УДК 622.276.1

ВНУТРЕННЯЯ КОРРОЗИЯ ШЛЕЙФОВ ДОБЫВАЮЩИХ СКВАЖИН

INTERNAL CORROSION LOOPS OF OIL WELLS

Васильев Николай Иванович
кандидат технических наук,
доцент кафедры теплоэнергетики
и теплотехники,
Кубанский государственный
технологический университет

Орлова Инна Олеговна
кандидат технических наук,
доцент кафедры нефтегазового
дела им. профессора Г.Т. Вартумяна,
Кубанский государственный
технологический университет
assoletta77@mail.ru

Даценко Елена Николаевна
кандидат технических наук,
доцент кафедры нефтегазового
дела им. профессора Г.Т. Вартумяна,
Кубанский государственный
технологический университет
aldac@mail.ru

Авакимян Наталья Николаевна
кандидат физико-математических наук, доцент,
доцент кафедры общей математики,
Кубанский государственный
технологический университет
avnatali@mail.ru

Лешкович Надежда Михайловна
старший преподаватель кафедры
нефтегазового дела им. профессора Г.Т. Вартумяна,
Кубанский государственный
технологический университет
nleshkovich@bk.ru

Орлов Игорь Владиславович
студент института нефти, газа и энергетики
Кубанского государственного
технологического университета
assoletta77@mail.ru

Аннотация. Оценены экономические потери нефтегазодобывающих предприятий от коррозии транспортных сетей. Показана эффективность внешней электрохимической защиты от коррозии нефтегазопромысловых систем, а также целесообразность модернизации применяемой на месторождениях наружной электрохимической защиты с целью и внутренней защиты шлейфов скважин. Предложена схема такой защиты и показано, что ее применение снижает интенсивность щелевой коррозии на участках с резким изменением вектора скорости.

Ключевые слова: коррозия, защита от коррозии, электрохимическая защита, электрод, шлейфы скважин.

Vasilyev Nikolay Ivanovich
Candidate of technical sciences,
Associate professor of power system
and heating engineers,
Kuban state technological university

Orlova Inna Olegovna
Candidate of technical sciences,
Associate professor of oil and gas
affairs of Professor G.T. Vartumyan,
Kuban state technological university
assoletta77@mail.ru

Datsenko Elena Nikolaevna
Candidate of technical sciences,
Associate professor of oil and gas
affairs of Professor G.T. Vartumyan,
Kuban state technological university
aldac@mail.ru

Avakimyan Natalya Nikolaevna
Candidate of physical and mathematical
sciences, Associate professor,
Associate professor
of the general mathematics,
Kuban state technological university
avnatali@mail.ru

Leshkovich Nadezhda Mikhaelovna
Senior teacher of oil and gas
affairs of Professor G.T. Vartumyan,
Kuban state technological university
nleshkovich@bk.ru

Orlov Igor Vladislavovich
Student of institute of oil, gas and power
Kuban state technological university
assoletta77@mail.ru

Annotation. Estimated economic losses from oil and gas companies corrosion transport networks. The efficiency of the external electrochemical corrosion protection of oil and gas production systems, as well as the feasibility of modernization applied on the outer fields of electrochemical protection for the purpose of protection and domestic wells loops. A scheme of this protection and show that its use reduces the intensity of crevice corrosion in areas with an abrupt change in velocity vector.

Keywords: corrosion, corrosion protection, electrochemical protection, electrode, cables wells.

Экономические потери, связанные с коррозией металлов, определяются не только стоимостью прокорродировавшего металла, но и стоимостью ремонтных работ, убытками за счет временного прекращения функционирования инженерных систем, затратами на предотвращение аварий, в некоторых случаях абсолютно недопустимых с точки зрения экологической безопасности. Оценки затрат, связанных с коррозией приводят к выводу, что общие годовые расходы на борьбу с последствиями коррозии составляют 1,5–2 % валового национального продукта. Часть этих затрат неизбежна, так как нереально полностью исключить все коррозионные разрушения. Тем не менее, можно значительно сократить коррозионные потери за счет лучшего использования на практике существующих методов защиты от коррозии.

Надежность и сроки службы нефтегазопромысловых систем определяются эффективностью защиты металлических поверхностей труб и оборудования от коррозионного разрушения. Активная защита, включая катодную, протекторную и электрохимическую, успешно применяется для наружных металлических поверхностей [1].

