

Информация
в программе на стр. 140

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

ISSN 2072-2745

ТЕРРИТОРИЯ НЕФТЕГАЗ

выходит с сентября 2001 года

лидеры знают больше

декабрь 2014



28 Определение наиболее вероятных передаточных чисел шарошек долота

32 Итоги VI Международной научно-практической конференции
«Газораспределительные станции и системы газоснабжения»

124 Современные подходы к развитию предприятий ТЭК. Программы
повышения эффективности арматурного хозяйства криогенных станций
и установок СПГ



18+

Входит в перечень ВАК

www.neftegas.info

УДК 620.197.5+620.93

И.Г. Блинов, к.т.н., директор, ООО НПВП «Электрохимзащита»; **Р.А. Кускильдин**, д.т.н., заместитель генерального директора – главный инженер, ОАО «Газпром газораспределение Уфа»; **А.В. Старочкин**, главный инженер, ООО НПВП «Электрохимзащита»; **А.В. Валушок**, к.т.н., ведущий инженер, ООО НПВП «Электрохимзащита»; **А.А. Шанин**, инженер по наладке и испытаниям, ООО НПВП «Электрохимзащита»

Апробация методики энергоаудита катодных станций для защиты систем газораспределения на примере ОАО «Газ-Сервис»

Активная защита от электрохимической коррозии городских и сельских газораспределительных систем, как и магистральных газопроводов, осуществляется установками катодной защиты (УКЗ), которые включают в себя: станции катодной защиты, жертвенные аноды различных конструкций, катодные и анодные кабели и непосредственно участок защищаемого трубопровода с его пассивной защитой в виде изоляционного покрытия.

Ключевые слова: электрохимзащита, установки катодной защиты (УКЗ), станции катодной защиты (СКЗ), потери мощности, энергосбережение, повышение энергетической эффективности.

Общие потери мощности УКЗ состоят из «производительных» и «непроизводительных» потерь. Так называемые производительные потери – это естественные потери станции катодной защиты (СКЗ), равные 100% минус КПД СКЗ. Коэффициент полезного действия СКЗ указан в паспорте заводом-изготовителем, причем, как показано в работе [9], КПД трансформаторных СКЗ снижается до 10% при нагрузке ниже 10% от номинальной (рис. 1).

Эти потери минимизируются путем рационального выбора типа и паспортной мощности СКЗ.

НЕПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ ПОТЕРИ ВКЛЮЧАЮТ В СЕБЯ:

- потери в дренажных кабелях (цепи «СКЗ – защищаемое сооружение» и «СКЗ – анодное заземление»). Эти потери минимизируются применением кабелей, удовлетворяющих требованиям нормативной документации;
- потери в контактных узлах установки катодной защиты. Эти потери минимизируются путем содержания контактных узлов УКЗ в нормативном состоянии;

- потери мощности, связанные с высоким сопротивлением растеканию токов АЗ (рекомендуемое значение – не более 4 Ом для грунтов с удельным электрическим сопротивлением не более 100 ом·м). Эти потери минимизируются путем ремонта или замены АЗ;
- потери от продольного сопротивления защищаемого сооружения (газопровода);
- потери мощности, связанные с увеличением выходного тока и напряжения СКЗ при ухудшении качества изоляционного покрытия газопровода. Эти потери минимизируются путем обеспечения высокого качества изоляционного покрытия защищаемого сооружения (газопровода).

ТАКИМ ОБРАЗОМ, ОСНОВНЫМИ ПРИЧИНАМИ НЕЭФФЕКТИВНЫХ ПОТЕРЬ МОЩНОСТИ И СВЯЗАННОГО С ЭТИМ ПЕРЕРАСХОДА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ЯВЛЯЮТСЯ:

- низкий фактический КПД станций катодной защиты в данных условиях эксплуатации. Причинами низкого КПД станций катодной защиты являются

длительные сроки эксплуатации (устаревшая конструкция СКЗ), избыточная номинальная мощность СКЗ для данных условий эксплуатации (т.е. режим работы 10% и ниже от номинальной) [9];

- анодные заземлители, сопротивление растеканию токов которых превышает нормативную величину;
- неудовлетворительное состояние контактных соединений дренажных кабелей и контактных узлов СКЗ;
- ненормативный материал и сечение кабеля или высокое продольное сопротивление дренажных кабелей;
- потери электроэнергии, связанные с неудовлетворительным состоянием изоляционного покрытия газопроводов. В отдельных случаях понизить расход электроэнергии можно также путем введения отдельных установок катодной защиты в резерв без снижения эффективности электрохимической защиты объектов с последующим обследованием и дальнейшим контролем суммарных и поляризационных потенциалов по всем зонам защиты отключенных УКЗ. При отклонении потенциалов в любой точке от требований ГОСТ Р 51164-98,

пп. 5.1, 5.8, [5] УКЗ, в зонах защиты которых выявлены эти участки, необходимо вернуть в работу с подбором выходных параметров СКЗ (тока и напряжения), обеспечивающих защиту объекта в соответствии с требованиями нормативной документации.

