

УДК 622.692.4.07

УСТРОЙСТВО СТАБИЛИЗАЦИИ ПОТЕНЦИАЛА «ТРУБА-ЗЕМЛЯ» ДЛЯ СТАНЦИЙ КАТОДНОЙ ЗАЩИ- ТЫ НЕФТЕПРОВОДОВ

В. И. ЛУКОВНИКОВ, М. Н. ПОГУЛЯЕВ, Д. А. ХАБИБУЛЛИН

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Республика Беларусь*

подавляющее большинство отказов в работе, а зачастую и крупных аварий на трубопроводах, приводящих к огромным экономическим и экологическим потерям, происходит из-за электрохимических коррозионных повреждений металла труб.

Основным методом борьбы с коррозионным разрушением является электрохимическая (катодная) защита трубопроводов, заключающаяся в подаче на трубу низковольтного отрицательного потенциала относительно «земли».

Наличие катодной защиты, хотя и обеспечивает длительную (до 30 лет и более) безаварийную работу трубопроводов, но не гарантирует полное подавление электрохимической коррозии.

В связи с этим службами контроля состояния изоляции трубопроводов осуществляется периодическое диагностирование дефектов катодной защиты.

Основными современными методами диагностики коррозионного состояния магистральных нефтегазопроводов являются:

- а) ультразвуковое сканирование стенок трубы по всей окружности и вдоль трассы (Англия, Германия);
- б) электромагнитное сканирование (США, Германия);
- в) низкочастотное звуковое сканирование (Франция);
- г) измерение электрических потенциалов «труба-земля» (Германия, Россия).

Последний метод наиболее универсален и перспективен, поскольку он, в отличие от других методов, позволяет не только обнаружить имеющиеся дефекты, но и определить потенциально опасные участки трассы, где в последствии могут возникнуть очаги коррозии.

Этот метод, в частности, используется на нефтепроводе РУП «Гомельтранснефть Дружба» в Республике Беларусь.

Опыт пользования потенциальным методом показывает, что для корректного вывода об эффективности работы станций катодной защиты (СКЗ) необходимо измерять вдоль трассы трубопровода поверхностные потенциалы и градиенты напряжения как при включенной, так и при отключенной внешней поляризации трубы, когда гарантировано постоянное напряжение защитного потенциала. Да и само качество защиты от коррозии во многом определяется не только правильным выбором величины потенциала «труба-земля», но и его стабильностью в процессе работы трубопровода.

В реальных условиях нестабильность потенциала на защищаемом трубопроводе определяется влиянием как факторов медленного действия (сезонные изменения переходного сопротивления «труба-земля» и сопротивления анодного заземлителя, старение изоляционного покрытия и др.), так и факторов относительного быстрого действия (часовые и суточные колебания напряжения питающей сети, другие случайные возмущения по цепи электропитания, носящие кратковременный характер).

Если уход потенциала от заданного значения под воздействием факторов первой группы может быть устранен вручную путем регулировки выходного напряжения СКЗ обслуживающим персоналом при периодических осмотрах и ремонте станций катодной защиты, то для поддержания заданного потенциала при действии факторов второй группы требуется установка устройств по его автоматической стабилизации.

Современные стабилизаторы напряжения можно разделить на две большие группы [1-3]: параметрические и компенсационные стабилизаторы.

В параметрических стабилизаторах используются нелинейные элементы, статические характеристики которых имеют зоны насыщения.

Такие стабилизаторы отличаются простотой схемы и малым числом элементов, но имеют невысокое качество стабилизации и ограниченную мощность.

Компенсационные стабилизаторы строятся на принципах теории автоматического регулирования. Они представляют собой сравнительно сложные устройства, но отличаются высокими стабилизирующими свойствами, повышенной мощностью и универсальностью применения.

Проектная проработка, макетирование и экспериментальное исследование показали, что приемлемым по качеству стабилизации, надежности и стоимости является вариант построения компенсационного стабилизатора с обратной связью по выходному напряжению СКЗ.

