

## Поляризационный потенциал. Как и чем его измерять. Проблемы, возникающие при измерении поляризационного потенциала.

Существующие на данный момент измерители поляризационного потенциала основаны на методе, регламентированном ГОСТами – методе «прерывания тока поляризации датчика», описанном в Приложении Р ГОСТа 9.602-2005. Также в РД 153-39.4-091-01, в п.п. 4.7.14 и 4.7.16 описание метода аналогично изложенному в ГОСТе 9.602. Именно благодаря указному методу подавляющее большинство современных стационарных электродов сравнения имеют в своем составе датчики потенциала, относительно которых производятся замеры поляризационного потенциала.

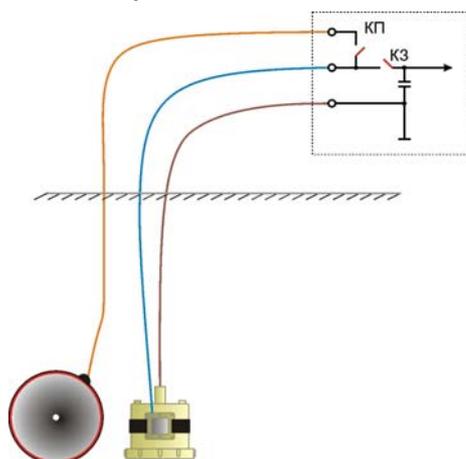
ГОСТ Р 51164 – 98 для магистральных трубопроводов обязывает по п.5.1 на вновь построенных и реконструируемых трубопроводах обеспечивать только поляризационные потенциалы. Как это делать указано в п.6.4.4: «Измерение поляризационного потенциала на трубопроводах производят по ГОСТ 9.602. ... Допускается применение других способов измерения поляризационного потенциала по соответствующим НД». К «соответствующим НД» можно отнести «Правила технической эксплуатации магистральных газопроводов ВРД 39-1.10-006-2000» п.8.3.6: «Потенциал без омической составляющей рекомендуется измерять по зондмодульной технологии в соответствии с отраслевыми рекомендациями в стационарных и временно оборудованных пунктах измерений», и «Методику оценки фактического положения состояния подземных трубопроводов» ВРД 39-1.10-026-2001. В данном ВРД методам измерения поляризационных потенциалов посвящен пункт 3.3. Предлагаются следующие методы: экстраполяционные, описанные в п.3.3.1, метод компенсации омической составляющей (п.3.3.2), метод отключения источника поляризации и экстраполяции на нулевое время отключения (п.3.3.3), который принято считать наиболее достоверным (по утверждению авторов ВРД), а также метод «Интенсивной технологии» (п.3.3.4). Методы измерения поляризационного потенциала, в том числе предложенные в выше перечисленных НД описаны в Руководстве по эксплуатации противокоррозионной защиты подземных газопроводов, Руководстве по эксплуатации систем коррозионного мониторинга магистральных трубопроводов, существуют и другие нормативные документы, но думаю, что достаточно перечисленных.

К сожалению методы, рекомендованные в НД требуют существенного вмешательства в систему ЭХЗ, связанную с отключением, или изменением выходного напряжения (тока) станций катодной защиты. Что касается «Зондмодульной технологии», она исключает осуществление долговременного контроля поляризационного потенциала, например, для обеспечения работы станции катодной защиты в автоматическом режиме.

Необходимо честно признать, что сегодня в эксплуатационном режиме в основном используются методы, в которых поляризационный потенциал выделяется с помощью датчика потенциала.

