

**РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОВЫШЕНИЮ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ
ПРОМЫШЛЕННОЙ ПЛОЩАДКИ ЛИНЕЙНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ
МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ**

Современная промышленная площадка линейно-производственного управления магистральных газопроводов представляет сложную техническую систему опасных производственных объектов, техническое состояние которых влияет на непрерывность и безопасность технологических процессов. Задача обеспечения надежности систем электроснабжения включает в себя целый комплекс технических, экономических и организационных мероприятий, направленных на сокращение ущерба от нарушения нормального режима работы потребителей электроэнергии. В работе предлагается осуществить модернизацию схемы электроснабжения промышленной площадки с помощью существующей резервной дизельной электростанции, которая автоматически обеспечивала бы электроснабжение промышленной площадки в автоматическом режиме при исчезновении, снижении, повышении уровня напряжения, обрыве фаз, нарушении порядка чередования фаз питающего трехфазного напряжения на секциях шин.

Ключевые слова: электроснабжение, оценка технического состояния, надежность, резервная дизельная электростанция, узел технологической связи, магистральный газопровод.

ВВЕДЕНИЕ

Обеспечение надежности является одной из важнейших проблем при создании и эксплуатации любой технической системы. Особенно актуальна она для сложных систем, таких как системы электроснабжения [1-10]. Задача обеспечения их надежности включает в себя целый комплекс технических, экономических и организационных мероприятий, направленных на сокращение ущерба от нарушения нормального режима работы потребителей электроэнергии:

- выбор критериев и количественных характеристик надежности;
- испытания на надежность и прогнозирование надежности действующего оборудования;
- выбор оптимальной структуры проектируемых (реконструируемых) систем электроснабжения по критерию надежности;
- обеспечение заданных технических и эксплуатационных характеристик работы потребителей;
- разработка наиболее рациональной, с точки зрения обеспечения надежности, программы эксплуатации системы (обоснование режимов профилактических работ, норм запасных элементов и методов отыскания неисправностей).

Кроме того, в современных рыночных условиях надежность электроснабжения неразрывно связана с экономическими показателями и энергетической безопасностью промышленных предприятий.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ, ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ, ТЕХНИЧЕСКИЕ
И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДИКИ

Согласно ГОСТ 27.002-95 «Надежность в технике. Основные понятия, термины и определения» **надежность** определяется, как «способность объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах».

Применительно к электроэнергетическим системам, и в частности к системам электроснабжения, необходимо учитывать их большую размерность (по числу элементов и взаимосвязей между ними), зависимость от смежных технических систем (топливно-энергетического комплекса и технологии предприятия-потребителя) и неразрывность во времени процессов производства, распределения и потребления электроэнергии.

Поэтому под **надежностью электроснабжения** следует понимать непрерывное обеспечение потребителей электроэнергией заданного качества в соответствии с графиком электропотребления и по схеме, которая предусмотрена для длительной эксплуатации.

Электроприемники рассматриваемой промышленной площадки по надежности электроснабжения относятся ко второй категории. Промышленная площадка является структурным подразделением линейно-производственного управления магистральных газопроводов (ЛПУМГ).

На промышленной площадке расположены:

- радио-релейная станция, осуществляющая прием-передачу данных в ЦДС (центральную диспетчерскую службу) по объему, температуре, давлению и т.д. перекачиваемого газа в магистральных газопроводов (МГ);
- узел технологической связи (УТС), осуществляющий обслуживание, ремонт оборудования телефонной связи между объектами ЛПУМГ, газораспределительными станциями (ГРС), автомобильными газонаполнительными компрессорными станциями (АГНКС) и т.д.;
- котельная газовая сезонная, осуществляющая теплоснабжение, горячее водоснабжение зданий площадки;
- автозаправочная станция, ремонтно-механические мастерские, гаражи, склады, сварочный, токарный участки;
- служба безопасности (СБ), осуществляющая функции контроля внутри пропускного режима, состояние охранно-пожарной сигнализации, видеонаб-

людения.

