



РАЗВИТИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ: ИВАНО-ФРАНКОВСКАЯ ШКОЛА

В. А. ТРОИЦКИЙ, О. М. КАРПАШ, П. Я. КРИНИЧНЫЙ

Показана история развития ультразвукового контроля в нефтегазовой отрасли. Подведен научный итог 40-летней деятельности Ивано-Франковской школы неразрушающего контроля, который в первую очередь заключается в создании нового научно-технического направления — неразрушающего контроля оборудования нефтегазового комплекса ультразвуковыми методами.

History of development of ultrasonic testing in oil and gas industry is shown. The paper sums up the scientific results of 40 years of activity of Ivano-Frankivsk NDT school, which primarily consist in establishing a new field of science and technology, namely NDT of oil and gas industry equipment by UT.

Государственная политика Украины, особенно в последнее время, четко ориентирована на снижение энергозависимости страны и развитие собственной энергетической базы. В связи с этим все большее внимание уделяется увеличению объемов разведки и добычи нефти и газа, развитию топливно-энергетического комплекса. Национальные и отраслевые программы в среднесрочной перспективе предусматривают значительное увеличение количества и темпов сооружения нефтяных и газовых скважин при оптимальной себестоимости и соблюдении требований экологической безопасности. Успешное достижение этих целей невозможно без комплекса мероприятий по эффективному использованию нефтегазопромыслового оборудования и инструмента, особенно предназначенного для длительной эксплуатации.

Следует отметить, что эта проблема возникла еще в 1960–1970 гг. В то время стремительно росли объемы добычи нефти и газа, резко увеличивались объемы глубокого бурения, в том числе и в Украине. В результате средняя глубина скважин достигла 5000 м, и это стало отрицательно сказываться на эффективности бурения — уменьшалась коммерческая скорость, возросла стоимость метра проходки и количество отказов трубных колонн.

Разрушение элементов бурильной колонны носило в основном усталостный характер, происходило преимущественно в резьбовых соединениях и составляло до 80 % от общего количества отказов бурильных колонн.

Известно, что одним из наиболее эффективных способов предупреждения отказов и поддержания работоспособности оборудования в процессе эксплуатации является контроль его технического состояния неразрушающими методами с последующим изъятием дефектных элементов.

Один из основных методов неразрушающего контроля (НК) метод УЗ дефектоскопии — был впервые предложен в 1928 г. советским ученым С. Я. Соколовым. Им же был создан первый им-

пульсный дефектоскоп, работавший по методу звуковой тени. В дальнейшее развитие теории и практическую реализацию методов ультразвуковой дефектоскопии большой вклад внесли как советские (И. Н. Ермолов, А. К. Гурвич), так и зарубежные (И. Крауткремер, И. Матаушек) ученые. Их основные усилия были направлены на освоение изделий сравнительно простой формы, как правило, с плоскими параллельными поверхностями. В частности, была хорошо проработана теория импульсного эхо-метода УЗ дефектоскопии для полубесконечной среды. Что же касается изделий более сложной формы, особенно ограниченных поверхностями разной кривизны, то здесь возникали проблемы: сложность распространения ультразвуковых колебаний требовала новых методик контроля и интерпретации результатов.

В нефтегазовой отрасли это направление возникло в начале 1960-х годов [1]. В США и других зарубежных странах тогда уже использовали разнообразные дефектоскопические установки, основанные преимущественно на электромагнитных методах. Эти установки позволяли контролировать и классифицировать бурильные трубы, находившиеся в эксплуатации. Расходы американских компаний на службы технического контроля резко возросли и составляли 26...60 % от общей стоимости бурения, но при этом почти полностью исключались аварии по причине отказов бурильных труб. Характерно, что НК проводили фирмы, разрабатывавшие технические средства — «А.М.Ф. Тюбоскоп» (Tuboscope), Ветко (Vetco) и Дрилко (Drilko). Самые авторитетные из них выпускали передвижные установки («Соноскоп» (Sonoscope), Веткоскоп (Vetcoscope) и Дрилкоскоп (Drilkoscope)) для НК стальных бурильных труб, бывших в эксплуатации, в полевых условиях. Общим для этих установок было использование магнитных и электромагнитных методов, причем исключительно для контроля гладкой части (тела) труб. Концы труб контролировали изнутри с помощью специ-



альных средств. Замковую и трубную резьбу контролировали (люминесцентным или магнитопорошковым методом) только после их развинчивания. Проконтролировать свинченное соединение неразрушающими методами было невозможно.

