

УДК 621.211

И.В. Пантелеева, Н.П. Немченко

Украинская инженерно-педагогическая академия, Харьков

## К ВОПРОСУ О НЕОБХОДИМОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОВТОРНОГО ВКЛЮЧЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

*Рассмотрены возможности применения повторного включения элементов электрических сетей, проанализированы требования к данным устройствам автоматики; оценена эффективность применения в современных условиях; приведены некоторые соотношения характеризующие работу этих устройств. Рассмотрены такие элементы электрических сетей, как линии электропередач, силовые трансформаторы, электродвигатели.*

**Ключевые слова:** электрическая сеть, линия электропередачи, силовой трансформатор, повторное включение.

### Введение

#### Постановка проблемы и анализ литературы.

Большинство повреждений воздушных линий электропередач возникает в результате схлестывания проводов при сильном ветре и гололеде, нарушения изоляции во время грозы, падения деревьев, набросов, замыкания проводов движущимися механизмами и так далее. Эти повреждения не устойчивые и при быстром отключении повреждений линии устраняются. В этом случае при повторном включении линии она остается в работе, а электроснабжение потребителей не прекращается. Повторное включение осуществляется автоматически устройством повторного включения (УАПВ). По статическим данным, УАПВ в системах электроснабжения нашей страны имеют в среднем 60 – 75% успешных действий. Такая эффективность КАПВ делает их одним из основных средств повышения надежности электроснабжения.

Устройствами АПВ должны оборудоваться воздушные и смешанные кабельно-воздушные линии всех типов напряжением выше 1 кВ при наличии на них соответствующих коммутационных аппаратов. На кабельных линиях 35 кВ и ниже рекомендуется применять УАПВ с целью исправления неселективного действия защиты. В системах электроснабжения должно предусматриваться также УАПВ шин, трансформаторов и ответственных электродвигателей. В эксплуатации применяются устройства АПВ, различающиеся по следующим основным признакам: по числу фаз выключателей, включаемых устройством АПВ – трехфазное (ТАПВ) и однофазное (ОАПВ); по способу проверки синхронизма при АПВ – для линий с двухсторонним питанием; по способу воздействия на привод выключателя – механические и электрические устройства АПВ; по кратности действия – АПВ однократного и многократного действия [1].

В кольцевых сетях, например, отключение одной из линий не приводит к перерыву питания потребителей. Применением АПВ в этих случаях ускоряется ликвидацию ненормального режима и восстановление нормальной схемы сети, при которой обеспечивается наиболее надежная и экономическая работа, т.е. в данном случае АПВ является целесообразным.

Повторное включение линий на подстанциях с постоянным оперативным персоналом или на телемеханизированных подстанциях занимает несколько минут, а на подстанциях без постоянного оперативного персонала 0,5 – 1 час. и более. Поэтому для ускорения повторного включения линий и уменьшения времени перерыва электроснабжения потребителей также применяют АПВ [2].

**Цель работы:** рассмотреть возможность применения устройств АПВ и на других элементах электрических сетей, причем не только в сетях напряжением выше 1 кВ, но и ниже 1 кВ.

### Основной материал

Опыт эксплуатации показывает, что неустойчивые короткие замыкания часто бывают не только на воздушных линиях, но и на шинах подстанций. Поэтому на подстанциях, оборудованных быстродействующей защитой шин, также применяются АПВ, которые производят повторную подачу напряжения на шины в случаях их отключения защитой. АПВ шин имеют высокую эффективность, поскольку каждый случай успешного действия предотвращает аварийное отключение целой подстанции или ее части.

Устройствами АПВ оснащаются также все одиночно работающие трансформаторы мощностью 1000 кВА и более, и трансформаторы меньшей мощности, питающие ответственную нагрузку. АПВ трансформаторов выполняются так, что их действие происходит при отключении его от максимальной

токовой защиты. Если же он отключается защитами от внутренних повреждений, то АПВ не производится. Успешность, действия АПВ трансформаторов и шин так же высока, как воздушных линий, и составляет около 70 – 90%.