Для оценки эффективности работы установки катодной защиты в реальных условиях эксплуатации нами введено понятие условного коэффициента – «комплексный показатель эффективности работы установки катодной защиты» (далее – комплексный показатель эффективности). Комплексный показатель эффективности позволяет оценить, сколько процентов потребляемой активной мощности УКЗ расходуется собственно на защиту сооружения от коррозии в данных условиях эксплуатации.

Комплексный показатель эффективности рассчитывается для текущего состояния анодного заземления и текущего состояния изоляционного покрытия защищаемого сооружения, учитывая состояние дренажных кабелей, состояние контактных узлов УКЗ, продольное сопротивление защищаемого участка газопровода, режим работы СКЗ и ее типа – трансформаторная или инверторная.

На сегодняшний день при современном состоянии выпускаемых средств ЭХЗ и действующей нормативной документации [5] удовлетворительным значением комплексного показателя эффективности можно принять величину $\geq 60\%$:

$$K_3 = P_{\text{полезная}} / P_{\text{активная}} \cdot 100\%,$$

где K_3 – комплексный показатель эффективности работы установки катодной защиты в данных условиях эксплуатации, %;

$P_{\text{полезная}} = U_{\text{вых}} \cdot I_{\text{вых}}$ – полезная мощность, расходуемая по вторичной цепи УКЗ, в данных условиях эксплуатации, Вт;
 $P_{\text{активная}}$ – активная мощность, потребляемая по первичной цепи УКЗ, в данных условиях эксплуатации, ВА. Эту величину можно получить двумя способами:

1) прямое измерение приборами, измеряющими активную составляющую потребляемой мощности (например,

отечественный прибор для измерения показателей качества электроэнергии РЕСУРС-UF2M);

2) методом расчета $P_{\text{активная}} = U_{\text{вх.д.}} \cdot I_{\text{вх.актив.}}$, где $U_{\text{вх.д.}}$ – действующее среднеквадратическое напряжение на входе СКЗ, замеренное при данных условиях эксплуатации;

$I_{\text{вх.актив.}}$ – активная составляющая тока первичной цепи, замеренная прибором, выделяющим из полного тока активную составляющую (например, клещи токовые измерительные АР5).

Значение комплексного показателя эффективности работы УКЗ $\geq 60\%$ принято удовлетворительным по следующим соображениям:

1) КПД СКЗ принят равным $\geq 70\%$ в соответствии с требованиями действующей НТД, таким образом, допустимые потери в катодной станции составляют до 30% [5];

2) дополнительные 10% потери приняты эмпирическим путем, на основании многолетнего опыта обследования средств ЭХЗ, эксплуатирующихся в СССР, РФ и странах СНГ. Эти потери обусловлены сопротивлением растеканию токов АЗ, продольным сопротивлением дренажных кабелей и продольным сопротивлением защищаемого участка трубопровода, сопротивлением контактных узлов.

Таким образом, целью энергоаудита УКЗ является комплексная оценка полезной (производительной) мощно-

сти, расходуемой непосредственно на защиту участка трубопровода, оценка непроизводительных потерь мощности, выявление причин этих потерь и назначение мероприятий, устраняющих их. По результатам энергоаудита разрабатываются энергосберегающие мероприятия.

СУЩЕСТВУЮТ ТРИ ОСНОВНЫХ СПОСОБА СНИЖЕНИЯ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ УКЗ:

- исключение нерационального использования средств ЭХЗ – вывод УКЗ в резерв;
- устранение потерь – приведение параметров элементов УКЗ (дренажных кабелей и анодных заземлений) к нормативным;
- повышение эффективности преобразования путем использования СКЗ с более высоким КПД.