Таким образом, эти средства нельзя было считать достаточно специализированными, они не были предназначены и не позволяли проводить контроль бурильных труб непосредственно на буровой, над устьем скважины. Не были эти вопросы достаточно освещены и в специальной литературе.

В нефтегазовой промышленности СССР тогда тоже еще не существовало специализированных технических средств для дефектоскопии бурильных труб непосредственно на буровых и в условиях трубных баз. Отдельные попытки проводить УЗ дефектоскопию труб в полевых условиях (в объединениях «Башнефть», «Куйбышевнефть») оказались неудачными из-за несовершенства методик и технических средств, использованных без проведения серьезных научных исследований. Тогда Миннефтепром СССР объявил конкурс на разработку методов и средств обнаружения дефектов в элементах трубных колонн, в том числе в их резьбовых соединениях. Необходимо было разработать специализированные средства, которые позволяли бы выявлять коррозионно-усталостные трещины глубиной от 0,5 до 1,0 мм в свинченных резьбовых соединениях бурильных труб. Задача была чрезвычайно сложной даже в теоретическом плане, так как размеры дефекта были соизмеримы с уровнем помех (высота профиля резьбы составляла 1,8 мм).

Самое эффективное решение этой задачи было предложено группой научных работников (Криничный П. Я., Мигаль И. Г., Бажалук Я. М., Карпаш О. М., Чистяков В. И., Собашко В. Я. и др.) Центральной научно-исследовательской лаборатории (ЦНИЛ) объединения «Укрнефть» (г. Ивано-Франковск) и Ивано-Франковского отдела института ВНИИТнефть (г. Куйбышев). Они впервые теоретически обосновали и практически доказали возможность применения акустического (ультразвукового) метода для обнаружения коррозионно-усталостных трещин на ранней стадии их развития [2]. Прежде всего, были установлены причины отказов бурильных труб, исследованы закономерности роста трещин и распространения УЗ колебаний в участках труб с конической резьбой. В результате этих исследований был теоретически обоснован и запатентован способ повышения чувствительности УЗ контроля, который обеспечивал надежное обнаружение усталостных трещин на ранней стадии их развития благодаря увеличению амплитуды эхо-сигнала в 1,9... 2,7 раза [3]. Таким образом, впервые в мире удалось осуществить дефектоскопию собранных резьбовых соединений трубных колонн. Для этого был предложен УЗ метод, который был и до сегодняшнего дня остается единственным методом НК, дающим возможность контролировать свинченные резьбовые соединения трубных колонн.

Результаты этих исследований были положены в основу разработки первой передвижной дефек-

тоскопической установки ПДУ-1М, позволившей контролировать резьбовые соединения бурильных труб как в условиях трубных и ремонтных баз, так и непосредственно на буровой над устьем скважины во время спускоподъемных операций. При ЦНИЛ было организовано производство этих лабораторий, и несколько лет спустя они уже использовались во всех нефтегазодобывающих объединениях Советского Союза.

Одновременно создавались и первые службы НК при буровых предприятиях. Персонал этих служб проходил при ЦНИЛ теоретическую и практическую подготовку и получал право проведения НК на установке ПДУ-1М. Всего за 1969–1974 гг. при ЦНИЛ были подготовлены 159 специалистов для всех нефтегазодобывающих объединений СССР. В дальнейшем (с 1975 г.) их подготовка и переподготовка планомерно осуществлялась через факультет повышения квалификации Ивано-Франковского института нефти и газа.

Это был первый пример комплексного подхода к обеспечению качества НК, включающего проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, создание и внедрение в производство технических средств и подготовку персонала для грамотной эксплуатации этих средств.

