

УДК 620.179.17

Е. Л. НОЗДРАЧЕВА, В. В. МАНЬКО**ОСОБЕННОСТИ КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ КАМЕР ЗАПУСКА И ПРИЕМА ОЧИСТНЫХ И ДИАГНОСТИЧЕСКИХ УСТРОЙСТВ**

В статье показана актуальность нахождения новых методов и подходов контроля и диагностики камер запуска и приема очистных и диагностических устройств трубопроводов. Рассмотрены наиболее распространенные средства механической очистки нефтепроводов от разного типа загрязнений. Описан принцип работы камер запуска и приема очистных и диагностических устройств трубопроводов. Приведены результаты ультразвукового и капиллярного неразрушающего контроля камер из которых следует, что для эффективности нахождения дефектных участков следует проводить несколько видов неразрушающего контроля.

Ключевые слова: нефтепровод, диагностика, система очистки, неразрушающий контроль, камеры запуска и приема, трубопровод.

К. Л. НОЗДРАЧОВА, В. В. МАНЬКО**ОСОБЛИВОСТІ КОНТРОЛЮ ТА ДІАГНОСТИКИ КАМЕР ЗАПУСКУ І ПРИЙОМУ ОЧИСТНИХ І ДІАГНОСТИЧНИХ ПРИБОРІВ**

У статті показана актуальність знаходження нових методів і підходів контролю і діагностики камер запуску і прийому очисних і діагностичних пристроїв трубопроводів. Розглянуті найбільш поширені засоби механічного очищення нафтопроводів від різного типу забруднень. Описано принцип роботи камер запуску і прийому очисних і діагностичних пристроїв трубопроводів. Наведено результати ультразвукового і капілярного неруйнівного контролю камер з яких випливає, що для ефективності знаходження дефектних ділянок слід проводити кілька видів неруйнівного контролю.

Ключові слова: нефтепровод, диагностика, система очищення, неруйнівний контроль, камери запуску і прийому, трубопровід.

K. L. NOZDRACHOVA, V. V. MANKO**FEATURES OF MONITORING OF CAMERAS FOR STARTING AND RECEIVING CLEANING AND DIAGNOSTIC DEVICES**

The article shows the relevance of finding new methods and approaches for monitoring and diagnosing cameras launching and receiving cleaning and diagnostic devices of pipelines. The most common means of mechanical cleaning of oil pipelines from various types of pollution are considered. The principle of operation of cameras of start and reception of cleaning and diagnostic devices of pipelines is described. The results of ultrasonic and capillary non-destructive testing of cameras are given, from which it follows that several types of non-destructive testing should be carried out for the efficiency of finding defective areas. Diagnostics of the state of the internal cavities of oil pipelines is carried out using such methods as ultrasonic, visual, measuring, capillary, magnetometric, acoustic emission and vibration diagnostic testing. These methods reveal the accumulation of mechanical impurities in the pipeline, consisting of scale, sand, rust, water, and resinous substances, which lead to wear of pipes and flanged connections, reduce the quality of oil and clog the valves. The features of non-destructive testing of cameras are described, which consists in the fact that during control, first of all, one should pay attention to the state of welded joints, places of sudden changes in pipe thickness.

Keywords: oil pipeline, diagnostics, cleaning system, non-destructive testing, start and receive camera, pipeline.

Введение. С приходом эры интенсивного развития газовой и нефтяной промышленности эксплуатация соответствующего оборудования стала не менее интенсивной. В связи с этим возникла необходимость быстрого выявления загрязненных участков трубопроводов с последующей их очистки. Это позволяет повысить их надежность и гидравлическую эффективность, а также снизить износ оборудования и поддерживать его функционирование на протяжении достаточно длительного периода времени.

Обычно внутренние полости трубопроводов очищают с помощью различных очистных устройств и технологий. Принцип действия данных устройств заключается в вынесении ими загрязнений из очищаемого оборудования в специальные емкости, содержимое которых впоследствии вывозят и утилизируют. Но при этом довольно часто нарушается экологическая обстановка окружающей среды, что вынуждает производителей искать новые методы очищения газо- и нефтепроводов.

