

РАСПРЕДЕЛЕННАЯ ИУС ПОДАЧИ ИНГИБИТОРОВ В НЕФТЕГАЗОПРОВОДЫ

DISTRIBUTED (INFORMATION OPERATING SYSTEM) INHIBITORS TO THE OIL-GAS-PIPE LINES

г.Уфа, Научно производственная фирма "Электра",
Уфимский государственный авиационный технический университет
Ufa - City, Research and Production Firm "Electra",
Ufa State Aviation Technical University

The transformers, model "Monikor", which are used in feedback channel of the information-operating system of the inhibitors' feeding of oil-gas-pipe lines, are being considered in the report. The transformer comprises: the sensor of velocity of corrosion, corrosion - measuring transformer and arrangement of conjugate of sensor data from computer system. This system is meant to fight with the corrosion of oil-gas-pipe lines.

По данным Госгортехнадзора на территории России находится в эксплуатации 350 тыс. км нефтепроводов. Существующие системы нефтепроводов, созданных в 70-х годах исчерпали свои ресурсы. В связи с этим возрастает число аварий а так же затраты на их ликвидацию. На них ежегодно отмечается около 20 тыс. прорывов, свищей и других аварий. Потери нефти и нефтепродуктов в России за счет аварийных ситуаций достигают 25 млн. тонн ежегодно. Более 90% аварий происходит из-за коррозии. Возрастает отрицательное воздействие на экологию окружающей среды. В то же время тотальное обновление трубопроводной системы практически не реальная задача для любой крупной газовой или нефтяной компании. В связи с этим увеличивается роль измерительных систем определения остаточного ресурса нефтепроводов и соответствующих систем управления, обеспечивающих повышение остаточного ресурса путем замедления износа трубопроводов.

В настоящее время существуют различные системы, определяющие остаточный ресурс. К наиболее распространенным установкам и методам определения остаточного ресурса нефтепроводов относятся: "Комплекс-2.05", разработанный институтом "ДИМЕНСтест" и выполненный на основе магнитоанізотропного сканера-дефектоскопа, а также метод акустической эмиссии, применяемый фирмой EITest. В качестве программного обеспечения обычно используется ПАКЕТ ПРОГРАММ АЕ 5.Х. Анализ систем повышения остаточного ресурса нефтепроводов показал, что существующие технологии не содержат концептуальной новизны, а являются лишь новым уровнем сервисного обслуживания традиционных подходов, развитием в части реализации более совершенных методов расчета.

Один из наиболее эффективных способов борьбы с коррозией заключается в применении ингибиторов. Однако такая защита подвержена влиянию ряда возмущающих воздействий – нестабильности состава и свойств коррозионных сред, изменению режимов перекачки, изменению качества трубной стали и т.д. Поэтому задача по определению наиболее эффективных режимов подачи ингибитора в нефтепровод, включая определение оптимальных дозировок его количества в каждый момент времени, является актуальной. Определение оптимального количества ингибитора предлагается осуществлять по информации о коррозионном состоянии нефтепровода, получаемой благодаря постоянному измерению скорости коррозии методом поляризационного сопротивления /1/.

Проектирование измерительных приборов, основанных на данном методе, осложняется отсутствием математических моделей работы датчика скорости коррозии. При разработке таких моделей функционирование измерительного прибора описано с помощью принципа Штерна-Гири, полученным теоретически, путем дифференцирования уравнения поляризационной кривой вблизи стационарного потенциала коррозии. В рассматриваемом случае этот принцип гласит /2/, что ток коррозии (I) обратно пропорционален поляризационному сопротивлению (R_n) поверхности электрода, измеренному вблизи стационарного потенциала коррозии

$$I [mA] = K [mB] / R_n [Om]. \quad (1)$$

Теоретический коэффициент пропорциональности для двухэлектродного датчика определяется по формуле:

$$K = 0,868 B_a B_k / (B_a + B_k), \quad (2)$$

где $B_a [мВ]$ и $B_k [мВ]$ соответственно, наклоны анодных и катодных тафелевских прямых в полупологарифмических координатах.

Для электродов выполненных из железа или низколегированной стали, в соответствии с законом Фарадея, перевод токового показателя коррозии в глубинный производится по формуле:

$$V_{кор} [мм/год] = 11,7 I [мА] / S [см^2], \quad (3)$$

где $S [см^2]$ - площадь электрода.

