

ООО « Научно-производственный центр «Самара»

Юридический адрес: Россия, 443001, г. Самара, ул. Ульяновская/Ярмарочная, д. 52/55
Фактический/почтовый адрес: Россия, 443022, г. Самара, Гаражный проезд 3, литера Е
Тел.: +7 (846) 932-03-23, факс: +7 (846) 997-79-24
E-mail: office@npcsamara.ru

Утверждаю
Генеральный директор
ООО «НПЦ «Самара»

_____ Юдин П.Е.
« _____ » _____



Заключение

**Определение способности втулки производства ООО «ИПЦ» защищать
сварной шов высоконапорного водовода**

Объект исследования

На исследование были предоставлены два сваренных патрубка $\text{Ø}168 \times 14$ мм длиной 135 см с втулкой производства ООО «ИПЦ» в области сварного соединения (рис. 1), после опытно-промысловых испытаний (Приложение 1-2). На внутреннюю поверхность металла патрубков нанесено антикоррозионное покрытие. Защитная втулка расположена симметрично относительно сварного шва. Визуально дефектов сварного соединения не наблюдаются.

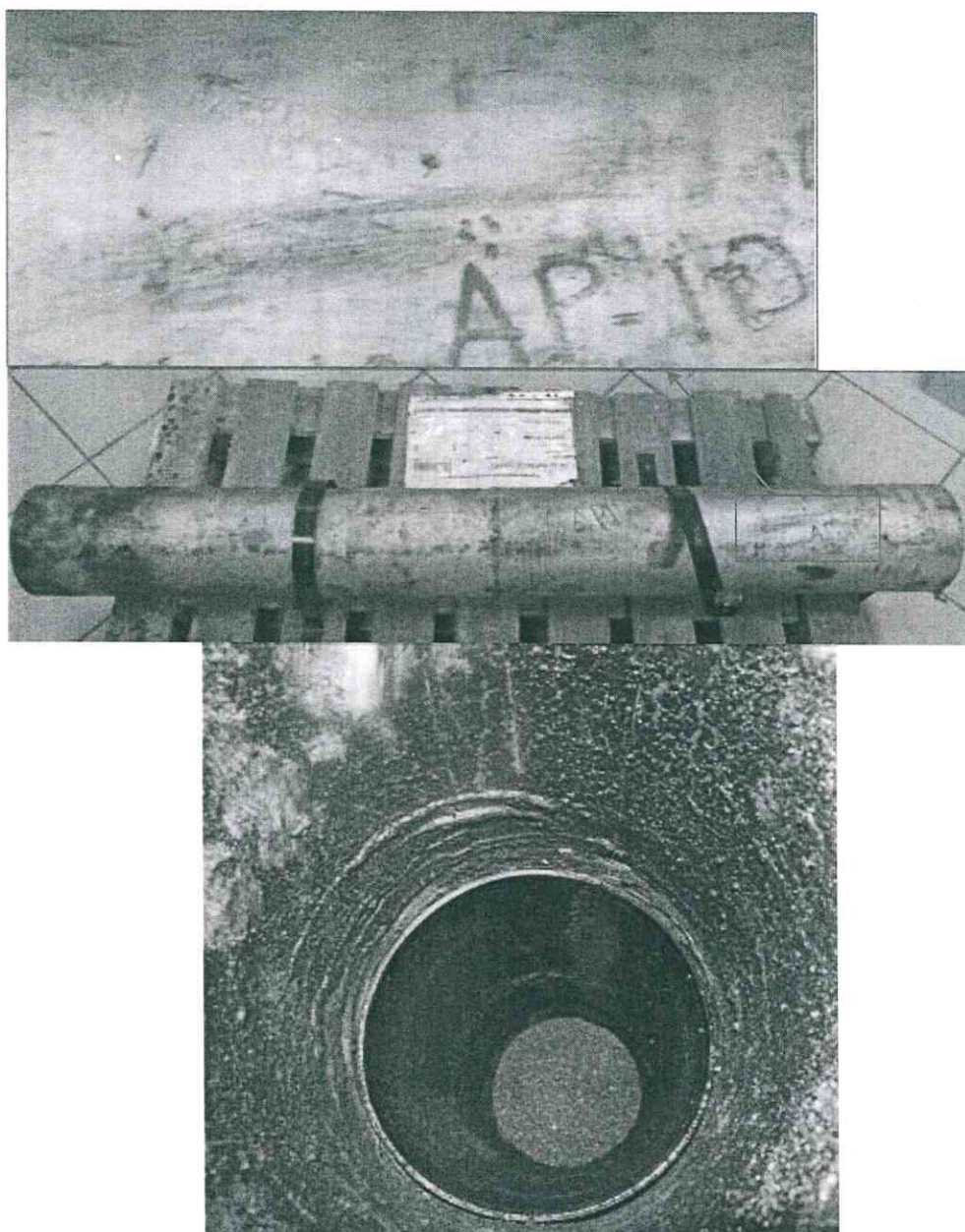


Рис. 1. Сварное соединение двух патрубков $\text{Ø}168 \times 14$ длиной 135 см с установленной внутренней втулкой (рис. 1). Фотографии наружной (сверху) и внутренней поверхностей (снизу).

Методика проведения испытания

Основной целью исследования является оценка способности втулки защищать сварное соединение патрубков против разрушающего воздействия коррозионно-активных компонентов среды. В соответствии с данной целью и техническим заданием заказчика исследование включало в себя:

1. Визуальный осмотр.
2. Для лакокрасочного покрытия определяли его толщину (ISO 2808), диэлектрическую сплошность (ASTM G62), адгезионную прочность методом отрыва «грибка» (ISO 4624), стойкость к прямому удару (ISO 6272).
3. Разрезку объекта исследования на сегменты для изготовления металлографических шлифов с целью проведения микроструктурных исследований поперечного сечения исследуемого образца в следующих областях:
 - а) под подкладным кольцом;
 - б) окрашенной области патрубка (в области сварного соединения);
 - в) не окрашенной области патрубка (в области сварного соединения);
 - г) у сварного соединения трубы.
4. Проведение рентгенофазового анализа для определения фазового состава продуктов коррозии в следующих областях:
 - а) на подкладном кольце;
 - б) на сварном соединении трубы.

Результаты исследования

Визуальный осмотр на наличие дефектов показал хорошее качество исполнения сварного соединения. В свою очередь на покрытии выявлены дефекты механического характера (рис. 2), однако проверка диэлектрической сплошности (табл. 1) показала отсутствие каких-либо дефектов покрытия. Пробоев при напряжении 5 кВ/мм не обнаружено.