Функциональная схема разработанного стабилизатора приведена на рис. 1. При переводе тумблера SA в положение P осуществляется ручное управление СКЗ, состоящей из системы импульсно-фазового управления СИФУ и управляемого выпрямителя УВ, за счет изменения задающего напряжения $U_{\text{зад.р}}$ потенциометром PR1.

В положении А тумблер SA подключает устройство автоматической стабилизации защитного потенциала, напряжение задания $U_{\text{зад.а}}$ которого изменяется потенциометром PR2.

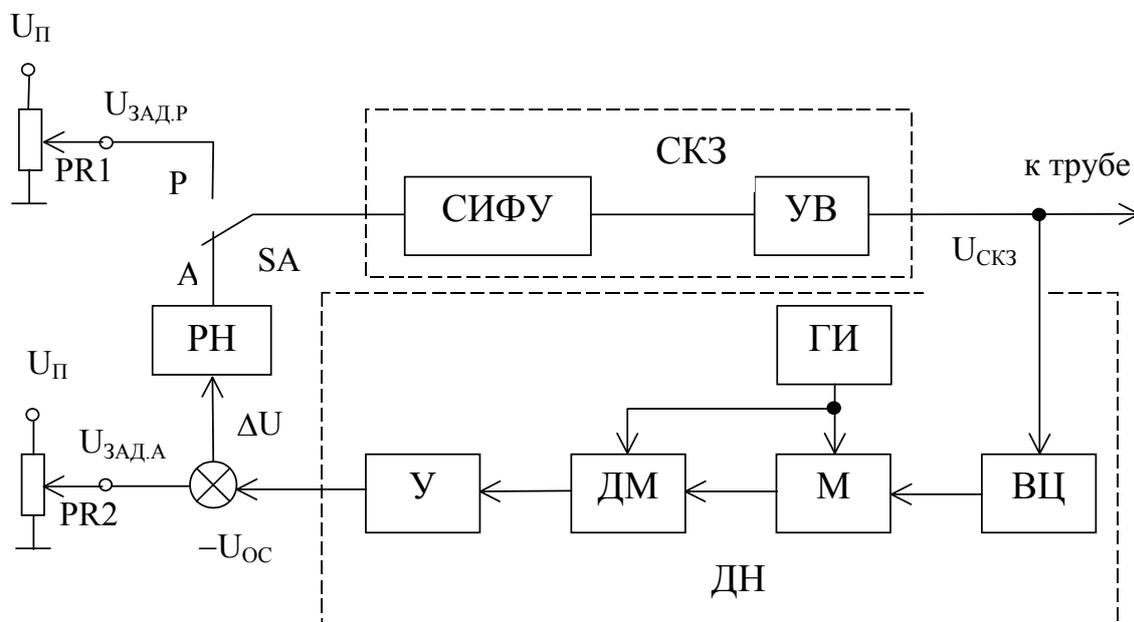


Рис. 1. Функциональная схема устройства стабилизации защитного потенциала «труба-земля»

Обратную связь по выходному напряжению $U_{\text{скз}}$ СКЗ осуществляет датчик напряжения ДН.

Входная цепь датчика ВЦ служит для согласования уровней выходного напряжения СКЗ и входного напряжения модулятора М.

Модулятор М и демодулятор ДМ, управляемые генератором импульсов ГИ, выполняют функцию гальванического разделения цепей с коэффициентом передачи, равным 1.

Выходное напряжение демодулятора ДМ поступает на усилитель У и далее в виде сигнала обратной связи $U_{ос}$ сравнивается с заданием $U_{зад.А}$ на регуляторе напряжения РН.

Сигнал рассогласования U обрабатывается регулятором РН и подается на вход системы импульсно-фазового управления (СИФУ) СКЗ, которая, воздействуя на управляемый выпрямитель УВ, компенсирует изменение сетевого напряжения, стабилизируя напряжение $U_{скз}$ на трубопроводе.

Полные принципиальные электрические схемы устройства стабилизации и ее источника электропитания приводятся в нашей работе [4].

Конструктивно устройство стабилизации с источником электропитания выполнено на двух платах, помещенных в пластмассовый корпус.

На лицевой панели прибора расположен тумблер включения сети, индикаторы выходного напряжения 12 В, источника электропитания, гнезда контроля напряжения обратной связи и переменный резистор задания уровня выходного напряжения (тока) СКЗ.

