

Мамедов Ф.И., д.т.н.,  
Ширинова А.Я.,  
Мамедов Дж.Ф., д.т.н.

## РАЗРАБОТКА ДАТЧИКА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОСТОЯННОГО ПОТЕНЦИАЛА КАТОДНОЙ ЗАЩИТЫ МОРСКИХ НЕФТЯНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Сумгаитский Государственный Университет

[aynur.shirinova.79@mail.ru](mailto:aynur.shirinova.79@mail.ru)

*На основе проведенного сравнительного анализа существующих датчиков, которые практически использовались для катодной защиты от коррозии морских конструктивных сооружений в нефтяных промыслах, были определены основные задачи исследования статьи. В рамках решения поставленной задачи по разработке нового датчика для определения постоянного потенциала катодной защиты, была предложена принципиальная схема данного преобразователя и определены его основные характеристики*

**Ключевые слова:** датчик, катодная защита, нефтяное сооружение, коррозия

### **Введение**

Анализ современных средств катодной защиты, которые используются для автоматизации процесса выявления карозии в современных морских сооружениях нефтедобывающей промышленности, из-за большого расстояния кабельной передачи информации о потенциалах в операторскую систему управления, образуются большие погрешности текущего состояния коррозии данных металлических конструкций [1, 2, 3]. Как видно данная техническая проблема требует нового научного подхода, которая была определена авторами статьи. Таким образом, необходимо разработать инновационную техническую систему в виде преобразователя коррозионного состояния металлических конструкций, используемых в нефтяных скважинах морской среды, в аналоговые сигналы в автоматизированном рабочем месте нефтедобывающей платформы.

### **Решение задачи**

Для устранения погрешности, которая возникает при дистанционной передачи информации о коррозионной ситуации металлических конструкций в морской среде, необходимо преобразовать постоянный потенциал в переменное напряже-

ние, а далее обеспечивается подача информации о текущем состоянии коррозии [4]. В соответствии с этим принципом преобразования предложена принципиальная электрическая схема, где полученная от катодной защиты постоянный потенциал преобразовывается в переменный электрический сигнал (рис. 1). Как показано на рис. 1, датчик состоит из двойного эмиттерного повторителя, высоко частотного генератора, ключа полупроводника, резистора, подключенный к цепи эмиттера повторителя и ключа, распределителя постоянного напряжения, диодной выходной цепи датчика.

Данное устройство работает следующим образом: измеряемый постоянный потенциал  $U_p$  подключается к входу двойного эмиттерного повторителя (эмиттерный повторитель  $T_1$  и  $T_2$  устанавливается на микротранзисторов). От сопротивления  $R_e$ , подключенный к цепи эмиттерного повторителя  $T_2$ , потенциал  $U'_p$  передается на вход ключа полупроводника на транзисторе  $T_3$ . К коллекторной цепи этого ключа отдельно из генератора передается напряжение, меняющийся по синусоидальному закону. Полученное напряжение  $U'_p$  сравнивается с

постоянным напряжением  $U_2$ , созданный на сопротивлении  $R_2$ . По амплитуде  $(U'_p - U_2)$  датчика на сопротивлении  $R_3$  получается напряжение  $U \sim$ , пропорциональная разности амплитуды. Разность  $(U'_p - U_2)$  запаздывая, амплитуда напряжения  $U_a$  также запаздывает.

Полученное напряжение  $U \sim$  с наименьшей погрешностью в защитной зоны можно посылать в диспетчерский центр. Используемый здесь генератор RC будучи в виде элементов фиксируется на частоте 400÷600 кГц. RC генератор регулируется и собирается из двух микросхем 564 ЛН2. Блок-схема генератора ведущей частоты представлен на рис. 2.