Состояние внешних стенок газопроводов диагностируют с помощью визуального осмотра. Для осмотра внутренних полостей используют специальные приборы, позволяющие обнаружить не

только загрязнения, но и разрывы сварных стыков, отсутствие электрохимической защиты, сквозные коррозионные повреждения и целостность изоляционного покрытия. Выбор типа очистных устройств для внутренних полостей газопровода зависит от разновидностей скопившихся там загрязнений. Обычно для этой цели используют поршни-разделители, скребки и очистные поршни.

Цель работы: разработка рекомендаций к контролю устройств и их составных частей для периодического запуска и приема очистных скребков, снарядов-дефектоскопов и других поточных средств в нефте- и газопроводах в зависимости от исполнения.

Основной материал. *Диагностика и очистка нефтепроводов.* Одним из наиболее распространенных видов загрязнения внутри нефтепроводов являются парафиновые отложения. Они уменьшают проходное сечение трубы и способны вызвать полную закупорку нефтепровода. Возникновение парафиновых отложений связано с охлаждением перекачиваемой нефти, ее физико-химическими свойствами, изменениями давления в процессе перекачки и физическим процессом выпадения осадка парафина из нефтепродуктов. Обычно парафин распределяется по внутренним стенкам трубопровода неравномерно, скапливаясь, в основном, в

их верхней части. Это обусловлено тем, что данные участки имеют более низкую температуру, а нижние участки освобождаются от парафиновых отложений механическими примесями, буквально сдирающими загрязнения на своем пути.

Чтобы не выполнять вынужденную преждевременную очистку, следует проводить профилактические меры, направленные на поддержание пропускной способности нефтепроводов. Подобные меры профилактики представляют собой ежегодную зачистку резервуаров от остатков нефтепродуктов, термообработку высокопарафинистой нефти (подогрев и охлаждение до определенных температур), смешивание перекачиваемого вида нефти с малопарафинистыми или маловязкими видами, ее

механическое перемешивание или внедрение в нефть специальных присадок, увеличивающих ее текучесть.

Для выполнения механической очистки нефтепроводов обычно применяют специальные скребки (рис. 1), оснащенные чистящими элементами в виде разнообразных проволочных щеток, дисков и ножей. Такие очистные устройства различаются не только по эффективности устранения загрязнений, но еще и по проходимости и износостойкости – так, современные металлические скребки могут проходить около 100 километров нефтепровода без чрезмерного износа. Что касается проходимости скребков, то она характеризуется способностью скребков проходить через ряд фланцев, подкладных колец, переходов, задвижек, выступы сварочных швов и другие препятствия.

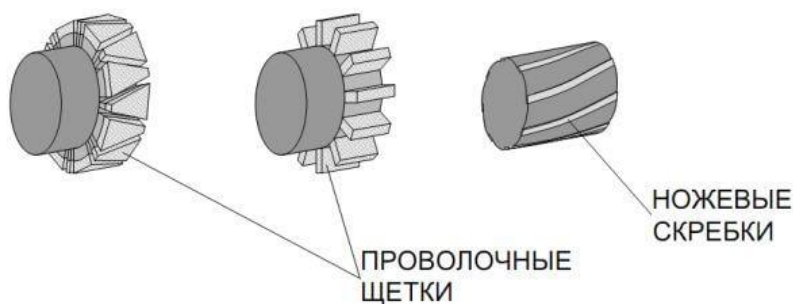


Рис. 1 – Скребки для механической очистки нефтепроводов. При этом в процессе очистки скребками необходимо строго следить за соблюдением скорости потока, определенного уровня давления, режимом перекачки и продвижением очистного устройства по длине нефтепровода. Для выполнения последней задачи в последнее время широко используют специальные переносные звукоуловители, состоящие из наушников, усилителя и микрофона

Так же хорошо себя зарекомендовали очистные СН-скребки шарообразной формы, изготавливаемые из высококачественной износоустойчивой резины. Они оснащены металлическими и пластиковыми округлыми резами, которые запрессованы в их внешнюю оболочку. Такие скребки имеют клапан, через который в них закачивают рабочую жидкость, под давлением которой их наружный диаметр увеличивается, приподнимая резы над поверхностью устройства. За счет особого расположения данных резцов, скребок способен очищать абсолютно всю внутреннюю поверхность полости нефтепровода – как и его аналог в виде резиновых шаров, густо оплетенных цепью из металла.