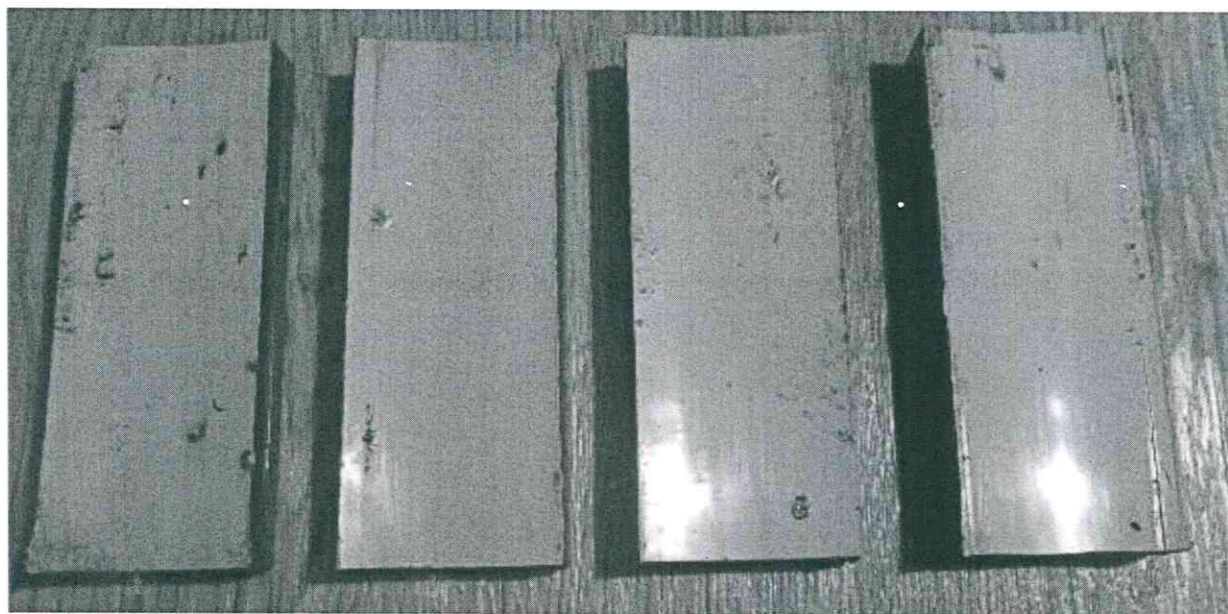
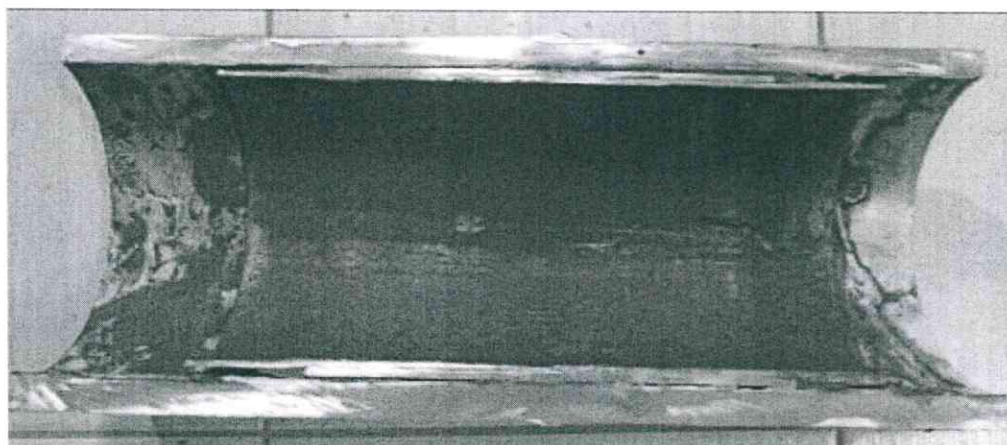


Рис. 2. Внешний вид поверхности лакокрасочного покрытия.

Для демонтажа втулки производился распил образца вдоль оси патрубков на две равные половины (рис. 3).



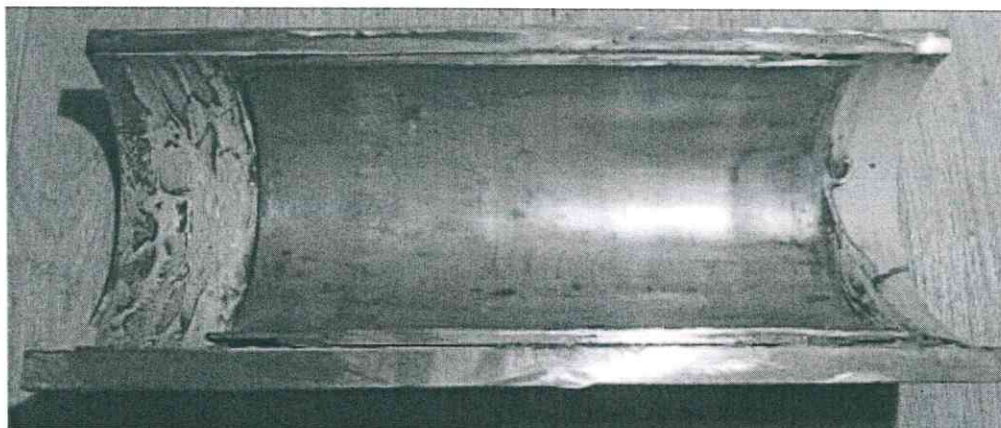


Рис. 3. Внешний вид части патрубка а) до очистки, б) после удаления загрязнений с рабочей поверхности.

Пространство между металлом втулки и стенкой трубы частично заполнено мастикой (рис. 4), что свидетельствует о вымывании герметизирующего слоя.

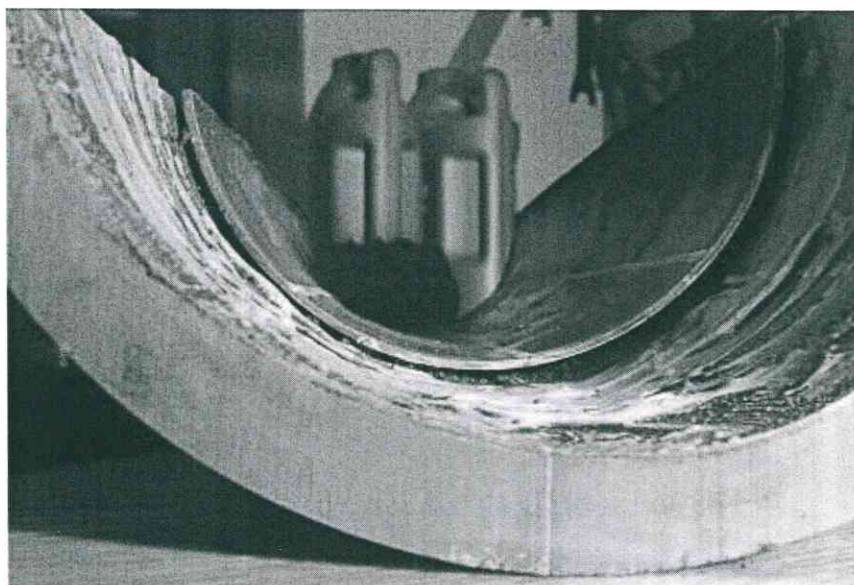


Рис. 4. Внешний вид пространства между втулкой и стенкой трубы.

