

2. Боровиков В.С., Волков М.В., Иванов В.В и др. Опыт корпоративного обследования электрических сетей 110 кВ Сибири: Монография. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 228 с.
3. Акимжанов Т.Б. Разработка методики расчета добавочных потерь в воздушных линиях электропередачи и оценки их уровня в электрических сетях: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук: 05.14.02–Томск, 2015–168 с.
4. J. Arrillaga, N.R. Watson Power System Harmonics, Second Edition. John Wiley and Sons Ltd, 2003. 412 p.
5. L.C.O. Oliveira, G.A.e Melo, J.B. Souza, C.A. Canesin, B.D. Bonatto, F.N. Belchior, M. Oliveira, E.A., Mertens Jr. «Harmonic Propagation Analysis in Electric Energy Distribution Systems», IEEE, 2011
6. Идельчик В.И. Электрические системы и сети: Учебник для вузов. - М.: Энергоатомиздат, 1989. - 595 с.
7. Fortescue C.L. Method of symmetrical coordinates applied to the solution of polyphase networks. Trans. AIEE, vol. 37, Pt. II, pp. 1329-1347. 1918.
8. Крюков А.В., Закарюкин В.П. Моделирование электромагнитных влияний на смежные ЛЭП на основе расчета режимов энергосистемы в фазных координатах: монография. – Иркутск : Изд-во Иркут. гос. ун-та путей сообщения. – 2009. – 120 с.
9. Ollendorff F., Potentialfield der Electrotechnik, Berlin, 1932
10. Carson J.R. - Wave propagation in overhead with ground return. The Bell system technical journ. Vol.5, p.539.1926.
11. Черданцев И.А. Теория переменных токов, издание третье, переработанное. М.: Энергоиздат, 1932 – 500 с.
12. Шимони К. Теоертическая электротехника. М.Мир, 1964 – 776 стр
13. Fourier J.B.J. Theorie analytique de la chaleur. Paris, 1822.
14. Rissik H. The memory are current convertor. London: Pitman, 1935
15. 7. Read J.C. The calculation of rectifier and invertor performance characteristics // J.IEE, P.II 1945. Vol. 92.
16. Возисова О.С., Шелюг С.Н. Реактивная мощность в несинусоидальных системах. Электроэнергетика глазами молодежи труды VI международной научно-технической конференции. ответственный редактор: Тютиков В.В., д.т.н., профессор, проректор по научной работе ИГЭУ. 2015. С. 75-78.

## СИСТЕМА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ГАЗОПРОМЫСЛА

Лесный И.П.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

Актуальной задачей, требующей высокоэкономичного и относительно легко реализуемого решения при освоении любого месторождения, расположенного в отдаленных регионах с низкоразвитой или отсутствующей инфраструктурой, является задача надежного обеспечения промысла электроэнергией.

Трансформаторная подстанция (ТП) – это электроустановка, которая предназначена для преобразования (повышения или понижения) напряжения в сети переменного тока и распределения энергии.

Трансформаторная подстанция состоит из:

- силовых трансформаторов;
- распределительного устройства (РУ) ;

- устройства автоматического управления;
- защиты;
- вспомогательных сооружений;

Трансформаторные подстанции изготавливают, как правило, на заводах. Затем они доставляются на место установки в абсолютно собранном виде или отдельными блоками. Такие трансформаторные подстанции называют комплектными или КТП.

КТП могут быть представлены с двумя видами корпусов:

- бетонными (КТПБ) ;
- металлическими (КТПм) ;

Назначение КТП

КТП, КТП НУКомплектные трансформаторные подстанции (КТП) наружной установки (КТП НУ) предназначены для приема, преобразования и распределения электрической энергии трехфазного переменного тока частотой 50 Гц напряжением до 10 кВ.

Применяются в системах электроснабжения объектов нефтяной и газовой промышленности, сельского хозяйства, горнорудной промышленности.

Основные преимущества КТП:

- поставляются на объект отдельными блок-модулями с установленной аппаратурой;
- возможность исполнения коммерческого учета электроэнергии по высокой стороне;
- возможность применения в комплексе АСУ ТП;
- применение собственных схем АВР по высокой стороне;
- полная заводская готовность;
- покрытие металлоконструкции методом холодного цинкования.

Распределительное устройство (КРУ) — сложная электрическая установка, служащая для приёма и распределения электрической энергии.

Распределительное устройство состоит из набора коммутационных аппаратов, соединительных и сборных шин, средств учёта, измерения и вспомогательных устройств РЗА(устройства релейной защиты и автоматики).

