

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ: ПРОЕКТИРОВАНИЕ, ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ, ЭКСПЛУАТАЦИЯ

УДК. 66.011

*Башмаков Д.А., кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой,
Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский)
федеральный университет»*

*Сайфутдинов З.Г., Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский
(Приволжский) федеральный университет»*

*Сайфутдинова А.И., Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО
«Казанский (Приволжский) федеральный университет».*

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ОРУ-110 КВ НЧ ТЭЦ ПУТЕМ ЗАМЕНЫ МАЛОМАСЛЯНЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ НА ЭЛЕГАЗОВЫЕ

*Аннотация. В рамках статьи рассматривается повышение надежности
открытого распределительного устройства Набережночелнинской ТЭЦ.
Проведен анализ устаревшего оборудования открытого распределительного
устройства Набережночелнинской ТЭЦ, в частности высоковольтных
выключателей. Повышение надежности и увеличение безопасности
эксплуатации электрооборудования открытого распределительного
устройства достигается путем замены маломасляных выключателей на
элегазовые.*

*Ключевые слова: открытое распределительное устройство 110 кВ;
Набережночелнинская ТЭЦ; высоковольтные выключатели;
электропрочный газ.*

Набережночелнинская ТЭЦ расположена в юго-восточной части промышленной зоны города Набережные Челны. Основными потребителями вырабатываемой ТЭЦ электрической и тепловой энергии являются жилые массивы города Набережные Челны и заводы «КАМАЗ».

Установленная электрическая мощность Набережночелнинской ТЭЦ 1180 МВт, установленная тепловая мощность 4092 Гкал/час.

Все строительно-монтажные работы выполняются в условиях действующей ГРЭС вблизи действующего технологического оборудования.

Отсюда при разработке ППР требуется учитывать стесненность в соответствии с МДС 81-35.2004 [1].

При производстве работ в условиях действующего предприятия, являющегося опасным производственным объектом, особое внимание необходимо уделять вопросам, промышленной безопасности, охраны труда и техники безопасности, пожарной и экологической безопасности. Набережночелнинская ТЭЦ является централизованным источником теплоснабжения, функционирующим в режиме комбинированной выработки электрической и тепловой энергии и обеспечивающими потребности города Набережные Челны в тепловой и электрической энергии. На энергетических котлах Набережночелнинской ТЭЦ ТГМ-84Б и ТГМЕ-464 нормативный парковый ресурс барабана котла, составляющий 300 000 часов (РД 10- 577-03 п. 2.1.4) в настоящее время не выработан [2].

Повышение надёжности электроснабжения потребителей ОРУ-110 кВ и увеличение безопасности эксплуатации электрооборудования открытого распределительного устройства на Набережночелнинской ТЭЦ, путём замены устаревшего оборудования на новое является основной целью статьи.

Замена старого оборудования позволит снизить рабочие и финансовые затраты на эксплуатацию оборудования. За счет повышения надежности убытки, являющиеся вследствие внеплановых остановок и простоев оборудования, будут снижены. Непредусмотренные остановки приводят к нарушению технологического процесса предприятия, что может привести к неприятным последствиям. Для выполнения поставленной цели необходимо тщательное изучение установленного оборудования.

Открытое распределительное устройство (ОРУ) 110/10 кВ расположено на территории Набережночелнинской ТЭЦ, которая эксплуатируется с 1971 года [3].

При анализе ОРУ 110/10 кВ было выявлено электрооборудование, срок эксплуатации которого подходит к концу, а именно маломасляные выключатели. Это приводит к более частым ремонтам и неполадкам, чаще

происходят сбои в работе оборудования. Тем самым актуальность обусловлена необходимостью обновления электрооборудования, для повышения надежности и безопасности станции.

В маломасляных выключателях масло является дугогасительной средой. Однако это и является главным минусом использования этих выключателей. Требуется постоянный контроль и доливка трансформаторного масла, малый ресурс работы, частое обслуживание и пожароопасность – все это подтвердило превосходство элегазовых выключателей над маломасляными [4].

В элегазовых выключателях используется электропрочный газ SF₆, так называемый «элегаз», представляющий собой инертный газ, плотность которого превышает плотность воздуха в 5 раз. Электрическая прочность элегаза в 2-3 раза выше прочности воздуха, при давлении 0,2 Мпа электрическая прочность элегаза сравнима с прочностью масла [5].