Измерение адгезионной прочности и стойкости к прямому удару показало высокие результаты для покрытия высоконапорного водовода (табл. 1). Адгезия выше 10 МПа, значение энергии удара при котором покрытие разрушается выше 15 Дж.

Таблица 1. Характеристики покрытия высоконапорного водовода после опытно-

Вид испытания	Результат	Стандарт	П
Визуальный осмотр	Покрытие образцов, гладкое, выявлены дефекты механического характера	ГОСТ 9.032	-
Толщина покрытия	454-514 мкм (среднее 487 мкм)	ISO 2808	-
Диэлектрическая сплошность покрытия	Отсутствие пробоев при испытательном напряжении 2,27 кВ (5 кВ/мм)	ASTM G62	Д пс
Адгезионная прочность методом определения усилия отрыва грибка	Отрыв произошел по «клею» при усилиях 10,57 и 11,07 МПа (рис. 5)	ISO 4624-02	В
Стойкость к прямому удару	Отсутствие разрушения при ударе с энергией 15 Дж (рис. 6)	ISO 6272	В уд

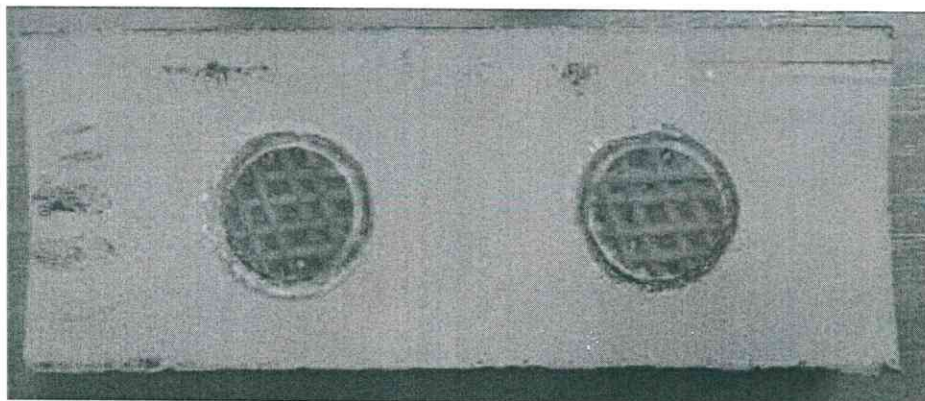


Рис. 5. Внешний вид покрытия высоконапорного водовода после измерения адгезии методом отрыва «грибка».

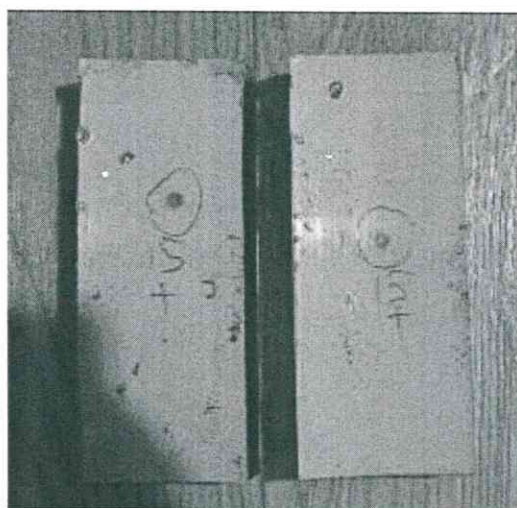


Рис. 6. Внешний вид покрытия высоконапорного водовода после измерения стойкости к удару.

После проведения визуального осмотра была произведена разрезка патрубку на радиальные (60°) сегменты (рис. 7).

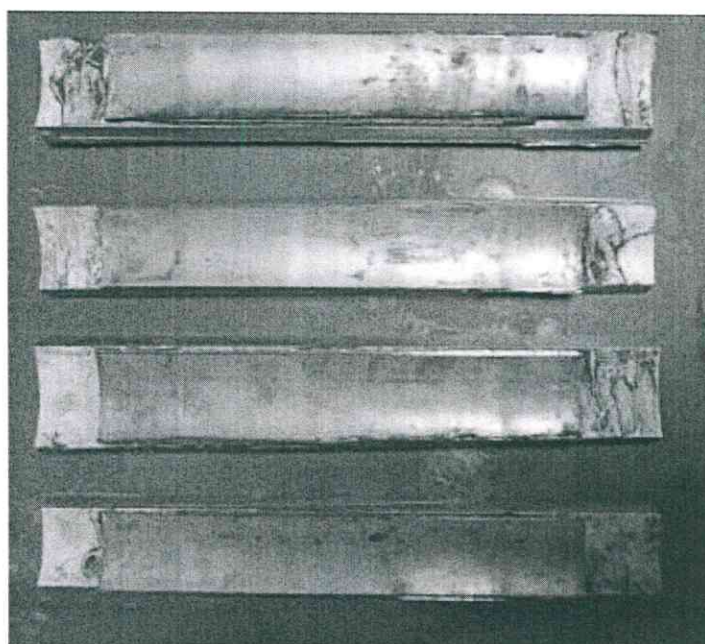


Рис. 7. Внешний вид радиальных сегментов.

На рис. 8 представлено продольное сечение радиального сегмента патрубка, где видно, что в состав конструкции защитной втулки входят: 1. Втулка из высоколегированной стали, 2. Подкладное кольцо из низколегированной стали, 3. Уплотнительные кольца из материала на основе эластомера, 4. Мастика, закрывающая пространство между торцами втулки и металлом трубы. Следует отметить, что входящие в контакт поверхности втулки и металла трубы покрыты слоем герметизирующего материала только частично.



Рис. 8. Состав защитной втулки.

После снятия сегментов втулки на верхней части подкладного кольца наблюдается потемнение металла и обнаружена коррозия (рис. 9). Данный факт свидетельствует о проникновении испытательной среды под втулку, причем на поверхности представленной на исследование втулки обнаружено незначительное количество продуктов коррозии (рис. 9), в свою очередь на металле подкладного кольца (рис. 10) и трубы (рис. 10-11) обнаружено гораздо большее количество продуктов коррозии.

