

УДК 622.692.4.07

УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ ЗАЩИТНОГО ПОТЕНЦИАЛА МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

М. Н. ПОГУЛЯЕВ

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого»,
Республика Беларусь*

Введение

В настоящее время основным методом защиты магистральных трубопроводов от коррозии является электрохимическая (катодная) защита, заключающаяся в подаче на трубу низковольтного отрицательного потенциала относительно «земли» [1]. Этот метод используется на нефтепроводе РУП «Гомельтранснефть Дружба» в Республике Беларусь. Для получения отрицательного напряжения и подачи его на трубопровод вдоль трассы, на расстоянии $5 \div 15$ км друг от друга, устанавливаются станции катодной защиты (СКЗ). На Гомельском участке нефтепровода РУП «Гомельтранснефть Дружба», протяженностью 182 км, работают 22 таких станции. Из-за отсутствия на станциях постоянного обслуживающего персонала контроль за работой оборудования осуществляется по телеметрическим каналам связи. Одним из контролируемых параметров является величина защитного потенциала на трубопроводе. Слежение за данным параметром позволяет своевременно выявлять отказы в работе оборудования и принимать меры по их устранению.

В качестве устройства контроля защитного потенциала трубопроводов (УКЗП) используются импортные преобразователи сигнала типа SSS/U-I/001 фирмы «CEGELEC», часть которых к настоящему времени вышла из строя. Основная его задача – преобразование напряжения защитного потенциала величиной 0–3 В в унифицированный сигнал тока 4–20 мА и передача его по кабелю на контрольно-диспетчерский пункт.

Целью данной работы являлось создание УКЗП на отечественных комплектующих, не уступающего импортному преобразователю по техническим параметрам, численные значения которых таковы:

- входное сопротивление не менее 1 МОм;
- погрешность преобразования напряжения в ток, не более 1 %;
- диапазон входных напряжений 0–3 В;
- выходной ток 4–20 мА.

Постановка задачи

В соответствии с поставленной целью и для удобства замены, конструкция нового устройства должна быть унифицирована с конструкцией вышедшего из строя преобразователя фирмы «CEGELEC». Кроме того, в проектируемом устройстве должны быть устранены недостатки, выявленные в процессе эксплуатации импортных преобразователей SSS/U-I/001:

- невысокая электрическая прочность изоляции цепи гальванической развязки. Это приводило к выходу из строя преобразователя при кратковременных импульсных перенапряжениях на трубопроводе, вызываемых различными причинами (в основном, грозовыми явлениями);

- неремонтопригодность плат;
- отсутствие возможности подстройки параметров.

Решение задачи

Учитывая указанные выше требования, было разработано устройство контроля защитного потенциала трубопроводов на отечественной элементной базе. Функциональная схема УКЗП представлена на рис. 1, а конструктивное исполнение платы преобразователя – на рис. 2.

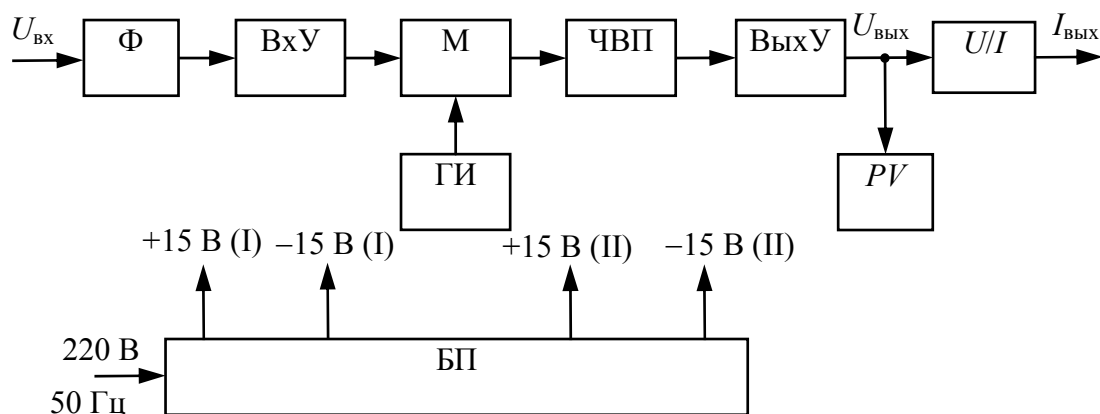


Рис. 1. Функциональная схема устройства контроля защитного потенциала трубопроводов: Ф – фильтр; ВхУ – входной усилитель; М – модулятор; ГИ – генератор импульсов; ЧВП – чувствительный выпрямитель; ВыхУ – выходной усилитель; U/I – преобразователь «напряжение–ток»; БП – блок питания; PV – индикатор величины защитного потенциала