Для повышения энергетической эффективности средств электрохимической защиты рекомендуется выполнить следующие мероприятия:

Беззатратные и низкзатратные:

- произвести ревизию контактных соединений дренажных кабелей УКЗ, привести их в нормативное состояние. Выявить контактные узлы с высоким омическим сопротивлением ($> 0,05 \text{ Ом}$), очистить их от продуктов окисления, восстановить надежный электрический контакт и предусмотреть меры,

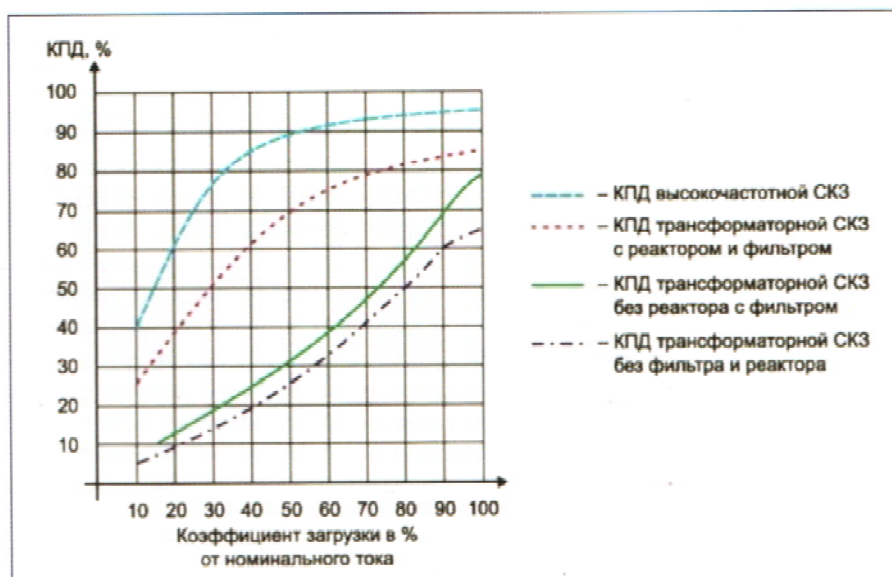


Рис. 1. Общий вид изменения КПД для СКЗ разного исполнения

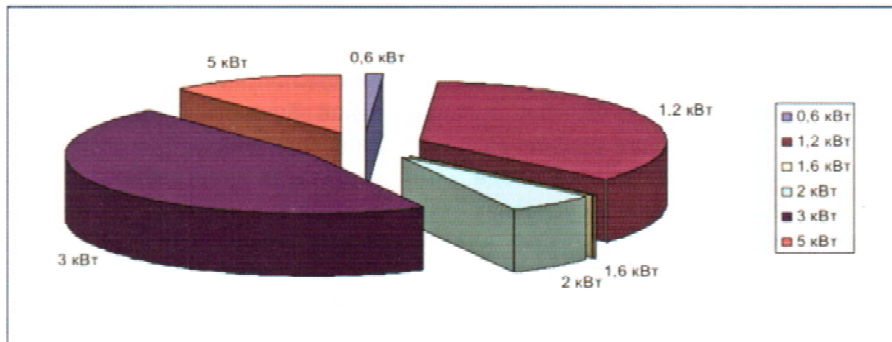


Рис. 2. Структура СКЗ случайной выборки, эксплуатируемых в системе ОАО «Газ-Сервис», обследованных в 2013 г. по мощности

препятствующие окислению данных контактов;

- вывести в резерв УКЗ в случаях, где это возможно без потери обеспечения защитных потенциалов во всех точках защищаемого газопровода, согласно нормативным требованиям ГОСТ Р 51164-98 пп. 5.1, 5.8 [5].

Среднезатратные мероприятия:

- дренажные кабели привести в состояние, соответствующее требованиям НТД: катодный дренаж – кабель из меди, сечением не менее 35 мм² [5].

Высокозатратные мероприятия:

- заменить станции катодной защиты с низким КПД на станции катодной защиты с высоким КПД во всем диапазоне работы и оптимальной мощности в соответствии с условиями эксплуатации;
- произвести капитальный ремонт либо заменить анодные заземлители, сопротивление растеканию токов которых превышает 4 Ом. Тип, конструкцию и материалы анодных заземлений выбирать в соответствии с условиями эксплуатации, что позволит уменьшить значение сопротивления растеканию токов анодного заземления;
- произвести диагностику состояния изоляционного покрытия газопроводов, восстановить изоляционное покрытие газопроводов в местах обнаружения дефектов изоляционного покрытия. Выполнение данной рекомендации возможно в рамках проведения работ по комплексному обследованию коррозионного состояния газопровода. По результатам составленного плана производится расчет экономической эффективности мероприятий по сни-

жению энергозатрат при обслуживании установок ЭХЗ, который выполняется следующим образом:

- 1) определяется количество средств ЭХЗ, рекомендуемых к оптимизации по каждому из видов затрат;
- 2) определяется среднестатистическая стоимость выполнения работ:
 - ревизия контактных соединений – 0 руб. (в порядке текущей эксплуатации);
 - выведение УКЗ в резерв – 0 руб. (в порядке текущей эксплуатации);
 - ревизия и замена дренажного кабеля – от 5 тыс. до 20 тыс. руб. за 1 дренажный кабель (Z_{n1});
 - замена СКЗ – от 70 тыс. до 200 тыс. руб. за 1 СКЗ (Z_{n2});
 - замена АЗ – от 300 тыс. до 500 тыс. руб. за 1 анодный заземлитель (Z_{n3}). Все расценки приведены по ценам 2013 г.;
- 3) определяется примерное снижение затрат на электроэнергию за определенный период (рекомендуемый – год) при выполнении мероприятий:
 - для мероприятия «Ревизия контактных соединений» экономия E_1 определяется из расчета снижения потребляемой за год мощности – от 0 до 5%;
 - для мероприятия «Ревизия дренажного кабеля» экономия E_2 определяется из расчета снижения потребляемой за год мощности – от 0 до 10%;
 - для мероприятия «Вывести в резерв УКЗ» экономия $E_3 = P_{\text{актив}} \cdot C_{\text{эл.эн.}} \cdot T$, где $P_{\text{актив}}$ – потребляемая по первичной цепи активная мощность выводимой в резерв СКЗ, $C_{\text{эл.эн.}}$ – стоимость электроэнергии, T – период расчета экономии, часов;
 - для мероприятия «Замена СКЗ» экономия E_4 определяется как разница

потребляемой за год мощности работающей и рассчитанная на основании паспортных характеристик потребляемая за год мощность устанавливаемой СКЗ:

$$E_4 = (P_{\text{актив.раб.}} - P_{\text{актив.нов.}}) \cdot C_{\text{эл.эн.}} \cdot T,$$

где $P_{\text{актив.раб.}}$ – потребляемая по первичной цепи активная мощность подлежащей замене работающей СКЗ;

$P_{\text{актив.нов.}}$ – потребляемая по первичной цепи активная мощность новой СКЗ. Расчет выполняется для текущего режима работы УКЗ.

Срок окупаемости мероприятия определяется путем деления затрат на выполнение мероприятия на годовую экономию электроэнергии по мероприятию в денежном выражении:

$$C_{\text{срок окупаемости}} = Z_n / E_{\text{п.годовая}}$$

где Z_n – затраты на выполнение n-го мероприятия;

$E_{\text{п.годовая}}$ – годовая экономия электроэнергии (в денежном выражении) после выполнения n-го мероприятия.

$$E_{\text{годовая}} = E_1 + E_2 + E_3 + E_4,$$

$$Z_{\text{п.годовая}} = Z_{n1} + Z_{n2} + Z_{n3}.$$

С использованием вышеприведенной методики нами в 2013 г. был проведен энергоаудит 2% СКЗ случайной выборки, эксплуатируемых в системе ОАО «Газ-Сервис».

На рисунке 2 приведена структура обследованных СКЗ по мощности.

ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ПРОВЕДЕННОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ БЫЛИ СДЕЛАНЫ СЛЕДУЮЩИЕ ВЫВОДЫ:

1. Все обследованные 193 УКЗ находятся в рабочем состоянии и обеспечивают защиту газопроводов в соответствии с требованиями нормативной документации.
2. Блуждающие токи на всех обследованных УКЗ не выявлены.
3. Из числа обследованных станций катодной защиты, обеспечивающих электрохимическую защиту прилегающих участков газопроводов, 144 СКЗ (74,61%) работают в режимах неэконо-

мичного и нерационального использования электрической энергии.

4. Из числа обследованных анодных заземлителей 88 АЗ (45,6%) не соответствуют требованиям нормативной документации по сопротивлению растеканию токов [5]. Ненормативное сопротивление растеканию токов анодного заземлителя приводит к увеличению расхода электрической энергии при электрохимической защите газопроводов.

5. Из числа обследованных установок катодной защиты на 17 УКЗ (8,8%) в порядке текущей эксплуатации необ-

ходимо произвести ревизию контактных узлов СКЗ и произвести замеры сопротивления кабельных линий УКЗ.

6. Из числа обследованных установок катодной защиты 40 УКЗ (20,7%) возможно вывести в резерв без снижения уровня защищенности газопроводов от подземной коррозии. После вывода установок катодной защиты в резерв необходимо произвести замеры суммарных и поляризационных потенциалов по всем зонам защиты этих УКЗ. В случае обнаружения участков газопроводов с потенциалами, не удовлетворяющими требованиям ГОСТ Р 51164-98, п. 5.1,

5.8, [5] УКЗ, в зонах защиты которых выявлены эти участки, вернуть в работу.