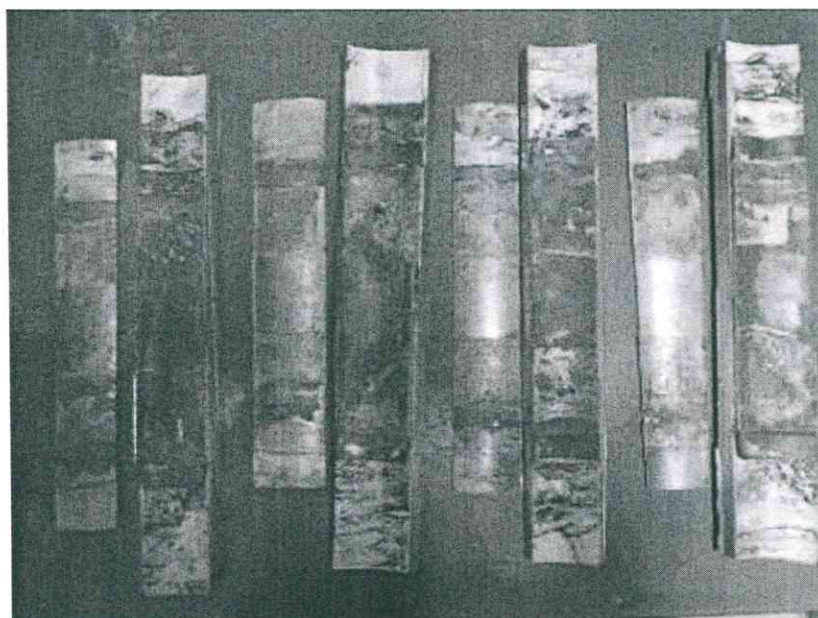


Рис. 9. Внешний вид радиальных сегментов после снятия металла втулки.

После снятия сегментов втулки произвели демонтаж подкладного кольца, в результате чего на подкладном кольце и в зоне сварного шва металла трубы была обнаружена коррозия (рис. 10).

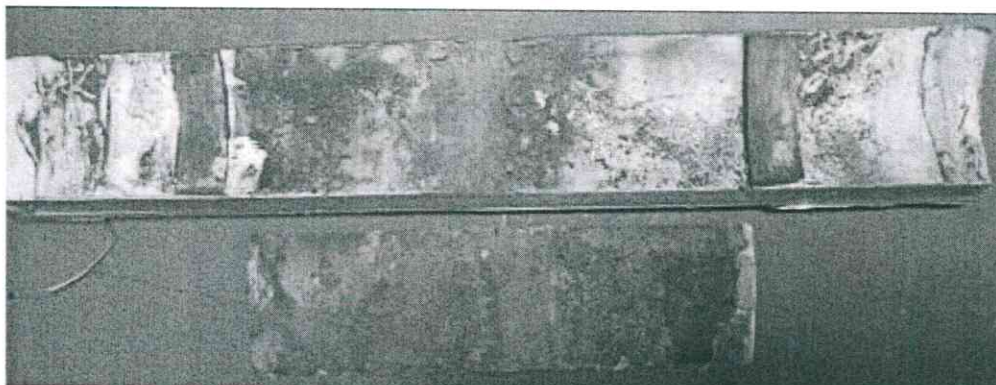


Рис. 10. Внешний вид радиальных сегментов после снятия металла втулки.

Исходя из требований ТУ (РД) №7304-005-1297860-12 нанесение антикоррозионной защиты на внутреннюю сторону патрубков должно проводиться при отступе от края трубы на 30-50 мм. В ходе исследования выявлено, что антикоррозионная защита наносилась без отступа (рис. 11-12), в результате чего после сварочных работ произошло отслоение ЛКП и частичное его налипание на подкладное кольцо (~10 мм).

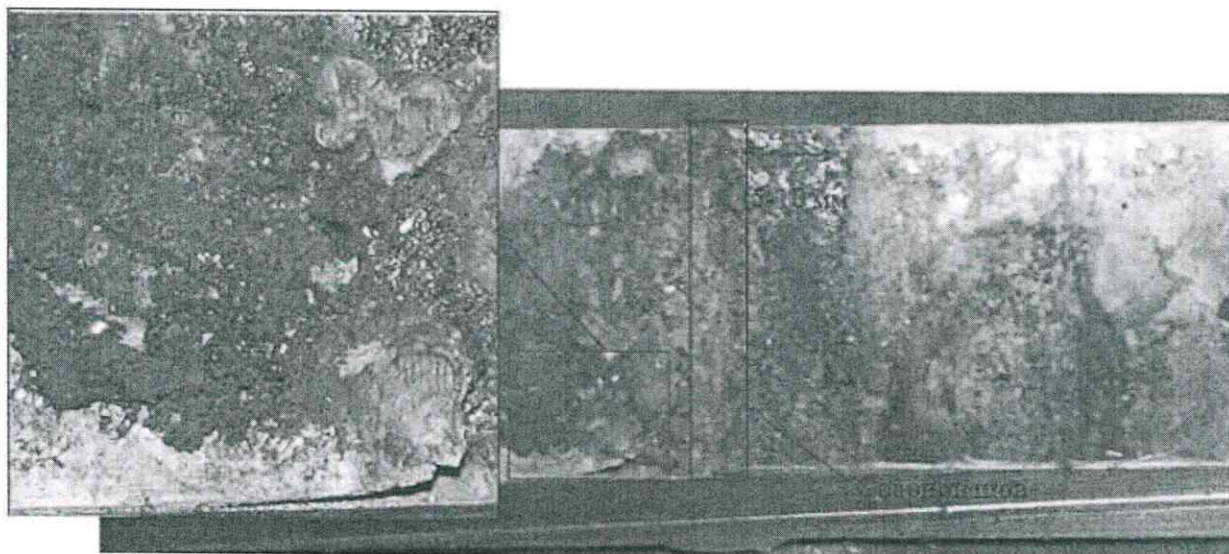


Рис. 11. Расстояние нанесения АКЗ от сварного шва.

