

УДК 621.316.925

*А. Д. Быков**

**АНАЛИЗ РАБОТЫ ЗАЩИТНОЙ АВТОМАТИКИ
СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ
С НЕПРЕРЫВНЫМ ЦИКЛОМ ПРОИЗВОДСТВА**

К предприятиям с непрерывным циклом производства относятся многие виды заводов, такие как: химические, нефтеперерабатывающие, газодобывающие и прочие предприятия и комбинаты, имеющие особую группу по надежности электроснабжения. В данной работе обсуждается специфика системы электроснабжения разрабатываемого проекта химического завода с непрерывным циклом производства.

Согласно правилам устройства электроустановок такие электроприемники должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых взаимно резервирующих источников питания, а также у них должно предусматриваться дополнительное питание от третьего независимого источника питания. В качестве третьего и второго независимых источников питания можно использовать источники бесперебойного питания, местные электростанции, аккумуляторные батареи и т.д. Именно эти требования по надежности должны быть обязательно выполнены для предприятий с непрерывным циклом производства [1].

Передача электроэнергии к потребителю чаще всего происходит с нарушениями электроснабжения, такими как исчезновение и провалы напряжения при действии релейной защиты и автоматики в системах электроснабжения. Каждый технологический процесс на химическом заводе в большей степени зависит от качества электроэнергии. В случае несоответствия этим качествам предприятия могут понести крупные материальные убытки, связанные с прекращением производства или выходом из строя дорогостоящего оборудования.

Согласно ГОСТ 13109–97 к основным качествам электроэнергии можно отнести отклонения напряжения, колебания напряжения,

* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. ФГБОУ ВО «ТГТУ» И. В. Ушакова.

несимметрия напряжений в трехфазной системе, несинусоидальность формы кривой напряжения, отклонения частоты переменного напряжения, а также провалы напряжения.

Именно последние напрямую зависят от параметров и структуры релейной защиты и автоматики [2].

На всех этапах производства, передачи, потребления и распределения энергии мы можем наблюдать нарушение качества электроэнергии. Например, во внутренней и внешней частях системы электроснабжения ответственных потребителей при коротких замыканиях.

Релейная защита и автоматика влияют на количество провалов, их длительность при действии таких систем, как автоматическое повторное включение, автоматическая частотная разгрузка, автоматическое включение резерва и другие системы и устройства.

Основными причинами провалов напряжения в системе электроснабжения в большинстве случаев являются короткие замыкания, а они обусловлены рядом факторов, таких как: механические повреждения опор, удары молний, ветер, гололед, коммутационные перенапряжения, не стоит забывать об ошибочных действиях персонала и т.д.

В редких случаях возможны другие причины возникновения провалов напряжения в системах электроснабжения.

Характеристиками провала являются глубина и длительность провала $\Delta U_{\text{пр}}$, %, и $\Delta t_{\text{пр}}$ соответственно.

При этом длительность провала равна

$$\Delta t_{\text{пр}} = t_{\text{к}} - t_{\text{н}}, \quad (1)$$

где $t_{\text{к}}$ и $t_{\text{н}}$ – начальный и конечный моменты времени провала напряжения.

Длительность автоматически устраняемого провала напряжения в любой точке присоединения к электрическим сетям определяется выдержками времени защитной автоматики и алгоритмом взаимодействия.

Действия релейной защиты и автоматики в целом влияют на многие показатели качества электроэнергии, но определяющую роль при нарушениях устойчивости технологической установки играют провалы напряжения.

При надежной работе оборудования и правильном действии защитной автоматики при повреждении оборудования в основном обеспечивается устойчивая работа технологической установки. Но в ряде случаев из-за снижения надежности релейной защиты и относительном ее несовершенстве не удастся предотвратить развитие аварий.

Затраты на внедрение новых, более совершенных видов защитной автоматики достаточно велики и часто просто не хватает средств для этого, и требуется минимизация затрат, но если сравнивать с затратами на модернизацию первичного оборудования, то во втором случае эта цифра окажется на 2–3 порядка больше.

Эффективность релейной защиты и автоматики – это способность быстро и своевременно отключать поврежденный элемент сети от неповрежденной ее части с последующим восстановлением питания неповрежденного оборудования, обеспечивая тем самым бесперебойное электроснабжение последнего. Качественная, быстродействующая автоматика должна срабатывать при внутренних коротких замыканиях, не реагировать на режимы без коротких замыканий и не срабатывать при внешних коротких замыканиях.

В соответствии с действующей нормативно-технической документацией основным показателем работы устройств защитной автоматики считается процент их правильной работы, оцениваемый по формуле

$$K, \% = \frac{n_{п.с}}{n_{и.с} + n_{п.с} + n_{л.с} + n_{о.с}} 100, \quad (2)$$

где $n_{п.с}$ – число правильных срабатываний; $n_{и.с}$ – число излишних срабатываний; $n_{л.с}$ – число ложных срабатываний; $n_{о.с}$ – число отказов срабатывания [3].

Сумма $n_{п.с} + n_{о.с}$ составляет число требований срабатывания.

В дополнение к этому может быть использована периодичность или частота неправильных и правильных срабатываний устройств.

Оценка эффективности защитной автоматики в виде процента является необходимой, но не достаточной. В некоторых случаях правила устройства электроустановок допускают предъявление дополнительных требований для предприятий с непрерывным циклом производства.

Таким образом, разрабатываемый проект должен соответствовать указанным выше требованиям. Кроме того, по ряду параметров он будет их превосходить.

Выводы:

1. Защитная автоматика играет важнейшую роль в обеспечении надежности системы электроснабжения предприятия. Оказывает огромное влияние на безопасность технологических процессов.

2. Качественная и грамотно подобранная релейная защита и автоматика позволяют существенно сократить число аварий. Благодаря этому существенно снижаются затраты и экологические риски для человека и окружающей его среды.

Список литературы

1. **Правила** устройства электроустановок. – 7-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 2016. – 464 с.
2. **ГОСТ 13109–97.** Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.
3. **Арцишевский, Я. Л.** Техпервооружение релейной защиты и автоматики систем электроснабжения предприятий непрерывного производства / Я. Л. Арцишевский, Е. А. Задкова, Ю. П. Кузнецов. – М. : НТФ «Энергопрогресс», 2011. – 94 с. : ил. Библиотечка электротехника, приложение к журналу «Энергетик»; Вып. 7 (151).

Кафедра «Автоматика и компьютерные системы управления» ФГБОУ ВО «ТГТУ»