Рассмотрим электроснабжение промышленной площадки по схеме, приведенной на рисунке.

Как видно из рисунка, электроснабжение ГПП-1 110/35 кВ РЭС осуществляет по двухцепной ВЛ 110 кВ от районной подстанции, находящейся на расстоянии 20 км, а электроснабжение ГПП-2 35/10 кВ РЭС – по двухцепной ВЛ 35 кВ на расстоянии 10 км от ГПП-1 110/35. Причем двухцепные ВЛ 110 кВ и ВЛ 35 кВ находятся на одной опоре.

Электроснабжение промышленной площадки от ГПП-2 35/10 кВ осуществляется по двум отдельным линиям электропередачи на стойках железобетонных, вибрированных (СВ 110) проводами АС. Промышлен-

ная площадка находится на расстоянии 0,5 км от ГПП2 35/10 кВ.

Очевидно, что двухцепные ВЛ (110/35 и 35/10 кВ) РЭС, находящиеся на одной опоре, не могут являться независимыми, взаимно резервирующими.

Если произошло повреждение двухцепной ЛЭП РЭС, требующее отключения обеих цепей (например, обрыв грозозащитного троса, одновременное разрушение изоляторов цепей), то электроснабжение потребителя прекращается на время ремонтных работ, что является недопустимым. Авария с одним источником электроснабжения (ЭС) не должна влиять на организацию ЭС с другого источника.

