ТРЕБОВАНИЯ К УСТРОЙСТВАМ АВР, ПРИНЦИПЫ ИХ ВЫПОЛНЕНИЯ И РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ

**Требования к устройствам АВР.** В системах электроснабжения при наличии двух (и более) источников питания часто целесообразно работать по разомкнутой схеме. При этом все источники включены, но не связаны между собой, каждый из них обеспечивает питание выделенных потребителей. Такой режим работы сети объясняется необходимостью уменьшить ток к. з., упростить релейную защиту, создать необходимый режим по напряжению, уменьшить потери электроэнергии и т. п. Однако при этом надеж­ность электроснабжения в разомкнутых сетях оказывается более низкой, чем в замкнутых, так как отключение единственного источника приводит к прекращению питания всех его потребителей. Электроснабжения потребителей, потерявших питание, можно восстановить автоматическим подключением к другому источнику питания с помощью устройства автоматического включения резервного источника (УАВР).

Применяют различные схемы УАВР, однако все они должны удовлетворять изложенным ниже основным требованиям.

1. Находиться в состоянии постоянной готовности к действию и срабатывать при прекращении питания потребителей по любой причине и наличии нормального напряжения на другом, резервное для данных потребителей источнике питания. Чтобы не допустить включения резервного источника на короткое замыкание, линия рабочего источника к моменту действия УАВР должна быть отключена выключателем со стороны шин потребителей. Отключенное состояние этого выключателя контролируется его вспомогательными контактами или реле положения, и эти контакты должны быть использованы в схеме включения выключателя резервного источника. Признаком прекращения питания является исчезновение напряжения на шинах потребителей, поэтому воздействующей величиной устройства АВР обычно является напряжение. При снижении напряжения до определенного значения УАВР приходит в действие.

2. Иметь минимально возможное время срабатывания tabp1. Это необходимо для сокращения продолжительности перерыва питания потребителей и обеспечения самозапуска электродвигате­лей. Минимальное время tabp1 определяется необходимостью исключить срабатывания УАВР при коротких замыканиях на элементах сети, связанных с рабочим источником питания, если при этом напряжение на резервируемых шинах станет ниже напряжения срабатывания устройства АВР. Эти повреждения отключа­ются быстродействующими защитами поврежденных элементов. При выборе выдержки времени необходимо также согласовывать действие УАВР с действием УАПВ и с действием других устройств АВР, расположенных ближе к рабочему источнику питания.

3. Обладать однократностью действия, что необходимо для предотвращения многократного включения резервного источника на устойчивое короткое замыкание.

4. Обеспечивать вместе с защитой быстрое отключение резервного источника питания и его потребителей от поврежденной резервируемой секции шин и тем самым сохранять их нормальную работу. Для этого предусматривается ускорение защиты после АВР.

5. Не допускать опасных несинхронных включений синхронных электродвигателей и перегрузок оборудования.

В зависимости от конструкции коммутационного аппарата, схемы электроснабжения и ее номинального напряжения основные требования к устройствам АВР выполняются по-разному (например, сетевые УАВР, устройства АВР в сетях напряжением до 1 кВ).

**Пусковые органы и выбор параметров УАВР.** В качестве примера рассмотрим УАВР на секционном выключателе схемы сети

(рис.10.11,а). В этой схеме шины секционированы; секционный выключатель Q5 отключен. Каждая секция питается от отдельного источника. Схему УАВР можно выполнить так, что устройство будет действовать на включение секционного выключателя Q5 при отключении любого из источников питания и исчезновения напряжения на любой секции шин. В том случае осуществляется взаимное резервирование с помощью УАВР двухстороннего действия.

Но прежде чем включить выключатель *Q5,* устройство АВР должно отключить выключатель *Q2* или *Q4,* если он остался включенным при исчезновении напряжения на соответствующей секции шин. Для этой цели в схему УАВР вводят пусковой орган, в котором обычно применяют минимальные реле напряжения. В общем случае УАВР содержит также орган выдержки времени. Если резервируемой является одна из секций, например секция *1,* то УАВР включает выключатель *Q5* только при исчезновении напряжения на этой секции, предварительно отключив выключатель *Q2,* т. е. осуществляет *одностороннее действие.* Для удовлетворения основных требований, предъявляемых к УАВР, параметры пускового органа и органа выдержки времени выбирают следующим образом.

Минимальный пусковой орган напряжения Же должен срабатывать при понижениях напряжения на шинах, например секции 1, до *U ост.к,* вызванных короткими замыканиями в точках *Ki—Кз* (за элементами с сосредоточенными параметрами). Эти повреждения обычно отключаются защитой с выдержкой времени третьей ступени tс.з111. Характер изменения напряжения на шинах секции *1* и напряжение срабатывания показаны на рис. 10.11, *в.*