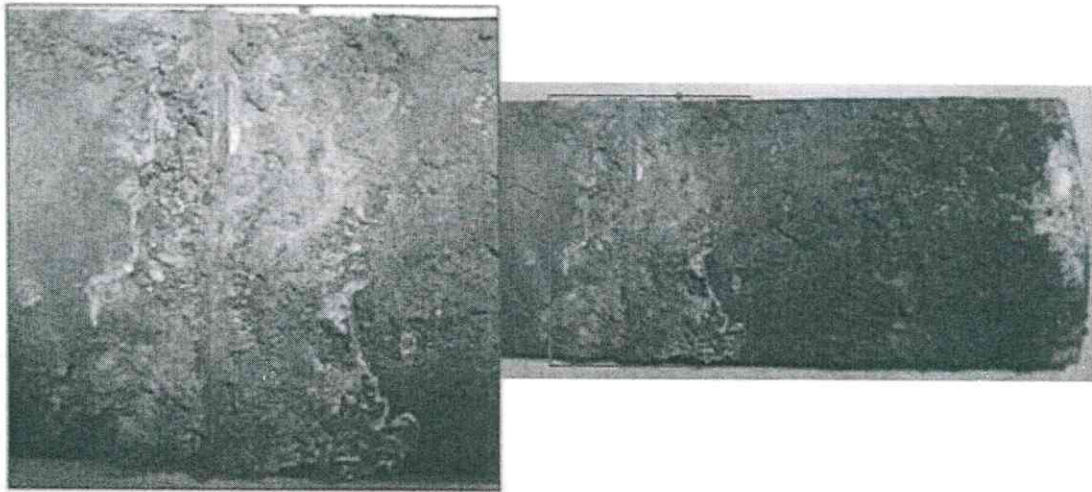
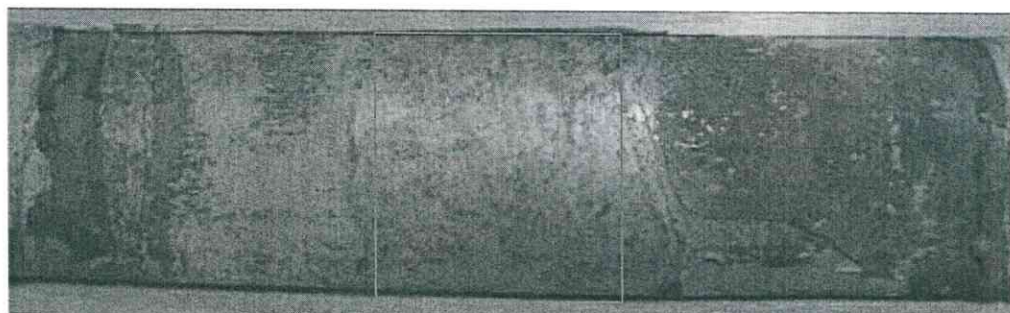


Рис. 12. Налипание АКЗ от трубы к подкладному кольцу.

В ходе дальнейших исследований был проведен анализ микроструктуры и элементного состава поперечного сечения подкладного кольца, окрашенной и неокрашенной области патрубка (в области сварного соединения) и сечения в области сварного шва с помощью растрового электронного микроскопа Jeol JSM-6390LA с приставкой энергодисперсионного анализа МРСА JET-2200. Для этого были изготовлены шлифы образцов с графитовым напылением в поперечном сечении. Состав продуктов коррозии на поверхности патрубка около сварного шва и на подкладном кольце уточнялся данными рентгенофазового анализа с помощью установки ARL X'tra.

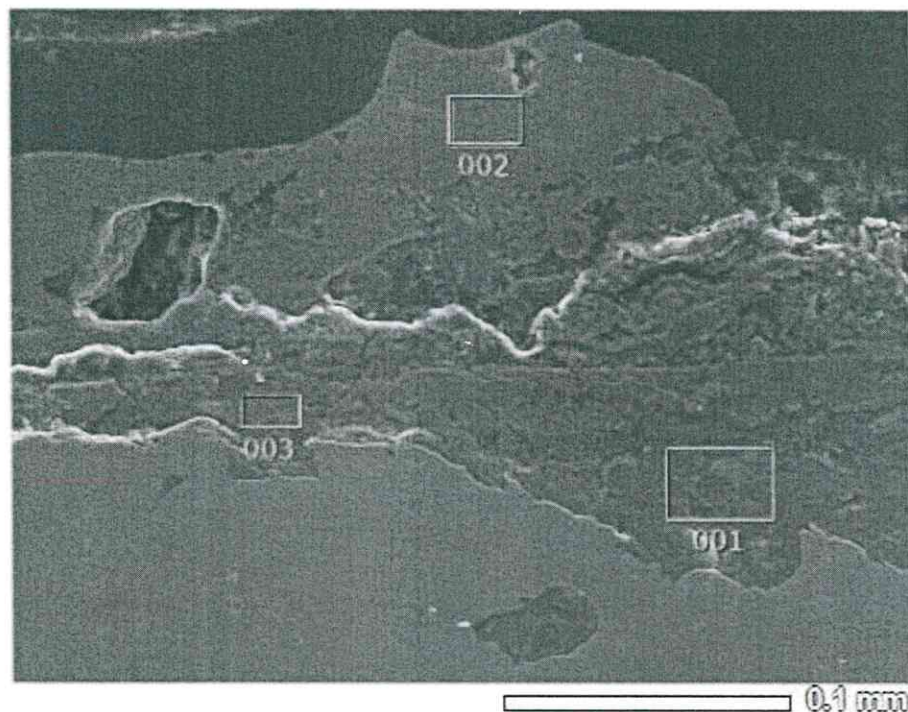
На металле защитной втулки имеется тонкий слой герметизирующего покрытия, причем в центральной части металла втулки покрытие отсутствует (рис. 13), что, видимо, связано с выгоранием покрытия при проведении сварочных работ.



Участок металла втулки без герметизирующего материала

Рис. 13. Внешний вид участка на металле втулки без герметизирующего материала.

В результате микроструктурных исследований области подкладного кольца со стороны втулки было установлено наличие продуктов коррозии (рис. 14), максимальная толщина которых составила ~0,2мм. Из результатов энергодисперсионного анализа основными компонентами продуктов коррозии являются оксиды и гидроксиды железа.



№	Массовая концентрация элементов, %							
	C	O	Na	Si	S	Cl	K	Fe
001	25,31	37,24	0,31	0,67	0,19	0,83	0,21	35,24
002	17,97	38,44	0,09	0,11	0,10	0,14	-	43,14
003	18,83	37,00	0,15	0,38	0,19	0,29	0,16	42,99

Рис. 14. Изображение с электронного микроскопа и химический состав для шлифа поперечного сечения подкладного кольца.

С поверхности металла подкладного кольца были отобраны продукты коррозии для проведения рентгенофазового анализа. На рис. 15 представлена дифрактограмма продуктов коррозии с подкладного кольца. В результате расшифровки полученной дифрактограммы было установлено наличие в продуктах коррозии компонента оксида железа (III), оксида-гидроксида железа.