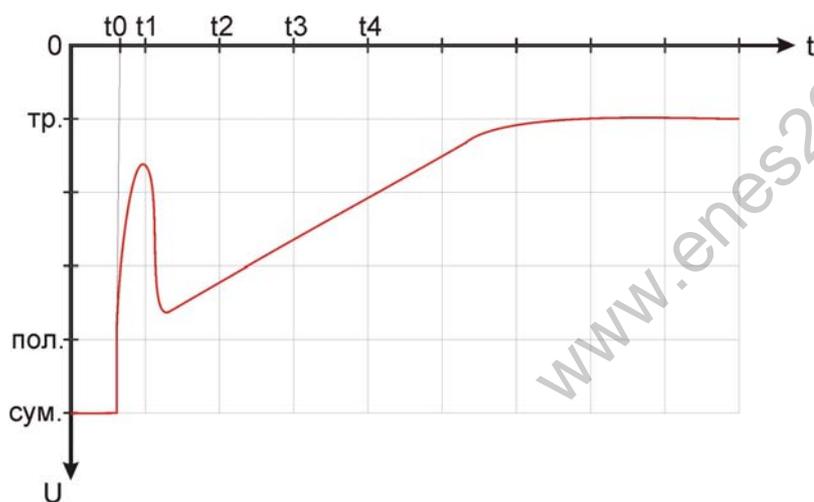
Реализация методов требует следующего минимального набора инструментов: медносульфатного неполяризующегося электрода сравнения и датчика потенциала (здесь необходимо пояснить, что «датчик потенциала», иногда его называют «вспомогательный электрод» - это пластина размером 25 X 25 мм из стали, изолированная диэлектриком с торцов и одной из плоскостей) и электрической связи с трубопроводом. Имеются три точки подключения прибора: вывод от электрода, вывод то датчика потенциала и вывод то трубопровода

Подавляющее большинство средств измерения, входные устройства современных станций катодной защиты и систем телеметрии, способные измерять поляризационный потенциал строятся на принципах методов использующих датчики потенциала. Чтобы излагать далее, считаю необходимым вкратце описать суть методов.



На рисунке показана одна из традиционных и самых распространенных схем узла выделения поляризационного потенциала, основанного на двух ключах, КП – ключе поляризации, КЗ – ключе заряда и накопительном конденсаторе. Управление работой ключей осуществляет схема, построенная на элементах логики, или контроллер по специальной программе. Логика работы ключей следующая: замыкается КП и заряд трубопровода передается датчику потенциала, датчик поляризуется, затем КП размыкается. Через определенный промежуток времени, который в большинстве приборов можно изменять (назовем это паузой между поляризацией и зарядом и рассмотрим подробнее далее), замыкается КЗ и заряд датчика передается конденсатору, но уже без омической

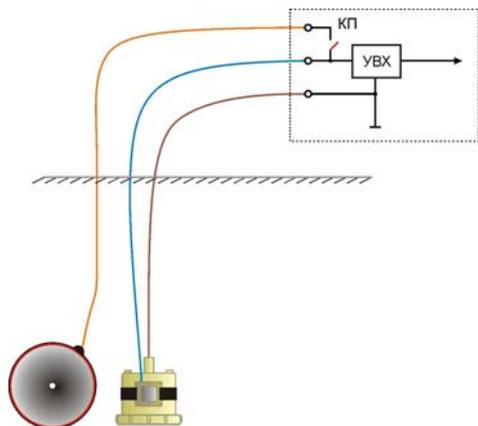
составляющей, так как это происходит в тот момент, когда нет воздействия тока поляризации, создаваемого станцией катодной защиты. За некоторое количество тактов датчик поляризуется, а на конденсаторе накапливается заряд, равный поляризационному потенциалу. Далее потенциал поступает на вольтметр с большим входным сопротивлением. Период работы ключей никем и не чем не регламентируется, но обычно близок к 20 миллисекундам. Длительность импульса заряда, т.е. время, когда замкнут КЗ обычно менее 1% периода работы ключей, на заряд конденсатора отводится очень короткий промежуток времени, основное время в периоде занимает поляризация датчика. Также часть времени занимает пауза между поляризацией и зарядом – когда оба ключа разомкнуты. Вот теперь об этом подробнее. Все измерители поляризационного потенциала, с которыми мне приходилось сталкиваться имеют возможность выбора длительности этой паузы, какой она должна быть – четких установок не существует. Например, в приборе 43313.1 пауза выбирается из ряда: 0,03 / 0,19 / 0,67 / 2,590 мс, в других приборах 0,2 / 0,4 / 0,8 / 1,6 мс, некоторые имеют так называемую «нулевую» задержку. Аргументируется возможность изменения длительности паузы тем, что это позволяет оценить степень спада поляризационного потенциала. Что делать с паузами различной длительности, сказано в ГОСТе 9.602–2005, в п.Р.1.5. Для того чтобы определить величину поляризационного потенциала, следуя указаниям ГОСТа, необходимо произвести не менее трех измерений при различных длительностях паузы. Цитата: «Регистрируют значения поляризационного потенциала  $E_i$  в вольтах при нескольких длительностях разрыва цепи поляризации датчика...» Затем вычисляется среднеарифметическое значение при каждой длительности паузы и за результат измерения поляризационного потенциала принимается наиболее отрицательное из вычисленных среднеарифметических значений. Как все сложно! Нельзя, ли попроще! Чтобы в этом разобраться, необходимо обратиться к физике процесса.