Последующее развитие работ в этом направлении обеспечивалось выполнением заданий государственных, отраслевых и межвузовских научно-технических программ, утвержденных Государственным Комитетом СССР по науке и технике, Миннефтепромом, Мингазпромом, Мингео, Минприбором, Минхиммашем, Минвузом и др.

Исследования в области УЗ контроля качества труб нефтяного сортамента, начатые в свое время в ЦНИЛ объединения «Укрнефть» и Ивано-Франковском отделе института ВНИИТнефть (1975 г.), продолжили Ивано-Франковский институт (сейчас — национальный технический университет) нефти и газа, Специальное конструкторско-технологическое бюро «Недра» этого института (1981 г.), а впоследствии — Научно-производственная фирма «Зонд», созданная в 1990 г. на базе отдела неразрушающего контроля СКТБ «Недра». Как следствие, были разработаны и ратифицированы специализированные технические средства для УЗ дефектоскопии алюминиевых, ведущих и утяжеленных бурильных труб, позволявшие обнаруживать усталостные трещины и другие дефекты в резьбовых соединениях непосредственно на буровой в процессе спускоподъемных операций. Был изобретен и запатентован способ дефектоскопии резьбы ниппельной части толстостенных (утяжеленных) бурильных труб, который решал проблему затухания УЗ колебаний в толще металла [4, 5].

Кроме этого, были созданы методики рационального использования разработанных технических средств во время бурения скважин с целью предупреждения усталостных разрушений труб и сокращения вызванных ими аварий и осложнений.

Смещение акцентов с выявления уже существующих дефектов на их предупреждение обусловило возникновение новой задачи — обеспечить



отработку трубными колоннами своего полного ресурса — и потребовало новых подходов к проведению контроля. Поскольку для предупреждения аварий с трубными колоннами информации об отсутствии дефектов типа нарушения сплошности оказалось недостаточно, понадобились дополнительные данные о соответствии геометрических и физико-механических характеристик нормируемым значениям.

Именно тогда впервые были исследованы способы контроля геометрических характеристик (толщины стенки, внутреннего и внешнего износа, отклонения диаметра и т. п.) и разработаны технические средства для их контроля путем непрерывного сканирования. Первым был УЗ толщиномер «Эхо-1Т» для непрерывного измерения толщины стенки всех типоразмеров бурильных труб непосредственно над устьем скважины в процессе спуска или подъема колонны [6]. Прибор обеспечивал автоматическую регистрацию результатов измерений и сигнализацию при выходе толщины стенки за пределы установленного минусового допуска. На базе этого толщиномера был создан классификатор бурильных труб КБТ-1М, предназначенный для работы как в условиях трубных баз или площадок, так и на буровой в процессе спускоподъемных операций. С помощью классификатора можно автоматически определить минимальное значение площади поперечного сечения трубы, вычислить наибольшую допустимую нагрузку на колонну и определить класс трубы в соответствии с существующей системой классификации [7].

Использование этих средств только на предприятиях объединения «Укрнефть» позволило за период 1970–1977 гг. довести объем контроля бурильных труб в условиях буровой до 1 млн. погонных метров в год (т. е. 80 % имеющегося в то время парка). В итоге резко сократилось количество аварий с бурильными трубами, в среднем на 20 000 ч уменьшилось непродуктивное время буровых установок, годовой экономический эффект превысил 900 тыс. руб.

Обобщение результатов теоретических и экспериментальных исследований, в т. ч. касающихся аварийности с бурильными трубами, стало основой для разработки рекомендаций по периодичности контроля бурильных колонн в зависимости от конкретных условий проводки скважины.

Полученные результаты и накопленный опыт дали возможность впервые предложить, нормативно урегулировать и внедрить в системе Мингазпрома СССР общую концепцию УР, которая, кроме технического (стационарные, передвижные на шасси автомобилей высокой проходимости, переносные дефектоскопические установки для использования в условиях отдаленных буровых или в условиях морского бурения) предусматривала также методическое, организационное и кадровое обеспечение.