Область применения

Комплектные распределительные устройства используются для внутренней и для наружной установки (тогда сокращенно они называются КРУН). КРУ используются там, где необходимо компактное размещение распределительного устройства. В частности, КРУ применяют на городских станциях, электрических подстанциях, для питания объектов нефтегазовой индустрии (буровые установки, газо- и нефтепроводы), для снабжения током электричеством судов.

Если содержимое КРУ заключено в оболочку, заполненную элегазом, то РУ сокращенно обозначают КРУЭ. Элегаз — это специальный электротехнический газ, представляющий собой шестифтористую серу(SF<sub>6</sub>). Он является основным изолятором в элементах ячеек с элегазовой изоляцией.

Тип исполнения камер КРУ определяется номинальными параметрами входящей в них аппаратуры и схемой главных цепей. По согласованию с заводом-изготовителем допускается изготовление шкафов КРУ по схемам заказчика.

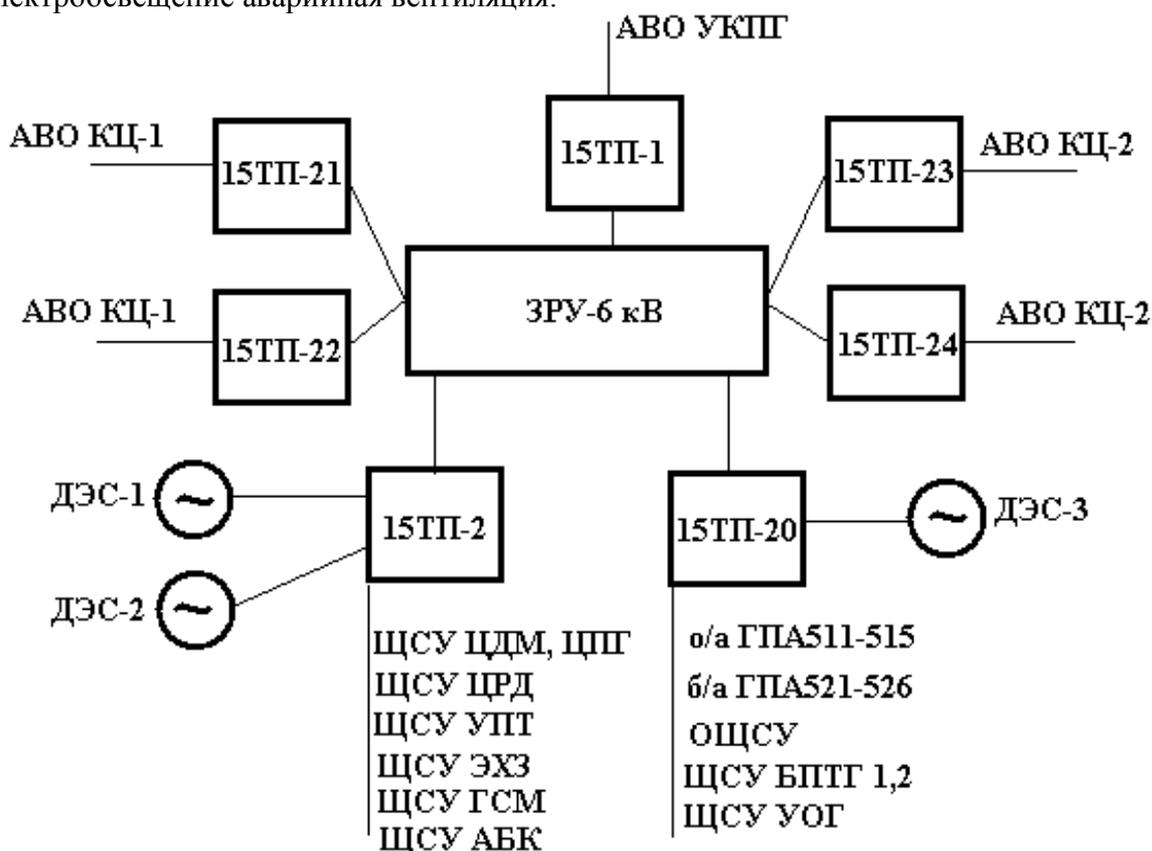
Как правило, шкаф КРУ разделён на 4 основных отсека: 3 высоковольтных - кабельный отсек (ввода или линии), отсек выключателя и отсек сборных шин; и 1 низковольтный - релейный шкаф.

Автоматический ввод резерва (АВР) — метод защиты, предназначенный для бесперебойной работы сети электроснабжения. Реализован с помощью

автоматического подключения к сети других источников электропитания в случае аварии основного источника электроснабжения.