Фильтр Ф (рис. 1) служит для сглаживания пульсаций входного напряжения $U_{вх}$, поступающего с трубопровода на вход устройства контроля защитного потенциала. Реализован он по схеме пассивного RC-фильтра. Входной усилитель ВхУ выполнен на операционном усилителе (ОУ) по схеме неинвертирующего повторителя и обладает большим (несколько МОм) входным сопротивлением, тем самым исключается влияние УКЗП на величину защитного потенциала. Балансировка входного усилителя производится подстроечным резистором R5 (рис. 2).

Гальваническая развязка входной и выходной цепей устройства выполнена по схеме «модулятор–чувствительный выпрямитель». Модулятор М, управляемый генератором импульсов ГИ с частотой $25 \div 30$ кГц, преобразует постоянное выходное напряжение блока ВхУ в переменное, которое через импульсный трансформатор подается на чувствительный выпрямитель ЧВП. Применение в схеме импульсного трансформатора марки МИТ-4В, имеющего высокое напряжение пробоя изоляции (не ниже 1,5 кВ), позволяет осуществить надежную гальваническую развязку цепей, исключив тем самым проникновение импульсов перенапряжения с входной цепи трубопровода на элементы схемы преобразователя «напряжение–ток» и оборудование системы телеметрического контроля.

Чувствительный выпрямитель выполнен по схеме активного однополупериодного выпрямителя на диодах и операционном усилителе. Применение в схеме операционного усилителя позволило снизить пороговое напряжение открывания диода с 0,7 В до нескольких мВ, и тем самым существенно повысить чувствительность выпрямителя.

Выходной усилитель производит одновременно усиление и фильтрацию выпрямленного напряжения, подаваемого на вход преобразователя «напряжение–ток». Для визуального контроля величины защитного потенциала служит вольтметр PV,

подключаемый к выходу блока ВыхУ. Для точной настройки выходного напряжения $U_{\text{вых}}$, равного входному $U_{\text{вх}}$, в схеме усилителя предусмотрен подстроечный резистор R12 (рис. 2).