На уровне отрасли был внедрен комплекс нормативных документов [8, 9], которые регламентировали организацию деятельности и процедуры в сфере НК контроля. Последующее развитие этой

концепции было предусмотрено совместной (Мингазпрома и Минвуза УССР) Отраслевой научно-технической программой на 1984–1990 гг.

Дальнейшее развитие нефтегазодобычи сопровождалось все большим количеством технических, экологических и экономических проблем, в большинстве своем связанных с трубами. Поэтому в конце 60-х годов и в нашей стране, и за рубежом начали выпускать трубы нефтяного сортамента новых конструкций с высокопрочными и высокогерметичными резьбовыми соединениями (у нас — бурильные ВК, ПК, обсадные ОТТМ, ОТТГ, насосно-компрессорные НКМ, НКБ; за рубежом — «Батресс», «Валурек», ВАМ, ТДС и др.). Теоретические расчеты, экспериментальные данные и результаты промышленных испытаний опытных комплектов таких труб показали, что при соблюдении всех технологических требований возникновения эксплуатационных дефектов в резьбовых соединениях таких труб практически исключается. Однако уже в первые годы эксплуатации этих труб число отказов резьбовых соединений опять возросло, и причиной этого было ненадлежащее качество свинчивания резьбовых соединений.

Начало исследованиям в этом направлении практически было положено в СКТБ «Недра» при Ивано-Франковском институте нефти и газа и впоследствии продолжено в НПФ «Зонд». Здесь впервые был предложен и реализован новый подход к оценке качества резьбовых соединений на разных этапах их эксплуатации. Суть его сводилась не столько к выявлению дефектов типа нарушения сплошности (в т. ч. коррозионно-усталостных трещин), сколько к измерению параметров, влияющих на их возникновение и определяющих эксплуатационные характеристики соединения — прочность и герметичность [10]. Таким образом, решалась еще одна проблема — контроля качества соединения на разных стадиях жизненного цикла [11]. Периодический контроль качества соединения в процессе его эксплуатации давал возможность определять тенденции изменения его технического состояния и тем самым предотвращать отказы.

Технически эти подходы впервые были реализованы при контроле качества резьбовых соединений (бурильных труб ВК ГОСТ 631–75 с коническими стабилизирующими поясами и утяжеленных бурильных труб — УБТ) и обеспечивали измерение диаметрального (трубы ВК) и осевого (УБТ) натяга резьбового соединения УЗ методом.

С 1990 г. работы по НК контролю труб нефтяного сортамента продолжают в основном в НПФ «Зонд» [12–16]. Новым этапом стали исследования в области контроля прочности и герметичности резьбовых соединений новых конструкций с целью выявления новых диагностических параметров. На основе установленных зависимостей между степенью напряженности свинченного соединения и его акустическими характеристиками были разработаны способы контроля герметичности резьбовых соединений УЗ методами.

В дальнейшем исследования Ивано-Франковской школы НК распространились на буровые



вышки, фонтанные арматуры, грузоподъемные механизмы, трубопроводы и другие объекты нефтегазового комплекса [17–32].

С 1991 г. Ивано-Франковский университет нефти и газа готовит специалистов по специальности «Приборы и системы неразрушающего контроля», в 2004 г. открыта новая специализация – «Техническая диагностика металлоконструкций».

Этот краткий обзор показывает, что вклад Ивано-Франковской школы в становление и развитие УЗ контроля в нефтегазовой отрасли является достаточно весомым. Именно здесь впервые поставлена и комплексно решена чрезвычайно важная для отрасли и для государства в целом научно-практическая проблема – обеспечение эксплуатационной надежности нефтегазопромыслового инструмента и оборудования, причем охвачен весь цикл – от теоретических исследований и научного обоснования путей решения проблемы к серийному производству и внедрению конкурентоспособных технических средств и технологий НК, регламентации связанных с ними процедур и организационных мероприятий, в частности, по подготовке кадров, сертификации оборудования и т. п.