Камеры запуска и приема очистных и диагностических устройств трубопроводов. На всех проектируемых, вновь вводимых и реконструируемых магистральных газопроводах предусматривают устройства камер запуска и приема, предназначенных для запуска в газопровод и приема из него очистных снарядов (поршней), диагностических,

дефектоскопических снарядов и других устройств. В состав устройства входят узлы запуска и приема, система контроля, автоматического управления и телемеханики. Камеры запуска и приема располагают вблизи пунктов (узлов) подключения компрессорных станций (КС), чаще всего строят совмещенные, а также на берегу крупных судоходных рек, где подводный переход (дюкер) не является проходным и требует контроля технического состояния. Все узлы поставляются в блочно-комплектном исполнении. В случае отсутствия на участке камер пуска и приема устройств, для очистки внутренней полости и диагностирования технического состояния трубопровода, могут устанавливаться временные узлы пуска и приема снарядов.

Область применения – узлы пуска и приема очистных и диагностических устройств трубопроводов Ду 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 500, 600, 700, 800, 1000, 1200 и 1400 мм, работающие под давлением до 4,0 (8,0; 10,0; 12,5; 16,0) МПа (рис. 2).

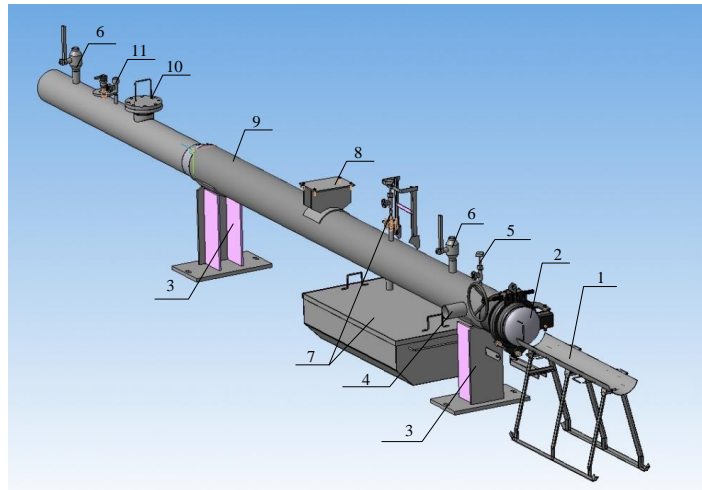


Рис. 2 – Устройство для периодического запуска и приема очистных скребков, снарядов-дефектоскопов и других поточных средств в нефте- и газопроводах в зависимости от исполнения: 1 – лоток; 2 – затвор (хомутковый); 3 – опоры; 4 – патрубок подвода продукта; 5 – патрубок для датчика давления; 6 – трубки для присоединения трубопроводов газозвушной линии (кран для спуска избыточного давления); 7 – система слива нефтепродукта; 8 – площадка под лебедку; 9 – корпус камеры; 10 – люк для запасовки; 11 – сигнализатор прохождения

Принцип работы камеры запуска СОД: открывают затвор 2 подводят лоток 1, на который кладут снаряд СОД, закрепленной лебедкой на площадке 8 через люк для запасовки 10 втягивают снаряд (СОД) в корпус камеры 9. Через патрубок 4 подается давления, которое отслеживается по датчику давления 5, и при достаточном давлении снаряд СОД движется в трубопровод, о чем сообщает сигнализатор прохождения 11.

Принцип работы камеры приема СОД: сигнализатор прохождения 11 сработал снаряд СОД в камере. Открывают систему слива нефтепродукта 7, убедившись, что нефтепродукт покинул корпус камеры 9, открывают затвор 2, приставляют лоток 1 и при помощи лебедки через люк для запасовки вытаскивают снаряд СОД на лоток 1.

В состав устройства (рис. 2) входят: узлы пуска и приема очистных поршней, система контроля и автоматического управления процессом очистки. Узлы пуска и приема очистных поршней располагают вблизи пунктов подключения КС, а чаще их совмещают. Узел пуска включает камеру пуска очистных поршней, подключаемую через запорное устройство к основной магистрали, с технологической обвязкой, систему контроля и управления процессом запуска поршня, площадку для хранения очистных поршней и устройство для их запасовки в камеру пуска. Узел приема включает камеру для приема очистных поршней, подключаемую через запорное устройство к основной магистрали, с технологической обвязкой, систему контроля и управления процессом приема очистных поршней, технологические трубопроводы и емкости для приема загрязненного конденсата, площадку для хранения использованных очистных поршней и устройство для их выемки из камеры приема. В зависимости от конструкции они могут позволять одновременно запускать и принимать одно или несколько очистных устройств с

определенным интервалом времени. Неотъемлемой и «ответственной» частью камер является затвор (рис.3), который тоже необходимо должным образом контролировать на наличие дефектов.

