***Расчет основных параметров катодной защиты***

*Защита магистральных трубопроводов от почвенной коррозии осуществляется катодной поляризацией поверхности трубы* ***уста­новками катодной защиты*** *(автоматическими и неавтоматически­ми).*

Для расчета установок катодной защиты необходимо при про­ведении электрометрических работ получить данные об удельном электрическом сопротивлении грунта в поле токов катодной за­щиты, а также в месте установки анодного заземления, иметь данные по характеристике трубопровода, ввиду изоляционного покрытия и наличию источников электроснабжения.

**Основными параметрами установки катодной защиты** *являются сила тока и длина защитной зоны, в зависимости от которых принимаются мощность установки, тип и число анодных заземлителей, длина дренажных линий.*

**Порядок расчета основных параметров катодной защиты сле­дующий** [2].

1. *Среднее значение удельного сопротивления грунтов*

, (1)

где – удельные сопротивления грунтов на отдельных участках, Ом⋅м; - протяженность участков;  – общая протяженность проектируемого трубопровода.

*2. Переходное сопротивление трубопровод-грунт к концу нормативного срока эксплуатации установок катодной защиты*

, (2)

где  – начальное переходное сопротивление трубопровод-грунт, принимается равным 10 000 Ом⋅м2;  – показатель скорости старения покрытия, принимает значения 0,116÷0,133 1/год, для ориентировочных расчетов *β* следует принимать рав­ным 0,125 1/год; *tн.с* – нормативный срок эксплуатации ус­тройств катодной защиты,

*tн.с = 100/σ1*,(3)

здесь *σ1* – норма амортизационных отчислений, идущая на пол­ное восстановление основных фондов, принимается равной 10,5 % /год.

*3. Среднее значение переходного сопротивления трубопро­вод-грунт*

. (4)

*4. Сопротивление изоляции трубопровода на единице длины к концу нормативного срока эксплуатации устройств катодной за­щиты*

; (5)

среднее сопротивление изоляции трубопровода на единице длины

, (6)

где *Dн*– наружный диаметр трубопровода, м.

*5. Продольное сопротивление единицы длины трубопровода*

, (7)

где *δн* – толщина стенки трубопровода, м; *ρст* – удельное электрическое сопротивление трубной стали; если марка неиз­вестна, то *ρст*= 0,245 Ом⋅мм2/м:

Марка трубной стали……. 17ГС 17Г2СФ 09Г2СФ Ст3

*ρст*, Ом⋅мм2/м………………. 0,247 0,245 0,243 0,218

*6. Входное сопротивление трубопровода, среднее за нор­мативный срок эксплуатации катодной установки*

; (8)

к концу нормативного срока

. (9)

*7. Постоянная распределения потенциалов и токов вдоль трубопровода к концу нормативного срока эксплуатации катод­ных установок*

. (10)

*8. Максимальный Emax и минимальный Emin наложенные защит­ные потенциалы*

*Emax= Emaxp – Eест*;(11)

*Emin= Eminp –Eест*;(12)

где *Emax* и *Emin* – максимальный и минимальный расчетные защитные потенциалы, равные соответственно -1,1 и -0,85 В; *Еест* – естественный потенциал трубопровода по отношению к медносульфатному электроду сравнения, равный - 0,55 В.

*9. Задавшись удалением анодного заземления у от маги­стрального трубопровода, определяем:*

а) коэффициент, учитывающий влияние смежной станции ка­тодной защиты (СКЗ)

; (13)

б) протяженность зоны защиты трубопровода одной СКЗ к концу нормативного срока эксплуатации катодных установок

 ; (14)

в) среднее значение силы тока в цепи катодной станции при *Rвх = Rвх.ср*

 ; (15)

значение силы тока в конце расчетного периода при *Rвх = Rвх.к*

; (16)

г) сопротивление растеканию тока с одиночного вертикаль­ного анода

, (17)

где *ρгр* – удельное сопротивление грунта (табл. 9.14); *lа* , *dа –* длина и диаметр анода.

Вертикальные анодные заземлители устанавливают в скважи­нах в один или два ряда на глубину 1,4÷1,5 м от земной по­верхности до оголовка.

д) сопротивление растеканию тока с одиночного горизон­тального анода

, (18)

где *ha* – глубина заложения анода.

е) оптимальное число анодов в конструкции анодного зазем­ления

, (19)

где *ωэ , ωа –* соответственно стоимость 1 кВт⋅ч электроэнергии и стоимость одного анода с установкой; *ηс* – коэффициент по­лезного действия станции, определяемый как отношение номи­нальной мощности к потребляемой, ориентировочно значение *ηс* можно принять в пределах 0,57÷0,63; *ηэ* – коэффициент экрани­рования, определяемый для вертикальных анодов в зависимости от расстояния *а* между анодами в ряду и длины *lа* анода; *ηи* – коэффициент использования анода, *ηи* = 0,75÷0,95.

ж) сопротивление растеканию тока с анодного заземления

; (20)

з) оптимальная плотность тока в дренажной линии

, (21)

где *ε* – норма амортизационных отчислений; *ωл –* стоимость прокладки дренажной линии, руб/м⋅мм2; *ρпр –* удельное сопротивление материала проводов, принимаемое равным 0,029 Ом⋅мм2/м; *τ* – время работы станции в году, час, принимаемое равным 8760 час.

и) оптимальное сечение дренажного провода

; (22)

к) сопротивление дренажного провода

, (23)

где *lпp –* длина провода, принимается равной удалению анодно­го заземления *у* от магистрального трубопровода.

л) среднее значение напряжения на выходных контактах СКЗ

*ΔЕ = ΔЕа+ΔЕпр+ΔЕк*, (24)

где *ΔЕа = IсрRа.з; ΔEпр = IсрRпр; ΔEк =*⏐*Emax - Emin* ⏐;

м) среднее значение потребляемой мощности СКЗ

*Р = IсрΔЕ* (25)

Задаваясь рядом значений *у*, рассчитываем для каждого из них величину удельных приведенных затрат *Пуд*, строим график зависимости *Пуд = f(у)*, по которому определяем оптимальное удаление анодного заземления от трубопровода *уоп*, соответ­ствующее минимальным удельным приведенным затратам. Далее по формулам определяются максимальное значение силы тока в конце расчетного периода *Iк* при *у = уопт*, соответствующее значение *ΔEшах* при силе тока *Iк*. По ним уточняется выбор типа станции катодной защиты.

*9. Срок службы анодного заземления*

, (26)

где *Мa*, – масса одного анодного заземлителя (см. табл. 9.14); *qa* – электрохимический эквивалент материала анодов; для железокремнистых анодов *qa* = 0,3÷0,6 кг/(А⋅год), для железокремнистых анодов в коксовой засыпке *qa* = 0,12÷0,2 кг/(А⋅год), для стальных анодов *qa* = 0,9÷1,0 кг/(А⋅год).

*10. Общее число станций катодной защиты*

 . (27)