После подстановки (1) и (2) в (3) получим искомую зависимость для скорости коррозии

$$V_{кор} [мм/год] = 10,156 B_a B_k / (B_a + B_k) / R_n S = K_\partial / R_n, \quad (4)$$

где $K_\partial = 10,156 B_a B_k / S (B_a + B_k)$ - константа датчика. При площади электродов датчика коррозии S равной, например $4,7 \text{ см}^2$, константа датчика $K_\partial = 2,16 B_a B_k / (B_a + B_k)$.

Как правило, наклоны тафелевских прямых при коррозии контролируемых объектов из сталей в средах, не содержащих кислород, находятся в следующих пределах: $30 < B_a < 100$, а $30 < B_k < 120$. При свободном поступлении кислорода, процесс коррозии определяется диффузионным током восстановления кислорода и B_k стремится к бесконечности. Для конкретного датчика устанавливается индивидуальная константа для всех условий измерений. Определение наклонов тафелевских прямых перед каждым изменением условий измерений для уточнения константы датчика возможно, но не практикуется, из-за отсутствия принципиальной необходимости знать абсолютную величину скорости коррозии. В докладе приводятся константы датчика коррозии, рассчитанные для различных наклонов тафелевских прямых.

Экспериментальные исследования измерительных приборов данного типа проведены совместно с Институтом проблем транспорта энергоресурсов (ИПТЭР, г. Уфа) и Научно-производственной фирмой НПФ «Электра» (ООО НПФ «Электра» г. Уфа). На основе проведенных гравиметрических исследований образцов из стали Ст.3 в нефтепромысловых средах различного физико-химического состава определена эмпирическая константа датчика, равная 120. Отличие результатов измерений от контрольных данных средней скорости коррозии полученных по потере массы образцов-свидетелей, в нефтепромысловых средах составляет не более 50%, и является для рассматриваемых случаев удовлетворительным. Разработанные измерительные приборы данного типа применены в канале обратной связи информационно-управляющей системы (ИУС) подачи ингибиторов в нефтегазопроводы /3/.

ИУС содержит преобразователь типа «Монитор», в состав которого входит датчик скорости коррозии, коррозионно-измерительный преобразователь, устройство сопряжения сигналов датчика представляющие канал обратной связи. Исполнительное устройство представляет собой дозатор для ввода ингибитора и деэмульгатора в нефтепровод, схему управления, электропривод с прямым цифровым управлением, устройство сопряжения сигналов. В каждый канал системы введен микроконтроллер, соединенный через радиорелейное устройство связи с устройством управления, обработки и хранения информации – ЭВМ. Выбор схемы с микроконтроллером обусловлен функциональной законченностью, относительной простотой разработки микропроцессорной системы на его основе, достаточно высоким быстродействием и низкой потребляемой мощностью. Разработано программное обеспечение в сетевом варианте на базе архитектуры клиент-сервер с использованием SQL – сервера InterBase 6.0. Рассмотрим основные разработанные и изготавливаемые приборы для ИУС.

Индикатор «Монитор-1» (рисунок 1) позволяет в течение одной минуты определить скорость коррозии трубопровода в диапазоне от 0,001 до 30,0 мм/год. Выбор поддиапазонов измерения и настройка индикатора происходят в автоматическом режиме. Индикатор используется совместно с двухэлектродным датчиком поляризационного сопротивления в полевых условиях при температурах до -40° С . Индикатор также позволяет качественно определять попадание активных коррозионных агентов (кислород, сероводород, кислоты и т.д.) в рабочую среду. Им пользуются практически все фирмы – разработчики ингибиторов коррозии в России.



Рисунок 1 - Индикатор Монитор-1



Рисунок 2 - Индикатор Монитор-2

Индикатор «Монитор-2» (рисунок 2) отличается от «Монитора-1» наличием энергонезависимого накопителя информации на 16000 измерений, электронного таймера и порта для подключения к компьютеру. Прибор оснащается электронным коммутатором для автономного замера и запоминания данных с 4-х датчиков. Кроме того, Монитор-2 оснащен компенсатором омического сопротивления раствора, что значительно повышает точность измерений в средах с высоким омическим сопротивлением, например в нефтяных эмульсиях или пресной воде. «Монитор-2» подключается к промышленному датчику и производит измерения в автономном режиме. Наличие организованного таким образом постоянного контроля позволяет выявлять факторы, влияющие на коррозионный процесс, а также подбирать оптимальные защитные дозировки ингибитора.