Преимущества элегазовых выключателей над масляными выключателями:

- 1) Благодаря дугогасительным свойствам элегаза такие выключатели имеют очень короткое время горения дуги;
- 2) Диэлектрическая прочность элегаза в 2 -3 раза больше чем воздуха, такие выключатели могут прервать гораздо большие токи;
- 3) Бесшумный в эксплуатации благодаря закрытому циклу газа;
- 4) Благодаря закрытой газовой камере, внешняя часть выключатель остается сухой и нет проблем с влагой;
- 5) Низкие расходы на обслуживание, нет строгих ограничений по эксплуатации, минимум дополнительного оборудования [6].

Недостатки:

- 1) Высокая цена выключателя из-за высокой цены элегаза;
- 2) Температура окружающей среды влияет на агрегатное состояние элегаза, что требует применения систем подогрева выключателя при пониженных температурах (при -40°C элегаз становится жидкостью);

3) Необходимы высококачественные уплотнения резервуаров и магистра.

В таблице 1, приведенной ниже, представлена сравнительная характеристика двух видов выключателей [7].

Таблица 1

Сравнительная характеристика выключателей

Вид выключателя	Безопасность при эксплуатации	Безопасность по отношению к окружающей среде	Обслуживание	Чувствительность к воздействию окружающей среды	Износостойкость
Маломасляный	Риск возникновения пожара или взрыва	Экологически не безопасен	Периодическая замена масла (необратимая деструкция масла при каждом отключении)	Свойства среды отключения могут ухудшаться под воздействием факторов окружающей среды (влажность, пыль и т.д.)	Посредственная
Элегазовый	Нет риска возникновения взрыва или внешних проявлений	При утилизации и утечке экологически не безопасен	Смазка механизмов управления в минимальном объеме	Нечувствительны: полностью запаянная герметичная камера	Высокая

Выбор элегазового выключателя на напряжение 110 кВ

Расчётные рабочие токи нормального и максимального режимов работы:

$$I_{p \text{ норм.}} = \frac{S_{\text{ном.т.}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}}} = \frac{125000}{\sqrt{3} \cdot 110} = 656,08 \text{ А}$$

$$I_{\text{max}} = 1,4 \cdot \frac{S_{\text{ном.т.}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}}} = 1,4 \cdot \frac{125000}{\sqrt{3} \cdot 110} = 918,512 \text{ А}$$

Предварительно выбираем выключатель типа ВЭБ-УЭТМ-110-50/2500 со следующими каталожными данными:

Номинальное напряжение: $U_{\text{ном}} = 110 \text{ кВ}$;

Номинальный ток: $I_{\text{ном}} = 3150 \text{ А}$;

Номинальный ток отключения: $I_{\text{н.откл}} = 40 \text{ кА}$;

Ток термической стойкости: $I_{\text{тер}} = 40 \text{ кА}$;

Время протекания тока термической стойкости: $t_{\text{тер}} = 3 \text{ с}$;

Ток динамической стойкости: $i_{\text{пр.с}} = 102 \text{ кА}$;

Номинальное относительное содержание апериодической составляющей:
 $\beta = 40\%$.

1. По номинальному току:

$$I_{\text{ном}} \geq I_{\text{max}}$$

$$3150 \text{ А} > 918,512 \text{ А}$$

2. По номинальному напряжению:

$$U_{\text{уст}} \leq U_{\text{ном}}$$

$$110 \text{ кВ} \leq 110 \text{ кВ}$$

Выполняем проверку выключателя:

1. По отключающей способности:

$$I_{\text{н.отк}} \geq I_{\text{по}}$$

$$40 \text{ кА} \geq 2,9 \text{ кА}$$

$$I_{\text{ап.в}} \geq I_{\text{ап}}$$

$$I_{\text{ап.в}} = \beta \cdot I_{\text{н.откл}} = 0,4 \cdot 40 = 16 \text{ кА}$$

$$16 \text{ кА} > 4,1 \text{ кА}$$

2. По электродинамической стойкости:

$$i_{\text{уд}} \leq i_{\text{пр.с}}$$

$$4,5 \text{ кА} \leq 102 \text{ кА}$$

3. По электротермической стойкости:

$$\beta_k \leq I_{\text{тер}}^2 \cdot t_{\text{тер}}$$

$$\beta_k = I_{\text{по}}^2 \cdot (t_{\text{р.з}} + T_a) = 2,9^2 \cdot (0,01 + 0,001) = 0,03 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$$

$$0,03 \text{ кА}^2 \cdot \text{с} \leq 40^2 \cdot 3 = 4800 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$$

Окончательно выбираем выключатель типа ВЭБ-УЭТМ-110-50/2500.