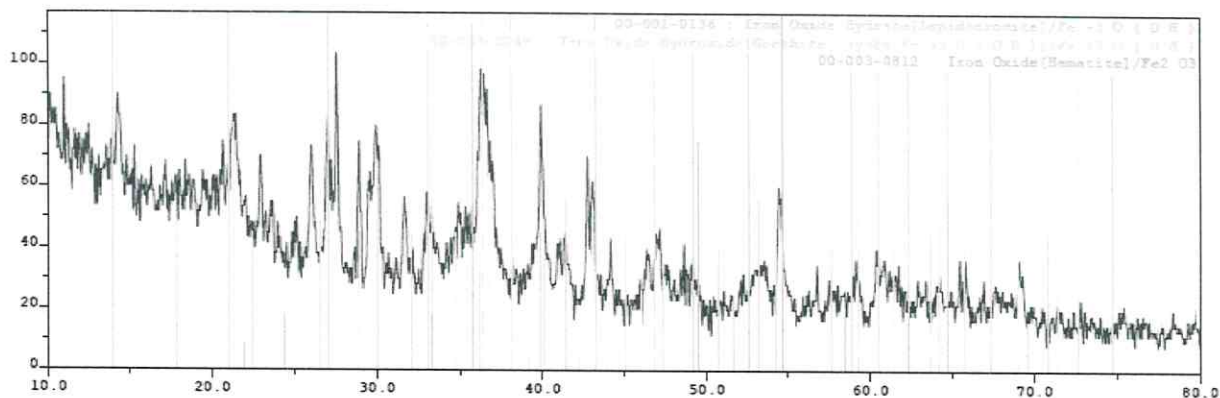


Рис. 15. Дифрактограмма продуктов коррозии с поверхности металла подкладного кольца со стороны трубы.

Из результатов электронной микроскопии поперечного сечения шлифа металла трубы с покрытием (рис. 16) видно, что покрытие является двухслойной полимерной композицией с минеральными наполнителями и пигментами. Нижний слой (праймер) покрытия составляет ~6-10 мкм. Толщина верхнего слоя составляет ~700 мкм. Из данных по энергодисперсионному анализу видно, что верхний и нижний слои покрытия отличаются по качественному и количественному составу. Следы коррозии под покрытием отсутствуют, однако в месте проведения сварного соединения выявлено отслоение слоя АКЗ (рис. 17).



№	Массовая концентрация элементов, %									
	C	O	Mg	Al	Si	P	S	Ti	Fe	Ba
005	60,79	21,93	0,17	-	1,33	0,58	0,30	0,76	10,32	3,82
006	55,51	20,26	-	0,28	0,89	0,06	1,82	3,50	0,31	17,38
007	12,88	-	-	-	0,42	-	-	-	86,70	-

Рис. 16. Изображение с электронного микроскопа и химический состав для шлифа поперечного сечения металла трубы с покрытием.

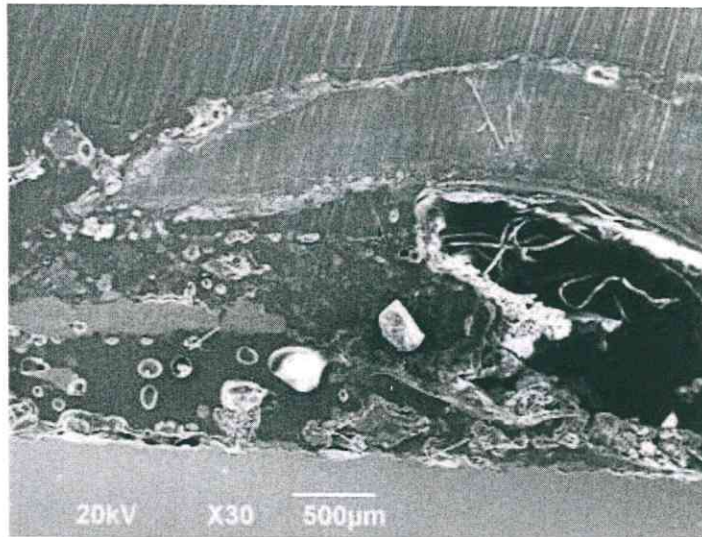
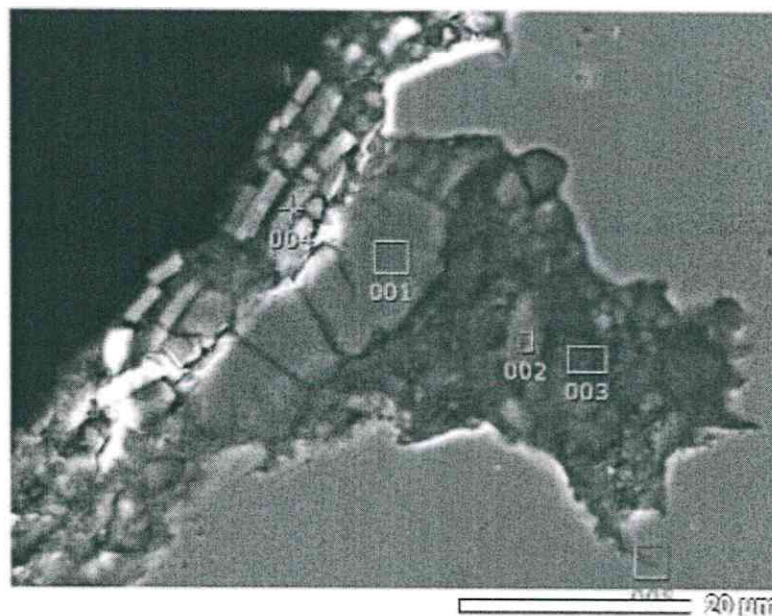


Рис. 17. Изображение с электронного микроскопа для шлифа поперечного сечения металла трубы с отслоившимся покрытием.

На рис. 18-19 представлена микроструктура участка металла трубы в области сварного соединения было установлено наличие продуктов коррозии, максимальная толщина которых составила ~32мкм. Из результатов рентгенофазового анализа продуктов коррозии с поверхности металла сварного соединения (рис. 20) установлено наличие оксид-гидроксид железа смешанного состава.



№	Массовая концентрация элементов, %							
	C	O	Na	Si	S	Cl	K	Fe
001	14,63	36,72	-	0,69	-	0,01	0,54	47,41
002	28,38	30,84	-	3,54	0,12	0,09	0,30	36,74
003	22,70	30,23	0,49	2,58	0,16	0,03	1,44	42,36
004	65,26	23,93	-	1,97	-	0,47	0,17	8,19
005	21,92	33,12	-	2,06	0,12	0,03	0,16	42,59

Рис. 18. Изображение с электронного микроскопа и химический состав для шлифа поперечного сечения сварного шва образца.

