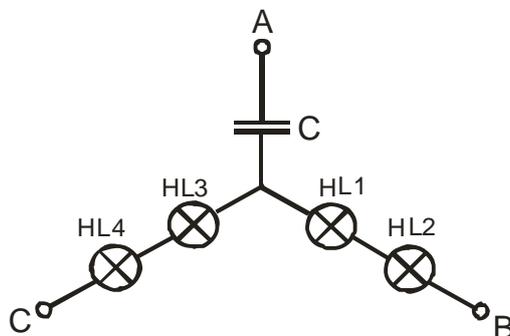


Рисунок 3 – Схема указателя чередования фаз для сети 380/220В

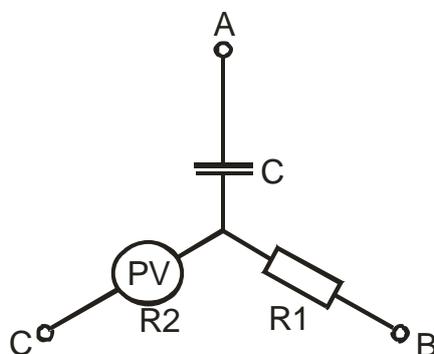


Рисунок 4 – Схема указателя чередования фаз с вольтметром

В лабораторных стендах, где часто применяется напряжение 220/127В, для указателя чередования фаз подходит такой набор приборов:

- 1) вольтметр типа Э8021,  $U_{\text{ном}} = 250\text{В}$ ,  $R_{\text{входное}} = 16,8\text{кОм}$ ;
- 2) резистор типа МЛТ,  $R=15-18\text{кОм}$ ,  $P_{\text{ном}} > 5\text{Вт}$ ;
- 3) конденсатор типа К73-17,  $C = 0,2\text{мкФ}$ ,  $U_{\text{ном}} = 300\text{В}$ .

Чередование фаз находится двумя опытами, когда меняются местами два провода подключения от вольтметра (красный) и резистора  $R_1$  (зелёный) по отношению к неизменному положению провода (жёлтого) от конденсатора  $C$  на фазе А. Опережающая фаза С определяется по минимальному показанию вольтметра, а отстающая фаза В – по максимальному. Опытные измерения в лаборатории «Электрические машины» показали, что при  $U_{\text{сети}} = 250/145\text{ В}$ , фазные напряжения распределились следующим образом:  $U_{\text{конденсатора}}=190\text{ В}$ ,

$U_{\text{вольтметра}}=60$  (220) В,  $U_{\text{резистора}}=220$  (60) В, что и подтверждает векторная диаграмма, построенная по этим данным. Схема может работать в продолжительном режиме для постоянного контроля или кратковременно – для простого тестирования.

Для сети 380/220В параметры выбираемых конденсатора С и резистора  $R_1$  рассчитываются аналогично по отношению к входному сопротивлению вольтметра, который должен быть с пределами измерений 450В или 600В.

Если вместо активных сопротивлений  $R_1$  и  $R_2$  подобрать два электромагнитных реле постоянного тока, то возможно выполнить автоматическое управление чередованием фаз в сети у потребителя с помощью реверсивного магнитного пускателя на случай ошибочного перепутывания линейных проводов при ремонте наружных или внутренних проводок (рис. 5).

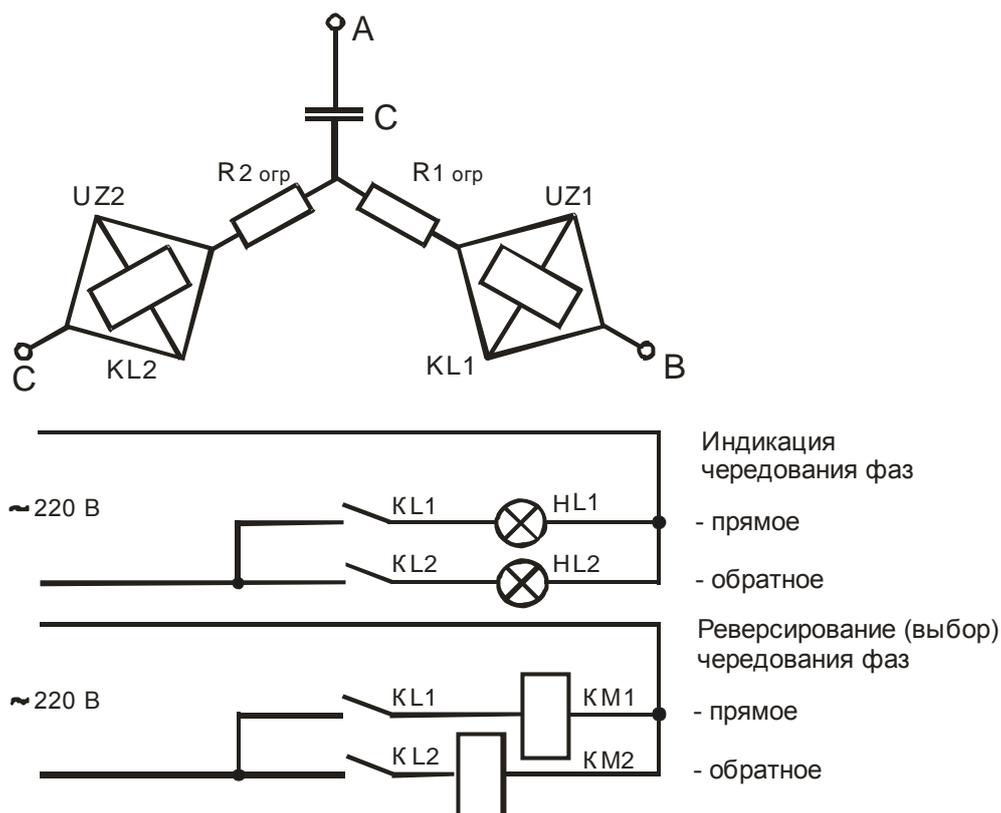


Рисунок 5 – Визуальный контроль (HL1, HL2) и автоматический выбор (KM1, KM2) чередования фаз сети

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. – М.: Высшая школа, 1996. – С. 171.