*Uс.р1<Uoст.к/(kотсKu), (10.7)*

*где kотс==1,1 ... 1,2.*

При к.з. в точках *К4—К6* устройство АВР тоже не должно срабатывать. В этих случаях напряжение на шинах секции *1* может снизиться практически до нуля (рис. 10.11, б), и минимальные ре­ле напряжения срабатывают. Короткие замыкания в точках *К4—К6* ликвидируются быстродействующими защитами с выдержкой времени t1с.з., а реле напряжения будет находиться в положении после срабатывания в течение времени t1с.з +tо.в. После отключения поврежденного элемента напряжение на шинах секции *1* начинает восстанавливаться и осуществляется самозапуск электродвигателей. Для того чтобы исключить действие УАВР, в этом случае необходимо соответствующим образом выбрать выдержку времени tавр1 и обеспечить возврат минимальных реле напряжения в исходное состояние при напряжениях, не больших значения Uост.сзп. Это второе условие выбора напряжения срабатывания

*Uс.р1<=Uостсзп/(KвКотсКu), (10.8)*

*Где Kв=1,25—коэффициент возврата.*

Принимается меньшее значение напряжения срабатывания, полученное из выражений (10.7) и (10.8). В расчетах часто принимают

*Uс.р1=(0,25...0,4)(Uном/Ku).*

Оно обычно удовлетворяет обоим условиям. При этом выдержка времени ^авр! должна быть больше времени tс.з+tо.в (см. рис. 10.11, б). Обычно в расчетах принимают наибольшую выдерж­ку времени защит присоединений, отходящих от шин источника питания *ИП 1* и от шин секции *1,* т. е.

*tавр1>tс.з.mах+ t (10-9)*

В некоторых схемах УАВР пусковой орган (минимальное реле напряжения) и орган выдержки времени объединены в одном реле. Если на резервируемом элементе системы электроснабжения (например, на линии *Л1}* имеется устройство АПВ, то время tавр1. Должно согласовываться с временем действия УАПВ tапв1 чтобы УАВР действовало только после неуспешного действия УАПВ. Для этого время tавр1 полученное из выражения (10.9), Необходимо увеличить при однократном УАПВ на значение tапв1. Если в системе электроснабжения (рис. 10.11, а) наряду с рассматриваемым устройством АВР имеется УАВР, расположенное ближе к рабочему источнику питания, то его время действия t /авр1.

выбирается с учетом сказанного, а для рассматриваемого УАВР должно .выполняться дополнительное условие Время tзап в зависимости от типов выключателей и реле времени в схемах УАВР принимается 2—3 с.

В условиях эксплуатации случаются перегорания предохранителей или другие неисправности в цепях трансформаторов напряжения. При этом возможны срабатывания минимальных реле напряжения пускового органа. Для предотвращения ложных действий устройства АВР имеется ряд способов, например в пусковом органе используют два минимальных реле напряжения, включенные на разные трансформаторы напряжения. Для этих же целей в пусковом органе вместе с минимальным реле напряжения используют минимальное реле тока, включенное на ток питающей линии *Л1* (рис. 10.11, а). Такой комбинированный пусковой орган срабатывает лишь тогда, когда вместе с исчезновением напряжения на шинах исчезает ток в линии. Ток срабатывания реле отстраи­вается от минимального рабочего тока Iраб.min питающей линии по условию

*Iс.з.=Iраб.min/(KотсК1) (10.10)*

где *Котс=* 1,5.

В этом случае выдержка времени tАВР1, определяемая из условия (10.9), согласуется только с защитой, действующей при к.з. в точке К6. Если к резервируемым шинам подключены синхронные электродвигатели и компенсаторы, то при отключении рабочего источника питания на шинах в течение некоторого времени поддерживается остаточное напряжение благодаря разряду электромагнитной энергии, запасенной этими электродвигателями и компенсаторами. Значение этого напряжения снижается постепенно, поэтому минимальное реле напряжения УАВР может подействовать с замедлением, достигающим tс.р=1 с и более. Такое замедление нежелательно. Избежать его можно, если вместо минимального реле напряжения использовать реле понижения частоты. Это возможно, так как снижается не только значение, но и частота остаточного напряжения, причем время снижения частоты до значе­ния уставки срабатывания, равной 46—47 Гц, обычно не превышает 0,2—0,3с, т. е. всегда значительно меньше, чем время снижения остаточного напряжения от первоначального значения до уставки срабатывания минимального реле напряжения. Действие устройства АВР имеет смысл при наличии напряжения на резервном источнике питания. Поэтому в пусковой орган УАВР включают максимальное реле напряжения, контролирующее наличие напряжения на резервном источнике питания, на шинах секции *II.* При минимальном рабочем напряжении [Uраб min реле должно находиться в состоянии после срабатывания, разрешая действие пускового органа УАВР. Это обеспечивается выбором

его напряжения срабатывания по условию

*Uc.p2=Upaбmln/(КвКотсКu), (10.1 1)*

где Котс==l,5...1,7—коэффициент отстройки; Кв==0,8—коэффициент возврата.

В расчетах обычно принимают ***Uc.p* 2 = (0,65 ...0,7) *(Uном/Ки).***Требование однократности действия УАВР удовлетворяется, если принять продолжительность воздействия на включение выключа­теля Q5 (рис. 10.11, а)

*tАВР2=tв.в.+tзап (10.12)*

где tв.в—время включения выключателя Q5; tзап==0,3 ...0,5 с.

Включенный от УАВР выключатель должен иметь защиту, действующую с ускорением после АВР. В том случае, если при действии УАВР резервный источник питания перегружается и не обеспечивает самозапуск электродвигателей, следует отключить часть нагрузки, например, минимальной защитой напряжения.