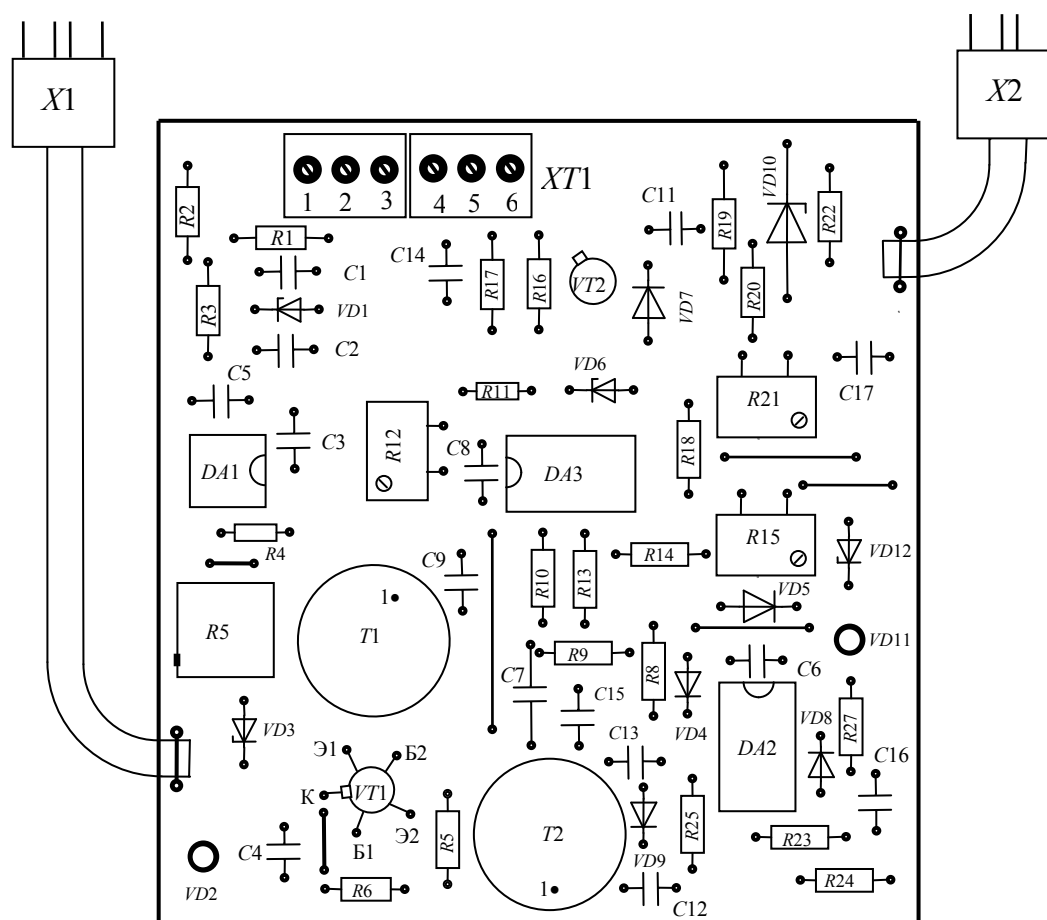


Рис. 2. Конструктивное исполнение платы преобразователя

Преобразователь «напряжение–ток» U/I осуществляет пропорциональное преобразование напряжения $U_{\text{вх}}$ в ток $I_{\text{вых}}$ стандартной величины $4 \div 20$ мА, причем начальному значению тока 4 мА соответствует напряжение $U_{\text{вх}} = 0$, а максимальному току 20 мА – напряжение $U_{\text{вх}} = 3$ В. Точная настройка начального (4 мА) и максимального (20 мА) значений тока производится подстроечными резисторами R21 и R15 соответственно (рис. 2). Точковый сигнал через контакты клеммной колодки XT1 и выходной кабель передается на контрольно-диспетчерский пункт.

Питается устройство контроля защитного потенциала от двухканального блока питания БП стабилизированных напряжений +15 В (I), –15 В (I), и +15 В (II), –15 В (II). Каналы блока питания гальванически развязаны. Выполнен блок питания по традиционной схеме и содержит сетевой трансформатор с двойной изоляцией между обмотками, мостовые выпрямители, емкостные фильтры и интегральные стабилизаторы положительного и отрицательного напряжений. Визуальная индикация наличия стабилизированных напряжений осуществляется светодиодами, которые установлены непосредственно на плате блока питания. Защита источника питания от коротких замыканий производится предохранителем.

Конструктивно устройство УКЗП выполнено из платы блока питания и платы преобразователя (рис. 2), устанавливаемых в корпусе преобразователя сигнала типа SSS/U-I/001 фирмы «CEGELEC» при выходе последнего из строя. На обеих платах

установлены клеммные колодки для подключения соединительных проводов и кабелей, причем нумерация клемм соответствует их нумерации в колодке фирменного преобразователя.

Результаты испытаний

По заказу РУП «Гомельтранснефть Дружба» были изготовлены и испытаны 14 устройств контроля защитного потенциала магистральных трубопроводов. Получены следующие результаты:

1. Входное сопротивление – не менее 2,2 МОм.
2. Погрешность преобразования напряжения в ток в различных точках диапазона входных напряжений – менее 1 %.

Результаты экспериментальных исследований УКЗП

Входное напряжение, В	Напряжение на выходе для различных экземпляров, В	Выходной ток для различных экземпляров устройств, мА	Требуемое значение выходного тока, мА	Погрешность преобразования напряжения в ток, %	Примечание
0,00	0,00	4,00	4,00	–	Устанавливается R21
0,375	0,370–0,379	5,95–6,03	6,00	±0,833	–
0,750	0,745–0,755	7,95–8,04	8,00	±0,625	–
1,500	1,496–1,504	11,95–12,04	12,00	±0,416	–
2,250	2,245–2,255	15,95–16,04	16,00	±0,312	–
3,000	3,000	20,00	20,00	–	Устанавливается R15

Заключение

Анализируя полученные результаты, можно видеть, что разработанное устройство, в сравнении с преобразователем сигнала типа SSS/U-I/001, имеет более высокие технические характеристики. Это позволяет считать поставленную задачу выполненной, а новые устройства успешно использовать для замены вышедших из строя преобразователей фирмы «CEGELEC».

Литература

1. Волков, Б. Г. Справочник по защите подземных металлических сооружений от коррозии / Б. Г. Волков, Н. И. Тесов, В. В. Шувалов. – Ленинград : Недра, 2005. – 224 с.

Получено 13.06.2008 г.