АВР может подключить отдельный источник электроэнергии (генератор, аккумуляторная батарея) или включить выключатель, разделяющий сеть, при этом перерыв питания может составлять всего 0.3 — 0.8 секунд.

Основные потребители электроэнергии УКПГ и ДКС согласно требованиям СТО Газпром 2-6.2-149-2007 "Категорийность электроприемников промышленных объектов ОАО "Томскгазпром" относятся к первой категории по ПУЭ в отношении надежности электроснабжения. В составе электроприемников площадок имеются потребители особой группы первой категории – это системы АСУ и КИП, аварийное электроосвещение аварийная вентиляция.



**Рис. 1.** Блочная схема электроснабжения промысла

Основными электроприемниками на промыслах являются асинхронные электродвигатели технологических и сантехнических механизмов с напряжением 380/220 В и электроосвещение (220 В). Для их питания на площадках в центрах нагрузок установлены двухтрансформаторные КТП 6/0,4 кВ. Подстанции выполнены на переменном оперативном токе и оборудованы релейными защитами, автоматикой и сигнализацией.

Компенсация реактивной мощности и учет электроэнергии электромеханическими счетчиками предусмотрен в ЗРУ-6 кВ на линейных ячейках и на стороне 0,4 кВ КТП.

На площадке УКПГ-5 расположено две комплектные трансформаторные подстанции:

- КТП 1 (15ТП-1) - 2х1600 кВА;
- КТП 2 (15ТП-2) - 2х1600 кВА;

От КТП-2 осуществляется питание электроприемников потребителей АВО газа, от КТП-1 - расположенных в остальных зданиях и сооружениях УКПГ (цеха подготовки газа, цеха регенерации ДЭГа и метанола, установки подогрева теплоносителя, водонасосной, ППА, БВП, АБК, и др.).

На площадках ДКС расположено пять комплектные трансформаторных подстанций:

- КТП ПЭБа (15ТП-20) – 2х1000 кВА (для КЦ-1 и КЦ-2);
- КТП АВО газа № 1 (15ТП-21) – 2х1000 кВА (в КЦ-1);
- КТП АВО газа № 2 (15ТП-22) – 2х1000 кВА (в КЦ-1);
- КТП АВО газа № 1 (15ТП-23) – 2х1000 кВА (в КЦ-2);
- КТП АВО газа № 2 (15ТП-24) – 2х1000 кВА (в КЦ-2).

От РУ-0,4кВ КТП и щитов НКУ, расположенных в ПЭБе, запитаны потребители газоперекачивающих агрегатов и объектов вспомогательного назначения, от РУ-0,4 кВ КТП и щитов НКУ КТП АВО газа – потребители АВО газа.

Для питания электроприемников и управления электроприводами 0,4 кВ предусмотрены низковольтные комплектные устройства (НКУ), которые размещены в помещениях электрощитовых. При небольшом количестве потребителей аналогичное электрооборудование принято в виде распределителей, сборок автоматических выключателей и магнитных пускателей. Электрообогрев греющими лентами и кабелями использован для обеспечения работоспособности наружных кранов газовой обвязки в холодное время года.

Внутриплощадочные сети 6 кВ и 0,4 кВ – кабельные с прокладкой по технологическим и специально сооруженным кабельным эстакадам.

Жизнедеятельность при отключении внешних источников электроснабжения обеспечивается аварийными дизельными электростанциями единичной мощностью 500, 630 кВА, подключенными к РУ-0,4 кВ КТП, системами постоянного тока (напряжением 220 В, 110 В и 24 В), системами бесперебойного питания (380/220 В, 50 Гц).

На УКПГ установлены две дизельные электростанции (КАС-500 и КАС-630), на ДКС – одна дизельная электростанция (КАС-500). Автоматическое включение ДЭС осуществляется при исчезновении напряжения от основных источников.

На ДКС установлена система постоянного тока напряжением 220 В, которая включает аккумуляторные батареи 6 OPzS 600, зарядно-подзарядные агрегаты (2хВАЗП-380/260-40/80 УХЛ4) и щиты постоянного тока. Для организации напряжений 110 В на ДКС применены шкафы ШУОТ2403 и имеющие в своем составе аккумуляторы и подзарядные выпрямители. Аккумуляторные батареи всех напряжений работают в режиме постоянного подзаряда и обеспечивают потребителей электроэнергией в течение не менее 30 минут при отключении источников переменного тока.

Для формирования бесперебойного питания напряжением ~220 В применены агрегаты бесперебойного питания типа АБП-6,3 на площадках УКПГ (в БППП) и на площадках ДКС (в ПЭБах).