В ряде случаев АПВ успешно используются на кабельных и смешанных кабельно-воздушных тупиковых линиях напряжением 6, 10 кВ. При этом, несмотря на то, что повреждения кабелей бывают, как правило, устойчивыми, успешность действия составляет 40 – 60%. Это объясняется, тем, что АПВ восстанавливает питание потребителей при неустойчивых повреждениях на шинах, при отключении линий вследствие перегрузки, при ложных и неселективных действиях защиты.

Устройства АПВ, независимо от уровня напряжения, должны иметь минимально возможное время срабатывания  $t_{АПВ}$ , для того чтобы сократить продолжительность перерыва питания потребителей.

$$t_{АПВ1} \geq t_{г.п.} + t_{ЗАП} = 0,5 \dots 0,8 \text{ с}, \quad (1)$$

где  $t_{г.п.}$  – время восстановления готовности привода выключателя к работе на включение;  $t_{ЗАП}$  – время запаса, включающее время деионизации среды в точке повреждения.

Устройство АПВ не должно производить многократные включения выключателя на неустранившееся к.з., что обеспечивается при условии, если релейная защита с максимальной выдержкой времени ( $t_{с.з.макс}$ ) успеет отключить выключатель, включенный на к.з., раньше, чем устройство АПВ вернется в состояние готовности и новому действию, т.е. должно быть:

$$t_{АПВ2} \geq t_{АПВ1} + t_{в.в.} + t_{с.з.макс} + t_{о.в.} + t_{ЗАП}, \quad (2)$$

где  $t_{в.в.}$  – время включения выключателя;  $t_{о.в.}$  – время отключения выключателя;  $t_{ЗАП}$  – время, принимаемое равным ступени селективности защиты.

Для однократного АПВ это время составляет около 15 – 25 с. Для двукратного КАПВ время возврата в состояние готовности после второго цикла принимается равным 60 – 100 с.

Особый интерес представляют устройства АПВ в сетях напряжением до 1 кВ. В данной работе представлено устройство АПВ пускателей и контакторов (АПВ-ПК).

Устройство АПВ-ПК (устройство автоматического повторного включения пускателей и контакторов) предназначено для повторного включения в работу пускателей и контакторов после кратковременного (на время работы АВР или АПВ) исчезновения или просадки напряжения питания 0,4 кВ.

Простота подключения устройства АПВ-ПК позволяет применять его в различных существующих или вновь монтируемых схемах управления пускателями или контакторами двигательных или других нагрузок. Применение устройств АПВ-ПК не требует дополнительного длительного удержания или фиксации сигнала отключения для предотвращения повторного несанкционированного включения. Устройство АПВ-ПК производит включение отпавшего пускателя (контактора) сразу после появления питающего напряжения ( $0,8U_n$  и выше) до истечения заданного времени, тем самым обеспечивая облегченный самозапуск электродвигателя при выбеге. Это также позволяет сохранить технологическое оборудование (котлы, печи, установки и т.п.) в работе во время перерывов питания, что особенно важно для непрерывных процессов, так как исключает потери времени и электроэнергии на их восстановление.

Устройство АПВ-ПК обеспечивает:

- контроль напряжения питания ( $0,8U_n$ );
- контроль включенного положения пускателя или контактора;
- дискретную регулировку времени разрешенного АПВ с момента отпадения якоря пускателя или контактора (1 – 5 с с дискретностью по 0,5 с);
- подачу импульса включения 1 с;
- светодиодную индикацию режимов работы устройства АПВ – режим ожидания включения, включенное состояние пускателя (контактора), отсчет разрешенного времени АПВ, работа выходного реле;
- запрет на подачу импульса включения после отключения пускателя (контактора) технологическими или электрическими защитами, кнопкой стоп и т.д.;
- антидребезг отключающих контактов в течение 0,1 с.

Схема включения устройства приведена на рис. 1.