Данные эксплуатации трубопроводов в ООО «ЛУКОЙЛ-Пермь», ООО «УрайОйл» и ЗАО «Пермьнефтегазпереработка» указывают на высокую эффективность применения активных методов защиты коммуникаций. Количество отказов трубопроводов с активной защитой и незащищенных находятся в соотношении 1 : 4 [2]. В настоящее время 30 % трубопроводов на объектах ООО «ЛУКОЙЛ-Пермь» не имеют электрохимзащиты. В среднем, около 19 % отказов связано с проявлением коррозии в местах отсутствия электрохимзащиты.

В 2006 г. на производственной базе филиала «Уфа-газ» проведены стендовые испытания антикоррозионного модуля на замкнутом участке трубопровода по оценке эффективности защиты материала труб от внутренней коррозии [3]. Под действием сформированного гальванического источника (железо-магниевый элемент) происходит электролиз воды эмульгированной в нефти. За счет электрохимических реакций (кроме катодной поляризации защищаемого оборудования) обеспечиваются условия для образования защитной пленки магнетита. Результаты исследований показывают, что использование электрохимических методов снижения скорости внутренней коррозии в течение 36 ч позволило снизить ее на 12–15 %.

Следовательно, целесообразна модернизация применяемой на месторождениях наружной электрохимической защиты с целью внутренней защиты шлейфов скважин.

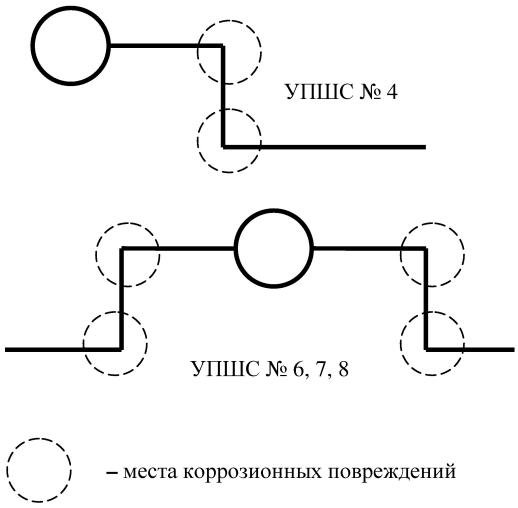

Рисунок 1 – Места коррозионных повреждений

Из анализа коррозионной ситуации на группе месторождений Краснодарского края известно, что наиболее подвержены щелевой коррозии участки с резким изменением вектора скорости (отводы на входе и выходе из УПШС). Поэтому можно применить на данных участках катодную защиту от внутренней коррозии, аналогично внешней.

Устройство защиты от щелевой коррозии внутренней поверхности шлейфов, содержащих водонефтегазопесчаные смеси в местах изгиба шлейфа и изменения вектора скорости смеси, состоит из неразрушаемого проводящего электрода, помещенного в поток смеси, и заземленного (рис. 2).

Ток от положительного полюса станции катодной защиты внешней поверхности шлейфа скважины проходит от заземления через изолятор к аноду (не разрушаемому электроду) и далее через водонефтегазопесчаную смесь проходит к защищаемой внутренней поверхности шлейфа. Если вблизи этой поверхности имеются ионы Fe^{2+}, возникающие вследствие процессов коррозии различных механизмов, протекает электрохимическая реакция по уравнению:

$$3Fe^{2+} + 4OH^{-} = Fe_3O_4 + 2H_2 \uparrow \qquad (1)$$

и образование защитной пленки магнетита.