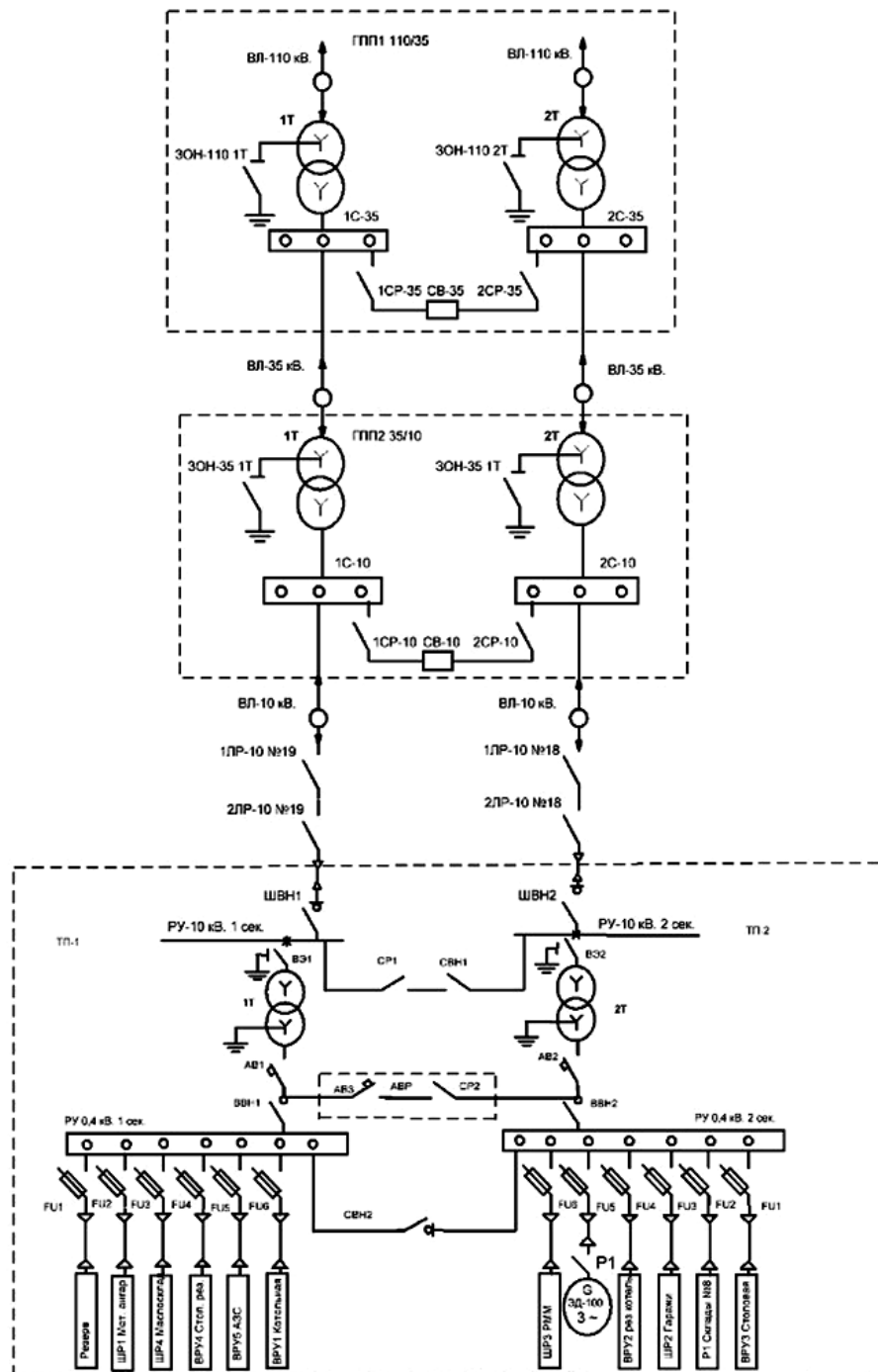


Схема электроснабжения промышленной площадки

Если произошла авария, например обрыв грозозащитного троса ЛЭП 110 кВ РЭС в нерабочее время, происходит отключение электроэнергии на площадке. На большинстве промышленных площадках линейно-производственного управления магистральных газопроводов установлена, как минимум, резервная дизельная электростанция (ДЭС), работающая в ручном режиме. Постоянный дежурный электротехнический персонал на площадке отсутствует. Запуск, включение ДЭС, восстановление электроснабжения площадки в нерабочее время, выходные, праздничные дни осуществляется аварийной восстановительной бригадой (АВБ), собранной согласно плану ликвидации аварий (ПЛА). Время сбора согласно ПЛА составляет 2,5 ч. В зимнее время, при неблагоприятных погодных условиях, длительный перерыв в электроснабжении площадки может привести к разморозке тепловых сетей, сетей теплопотребления, водяных калориферов приточных вентиляционных установок, размещенных в зданиях, цехах промышленной площадки, к прерыву телефонной связи, к отсутствию видеонаблюдения, контроля за пожарно-охранной сигнализацией зданий и т.д.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе предлагается осуществить модернизацию схемы электроснабжения промышленной площадки с помощью существующей резервной дизельной электростанции, которая автоматически обеспечивала бы электроснабжение промышленной площадки в автоматическом режиме при исчезновении, снижении, повышении уровня напряжения, обрыве фаз, нарушении порядка чередования фаз питающего трехфазного напряжения на секциях шин ТП-1, ТП-2 площадки.

В настоящее время при аварийном отключении электроэнергии в нерабочее время, выходные, праздничные дни аварийное электроснабжение осуществляется следующим образом:

1. При исчезновении напряжения на обоих высоковольтных вводах ТП-1 и ТП-2 диспетчер узла технологической связи и служба безопасности докладывают диспетчерам по направлениям об отсутствии электроэнергии на площадке.

2. Осуществляется сбор оперативно-ремонтного персонала. Производится запуск электростанции, персонал действует согласно инструкции по переводу электроснабжения промышленной площадки на резервный источник.

3. Контроль за восстановлением электроснабжения по нормальной схеме производят по световой сигнализации в РУ-10 кВ. в первой и второй секции шин, или уточняют по телефонной связи у диспетчера РЭС.