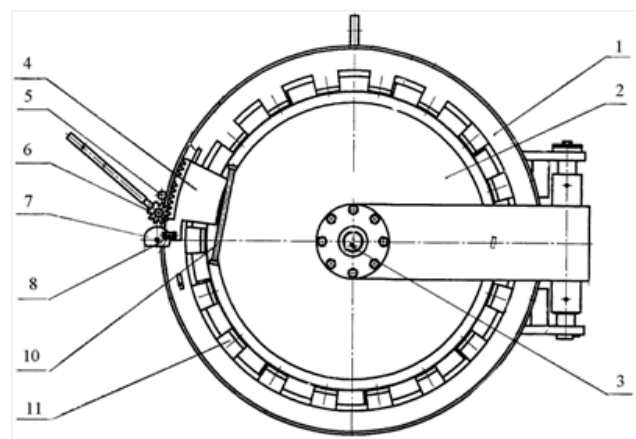


Рис. 3 – Затвор камеры приема-запуска

Затвор камеры приема-запуска содержит корпус 1; откидную крышку 2, узел поворота 3 крышки 2; узел фиксации крышки 2, состоящий из зубчатого сектора 4, осей 5 съемной шестерни 6, поворотного фиксатора 7, съемной планки 8. Затвор также содержит предохранительное устройство с шаровым краном 9, ручку 10, секторные выступы 11 корпуса 1, секторные выступы 12 крышки 2 с предохранительными канавками 13, выступ 14 зубчатого сектора 4.

Затвор камеры приема-запуска работает следующим образом. Давление в камере приема-запуска примерно составляет 85 атм, это выше, чем давление в магистральном трубопроводе. Для открытия крышки 2 камеры приема-запуска снижают давление в камере, убирают съемную планку 8, открывают с помощью наружного вентиля шаровый кран на предохранительном устройстве 9 корпуса 1.

После чего меняется положение поворотного фиксатора 7, освобождается зубчатый сектор 4. Далее вручную, усилием одного человека, поворотом съемной шестерни 6, надетой на ось 5 и входящей в зацепление с зубьями первого участка зубчатого сектора 4, поворачивают крышку 2 на определенный угол до выступа 14 зубчатого сектора 4. Угол поворота крышки 2 соответствует углу между соседними предохранительными канавками 13 секторных выступов 12 крышки 2. Секторные выступы 12 крышки 2 частично выходят из зацепления с секторными выступами 11 корпуса 1, в результате чего стравливается остаточное давление камеры приема-запуска, если оно есть в камере приема-запуска. Далее съемной шестерней 6 поворачивают крышку 2 до полного выхода из зацепления секторных выступов 11 и 12. Безударный вход секторов 11 и 12 из зацепления обеспечивается углом скоса α на поверхности секторного выступа 12 крышки 2. С помощью ручки 10 откидывают крышку 2. Далее помещают в камеру приема-запуска внутритрубные снаряды-дефектоскопы, очистные скребки или другие поточные устройства. Закрытие крышки 2 производят в обратном порядке с помощью съемной шестерни 6, надетой на одну из осей 5. При постепенном открытии крышки постепенно стравливается остаточное давление в камере приема-запуска, в результате чего исключается вероятность получения травм обслуживающего персонала и повреждения конструкции.

