

Применение присадки при концентрации 0,5 % в водомазутное топлива позволит снизить расход топлива на 10 % за счет снижения вязкости и улучшения характеристик горения. Наличие микро-взрывного измельчения при нагревании таких капель топлив также позволит снизить расход топлива, ведь при реализации фрагментации капель увеличивается площадь реагирования топлива, что способствует более быстрому прогреву поверхностей теплообмена.

Исследование выполнено за счет средств Российского научного фонда (проект № 22-79-00197, <https://rscf.ru/project/22-79-00197/>).

Литература

1. Bordbar H. Numerical study on NOx reduction in a large-scale heavy fuel oil-fired boiler using suitable burner adjustments // *Energy*. – 2020. – Т. 199. – С. 117371.
2. Zhong W. et al. Features and evolution of international fossil fuel trade network based on value of energy // *Applied Energy*. – 2016. – Т. 165. – С. 868-877.
3. Blinov EA. Fuel and gorenje theory. St Petersburg Publ SZTU 2007.
4. Shlegel N. E., Strizhak P. A. Regime maps of collisions of fuel oil/water emulsion droplets with solid heated surface // *Fuel*. – 2023. – Т. 342. – С. 127734.
5. Zvereva E. R. et al. Results of industrial tests of carbonate additive to fuel oil // *Thermal Engineering*. – 2017. – Т. 64. – С. 591-596.
6. Klimenko A., Shlegel N. E., Strizhak P. A. Breakup of colliding droplets and particles produced by heavy fuel oil pyrolysis // *Energy*. – 2023. – Т. 283. – С. 128480.
7. Zhong Q. et al. Incorporating scarcity into footprints reveals diverse supply chain hotspots for global fossil fuel management // *Applied Energy*. – 2023. – Т. 349. – С. 121692.
8. Vershinina K. Y., Shlegel N. E., Strizhak P. A. Relative combustion efficiency of composite fuels based on wood processing and oil production wastes // *Energy*. – 2019. – Т. 169. – С. 18-28.
9. Prelec Z., Mrakovčić T., Dragičević V. Performance study of fuel oil additives in real power plant operating conditions // *Fuel processing technology*. – 2013. – Т. 110. – С. 176-183.

РАЗВИТИЕ И МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ

Корытов Д.А., Радько П.П.

Научный руководитель доцент В. В. Шестакова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Эффективная работа энергосистемы, бесперебойное обеспечение потребителей электроэнергией, каждодневное развитие технологий и принципов управления являются приоритетными задачами электроэнергетической отрасли России. Релейная защита, режимная и противоаварийная автоматика ключевые элементы в обеспечении надежности работы энергетических объектов. Постоянная работа по развитию алгоритмов и технической базы систем защиты и автоматики позволяет обеспечить надежное функционирование и непрерывное совершенствование энергосистем.

Согласно данным на январь 2022-го года, на объектах компании «Россети» количество устройств релейной защиты и автоматики доходит до значения в 1,8 миллионов единиц. При этом почти 80 % - электромеханические устройства, 5,5 % - микроэлектронные устройства. Остальную долю составляют устройства РЗА на базе микропроцессоров. При этом из-за сокращения эксплуатационного ресурса происходит большое количество случаев некорректной работы устройств релейной защиты: порядка 34 % от общего числа случаев отказа защитного оборудования происходят именно по этой причине. Также количество устройств релейной защиты, работающих с превышением заданного срока службы, несмотря на принятие соответствующих мер, продолжает увеличиваться (58,26 % в 2013 году, до 59,0 % в 2021 году). К примеру, 72 % электромеханических устройств РЗА, являющихся преобладающими на данный момент как обозначено выше, используются со сроком службы, превышающим нормативный. Аналогичная картина характерна и для устройств на микроэлектронной базе, 43 % которых эксплуатируются сверх нормативного срока службы [1].

Представленные данные указывают на острую потребность в модернизации парка устройств путем замены негодных к работе экземпляров, а также внедрения систем контроля работы устройств релейной защиты и автоматики.

Масштабная модернизация невозможна без развития нормативно-технической базы по разработке типовых технических решений (требований) на всех уровнях – от проектирования, внедрения (наладки) до последующей эксплуатации. Главная цель – снижение затрат на проектирование, эксплуатацию, и повышение надежности работы устройств релейной защиты и автоматики. Также эксплуатация типовых шкафов устройств релейной защиты и автоматики позволит снизить число нарушений, связанных с ошибочными действиями персонала, выполняющего техническое обслуживание и ремонт.

Наиболее перспективным является эксплуатация микропроцессорных устройств релейной защиты и автоматики.