Очевидно, что при существующей схеме (см. рисунок) электроснабжения промышленной площадки восстановление нормальной схемы электроснабжения занимает в среднем 2,5 ч, что нежелательно, особенно в зимнее время. Поэтому необходимо внедрение на промышленной площадке линейно-производственного управления магистральных газопроводов устройств автоматического ввода резерва (АВР), обеспечивающих восстановление электроснабжения промышленной площадки в автоматическом режиме.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Газизова О.В., Абдулхаликова А.А. Исследование пропускной способности питающих линий электропередачи крупного промышленного энергетического узла // Электротехнические системы и комплексы. 2014. №2(23). С.48-52.
2. Муллакаев М.С. Ультразвуковая интенсификация технологических процессов добычи и переработки нефти, очистки нефтезагрязненных вод и грунтов: дис. ... д-ра техн. наук. Московский государственный университет инженерной экологии. М., 2011. 391 с.
3. Прахов И.В., Фарваев И.Р., Бикметов А.Г. Влияние человеческого фактора на безопасную эксплуатацию электрических сетей // Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья. 2015. № 1. С. 27-30.
4. Математическое моделирование систем электроснабжения, обеспечивающих безотказную работу / А.С. Хисматуллин, А.Г. Хисматуллин, Е.И. Буланкин., А.Р. Камалов // Современные наукоемкие технологии. 2016. № 1-1. С.51-54.
5. Хисматуллин А.С., Вахитов А.Х., Феоктистов А.А. Исследование теплопереноса в промышленных силовых трансформаторах с элегазовым охлаждением под воздействием вибрации // Успехи современного естествознания. 2015. № 12-0. С. 173-176.
6. Хисматуллин А.С., Гареев И.М. Исследование переноса интегрального параметра в жидкости с газовыми пузырьками // Экологические системы и приборы. 2015. № 7. С.38-42.
7. Bashirov M.G., Minlibayev M.R., Hismatullin A.S. Increase of efficiency of cooling of the power oil transformers // Электронный научный журнал. Нефтегазовое дело. 2014. № 2. С. 358-367.
8. Huang D., Wu Z., Sunden B., Li W. A brief review on convection heat transfer of fluids at supercritical pressures in tubes and the recent progress // Applied Energy. 2016. Т. 162. С. 494-505.
9. Nigmatullin R.I., Filippov A.I., Khismatullin A.S. Transcillatory heat transfer in a liquid with gas bubbles // Thermophysics and Aeromechanics. 2012. Т. 19. С.589.
10. Wang N., Zhou J., Pan Y., Wang H. Experimental investigation on flow patterns of RP-3kerosene under sub-critical and supercritical pressures // Acta Astronautica. 2014. Т. 94. № 2. С.834-842.

INFORMATION IN ENGLISH

RECOMMENDATIONS FOR IMPROVING THE RELIABILITY OF ELECTRICITY SUPPLY AT INDUSTRIAL SITE OF LINEAR PIPE OPERATION

Bashirov M.G., Gribovsky G.N., Gallyamov R.U., Gareev I.M., Khismatullin A.S.

Modern industrial site linear production of main gas pipelines management is a complex technical system of hazardous production facilities, one of the elements of which is the reliability of power supply, the technical condition, which

affects the continuity and safety of production processes. The task of ensuring the reliability of power supply system includes a set of technical, economic and organizational measures aimed at reducing the damage caused by violations of normal operation of

electricity consumers. The paper proposes to modernize the power supply scheme of the production site, using existing backup diesel power plant, which would automatically provide power supply for the industrial site in the automatic mode with the disappearance, reducing, increasing the voltage level, phase failure, violation of order of phase rotation of the supply three-phase voltage on the bus sections.

Keywords: Power supply, evaluation of technical condition, reliability, backup diesel power plant, technological communication center, the main gas pipeline.