На задней стенке корпуса установлены клеммник для подключения устройства стабилизации к СКЗ и предохранитель (под крышкой). Здесь также имеется отверстие для доступа к переменному резистору для установки напряжения обратной связи на уровне $8 \pm 0,2$ В при максимальном напряжении на выходе СКЗ.

Тумблер SA переключения режима работы СКЗ (ручной или автоматический) и разъем для подачи напряжения с РН в СИФУ расположены на передней панели системы управления самой станции катодной защиты.

В соответствии с разработанной схемой были изготовлены 4 опытных образца устройства стабилизации. Их предварительные испытания и настройка проводились в лаборатории силовой преобразовательной техники кафедры «Автоматизированный электропривод» Гомельского государственного технического университета имени П. О. Сухого. Полевые испытания изготовленных устройств стабилизации осуществлялись на станциях катодной защиты РУП «Гомельтранснефть «Дружба»: 112 км, 155 км, 198 км и 216 км участка Унеча – Мозырь.

Выбор данных СКЗ обусловлен тем, что на них часто наблюдаются глубокие просадки питающего напряжения (до 145 В 150 В), а кроме того здесь используются тиристорные преобразователи различных типов: ОПС старой (112 км, 198 км) и новой (155 км) модификаций, ТДЕ-Н (216 км). Это позволило провести исследования работы устройств стабилизации при снижении напряжения фактически для 3 типов тиристорных преобразователей.

При испытаниях иммитация снижения напряжения сети производилась с помощью автотрансформатора, от которого запитывались ТП СКЗ и само устройство стабилизации.

Поскольку результаты, полученные при испытаниях на СКЗ различных типов, оказались практически одинаковыми, то в таблице 1 приведены данные для станций типа ОПС, как наиболее широко применяемых для защиты трубопроводов в РУП «Гомельтранснефть «Дружба». Эти результаты представлены в виде графических зависимостей на рис. 2.