Контроль и диагностика камер запуска и приема очистных и диагностических устройств. Диагностику состояния внутренних полостей нефтепроводов проводят с помощью таких методов, как ультразвуковой, визуальный, измерительный, капиллярный, магнитометрический, акустико-эмиссионный и вибродиагностический контроль. Эти методы позволяют выявить скопление механических примесей в трубопроводе, состоящих из окалины, песка, ржавчины, воды, асфальтенов и смолистых веществ, которые приводят к износу труб и фланцевых соединений, снижают качество нефти и закупоривают запорную арматуру. При неразрушающем контроле камер в первую очередь следует обратить внимание на места резкого изменения толщины (сочленение патрубков-корпус), в подфланцевых зонах, в радиусных переходах, в местах пересечения или стыковки сварных швов, в зонах концентрации напряжений и других подобных местах. Контролю должна подвергаться арматура (краны, вентили и т.п.), длительно работающая в наиболее неблагоприятных климатических условиях, при максимальных рабочих параметрах и т. п. Также особого внимания требует контроль сварных соединений. Контроль сварных соединений предусматривает применение не менее двух неразрушающих методов, один из которых предназначен для обнаружения поверхностных дефектов, а другой – для выявления внутренних дефектов в сварных соединениях. Применяемые методы выбираются по усмотрению специалистов,

проводящих техническое диагностирование. При техническом диагностировании камер СОД следует убедиться в отсутствии дефектов, связанных с изготовлением, транспортировкой, хранением и монтажом камер. К этим дефектам относятся трещины, вмятины, расслоение и плены металла, смещение кромок свариваемых элементов, коррозионные повреждения и др. В сварных соединениях могут быть выявлены непровары и пористость, выходящие на поверхность, кратеры, свищи, подрезы в местах переходов от шва к основному металлу, наплывы и т.п.

Для примера, на предприятии были обнаружены дефекты (рис. 4–10) в системах очистки и диагностики (СОД) при помощи ультразвукового неразрушающего контроля и контроля проникающими веществами для более достоверного определения поверхностных дефектов. Кольцевой сварной шов ($\phi 1640 \times 50$) на камере запуска СОД (рис. 4–5). При выборке дефект виден визуально (рис. 4) и проводился контроль проникающими веществами на полноту удаления (рис. 5).



Рис 4 – Дефект на камере СОД, который видно визуально



Рис 5 – Дефект на камере СОД при контроле проникающими веществами

На рис.6 изображено фото кольцевого сварного шва на камере запуска СОД (непровар в корне шва) тип сварки корня РАД и заполнение АФ разделка V-образная после контроля проникающими веществами (ПВК). Дефект в сечении, толщина шва 50 мм, дефект 20–35 мм.

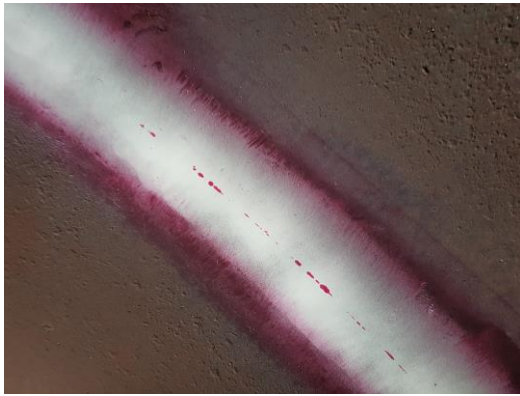


Рис. 6 – Дефект сварного шва на камере СОД

На рис. 7 фото дефекта в трубе в виде заката после ПВК. Труба не подлежала ремонту.



Рис. 7 – Дефект в виде заката в трубе

На рис 8-10 изображен угловой сварной шов камеры СОД толщиной $H=55$ мм. При выборке брак шва виден визуально (рис. 8) и при контроле проникающими веществами (рис. 9). При ультразвуковом контроле был обнаружен дефект шва $H=40$ мм. На рис. 9 изображен этот же сварной шов при контроле проникающими веществами, но уже после «переварки».



Рис. 8 – Дефект сварного шва на камере СОД, который виден визуально

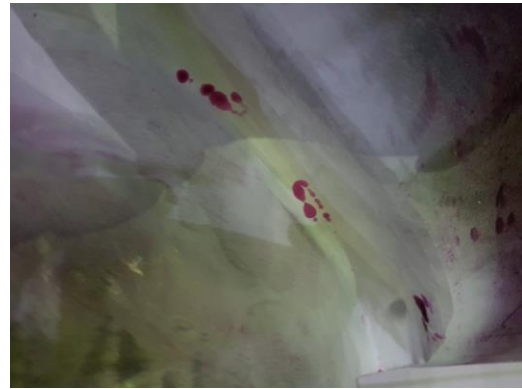


Рис. 9 – Дефект сварного шва на камере СОД при контроле проникающими веществами



Рис. 10 – Дефект сварного шва на камере СОД после «переварки» при контроле проникающими веществами

Заключение. Проведен обзор камер запуска и приема очистных и диагностических устройств трубопроводов и их составляющих, кратко описана диагностика и особенности неразрушающего контроля камер, которая заключается в том, что при контроле в первую очередь стоит обратить внимание на состояние сварных соединений, места резкого изменения толщины трубы. Для достоверности обнаружения дефектов следует применять нескольких видов неразрушающего контроля.