REFERENCES

1. Gazizova O.V., Abdulhalikova A.A. Issledovanie propusknoy sposobnosti pitayuschikh liniy elektropredachi krupnogo promyshlennogo energeticheskogo uzla [Research of transmission line transfer capacity of large industrial energy hub]. *Electrotechnical systems and complexes*. 2014, no.2(23), pp.48-52.
2. Mullakaev M.S. *Ultrazvykovaya intensivifikatsiya tekhnologicheskikh protsessov dobychi i pererabotki nefi, ochistki neftezagryaznennykh vod i gruntov* [Ultrasonic intensification of technological processes of extraction and processing of oil, cleaning oil-polluted water and soil]. Doctoral thesis in Engineering. Moscow State University of Environmental Engineering. Moscow. 2011, 391 p.
3. Prahov I.V., Farvaev I.R., Bikmetov A.G. Vliyanie chelovecheskogo faktora na bezopasnuyu ekspluatatsiyu elektricheskikh setey [Impact of human factors on electrical network safe operation]. *Transport and storage of petroleum products and hydrocarbons*. 2015, no.1, pp.27-30.
4. Hismatullin A.S., Hismatullin A.G., Bulankin E.I., Kamalov A.R. Matematicheskoe modelirovanie system elektrosnabzheniya obespechivayuschikh bezotkaznuyu raboty [Mathematical modeling of power systems providing reliable operation]. *Modern high technologies*. 2016, no.1-1, pp.51-54.
5. Hismatullin A.S., Vahitov A.K., Feoktistov A.A. Issledovanie teploperenosa v promyshlennykh silovykh transformatorakh s elegazovym ohlazhdeniem pod vozdeystviem vibratsii [Investigation of heat transfer in industrial high-voltage gas-insulated transformers cooled under the influence of vibration]. *Successes of modern science*. 2015, no.12-0, pp.173-176.
6. Hismatullin A.S., Gareev I.M. Issledovanie perenosa integralnogo parametra v zhidkosti s gazovymi puzyrkami [Research of integral parameter transfer in a liquid with gas bubbles], *Ecological systems and devices*. 2015, no.7, pp.38-42.
7. Bashirov M.G., Minlibayev M.R., Hismatullin A.S. Increase of efficiency of cooling of power oil transformers. *Electronic Journal of Oil and Gas Business*. 2014, no.2, pp.358-367.
8. Huang D., Wu Z., Sundén B., Li W. A brief review on convection heat transfer of fluids at supercritical pressures in tubes and the recent progress. *Applied Energy*. 2016, vol.162, pp.494-505.
9. Nigmatulin R.I., Filippov A.I., Khismatullin A.S. Transcillatory heat transfer in a liquid with gas bubbles. *Thermophysics and Aeromechanics*. 2012, vol.19, pp.589.
10. Wang N., Zhou J., Pan Y., Wang H. Experimental investigation on flow patterns of RP-3kerosene under sub-critical and supercritical pressures. *Acta Astronautica*. 2014, vol.94, no.2, pp.834-842.

Информация о других журналах издательства

«Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова» – научный рецензируемый журнал, в котором публикуются результаты прогрессивных научных и проектных работ известных ученых, промышленников, молодых ученых России и зарубежья по широкому спектру исследований в области металлургии, машиностроения, металлообработки и в смежных отраслях. Тематика публикаций охватывает весь комплекс актуальных вопросов от разработки полезных ископаемых, получения чугуна, стали и проката до производства продукции с глубокой степенью переработки для различных отраслей экономики. Большое внимание в журнале уделяется современным тенденциям развития сырьевой базы, энергосбережения, автоматизации, экономики и экологии, стандартизации и управления качеством продукции, подготовки и обучения кадров в области металлургии, машиностроения и металлообработки.

Издается с 2003 г.

Журнал с 2007 года включен в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук, а также в Базы данных ВИНТИ и РИНЦ.

Сведения о журнале ежегодно публикуются в международной справочной системе по периодическим и продолжающимся изданиям «Ulrich's Periodicals Directory».

В редакционный совет журнала входят авторитетные ученые из России, Японии, Индии, Италии, Польши, Южно-Африканской Республики, Казахстана.

Электронная версия журнала доступна:

- на информационном портале ФГБОУ ВПО «МГТУ» www.magtu.ru (раздел «Журнал Вестник МГТУ»);
- на сайте журнала www.vestnik.magtu.ru;
- на платформе eLIBRARY.