Изменения скорости коррозии во времени отображаются в табличном и графическом виде на компьютере (рисунок 3). Программа, разработанная для приема данных с Монитора-2, позволяет проводить их учет и анализ. График, показанный на рисунке получен при проведении контроля коррозии при ингибировании газлифтного направления (обводненность - 85%) одного из Западносибирских предприятий. Контрольная скорость коррозии находилась в пределах 1-2 мм/год. Как видно из графика, ингибирование позволило снизить скорость коррозии в среднем до 0,1 мм/год. Однако в период ингибирования наблюдались и очень высокие скорости коррозии до 0,6 мм/год с 24.08 по 25.08 и до 1 мм/год и выше с 29.08 по 03.09. Последующий анализ технологического процесса выявил, что первое повышение коррозионной агрессивности среды объяснялось временным отсутствием подачи реагента во время внепланового ремонта дозирующего насоса, второе, более серьезное, кислотными обработками скважин на этом направлении.

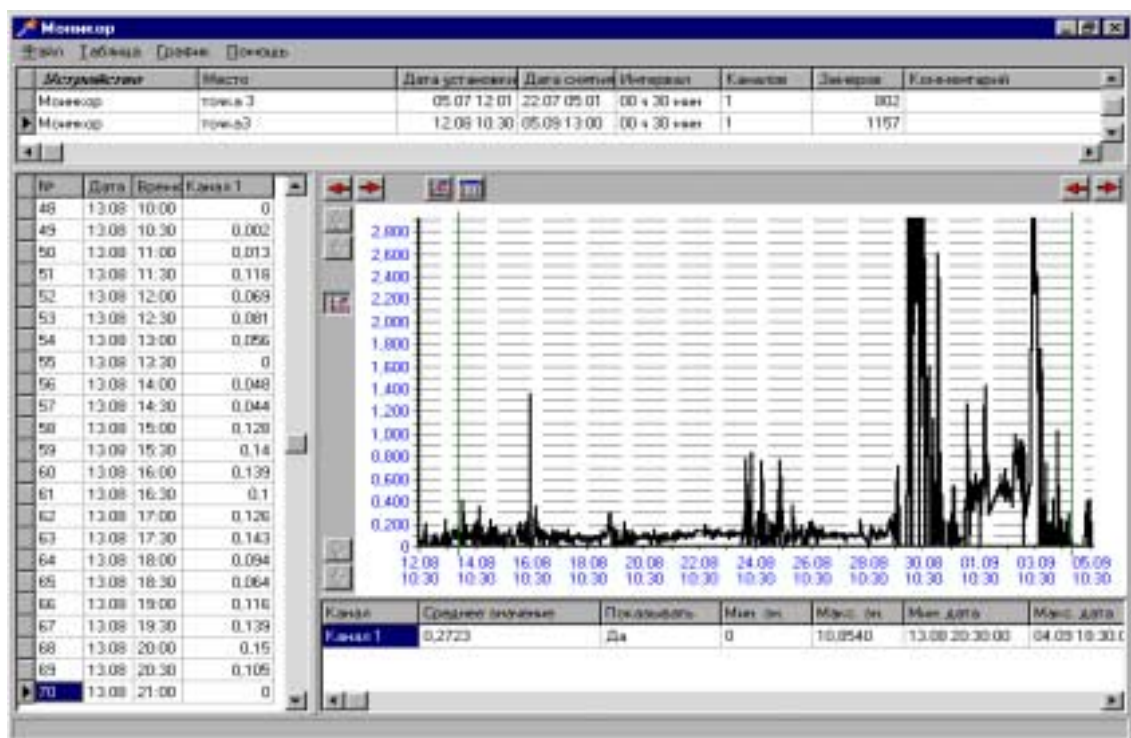


Рисунок 3 - Главное окно программы приема и обработки данных с Моникора-2

ЛИТЕРАТУРА

1.Оксман С.Н., Пугин М.А., Филев Ф.С. Система контроля и защиты нефтепроводов от коррозии. // Тез. докл. Международная молодежная НТК "Интеллектуальные системы управления и обработки информации." - Уфа: 2001. - С.127

2.Голованов Н.В., Пугин А.М. Оксман С.Н. Математическая модель работы датчика скорости коррозии // Тез. докл. Труды IV Международной НТК. "Математическое моделирование физических, экономических, технических, социальных систем и процессов". - Ульяновск: УлГУ, 2001. – С.180 - 181.

3.Пугин А.М., Голованов Н.В., Хлюстин М.А., Галяутдинов В.Т. Система контроля и защиты трубопроводов от коррозии. Заявка 021-01-195 № 2001116298 на изобретение от13.06.2001.