Вот график, иллюстрирующий момент снятия защитного потенциала (отключения СКЗ или размыкания ключа поляризации). В первый момент, после отключения  $t_0$  происходит резкий провал с последующим нарастанием и плавным спадом потенциала до приобретения собственного потенциала стали. Длительность и амплитуда зависит от конкретных условий местности, где производятся замеры. При малой длительности паузы  $t_1$  результат измерения может быть получен именно в момент провала, а при большой длительности паузы  $t_4$  сказывается эффект плавного спада

потенциала и результат измерения будет занижен. Поэтому производятся замеры при различных длительностях паузы и выбирается наиболее отрицательный результат, как самый приближенный к реальному значению поляризационного потенциала. График носит иллюстрационный характер и весьма условен, на практике столь яркого провала может и не быть, он может быть минимальной длительности, а участок спада потенциала может продолжаться несколько секунд и даже минут.

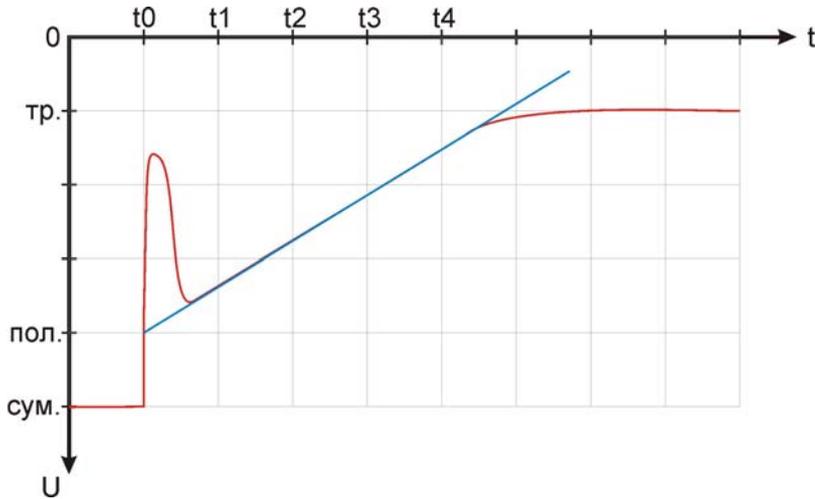
Схема выделения поляризационного потенциала может быть и другой:



От ключа заряда и конденсатора можно отказаться, при этом в начале периода замыкается КП, датчик поляризуется, затем КП размыкается и производится считывание потенциала из УВХ – устройства выборки-хранения. Суть та же, но реализованная другими аппаратными средствами.

Намного интереснее использование метода отключения источника поляризации и экстраполяцией на нулевое время отключения. В чистом виде он рассматривается с позиции полного отключения катодной защиты, но его можно использовать с применением датчика потенциала. Схема входного узла выделения поляризационного потенциала не требует изменений, меняется только алгоритм работы. После отключения поляризации в момент времени  $t_0$ , измерения потенциала