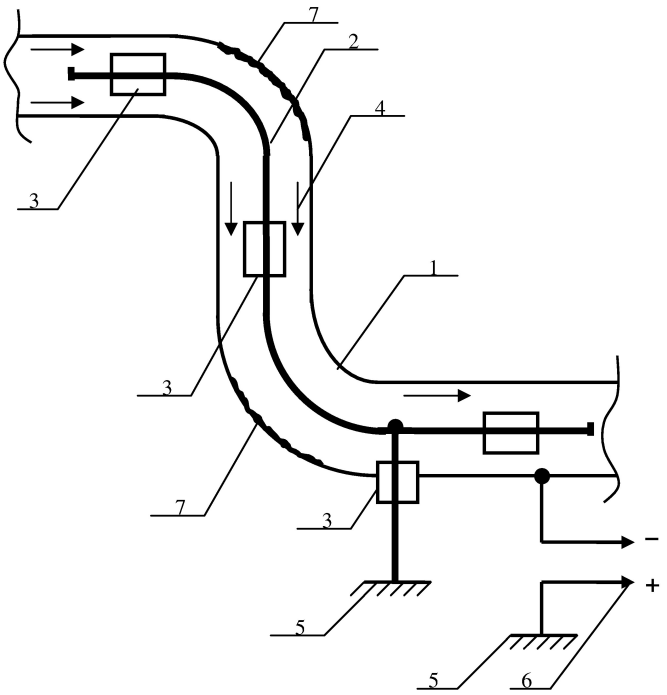

Рисунок 2 – Схема устройства катодной защиты внутренней поверхности шлейфа от щелевой коррозии при движении водонефтегазопесчаной смеси:
1 – шлейф; 2 – внутренний неразрушаемый электрод (анод); 3 – изолятор;
4 – поток водонефтегазопесчаной смеси; 5 – заземление;
6 – к станции катодной защиты внешней поверхности шлейфа;
7 – участок, подвергшийся щелевой коррозии

Рассмотрим участок трубы, подвергшийся щелевой и равномерной коррозии (рис. 3).

Экспериментально установлено, что коррозия в искривленных потоках смеси протекает в виде местных, локальных проявлений, в которых процесс коррозии протекает с большой скоростью (~ 10 мм/год) на малой площади (~ 1см^2). Электропроводность перехода «смесь – металл» на этом участке велика.

На значительно большей площади коррозия протекает с малой скоростью (~ 0,2 мм/год), а электропроводность корродированного участка незначительна (участок 2). Электропроводность перехода «смесь – металл» на участке 1 значительно больше, чем на участке 2. Поэтому защищающий ток проходит от смеси к металлу трубы шлейфа скважины в основном через поверхность быстро корродирующего участка (щели) и здесь нет необходимости увеличивать поверхность анода для достижения эффекта катодной защиты. Смесь содержит в своем составе песок, который инициирует возникновение локальных коррозионных повреждений на начальном этапе эксплуатации трубопровода.

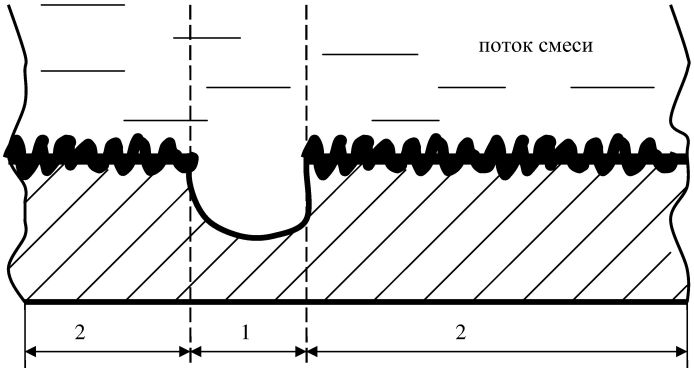

Рисунок 3 – Внутренняя поверхность трубы, подвергшаяся коррозии:
участок 1 – щелевая коррозия; участок 2 – равномерная коррозия

Для увеличения срока службы необходимо использовать анод, не коррозирующий в резко окислительной среде, окружающей его тонким слоем (например: PbO_2, графит и др.).

Применение данной схемы защиты внутренней поверхности шлейфа скважин в местах искривления потока показало снижение скорости протекания щелевой коррозии и ее интенсивности более чем в 2 раза.

Литература:

1. Мустафин Ф.М. и др. Промысловые трубопроводы и оборудование. – М. : Недра, 2004. − 662 с.
2. Кузнецов В.А., Гребнев В.Д., Галиханов М.Р. О роли электрохимзащиты трубопроводов от коррозии : Геология, нефтегазовое и горное дело // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. – 2006. – Вып. № 1.
3. Пат. № 2339868 РФ, МКП7 F16L058/00 C23F013/02. Устройство защиты нефтепромысловых трубопроводов от внутренней коррозии. – Опубл. 27.11.2008. – Бюл. № 33.

References:

1. Mustafin F.M., etc. Field pipelines and equipment. – M. : Nedra, 2004.− 662 p.
2. Kuznetsov V.A., Grebnev V.D., Galikhanov M.R. About a role of electrochemical protection of pipelines from corrosion : Geology, oil and gas and mining // Bulletin of the Perm national research polytechnical university. – 2006. – Issue No. 1.
3. Pat. No. 2339868 of the Russian Federation, MKP7 F16L058/00 C23F013/02. Device of protection of oil-field pipelines against internal corrosion. – Opubl. 11/27/2008. – Bulletin No. 33.