

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОВАЛОВ НАПРЯЖЕНИЯ**А. С. Кохан***Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель О. Г. Широков

Одним из основных негативных факторов систем электроснабжения являются провалы напряжения. Их появление обусловлено объективными и субъективными причинами, такими как удары молний, загрязнение изоляции, механические повреждения, касания токоведущих частей посторонними предметами, ошибочные действия оперативного и ремонтного персонала и т. д. Они могут возникнуть из-за запуска мощных приемников на предприятии или на соседнем производстве в той же распределительной сети, работы устройства повторного включения, изменения нагрузки переключением.

В соответствии с требованиями настоящего стандарта провал напряжения рассматривается как электромагнитная помеха, интенсивность которой определяется как напряжением, так и длительностью. Длительность провала напряжения может быть до 1 минуты [1]. Параметрами провала являются его длительность, величина остаточного напряжения, выражаемая в процентах от номинального значения, и частота появления провалов. Анализ результатов выполненных измерений свидетельствует о том, что в кабельных и воздушных распределительных сетях преобладают провалы напряжения глубиной 40–99 %, продолжительностью 0,01–0,5.

Каждый провал напряжения приводит к кратковременному сбою в работе технологического оборудования. Разные нагрузки промышленности реагируют по-своему на это явление. Особенно ощутимое влияние провалы напряжения оказывают на так называемые «непрерывные технологические процессы» в металлургической, химической, нефтепереработке и других подобных отраслях. Возникающий при этом ущерб в лучшем случае выражается в браке части продукции, а в худшем – требует полной остановки технологического процесса. В отдельных случаях необходимо учитывать и стоимость невыпущенной продукции. Если из-за внезапных провалов наносится экологический ущерб, то должны быть учтены затраты на ликвидацию всех возможных последствий. При большом числе и мощности электрических двигателей на предприятии их одновременное включение после провала напряжения может оказаться недопустимым. Вызвано это тем, что в момент самозапуска возникает новый провал напряжения. Переходный процесс сильно затягивается, а часть электродвигателей может отключиться из-за перегрузки по току [2].

В качестве примера будет выступать достаточно простое устройства для моделирования провалов питающего напряжения, которое можно создать, используя в качестве коммутационного аппарата сдвоенные электромеханические пускатели. Применение различных схем их включения позволяет проводить исследования устойчивости к провалам напряжения в лабораторных и производственных условиях, учитывая особенности электроснабжения преобразователя частоты (ПЧ). Пример схемы устройства, моделирующего провал напряжения, приведен на рис. 1, реализующий следующий алгоритм работы.