Выводы

Таким образом, в процессе исследования было выявлено, что морально и физически исчерпавшие свой ресурс электрооборудование, а именно маломасляные выключатели, нуждались в своей замене. Использование старого оборудования приводит к более частым ремонтам и неполадкам, чаще происходят сбои в работе оборудования. Произведен расчет и выбор элегазового выключателя типа ВЭБ-УЭТМ-110-50/2500 который отвечает всем требованиям для эффективной и безопасной работы объектов [тепловой электростанции](#), которая в свою очередь является источником [тепловой энергии](#) в централизованных системах [теплоснабжения](#) в том числе и для обеспечения [горячего водоснабжения](#) и [отопления](#) жилых и промышленных объектов.

Список использованных источников

1. Ополева Г.Н. Схемы и подстанции электроснабжения. – М.: Инфра-М, 2016. – 481 с.
2. Электроснабжение и электропотребление на предприятиях: учебное пособие /Е.Ф. Щербакова, Д.С. Александров, А.Л. Дубов.-М.:ФОРУМ,2013,- 496с.
3. Белкин Г.С. Перспективные виды трансформаторного оборудования // Главный энергетик.-2014.-№5.-С.30-32. 11. Долин П.А. Основы техники безопасности в электроустановках – М., Энергия, 2012. – 188с.: ил.
4. Интернет-ресурс: Набережночелнинская ТЭЦ // Общероссийский информационный ресурс.https://tatenergo.gridcomrt.ru/objects_gencom_nchtec.html (Дата обращения: 11.11.2022).
5. Магадеев В. Ш. Источники и системы теплоснабжения / В.Ш. Магадеев. - М.: Энергия, 2017. - 272 с.
6. Мучник Г. Ф. Методы теории теплообмена. Тепловое излучение // Г.Ф. Мучник, И.Б. Рубашов. - М.: Высшая школа, 2019. - 272 с.
7. Электротехнический справочник: в 4т. Использование электроэнергии / под общ. ред. Профессоров МЭИ В.Г. Герасимова и др. (гл. ред. А.И. Попов)-8еизд., испр. И доп .-М.: изд-во МЭИ, 2014г.

8. Коновалова Л.Л., Ранкова Л.Д. Электроснабжение промышленных предприятий и установок. М.: Энергоатомиздат, 2014.
 9. Интернет-ресурс: Открытие ПНС-9// Общероссийский информационный ресурс. <https://www.tatar-inform.ru/news/society/30-11-2015/ildar-halikov-v-naberezhnyh-chelnah-otkryl-podkachivayuschuyu-nasosnuyu-stantsiyu-5227724> (Дата обращения: 05.11.2022).
 10. Котельные установки тепловых электростанций: учебное пособие // Г. И. Жихар. – Минск: Высшая школа, 2015. – 523 с.
 11. Теплогидравлические модели оборудования электрических станций // Г. А. Пикина - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2013. – 448 с.
-

Bashmakov D.A., Candidate of Technical Sciences, assistant professor, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University

Sayfutdinov Z.G., Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University

Sayfutdinova A.I., Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University

IMPROVING THE RELIABILITY OF OUTDOOR SWITCHGEAR-110 KV AT LF CHP FOLLOWING THE REPLACEMENT OF LOW-OIL CIRCUIT BREAKERS WITH SF6 CIRCUIT BREAKERS

As part of the article on improving the reliability of the open open device of the Naberezhnye Chelny CHPP. The analysis of the existing disconnection of the shutdown of the Naberezhnye Chelninskaya CHPP device, in particular high-voltage circuit breakers, was carried out. Improving the reliability and improving the safety of operation of electrical equipment of an open switchgear after replacing low-oil circuit breakers with SF6 ones.

Key words: open switchgear 110 kV; Naberezhnye Chelny CHPP; high voltage switches; electrical gas.