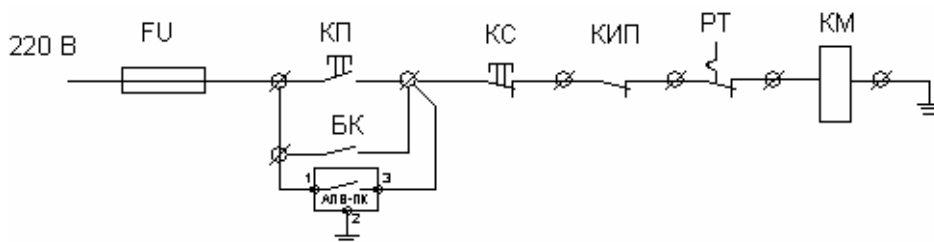


Рис. 1. Схема подключения устройства АПВ-ПК:

КП – кнопка ПУСК; КС – кнопка СТОП; КИП – технологические защиты; РТ – электрические защиты (тепловая защита); БК – блок-контакт пускателя; КМ – катушка пускателя; АПВ-ПК – устройство автоматического повторного включения пускателя (контактора)

При первоначальной подаче напряжения питания устройство АПВ-ПК переходит в режим ожидания пуска. После включения в работу пускателя или контактора (замыкание блок-контакта) устройство переходит в дежурный режим. В случае отключения пускателя (контактора) при исчезновении сети или просадки напряжения ниже уровня удержания (близкое к.з. или т.п.), устройство переходит в режим ожидания восстановления напряжения сети с отсчетом разрешенного времени АПВ.

При восстановлении напряжения сети до истечения заданного времени срабатывает выходное реле устройства и на 1 с замыкает выходной контакт. Если напряжение не восстановилось в заданный промежуток времени, устройство переходит в режим ожидания включения пускателя (контактора) внешним управлением. При отключении пускателя или контактора «Стоп», технологическими или электрическими защитами, устройство АПВ-ПК переходит в режим ожидания пуска.

## Выводы

1. В работе проанализированы возможности применения АПВ различных элементов электрических сетей.

2. УАПВ позволяет в ряде случаев упростить схемы релейной защиты и ускорить отключение коротких замыканий в сетях высокого напряжения.

3. Проанализирована схема АПВ контакторов (пускателей) в сетях низкого напряжения.

## Список литературы

1. Беркович М.А. Автоматика энергосистем / М.А. Беркович, В.А. Гладышев. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 462 с.

2. Беркович М.А. Основы автоматики энергосистем / М.А. Беркович, А.Н. Комаров, В.А. Семенов. – М.: Энергия, 1981. – 433 с.

Поступила в редколлегию 19.11.2008

Рецензент: д-р техн. наук, проф. С.Ф. Артюх, Украинская инженерно-педагогическая академия, Харьков.

## ДО ПИТАННЯ ПРО НЕОБХІДНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ АВТОМАТИЧНОГО ПОВТОРНОГО ВКЛЮЧЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ

І.В. Пантелєєва, Т.П. Немченко

*Розглянуті можливості застосування повторного включення елементів електричних мереж, проаналізовані вимоги до цих приладів у сучасних умовах; наведені деякі співвідношення, які характеризують їх роботу. Розглянуті такі елементи електричних мереж, як лінії електропередач, силові трансформатори, електродвигуни.*

**Ключові слова:** електрична мережа, лінія електропередачі, силовий трансформатор, повторне включення.

## TO QUESTION ABOUT NECESSITY OF THE USE OF THE AUTOMATIC REPEATED INCLUSION OF ELEMENTS OF ELECTRIC NETWORKS

I.V. Panteleeva, T.P. Nemchenco

*The considered possibilities of application of the repeated inclusion of elementiv electric networks, the analysed requirements to these devices in modern terms; the resulted some correlations which characterize their work. The considered such elements of electric networks, how the lines of electricity transmissions, power transformers, electric motors, are.*

**Keywords:** electric network, line of electricity transmission, power transformer, repeated inclusion.