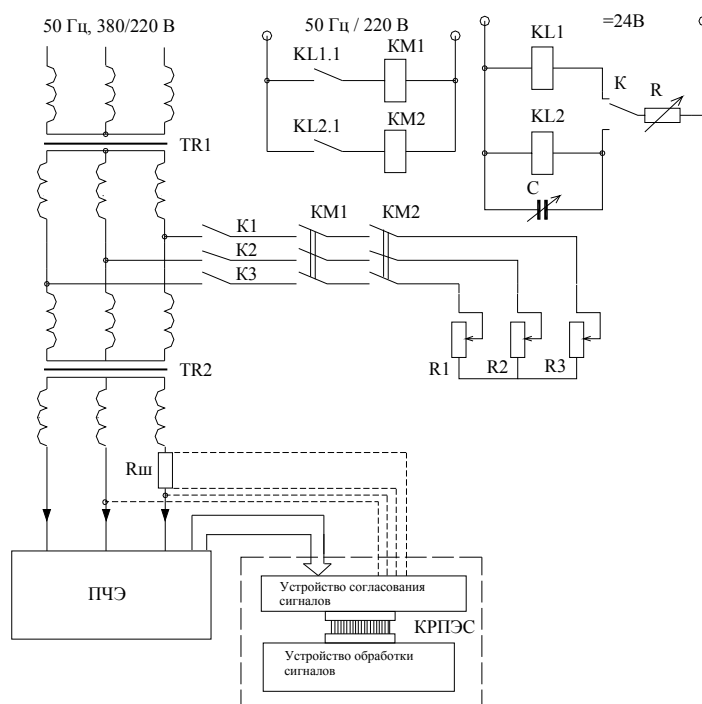


Рис. 1. Схема устройства, моделирующего сетевые провалы напряжения

На схеме по рис. 1 силовые контакты пускателей КМ1 и КМ2 последовательно включены в цепи нагрузочных сопротивлений R_1 , R_2 , R_3 и, посредством рубильников К1, К2, К3, присоединены к соответствующим фазам питания исследуемого электроприемника за балластными сопротивлениями $R_{б1}$, $R_{б2}$, $R_{б3}$. При положении переключателя К в позиции 2 силовые контакты пускателя КМ2 замкнуты, а силовые контакты пускателя КМ1 разомкнуты и напряжение на нагрузочные сопротивления R_1 , R_2 , R_3 не подается. При переводе ключа К из позиции 2 в позицию 1 происходит замыкание силовых контактов пускателя КМ1, а размыкание силовых контактов пускателя КМ2 произойдет через промежуток времени, зависящий от времени разряда (емкости) конденсатора С. Длительность провала напряжения на рассматриваемой схеме определяется временем одновременного замкнутого состояния силовых контактов пускателей КМ1 и КМ2. Это время может изменяться путем соответствующего изменения величины емкости конденсатора С. Глубина провала напряжения определяется величиной падения напряжения на балластных сопротивлениях $R_{б1}$, $R_{б2}$, $R_{б3}$. Балластные сопротивления $R_{б1}$, $R_{б2}$, $R_{б3}$ выбираются достаточно малыми, чтобы существенно не влиять на работу ПЧ в нормальном режиме. Величина падения напряжения на балластных сопротивлениях $R_{б1}$, $R_{б2}$, $R_{б3}$ регулируется током наброса нагрузки $I_{н1}$ путем выставления соответствующей величины сопротивлений R_1 , R_2 , R_3 . Изменяя величину этих сопротивлений, можно моделировать симметричный или несимметричный провал напряжения требуемой глубины. Исследуемый электроприемник получает питание со стороны в. н. разделительного трансформатора TR2. Схему на рис. 1 целесообразно применять для моделирования провалов напряжения в цепи питания преобразователя частоты незначительной мощности, при наличии на шинах н. н. цеховых трансформаторных подстанций других ответственных преобразователей частоты не подлежащих испы-

таниям, а также для физического моделирования процессов связанных с провалами напряжения в системах электроснабжения различной конфигурации. Пример результатов физического моделирования процессов, связанных с провалами напряжения приведен на рис. 2.

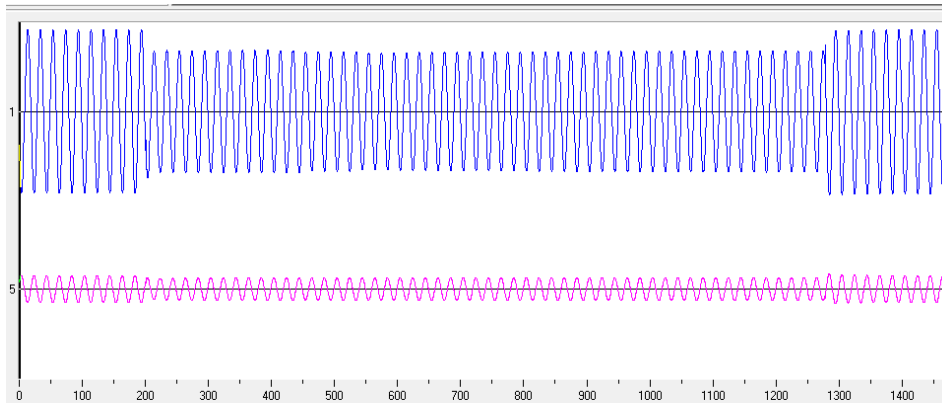


Рис. 2. Пример результатов однофазного провала напряжения, полученных на устройстве моделирования провалов напряжения, собранного по схеме рис. 1: сверху – $U_{\text{ф}}$; снизу – $I_{\text{ф}}$

Устройство моделирования провалов напряжения, описанное выше, обладает следующими достоинствами:

- простотой изготовления и доступностью комплектующих элементов;
- возможностью быстрого взаимного изменения схем путем несложных переключений и, как следствие, гибкостью, дающей возможность проводить исследования в производственных условиях, учитывая особенности электроснабжения исследуемых преобразователей частоты;
- возможностью моделирования симметричных и несимметричных провалов и исчезновений напряжения длительностью в широком диапазоне и любой требуемой глубины;
- возможностью проводить исследования как отдельных электроприемников, так и целых технологических линий потребляемой мощностью до нескольких тысяч ампер;
- возможностью принудительного прерывания тока в любой момент и не генерируют коммутационных помех в цепь питания преобразователя частоты;
- возможностью моделировать провалы напряжения прямоугольной формы, наиболее тяжелой для чувствительных электроприемников.

К недостаткам рассматриваемых устройств необходимо отнести невозможность управления фазой начала провала напряжения и низкую степень автоматизации процесса исследования устойчивости электрооборудования.

Таким образом, провалы напряжения оказывают большое влияние на качество электроэнергии в целом, следовательно, снижение их влияния на систему электроснабжения является весьма актуальной задачей, требующей вложения капитальных средств, а также мер по повышению общей энергоэффективности. Также следует проводить исследования по влиянию провалов напряжения на безотказность систем электроснабжения, вызванных внешними и внутренними возмущающими факторами с учетом того, что они носят случайный характер. Поэтому одним из этапов в работе является исследование и моделирование провалов напряжения на основе вероятностных подходов.

Литература

1. ГОСТ 32144–2013. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – М. : Стандартинформ, 2014. – 19 с.
2. Фишман, В. С. Провалы напряжения в сетях промышленных предприятий. Минимизация последствий / В. С. Фишман // Новости электротехники. – 2004. – № 6 (30).

ФОРМИРОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПУЛА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЭЛЕКТРЭНЕРГИИ НА ОСНОВЕ БИОГАЗОВОЙ УСТАНОВКИ

А. М. Милыбаева

Рудненский индустриальный институт, Республика Казахстан

Научный руководитель К. С. Рыспаев

Энергия – это начало всего живого. Все зависит от источников электричества, чтобы жить в соответствии с требованиями времени. Поэтому их надо беречь, экономить, а в будущем производить эти источники в два раза больше, чем сейчас. В настоящее время в зарубежных государствах есть проекты, которые начинают свой путь развития. Одним из них можно назвать энергетический пул. Энергетический пул – это механизм энергообмена между двумя или более коммунальными предприятиями, производящими электроэнергию. Энергетический пул используется для выравнивания электрической нагрузки в большей сети (электросети), чем в отдельной утилите. Пул – это форма объединения, осуществляемая через соглашения между предпринимателями, при которых прибыль этих участников поступает в общий фонд и распределяется между ними в соответствии с заранее установленными отношениями. На одной модели пула мощности, созданной коммунальными предприятиями, устанавливается диспетчерский пункт управления. Там все обязанности по обмену прямой властью и разрешению споров возлагаются на администратора пула.

На этапе формирования энергетического пула появляются следующие преимущества:

- снижение эксплуатационных расходов;
- соблюдение требований к резервной мощности;
- помощь от пула в обязательстве единства;
- снижение затрат на планирование технического обслуживания;
- более надежная работа.

Одной из стран, взявших это направление, является Великобритания. Великобритания известна как пионер в области перераспределения энергии и вертикального разложения после создания системы электрического пула. Сектор начал работу, разделившись непосредственно на три добывающие компании, национального сетевого оператора и 12 оптовых компаний. Через десять лет после введения системы пула цены на электроэнергию в Великобритании были на 10 % ниже, чем в ходе реформ. Такой результат подтолкнул к внедрению модели пула в других странах. Недостатком здесь является то, что производители, сотрудничая друг с другом, могут попытаться уменьшить возможный объем предлагаемой энергии, минуя конкуренцию и координируя снижение ее производства для роста цен. Для снижения мотивации к таким действиям были приняты меры, способствующие конкуренции. В частности, в практику были внедрены двусторонние контракты между производителями и по-