Все платы датчика собираются на печатной плате и устанавливаются в герметичной цепи. Питание передается к датчику с помощью кабелей, которые

подключаются к корпусу датчика. Внутри корпуса датчика все элементы устанавливаются в эпоксидной смоле, что соответственно защищает их от влажности. Выходные информации с помощью трех кабельной линии обрабатываются в микросхемах системы управления. Полученная форма переменного напряжения получает вид трапеции.

Разработанный датчик может функционировать в пределах  $-50 \div 60^0$  С температурного диапазона. Изменение напряжения на выходе зажимов дает значение  $0 \div 12$  В, что дополнительно усиливаясь и фильтруясь передается в компитор.

Основные параметры датчика определяются простым способом, а их диапазоны изменения выполняются с помощью программных команд.

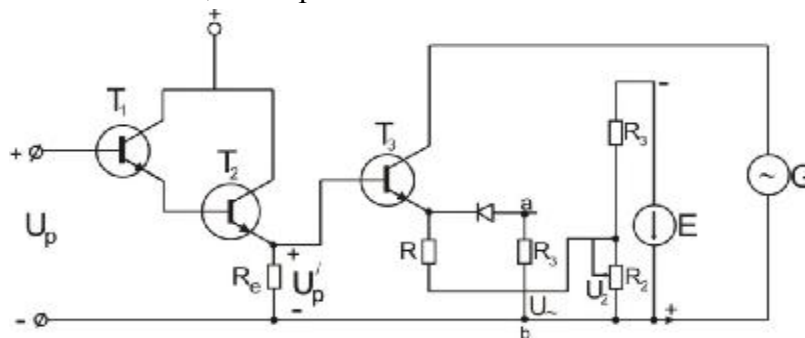


Рис. 1. Принципиальная электрическая схема датчика

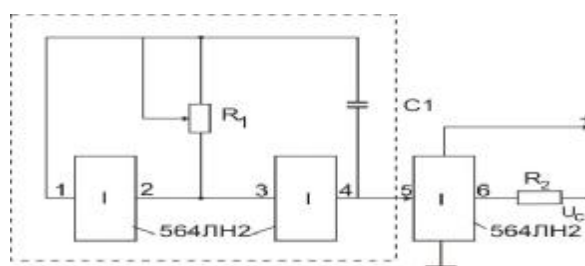


Рис. 2. Блок-схема RC генератора, собранная на основе микросхем

Граничные значения диапазона изменения определяются по эксплуатационным характеристикам и результатам измерения. При необходимости диапазон измерения изменяется. На основе полученной максимальной эксплуатационной характеристики и аналитического выходного значения определяется параметр тока ( $4 \div 20$  мА).

Так как с помощью цифровой системы управления также обеспечивается обработка и цифровая связь с помощью протокола HART, цифровые и аналоговые сигналы в одно и то же время передаются на большое расстояние. В этом случае аналоговые сигналы также используются при измерении внешних устройств, которые работают в

динамическом режиме изменения передачи информации. Коммуникатор HART, принимая информацию из системы управления, может брать измерение и использовать его в обратном взаимодействии. Используемая в этом случае, команда Nosod Keys позволяет с помощью локального клавиша восстанавливать значения шкалы прибора.

Калибровка датчика при фиксации информации является важной технической задачей системы управления катодной защиты [5, 6]. При калибровке датчика повышается точность измерения показателя о текущем состоянии коррозии металла конструкции в морской среде. Для полной калибровки датчика необходимо решить ниже следующие задачи:

- 1) определения единицы измерения;
- 2) изменения границы измерения;
- 3) определения типа выходного сигнала;
- 4) проведение операции демпфирования;
- 5) регулирования выходного сигнала  $4 \div 20$  мА;
- 6) преобразование цифрового сигнала в аналоговый сигнал;
- 7) проведение операции коррекции с помощью МР.

Калибровка позволяет осуществлять оптимизацию рабочих параметров в заданном измеряемом диапазоне температуры. Если входные сигналы не соответствуют требованиям системы управления, требуется регулирование выходного сигнала. При этом, если возникающий ток также не соответствует требованиям, приходится выбирать другой параметр выходного сигнала. Датчик устанавливается на объекте в том месте, где температура окружающей среды минимально влияет на работу датчика.

