

## ОТЗЫВ

на статью проф., д.т.н. Теличко Л. Я. и Басова П. М. «Влияние провалов напряжения в распределительных сетях промышленных предприятий на работу современных регулируемых электроприводов», опубликованную в журнале «Электротехнические комплексы и системы управления», № 2/2009, с. 16-20

В статье рассмотрено влияние провалов напряжения на электромеханические и микропроцессорные системы управления современными регулируемыми электроприводами. По мнению авторов статьи:

*1. «Особенностью работы низковольтных асинхронных двигателей напряжением до 1 кВ является управление ими с помощью контакторов и магнитных пускателей, которые при провалах напряжения могут отпасть, отключив тем самым двигатель от питающей сети. Как видно из таблицы, при схеме соединения обмоток трансформаторов Y/Y-12 минимальным оказывается линейное напряжение, а при схеме  $\Delta/Y-11$  – фазное. Поэтому при настройке коммутирующей аппаратуры на большую величину, составляющую  $0,53 \cdot U_{ном}$  можно избежать отпадания контактов при провалах напряжения из-за смежных КЗ»*

Интересно, каким образом можно «настроить» мощный контактор переменного тока, не имеющий никаких органов для подобной настройки и отпадающий, согласно технической документации изготовителя, уже при снижении напряжения питания катушки на 20 - 25 %? Увы, авторы умалчивают об этом.

*2. «При соблюдении условий быстрого действия релейной защиты высоковольтные СД и АД остаются в работе за счёт инерционности, однако контакторы низковольтных АД успевают отпасть независимо от длительности провала и отключают двигатели от сети. Таким образом, для минимизации потерь от провалов напряжения при наличии в качестве потребителей в основном синхронных и асинхронных двигателей достаточно традиционных мер в виде секционирования шин источников питания, применения быстродействующих защит, устройств АПВ и АВР, грозозащиты линий 110 кВ и профилактических мер с целью избегания коротких замыканий в сети».*

Какая связь, между «соблюдением условий быстрого действия релейной защиты» (что это вообще такое?) и тем, что «высоковольтные СД и АД остаются в работе за счет инерционности»?

На основании чего делается вывод о том, что «контакторы низковольтных АД успевают отпасть независимо от длительности провала и отключают двигатели от сети». Это абсолютно не верное утверждение! Время отпадания контакторов имеет строго определенное значение. Если провал напряжения меньше этой

величины, то контакторы не отпадут даже при полном отсутствии напряжения на катушках управления.

На основании чего авторы делают вывод о том, что «для минимизации потерь от провалов напряжения при наличии в качестве потребителей в основном синхронных и асинхронных двигателей достаточно традиционных мер в виде секционирования шин источников питания, применения быстродействующих защит, устройств АПВ и АВР, грозозащиты линий 110 кВ и профилактических мер с целью избегания коротких замыканий в сети», ведь авторы не сравнивали быстродействие защит, устройств АПВ и АВР со временем отпадания контакторов. А выражение авторов о том, что нужно применять «профилактические меры с целью избегания коротких замыканий в сети» по своей научной значимости и философской глубине приближается к известному изречению о том, что «лучше быть здоровым и богатым, чем бедным и больным».

*3. «Кроме того, установлено, что величина провалов напряжения зависит от мощности короткого замыкания на данном участке. Поэтому при проектировании сетей и ограничении токов короткого замыкания следует учитывать этот факт и стремиться найти оптимальное значение токов КЗ, которое обеспечит приемлемые габариты электрооборудования и вместе с тем достаточную мощность КЗ для ограничения провалов напряжения».*

Что авторы подразумевают под «мощностью короткого замыкания на данном участке»? Мощность, выделяемую в месте КЗ или установленную мощность электрооборудования в режиме КЗ? Эти вещи однозначно связаны между собой. При большей установленной мощности электрооборудования (генераторов, трансформаторов, сечения линий электропередач) токи короткого замыкания будут однозначно большими. С целью уменьшения токов короткого замыкания при использовании мощного оборудования, используют специальные быстродействующие токоограничивающие устройства, принцип действия которых основан на быстром увеличении импеданса линий электропередач (то есть снижения их пропускной способности) еще до того, как успеет сработать защита и отключить поврежденный участок. При проектировании сетей всегда стремятся найти компромисс между большой пропускной способностью сети (то есть большой установленной мощностью оборудования) и как можно меньшими токами короткого замыкания, разрушающими это оборудование. Интересно, как это можно «оптимизировать ток КЗ с учетом провалов напряжения»?