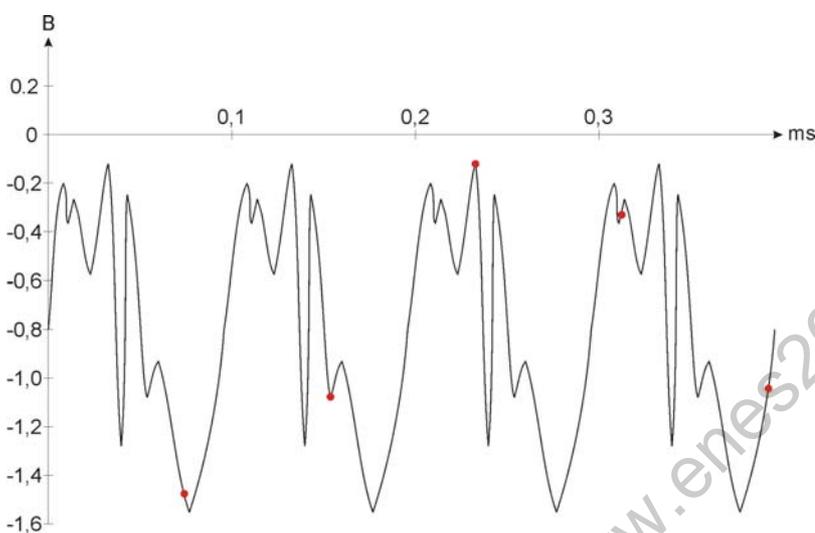
производятся в моменты времени  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$ ,  $t_4$  через равные интервалы на прямолинейном участке спада



потенциала, в этом случае разница значений потенциалов, измеренных в соответствующие смежные моменты времени будет равна. В итоге величина поляризационного потенциала вычисляется как сумма значения потенциала, измеренного в момент  $t_1$  и разница потенциалов, измеренных между смежными моментами времени, например  $(t_2 - t_3)$ . Метод требует более сложных аппаратных затрат, но упрощает сам процесс измерения и уменьшает погрешность.

Так работают измерители

поляризационного потенциала в идеальных условиях, теперь посмотрим, что происходит на практике.



Перед Вами оциллограмма, снятая в реальных условиях. Точками замера являются вывод от трубы и электрод сравнения, то есть один щуп осциллографа был подключен к выводу от электрода сравнения, другой к выводу от трубы. Это результат пульсации станции катодной защиты частотой 50 Гц с гармониками. Станция старая и явно требует замены, потому что не соответствует современным требованиям ГОСТа, допускающего коэффициент пульсаций не более 3% и это на выходе станции! Но, к сожалению, ограниченность в финансировании заставляет людей работать и с такими

аппаратами. Красными точками отмечены моменты размыкания КП и поскольку до этого момента ключ соединял датчик с трубопроводом, именно этот потенциал будет измерен прибором. Очевидно, что при прямом измерении, без обработки данных, как это происходит, например, в 43313.1 показания будут не стабильными, отображаемое значение поляризационного потенциала может колебаться от 0,15, до 1,5 В, что в принципе исключает возможность снятия показаний. Для устранения неоднозначности в приборе ОРИОН ИП-01 результаты измерения обрабатываются микроконтроллером, который производит усреднение измеренных значений за определенный промежуток времени и на дисплее отображается среднеарифметическое значение величины потенциала. В данном приборе есть также пользовательский режим усреднения, в который можно перейти нажатием соответствующей кнопки для того, чтобы упростить процесс снятия показаний – нет необходимости неоднократно фиксировать показания, затем вычислять среднеарифметическое значение, как этого требует ГОСТ. В этом режиме на дисплее попеременно отображаются усредненные значения потенциалов и время усреднения. Но бывают ситуации намного хуже. Своими глазами видел, когда амплитуда пульсаций достигала 30 В!!! Естественно в таких условиях защитный потенциал располагается не только в катодной, но и в анодной зоне. В данной ситуации говорить о достоверности показаний просто нет смысла и это не недостатки приборов, они измеряют то, что на них подается, это где-то издержки самого метода измерения, а где-то недостатки оборудования или аномалия зоны прокладки трубопровода. При этом в последних версиях ОРИОНа индицируется символ знакопеременной зоны, это говорит о том, что результаты измерения могут быть не корректными. Что делать с таким объектом дальше должны решать специалисты, ясно одно, что данная ситуация требует пристального внимания и детального разбирательства. Вот собственно и все, что хотелось сказать о поляризационном потенциале и приборах его измеряющих.