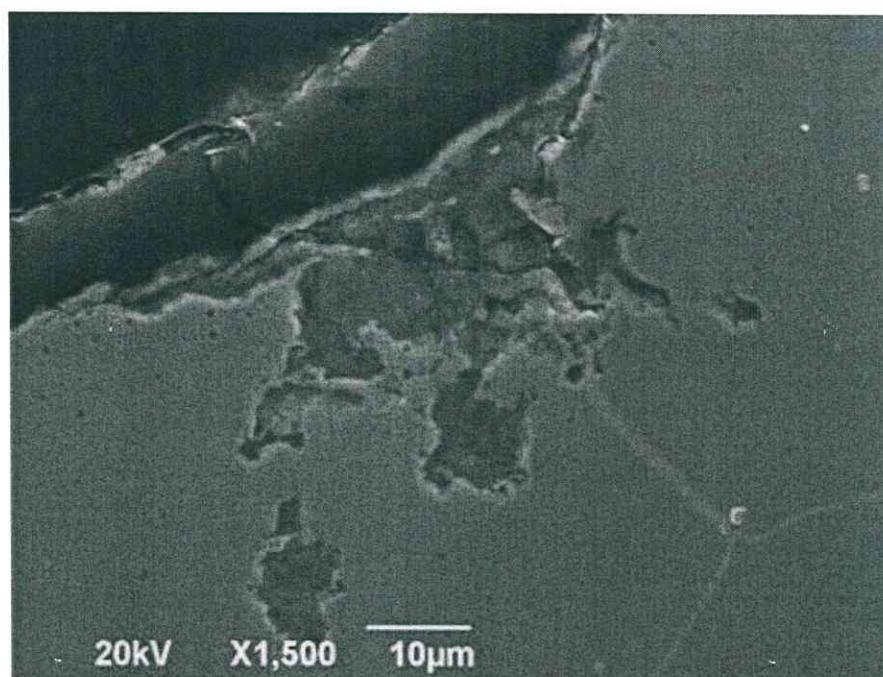


Рис. 19. Изображение с электронного микроскопа для шлифа поперечного сечения сварного шва образца.

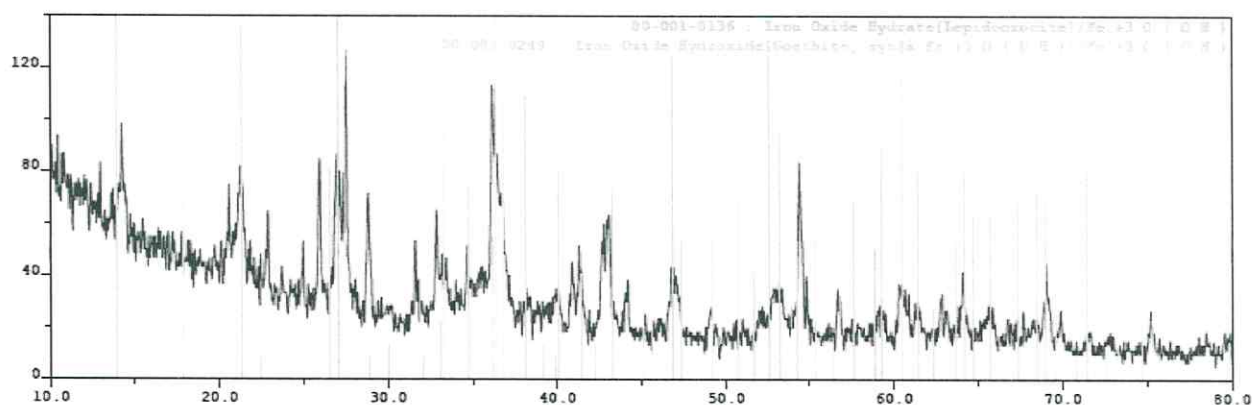


Рис. 20. Дифрактограмма с поверхности металла сварного соединения.

Заказчиком были предоставлены данные анализа пластовой и подтоварной воды (6-ти компонентный анализ) (Приложение 3), из которых видно, что основными коррозионными агентами в составе флюида являются H_2S , O_2 и CO_2 . Из данных рентгенофазового анализа установлено наличие оксид-гидрооксид железа и оксидов железа. Данные продукты коррозии характерны для начальной стадии развития коррозии при совместной выдержке стальных деталей в водной среде, содержащей растворенные газы H_2S , O_2 и CO_2 . Из справочных данных возможные первые продукты коррозии FeS , $FeO(OH)$ и $FeCO_3$ имеют значения произведений растворимости (ПР)¹ $5 \cdot 10^{-18}$, $2,2 \cdot 10^{-22}$ и $3,47 \cdot 10^{-11}$, соответственно. Вследствие чего можно

¹ Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии 4-е изд., перераб. и доп. — М.: Химия, 1971. — 456 с.

заклучить, что в качестве продуктов коррозии в первую очередь должен образовываться $\text{FeO}(\text{OH})$, как вещество с наименьшей растворимостью. Формирование сульфида железа в данных условиях возможно только после полного израсходования O_2 . В свою очередь образование карбоната железа в данных условиях возможно только после полного израсходования H_2S и O_2 .

По полученным данным можно заключить, что втулка производства ООО «ИПЦ» выдержала испытание. Несмотря на то, что были обнаружены продукты коррозии, серьезных нарушений в виде язв, питтингов и т.п. не выявлено. Однако нельзя с достоверностью спрогнозировать защитные свойства втулки на более длительный срок. Определить скорость коррозии не позволяет отсутствие изначальных данных по толщине металла трубы и сварного шва (УЗК). Кроме того, нельзя установить временной период разрушения и вымывания герметизирующего слоя мастики.

Выводы

По результатам проведенных исследований определения барьерных свойств втулки ИПЦ защиты сварного шва патрубков $\text{Ø}168 \times 14$ длиной 135 см после опытно-промышленных испытаний, а также оценки качества антикоррозионной защиты можно сделать следующие выводы:

1. При визуальном контроле было установлено:
 - произошло частичное разрушение мастичного слоя препятствующего проникновению транспортируемого флюида под втулку;
 - нарушение требований ТУ №7304-005-1297860-12 по отступу от края трубы при нанесении антикоррозионной защиты, что привело к отслоению АКЗ при проведении сварочных работ;
 - наличие продуктов коррозии, однако, серьезных нарушений в виде язв, питтингов и т.п. выявлено не было.

2. В результате проведенной электронной микроскопии установлена толщина слоя продуктов коррозии на сварном соединении, которая составляет ~ 32 мкм.

3. Результаты рентгенофазового анализа продуктов коррозии свидетельствуют об однозначном присутствии оксида - гидроксида железа смешанного состава на разных частях втулки и металла трубы.

4. Покрытие высоконапорного водовода после опытно-промышленных испытаний показало высокие результаты по диэлектрической сплошности, адгезионной и ударной прочности. Свойства покрытия идентичны свойствам порошковых покрытий до эксплуатации. Изменения свойств не произошло.