*4. «Микропроцессорные устройства являются безынерционными и поэтому гораздо более чувствительны к провалам напряжения. Если оборудование общего назначения может работать при провалах напряжения глубиной до 60% длительностью 0,5 с, то микропроцессорное оборудование чувствительно уже к провалам напряжения глубиной 10 % и длительностью 0,05 с [2]. Тот факт, что всё большее число двигателей на промышленных предприятиях управляется микропроцессорными системами, заставляет полностью пересмотреть сложившиеся требования к качеству электроснабжения потребителей. При этом стоит отметить, что быстродействие существующих типов*

*релейной защиты часто оказывается недостаточным для того, чтобы обеспечить бесперебойную работу микропроцессорных устройств при провалах напряжения, а точно прогнозировать возникновение провалов невозможно [2]».*

Во-первых, микропроцессорные устройства вовсе не являются безынерционными. Время срабатывания микропроцессорных устройств релейной защиты при аварийных режимах, как правило превышает почти вдвое время срабатывания электромеханических реле защиты.

Во-вторых, они гораздо менее чувствительны к провалам напряжения, чем электромеханические контакторы и реле. К сожалению, авторы воспроизводят не корректные данные, приведенные И. И. Карташевым в его статье, опубликованной в 2004 г. журнале «Новости электротехники» и на основании этих не проверенных ими данных делают далеко идущие выводы и прогнозы.

Мы специально провели некоторые исследования с целью проверить выводы авторов. Для этого нами были отобраны несколько типов микропроцессорных реле защиты ведущих мировых производителей, а также электромагнитный контактор переменного тока типа ЗТФ54 на ток 300А, производства компании Siemens. Оказалось, что этот контактор отпадает уже при провалах напряжения на катушке на 18 – 20% длительностью 15 – 18 миллисекунд, что даже удивительно для такого относительно крупного аппарата. Результаты проверки микропроцессорных реле защиты приведены в таблице.

Тип микропроцессорного реле защиты и его производитель	Выдерживаемая без нарушения работы максимальная длительность полного отключения напряжения питания реле, секунд	Минимальное напряжение питания, при котором сохраняется работоспособность реле, с номинальным напряжением 230 В, Вольт
SIPROTEC 7UT6135 Siemens	1.6	78
SIPROTEC 7UT6125 Siemens	1.6	36
SIPROTEC 7SJ8032 Siemens	3.8	44
T60 General Electric	-	80
P132 Areva	-	45

В последних двух случаях установить длительность провала напряжения не удалось из-за большого броска тока включения реле, превышающего мощность испытательного оборудования, применяющегося при испытании (Power System Simulator DOBLE 2253).

Как можно видеть из таблицы, микропроцессорные реле защиты достаточно долго сохраняют работоспособность при полных (то есть до нуля) провалах напряжения питания, а также сохраняют работоспособность при длительных глубоких

снижениях уровней напряжения питания вплоть до 40 – 20 % номинального значения. Такие свойства объясняются применением в микропроцессорных реле защиты внутренних импульсных источников питания, снабженных безинерционным стабилизатором напряжения с глубоким фазоимпульсным регулированием, большой емкостью электролитических конденсаторов на выходе и очень малым собственным потреблением современных микропроцессорных защит. В отличие от последних, электромагнитные контакторы, даже крупные и массивные, имеют значительно более высокую чувствительность к провалам напряжения.

Таким образом, полученные нами экспериментальные данные испытаний реальных устройств, полностью опровергают выводы авторов статьи, основанных на ошибочных собственных предположениях и использовании не проверенных выводов других авторов.

Владимир Гуревич,  
канд.техн.наук