Список литературы

1. http://intech-gmbh.ru/oil_gas_pipelines_purifying/
2. <http://www.ngpedia.ru/id73986p2.html>
3. Камеры запуска и приема СОД тип КБ DN 100...1400 мм технические условия ТУ 3683-003-86534248-2012. – Введ. 04.03.2013. – ООО «НГПА». – 69 с.
4. Лурье М.В., Марон В.И., Мацкин Л.А., Юфин В.А. *Оптимизация последовательной перекачки нефтепродуктов*. Москва: Недра, 1979. – 256 с.
5. Алиев Р.А., Белоусов В.Д., Немудров А.Г. и др. *Трубопроводный транспорт нефти и газа*. Москва: Недра, 1988. – 366 с.
6. Васильев Г.Г., Коробков Г.Е., Коршак А.А. и др. *Трубопроводный транспорт нефти*: учебник для вузов. / В 2 т. под редакцией Вайнштока С.М. Москва: Недра-Бизнесцентр, 2002. – Т.1. – 467 с., т.2. – 621 с.
7. Галеев В.Б., Карпачев М.З., Харламенко В.И. *Магистральные нефтепродуктопроводы*. Москва: Недра, 1976. – 185 с.
8. Коршак А.А., Шаммазов А.М. *Основы нефтегазового дела*: учебник для вузов. / Уфа: ООО «ДизайнПолиграфСервис», 2001. – 544 с.

References (transliterated)

1. http://intech-gmbh.ru/oil_gas_pipelines_purifying/
2. <http://www.ngpedia.ru/id73986p2.html>
3. Kamery zapuska i priyema SOD tip KB DN 100...1400 mm tekhnicheskiye usloviya TU 3683-003-86534248-2012. – Vved. 04.03.2013. – ООО «НГПА». – 69 p.
4. Lur'ye M.V., Maron V.I., Matskin L.A., Yufin V.A. Optimizatsiya posledovatel'noy perekachki nefteproduktov. Moscow: Nedra, 1979. – 256 p.
5. Aliyev P.A., Belousov V.D., Nemudrov A.G. i dr. Truboprovodnyy transport nefiti i gaza. Moscow: Nedra, 1988. – 366 p.
6. Vasil'yev G.G., Korobkov G.Ye., Korshak A.A. i dr. Truboprovodnyy transport nefiti. Uchebnyy dlya vuzov. // V 2 t. pod redaktsiyey Vaynshtoka S.M. Moscow: Nedra-Biznesstsentr, 2002. – vol. 1. – 467 p., vol. 2. – 621 p.
7. Galeev V.B., Karpachev M.Z., Kharlamenko V.I. Magistral'nyye neftepro-duktoprovody. Moscow: Nedra, 1976. – 185 p.
8. Korshak A.A., Shammazov A.M. Osnovy neftegazovogo dela : uchebnyy dlya vuzov. / Ufa: ООО «DizaynPoligrafServis», 2001. – 544 p.

Поступила (received) 10.10.2018

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Ноздрачова Катерина Леонідівна (Ноздрачева Екатерина Леонидовна, Nozdrachova Kateryna Leonidovna) – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерних та радіоелектронних систем контролю та діагностики, НТУ «ХПІ», м. Харків, Україна, e-mail: nozdrachova@gmail.com; ORCID

Манько Володимир Володимирович (Манько Владимир Владимирович, Manko Vladimir Vladimirovich) – студент кафедри комп'ютерних та радіоелектронних систем контролю та діагностики, НТУ «ХПІ», м. Харків, Україна, спеціаліст з неруйнівного контролю на ТОВ «Нафтогазова промислова арматура» м. Електросталь, Росія.