Разработанный датчик, собранный на базе модуля 2089, снабжен корпусом защищающий систему от взрыва, электронным блоком и электрической схемой. Применение программной команды фиксации выходного сигнала позволяет изменять направление входного сигнала в обратном направлении. В этом случае, выходной сигнал имеет  $4 \div 20$  мА, что позволяет точно регу-

лировать выходной аналоговый сигнал при постоянном интервале времени.

Цифровой амплитудный преобразователь (ЦАП) применяется для фиксации нижеследующих операций: 1) представления параметров устройства на экране; 2) выполнение функций диагностики и сервиса; 3) выполнение операций калибровки и фиксации в ЦАП; 4) выполнение точного эталонного измерения; 5) после эталонного измерения выбирается общая калибровка. В этом случае высвечивается меню тестирования контуров на экране коммуникатора; 6) выбирается флешь память выходного сигнала датчика, где получается значение, измеряемое с миллиамперметром; 7) контролируется параметр измерения тока (на основе тестирования контура). В этой связи, проверяется выходной сигнал датчика. Если полученное значение сигнала не соответствует требованиям, то необходимо фиксировать выходной сигнал датчика и выдать сообщение о неисправности устройства для измерения тока в цепи. В этом случае необходимо выбрать другой параметр на выходе датчика.

Для питания датчика используются специальные кабели проводящие сигналы, которые требуют экранизации значений сигналов. При определении цепи питания датчика требуется трех или четырех обмоточные трансформаторы. На первую обмотку трансформатора дается электрическое напряжение 220 В, а на второй и третьей обмотке соответственно протекает напряжение 22 В и 16 В. На выходе обмоток с напряжениями 22 В и 16 В устанавливается 4-моста, который обеспечивает преобразование переменного напряжения в постоянное напряжение. Полученное постоянное напряжение 22 В стабилизируясь в датчике, используя генератор и элементы микроэлектроники, питает двойной эмиттер повторитель. Взятый из 16 В-ной обмотки, постоянное напряжение, стабилизируясь передается в распределитель напряжения.

Напряжение, возникающее в зажимах автогенератора и распределителя на-

пряжения, а также одновременно в зажимах микроэлементов, остается постоянным. Стабилитрон D814D на выход блока выпрямителя подключает напряжение 22 В, а с 16 В напряжением на выход блока выпрямителя подключается стабилитрон типа D814A. В диодах нестабильность напряжения составляет  $\pm 1\%$ . В нормальном режиме модель датчика 20, 2090 Smart непрерывно контролирует свою работу. В случае если элементы на принтерной плате, то они очень чувствительны статическому электрическому полю. Поэтому для обеспечения работоспособности выхода датчика требуется защита принтерной платы от пространственных промежутков. Если имеется защитная часть и оно на позиции "ON", тогда память датчика без записи защищается. В этом случае, подключенное к защите цифровое фиксирование или диапазон не изменяется. Для изменения положения части устройства необходимо выполнить нижеследующие операции [7]:

1. Если датчик на своей позиции, то устанавливается контур защиты и прерывается питание;

2. Крышку корпуса необходимо открывать в противоположенную сторону (в сторону полевых кабелей). При взрывоопасном состоянии в положении переключения напряжения крышку корпуса датчика открывать нельзя.

3. Изменение частей устройства и замыкание зажимов недопустимо. Необходимо обратить внимание, что кнопки "ON" в закрытом, а "OFF" в открытом положении должны быть. Крышка должна быть закрыта плотно.

Для изменения диапазона измерения датчика ноль выходных сигналов и регулирования шкалы необходимо выполнить следующие операции:

1. На поверхности корпуса немного выворачивается винт табличного блока с паспортными данными, который поворачивается таким образом, что бы можно было регулировать кнопку шкалы.