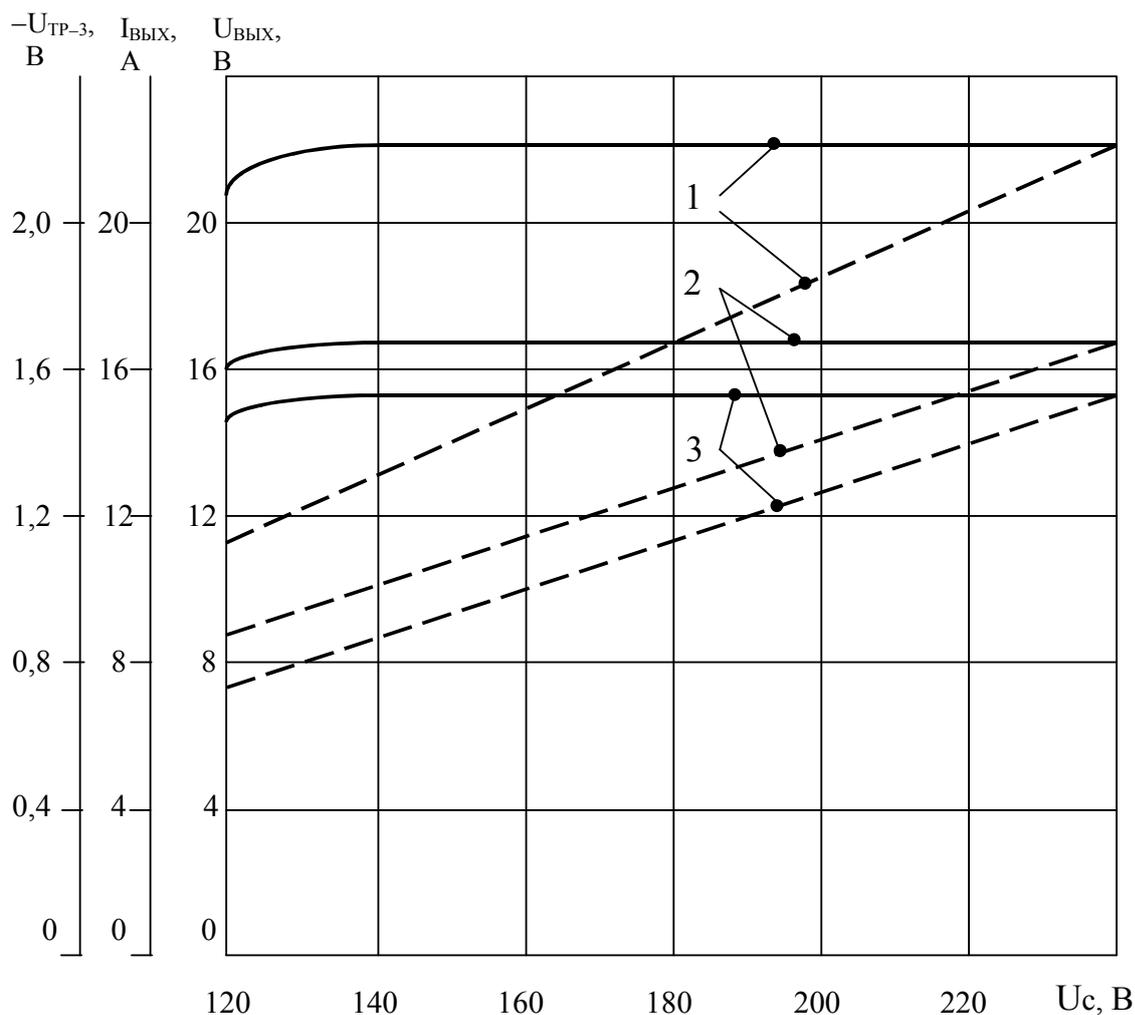


Рис. 2. Зависимости выходного напряжения (1) и тока (3) СКЗ, потенциала «труба – земля» (2) от величины сетевого напряжения U_c : — со стабилизацией; - - - без стабилизации

Для сравнения, там же приведены зависимости выходных величин СКЗ, работающих без разработанных нами устройств стабилизации. Сравнительный анализ зависимостей позволяет заключить, что устройства стабилизации обеспечивают постоянство потенциала «труба-земля» при реально существующих колебаниях сетевого напряжения.

Таблица 1

Результаты испытаний устройств стабилизации потенциала «труба-земля» на СКЗ типа ОПС (112 км и 198 км трассы Унеча – Мозырь)

№ п/п	Измеряемые величины			
	Напряжение сети, U_c , В	Напряжение СКЗ, $U_{вых}$, В	Выходной ток СКЗ, $I_{вых}$, А	Потенциал «труба-земля», $U_{тр-з}$, В
1	2	3	4	5
1	120	21,0	14,5	-1,6
2	130	22,0	15,2	-1,68
3	140	22,5	15,5	-1,7
4	160	22,5	15,5	-1,7
5	180	22,5	15,5	-1,7

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5
6	200	22,5	15,5	-1,7
7	220	22,5	15,5	-1,7
8	240	22,5	15,5	-1,7
9	250	22,5	15,5	-1,7

После завершения испытаний устройства стабилизации в декабре 2000 года были установлены и включены на постоянную работу на указанных СКЗ. Наблюдения за их работой в течение первых двух месяцев показали, что колебания защитного потенциала «труба – земля» на этих станциях прекратились.

Литература

1. Источники электропитания радиоэлектронной аппаратуры: Справочник /Под ред Г.С. Найвельта. – М.: Радио и связь, 1986.– 576 с.
2. Орехов В.И., Куцко М.Е. Груздев В.Н. Низковольтные сильноточные источники вторичного электропитания РЭА. – М.: Радио и связь, 1986.– 104 с.
3. Соустин Б.П. и др. Системы электропитания космических аппаратов. – Новосибирск: ВО «Наука». Сиб. изд. фирма, 1994.– 318 с.
4. Разработка, изготовление и внедрение устройства стабилизации потенциала «труба – земля» на станциях катодной защиты трубопроводов РУП «Гомельтранс-нефть «Дружба» //Научно-технический отчет, № ГР 20002797. – Гомель: ГО БИА, 2000. – 16 с.

Получено 04.02.2001 г.