Основной научный итог 40-летней деятельности Ивано-Франковской школы НК в первую очередь состоит в создании нового научно-технического направления – НК оборудования нефтегазового комплекса УЗ методами. В пределах этого направления Ивано-Франковскими учеными впервые:

установлены преобладающие причины отказов трубных колонн, исследованы закономерности развития усталостных повреждений и, как следствие, установлены критерии отбраковки для всех типовых размеров труб нефтяного сортамента [2, 19];

изобретены способы контроля элементов свинчатых резьбовых соединений трубных колонн – УЗ методом. Этот метод и до сих пор остается единственно возможным для контроля свинчатых элементов [2];

научно обоснованы параметры резьбовых соединений, несоответствие которых регламентированным значением вызывает усталостные повреждения [10];

предложены новые диагностические параметры, давшие возможность оценивать качество резьбового соединения после его свинчивания и в процессе эксплуатации [12, 14];

обосновано использование УЗ метода для измерения показателей, характеризующих эти новые диагностические параметры [11, 12];

установлен характер взаимосвязи между эксплуатационными характеристиками резьбовых соединений и параметрами УЗ метода контроля,

разработаны способы УЗ контроля резьбовых соединений, которые обеспечивают не только выявление уже существующих дефектов, но и измерение тех параметров резьбовых соединений, которые определяют его эксплуатационные характеристики (прочность и герметичность);

разработаны способы измерения геометрических характеристик оборудования методом непре-

рывного сканирования (аналогов не существует до настоящего времени);

разработаны способы и методики идентификации оборудования в соответствии с его физико-механическими свойствами [13];

разработаны методики определения оптимальной периодичности проведения НК [8, 19];

предложена и нормативно (на уровне нефтегазовой отрасли) обеспечена общая концепция развития НК, которая, кроме технического, предусматривала также методическое, организационное и кадровое обеспечение;

последующее развитие получили методы оценки фактического технического состояния и прогнозирования технического ресурса оборудования.

Результаты научных исследований прошли экспериментальную апробацию и реализованы в технических средствах и технологиях НК и технической диагностики (ТД), внедренных практически во всех нефтегазодобывающих регионах бывшего СССР и более чем в десятке стран дальнего зарубежья. Найденные технические решения защищены более чем 100 авторскими свидетельствами СССР, патентами Украины, России, Германии, Великобритании, Франции, освещены в почти 500 публикациях в периодических научных изданиях, материалах всесоюзных, международных и отечественных конференций.

Сегодняшние патентно-лицензионные и конъюнктурные исследования свидетельствуют, что технико-экономические показатели разработанных средств и технологий и до сих пор соответствуют уровню лучших зарубежных аналогов, а по некоторым показателям – превосходят их.

Об актуальности решаемых задач и их межотраслевой значимости свидетельствует то, что они были отнесены к приоритетным направлениям развития науки и техники еще в Советском Союзе, а теперь считаются таковыми в Украине. В частности, специалисты Ивано-Франковской школы НК принимали участие в выполнении заданий Отраслевых научно-технических программ Госнефтегазпрома на 1997–2001 гг. и на 2004–2008 гг. «Создание, освоение серийного выпуска и внедрение в производство комплекса технических средств и технологий НК и ТД трубных колонн, бурового и нефтегазопромышленного оборудования и инструмента при разработке нефтегазовых месторождений на суше и в морских акваториях», работали над заданиями Государственных программ развития приоритетных направлений науки и техники (04.03 «Повышение надежности и долговечности машин и конструкций», 05.53 «Поиск и добыча минерально-сырьевых ресурсов и их комплексная переработка»), задействованы в выполнении Государственной программы развития работ по добыче нефти и газа в украинском шельфе Азовского и Черного морей и Национальной программы «Нефть и газ Украины» до 2010 г. и др.

Внедрение научно-практических результатов Ивано-Франковской школы НК безусловно способствует значительному укреплению и международному признанию авторитета украинской науки.