2. Используя источник точности, т.е., три раза выше точности калибровки, невозможно определить нижнюю граничную точку.

3. Для определения значения сигнала 4 мА, необходимо считать начальную кнопку (0) и требуется придерживать 2 секунды, далее необходимо проверять выходной сигнал при 4 мА.

4. На выходе датчика высшая граница устанавливается на шкале 20 мА. В этом случае кнопка активизируется и придерживается меньше 2 секунд. Далее проверяется наличие значения выходного сигнала 20 мА.

Технические характеристики датчика представлены в таблице 1.

Таблица 1. Технические характеристики датчика

1. Диапазон измерения потенциала, В	06÷12
2. Напряжение питания, В	
а) переменное напряжение	220
б) постоянное напряжение	+115 +8
3. Постоянное напряжение с выходным сигналом, В	06÷12
4. Требуемая мощность датчика от источника, Вт	30
5. Диапазон управляемого сигнала, мА	4÷20
6. Модель микропроцессора	2088
7. Модель с аналоговым выходом	2068
8. Температура окружающей среды, °С	(-50÷60)
9. Управляющий ток Ма	
а) минимально	40
б) максимально	20
10. Влажность, %	95
11. Период измерения, сек.	20
12. Погрешность измерения, %	$\pm 10$
13. Погрешность ЦАП	$\pm 003$

Продолжение табл. 1.

14. Погрешность цифрового сигнала, %	0,22
15. Безопасность против искры	
16. Минимальная сила сопротивления, кОм	100
17. Частота переменного напряжения питания, Гц	50
18. Вес датчика, кг	08
19. Габаритные размеры, м <sup>3</sup>	30×38×120

### Выводы

По проведенным теоретическим и практическим исследованиям в соответствии с поставленной целью статьи, можно сделать следующие выводы:

1. Предложена принципиальная электрическая схема катодной защиты, преобразовывающий постоянный потенциал в переменный электрический сигнал, которая обеспечивает низкую погрешность, возникающая при дистанционной передачи информации о коррозионной ситуации металлических конструкций в морской среде.

2. Разработанный датчик может функционировать в больших граничных пределах  $-50\div 60^{\circ}\text{S}$  температурного диапазона, обеспечивая надежность функционирования системы управления в целом.

3. Дан принцип работы разработанного датчика с техническими характеристиками.

### Список литературы

1. Игнатович В.С., Огородова А.А., Родькина А.В., Рязанов В.А., Катодная защита морского стационарного сооружения МСП-17. МЕХАНИКА, ЭНЕРГЕТИКА, ЭКОЛОГИЯ. Украина, 2014, стр. 97-102.

2. Ожиганов Ю.Г. Проблема коррозионно-механических разрушений и опасность катастроф морских сооружений при этих разрушениях // Системы контроля окружающей среды. — Севастополь, 2011. — Вып. 15. — С. 288–295.

3. <http://www.xn--b1aficzfe2a.com/> Защита морских сооружений от коррозии с использованием анодных заземлителей марки «МЕНДЕЛЕЕВЕЦ».

4. Дварс Сикко, Юбуэйн Кристофер Использование системы катодной защиты с внешним током для питания электрических устройств. <http://www.findpatent.ru/>, 2016 г.

5. Кравцов В.В. Химическое сопротивление материалов и современные проблемы защиты от коррозии: учеб.пособие / В.В. Кравцов. — Уфа: УГНТУ, 2004. — 231 с.

6. Кузьмин Ю.Л., Трощенко В.Н., Медяник Т.Е. и др. Новая система электрохимической катодной защиты судов от коррозии / Судостроение. — 2003. — № 6. — С. 35–37.

7. Классы защиты IP электротехнических изделий и оборудования [Электронный ресурс]. — Электрон. текстовые данные (29 289 bytes ). — Воронеж, 2014 г.

Статью представлено в редакцию 12.09.2016