Заключение

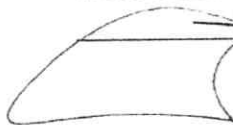
На основании проведенных исследований можно заключить, что значительных разрушений сварного шва под втулкой производства ООО "ИПЦ" на высоконапорном водоводе т.вр.к. 32 Поточного месторождения не наблюдается, следовательно на протяжении времени ОПИ втулка защищала сварное соединение.

Изменения свойств внутреннего антикоррозионного покрытия не произошло.

УТВЕРЖДАЮ

Первый заместитель генерального
директора – главный инженер
ТПП «Лангепаснефтегаз»

С.А. Яскин



г. Лангепас

от 26 .07.2013г.

АКТ

Монтажа биметаллических втулок производства ООО «ИПЦ» на
высоконапорном водоводе Ф168х14мм.

Мы, нижеподписавшиеся составили настоящий акт в том, что согласно протокола технического совещания по теме: «Опыт повышения надежности, долговечности соединений трубопроводов защищенных от коррозии и перспективы их дальнейшего развития ООО «ИПЦ» от 21.05.2013г на высоконапорном водоводе т.вр.к.32 Поточного месторождения, на линейной части трубопровода, протяженностью 50 метров, были установлены втулки подкладные биметаллические ВПГ 168х14, Ст.20+Ст.Х18НТ10Т, в количестве 5 шт., производства ООО «ИПЦ». Высоконапорный водовод Ф168х14 был покрыт внутренним антикоррозионным покрытием по ТУ 7304-005-1297860-12 в ООО «ЛАНКОР». Монтаж втулок биметаллических подкладных производился в соответствии с Инструкцией по монтажу ВП.05608841.001 ИМ. Замечаний к монтажу со стороны ООО «ИПЦ» нет.

На основании опытно-промышленных испытаний по истечении 1,5 года необходимо вскрыть данные втулки в присутствии представителя ООО «ИПЦ», что бы дать оценку дальнейшего их использования на месторождениях ТПП «Лангепаснефтегаз».

Подписи:

От ТПП «Лангепаснефтегаз»

- руководитель группы трубопроводного транспорта Р.М Осипенко
- начальник ЦДНГ – 6 Г.Р. Минулин

От ООО «Инженерно-Производственного Центра»:

- директор филиала В.В. Дябин



АКТ

демонтажа образцов катушки высоконапорного водовода с втулкой ООО «ИПЦ»
и внутренним антикоррозионным покрытием ООО «ЛАНКОР»

г.Лангепас

13.10.2014г.

Мы, нижеподписавшиеся составили настоящий акт в том, что в соответствии с «Программой опытно-промышленных испытаний катушек-имитаторов» (акт монтажа от 26.07.2013г.) на участке высоконапорного водовода «т.вр.-к.32» Поточного м/р построенного с использованием труб $\varnothing 168 \times 14$ мм с внутренним антикоррозионным покрытием ООО «ЛАНКОР» и втулок подкладных биметаллических ВПГ 168*14, Ст.20+Ст.X18НТ10Т, производства ООО «ИПЦ», был выполнен демонтаж катушки 13.10.2014г. для дальнейшей отправки и исследования в ООО «НПЦ «Самара».

Настоящий Акт составлен в 2 (двух) экземплярах, один из которых направлен представителю ООО «ИПЦ», другой в Группу трубопроводного транспорта ТПП «Лангепаснефтегаз».

Представитель ООО «ИПЦ» был уведомлен о предстоящем демонтаже письмом Исх.№19-55-262Л от 10.10.2014г.

Подписи сторон:

Руководитель ГТТ
ТПП «Лангепаснефтегаз»



Осипенко Р.М.

Начальник ЦДНГ-6
ТПП «Лангепаснефтегаз»

Минулин Г.Р.

Начальник УСПТ-3 филиала ООО «АРГОС»



Заботин А.С.

ООО "ЦНИПР"

Цех научно-исследовательских и производственных работ г.Лангепас
Лаборатория коррозионных исследований

Отчет результатов анализа пластовой и подтоварной воды (6-ти компонентный анализ)
Поточное месторождение
ЦДНГ-6

№	Скваж.	Дата	Плотность	рН	Катионы, мг/л					Анионы, мг/л			Минерал.	Барий	КВЧ	Растворенные газы			Mn		
					Ca ²⁺	Mg ²⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	Na ⁺ +K ⁺	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻				состав	О ₂	CO ₂			H ₂ S.
п/п	№	анализа	г/см ³												мг/л	мг/л	мг/л	мг/л		Кс	
		насоса																			
		14.08.08	1,0159	7,2	1343	158	8,7	0,0	8748	15598	293	0,9	26149		21,0	0,0	57	3,9			2,1
	1	07.10.08	1,0155	7,3	1403	85	1,1	4,7	8243	14712	342	2,5	24792		7,0	0,0	0	0,0			1,9
	3	19.12.08	1,0158	7,1	1443	97	2,0	5,3	8024	14535	281	0,3	24387		17,0	0,0	0	0,0			2,3
		31.08.09	1,018	7,5	1423	85	0,0	6,7	8327	14889	317	0,0	25048	прис.		5,6	24	3,9			1,3
		04.03.11	1,0159	7,3	1443	85	4,2	2,4	8182	14712	317	0,0	24746	прис.		0,0	0	0,0			1,9
		11.03.11	1,0158	7,1	1463	85	6,4	1,5	7793	14180	305	0,0	23834	прис.		1,0	26	3,9			2,4
	АГР-3	07.11.12	1,0161	7,2	1363	122	7,0	5,0	8191	14712	293	0,0	24692	прис.	8,0	5,9	40	5,8	отс.		2,0
		06.03.13	1,0160	7,0	1443	97	6,7	5,6	8393	15066	317	1,3	25330	прис.	69,3	2,1	53	0,7	не опр.		2,8
	прим насос	28.10.13	1,0159	6,8	1363	122	19,3	0,2	8311	14889	305	0,0	25009	прис.	не опр.	1,9	79	5,1	не опр.		2,9
		06.03.14	1,0160	7,0	1443	97	6,7	5,6	8393	15066	317	1,3	25330								2,8
		18.04.14	1,0162	6,9	1363	49	7,0	6,5	8131	14357	390	0,3	24304	прис.	14,0	4,3	40	1,1	не опр.		3,0
		14.05.14	1,0160	6,9	1343	97	10,3	0,0	8007	14180	549	0,0	24186	прис.	не опр.	3,2	66	0,0	отс.		3,4
		20.06.14	1,0159	7,0	1383	49	15,6	0,9	8098	14357	366	0,3	24269	прис.	5,0	5,6	62	0,4			2,8