Микропроцессорные устройства релейной защиты и автоматики имеют следующие преимущества:

1. Наличие технологий и возможностей построения сложных алгоритмов, что дает возможность получить характеристики, недостижимые при других условиях.
2. Многофункциональность и малые размеры.

3. Повышение уровня защитных функций.
4. Сохранение данных в памяти при перебоях в оперативном питании. Наличие предусмотренной регистрации аварийных параметров во время пуска или срабатывания защит.
5. Высокая стабильность параметров, так как аналоговые сигналы переводятся в цифровую форму на самом начальном этапе их обработки, и нет элементов, параметры которых могут отклоняться со временем или при изменении температуры.
6. Безостановочная самодиагностика с обнаружением неисправного блока.
7. Возможность визуальной проверки и установки устройств с помощью персонального компьютера.
8. Возможность формирования системы, состоящей из отдельных терминалов, с передачей информации на диспетчерский пункт и управлением терминалами с этого пункта.
9. Возможность ручного и автоматического перехода между несколькими группами установок. Это решает проблему приспособления установки к разным режимам работы оборудования.
10. Возможность работы с алгоритмом защиты без вмешательства в устройство аппаратной части.

Использование цифровых принципов организации микропроцессорных устройств релейной защиты позволяет выполнять создание цифровых двойников с целью моделирования процессов, работы устройств, совершенствования характеристик, алгоритмов и т.п.

Особое внимание должно быть уделено направлениям развития технологиям и методам эксплуатации устройств.

Необходимо развивать и совершенствовать процессы обслуживания и устранения неисправностей устройств релейной защиты и автоматики. Так, например, наиболее перспективной является концепции обслуживания устройств по состоянию.

Для успешного внедрения обслуживания по состоянию необходимо применять следующие методы отслеживания работы:

- непрерывный мониторинг – выявление сигналов возможных неисправностей устройств или внешних цепей;
- периодический мониторинг – анализ получаемых измеренных значений тока, напряжения и мощностей от различных устройств и контроль их состояния на основе показаний;
- ситуационный мониторинг – осуществление функций при возникновении нештатных ситуаций, а также выполнение анализа работы РЗА с использованием заложенных алгоритмов.

Литература

1. Концепция развития релейной защиты, автоматики и автоматизированных систем управления технологическими процессами электросетевого комплекса группы компаний «Россети» [1]. – Режим доступа: <https://www.rosseti.ru/upload/iblock/1da/2igtje3suvjhgtr8ubv5v7jauxqinl.pdf>
2. Кузнецов А. П., Белотелов А. К. Применение и техническое обслуживание микропроцессорных устройств на электростанциях и в электросетях // М.: НЦ ЭНАС. – 2001.
3. Шнеерсон Э. М. Цифровая релейная защита. – 2007.

ТИРИСТОРНЫЙ РЕГУЛЯТОР НАПРЯЖЕНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НАДЁЖНОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Крюков Е.В.¹, Бедретдинов Р.Ш.¹, Гусев Д.А.¹

Научный руководитель профессор Е.Н. Соснина

**¹Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
г. Нижний Новгород, Россия**

Нефтегазовая промышленность – одна из самых крупных и важных отраслей в экономике России. Множество регионов РФ развиваются именно за счёт нефтегазовой промышленности [6], которая содержит комплекс предприятий по освоению месторождений, добыче, первичной обработке, переработке и распределению нефтегазовых продуктов. Стратегией развития минерально-сырьевой базы Российской Федерации до 2035 г. поставлены задачи развития прорывных технологий добычи, транспортировки минеральных ресурсов, строительства новых объектов инфраструктуры [5].

Для предприятий нефтегазовой промышленности характерно наличие большого количества энергоёмких объектов и оборудования (электродвигатели станков-качалок, погружных центробежных электрических насосов, компрессоры поршневые и центробежные и т.д.). Прерывание электропитания таких объектов может привести к нарушению технологических процессов, связанных непосредственно с добычей и переработкой нефти и газа. Это, в свою очередь, приводит к экономическому ущербу.

Показатели качества электроэнергии (отклонения, колебания, провалы напряжения) оказывают серьезное влияние на работу электроприемников нефтегазовых предприятий [1]. В условиях роста нагрузок возникает необходимость повышения надёжности и качества электроснабжения, согласно требованиям ГОСТ 32144-2013 [2]. В существующих сетях регулирование напряжения осуществляется с помощью устройства РПН, с временем переключения около 10 секунд. Поэтому, РПН не сможет среагировать на колебания напряжения. Таким образом, применение устройств регулирования напряжения (РПН, ВДТ) [4,7] в сетях нефтегазовой отрасли неэффективно.