7. Из 23 СКЗ с самым высоким комплексным показателем эффективности УКЗ более половины (14 шт.) относятся к типу СКЗ-УПГ. Таким образом, можно судить об СКЗ-УПГ как о наиболее приемлемом оборудовании для решения задач максимальной экономии электроэнергии и эффективности защиты объектов.

Самые высокие комплексные показатели эффективности УКЗ – на установках, в которых СКЗ работает в режиме выше 40% от номинальной мощности.

Литература:

1. Федеральный закон № 116-ФЗ от 21.07.1997 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».
2. Федеральный закон № 184-ФЗ от 27.12.2002 «О техническом регулировании».
3. Федеральный закон № 28-ФЗ от 03.04.1996 «Об энергосбережении».
4. Федеральная целевая программа «Повышение эффективности энергопотребления в Российской Федерации на 2008–2010 гг. и на перспективу до 2015 г.».
5. ГОСТ Р 51164-98 «Трубопроводы стальные магистральные. Общие требования к защите от коррозии».
6. ГОСТ 9.602-2005 ЕСЗКС «Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии».
7. РД 153.39.4-091-01 «Инструкция по защите городских подземных трубопроводов от коррозии».
8. СТО Газпром 2-1.20-114-2007 «Методика энергоаудита газотранспортной системы».
9. Семенов А.Г., Сыса Л.П. Что такое электрохимическая защита и как выбрать катодную станцию // Новости теплоснабжения. – 2004. – № 10.

UDC 620.197.5+620.93

I.G. Blinov, Candidate of Science (Engineering), Director of Elektrokhimzashchita Research, Production and Implementation Enterprise LLC; **R.A. Kuskildin**, Doctor of Engineering Science, Deputy General Director – Chief Engineer, Gazprom Gasoraspredeleniye Ufa JSC; **A.V. Starochkin**, Chief Engineer of Elektrokhimzashchita Research, Production and Implementation Enterprise LLC; **A.V. Valyushok**, Candidate of Science (Engineering), Lead Engineer of Elektrokhimzashchita Research, Production and Implementation Enterprise LLC; **A.A. Shanin**, Adjustment and Testing Engineer, Elektrokhimzashchita Research, Production and Implementation Enterprise LLC

Testing the methods of cathodic stations energy audit for protection of gas distribution systems as exemplified by Gaz Service JSC

Active protection of urban and rural gas distribution systems against electrochemical corrosion, similar to main gas pipelines, is arranged by means of cathodic protection plants (CPP) which comprise: cathodic protection stations, sacrificial anodes of various design, cathode and anode cables and the protected pipeline section with its passive protection in the form of insulation coating.

Keywords: electrochemical protection, cathodic protection plants (CPP), cathodic protection stations (CPS), power losses, energy saving, energy efficiency enhancement.

References:

1. Federal Law No. 116-FZ «O promyshlennoi bezopasnosti opasnykh proizvodstvennykh ob'ektov» («On industrial safety of hazardous production facilities»), dated 21.07.1997.
2. Federal Law No. 184-FZ «O tekhnicheskome regulirovanii» («On Technical Regulation»), dated 27.12.2002.
3. Federal Law No. 28-FZ «Ob energosberezhenii» («On Energy Saving»), dated 03.04.1996.
4. Federal special purpose program «Povyshenie effektivnosti energopotrebleniya v Rossiiskoi Federatsii na 2008–2010 gg. i na perspektivu do 2015 g.» («Enhancing efficiency of energy consumption in the Russian Federation for 2008–2010 and for a long-term period till 2015»).
5. GOST R 51164-98 «Truboprovody stal'nye magistral'nye. Obtschie trebovaniya k zatshite ot korrozii» («Steel main pipelines. General requirements for corrosion protection»).
6. GOST 9.602-2005 Unified System of Protection against Corrosion and Ageing «Sooruzheniya podzemnye. Obtschie trebovaniya k zatshite ot korrozii» («Underground structures. General requirements for corrosion protection»).
7. RD 153.39.4-091-01 «Instruktsiya po zatshite gorodskikh podzemnykh truboprovodov ot korrozii» («Instruction for protection of urban underground pipelines against corrosion»).
8. SТО Gazprom 2-1.20-114-2007 «Metodika energoaudita gazotransportnoi sistemy» («Methods of gas transportation system energy audit»).
9. Semenov A.G., Syasa L.P. Chto takoe elektrokhimicheskaya zatshita i kak vybrat' katodnyuyu stantsiyu (What electrochemical protection is and how to choose a cathodic station) // Heat supply news. – 2004. – No. 10.