1. Мигаль И. Г., Криничный П. Я. Использование ультразвука для дефектоскопии бурильного оборудования // Сб. «Вопросы прикладной акустики и вибрационной техники» АН УССР. — Киев: Наук. думка, 1966.
2. Мигаль И. Г. Исследование и разработка технических средств обнаружения дефектов в резьбовых соединениях бурильных труб при освоении глубоких скважин // Диссерт. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. — М.: ВНИИБТ, 1980. — 24 с.
3. А. с. № 261758. Способ повышения чувствительности контроля при ультразвуковой дефектоскопии // И. Г. Мигаль, П. Я. Криничный, В. И. Чистяков, В. Я. Собашко. — БИ № 5, 1970.
4. А. с. № 1792530. Способ ультразвукового контроля конических резьбовых соединений с упорными уступами // О. М. Карпаш, Я. М. Зинчак, П. Я. Криничный и др. — БИ № 4, 1993.
5. Криничный П. Я., Карпаш О. М., Кийко Л. М. Ультразвуковая дефектоскопия рёзевих з'єднань обважнених бурильних труб у зібраному стані // Наук.-техн. журн. «Методи і прилади контролю якості». — Івано-Франківськ: ФНТУНГ, 2000. — № 6.
6. Криничный П. Я., Чистяков В. И., Третьяк Г. М., Семенов Г. Н. Ультразвуковой импульсный толщиномер «ЭХО-1М» для непрерывного контроля толщины стенки нефтепромысловых труб // РНТС «Автоматизация и телемеханизация нефтяной промышленности». — Москва: ВНИИОЭНГ, 1978. — № 4.
7. Криничный П. Я., Чистяков В. И., Семенов Г. Н. Ультразвуковой классификатор бурильных труб КБТ-1 по степени износа толщины стенки // Дефектоскопия. — 1985. — № 11.
8. РД 51-01-15-86. Руководящий нормативный документ. Инструкция по проведению неразрушающего контроля труб нефтяного сортамента в условиях глубокого наклонно-направленного бурения / И. Г. Мигаль, О. М. Карпаш, Я. М. Бажалук, Я. М. Зинчак и др. — М.: Мингазпром, 1986. — 71 с.
9. РД 51-01-24-86. Руководящий нормативный документ. Типовое положение о службе неразрушающего контроля бурового предприятия в системе Министерства газовой промышленности / И. Г. Мигаль, О. М. Карпаш, Ф. И. Турко, Я. Б. Даниляк и др. — М.: Мингазпром, 1986. — 23 с.
10. Карпаш О. М. Повышение работоспособности бурильных труб с коническими стабилизирующими поясками / Дисс. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. — М., 1983.
11. Зинчак Я. М. Совершенствование технических средств обеспечения работоспособности соединительных элементов трубных колонн в условиях эксплуатации / Дисс. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. — М., 1993.
12. Карпаш О. М. Методи та засоби забезпечення роботоздатності трубних колонн / Дис. на здоб. наук. ступ. докт. техн. наук. — Івано-Франківськ, 1996.
13. Молодецкий И. А. Розробка технології та технічних засобів неруйнівного контролю фізико-механічних характеристик нафтогазового обладнання та інструменту // Дис. на здоб. наук. ступ. канд. техн. наук. — Івано-Франківськ, 1999.
14. Кийко Л. М. Методи й засоби контролю рёзевових з'єднань трубних колонн // Дис. на здоб. наук. ступ. канд. техн. наук. — Івано-Франківськ, 2002.
15. Козоріз А. В. Розробка установки автоматизованого контролю якості обсадних труб // Дис. на здоб. наук. ступ. канд. техн. наук. — Івано-Франківськ, 2003.
16. Вісков О. В. Підвищення вірогідності та інформативності акустичного контролю трубних виробів // Дис. на здоб. наук. ступ. канд. техн. наук. — Івано-Франківськ, 2003.
17. Векерик В. В. Акустичний контроль геометричних параметрів обсадних колонн в свердловині // Дис. на здоб. наук. ступ. канд. техн. наук. — Івано-Франківськ, 2004.
18. Кононенко М. А. Розробка методів та засобів контролю якості теплоізоляції холодильного обладнання // Дис. на здоб. наук. ступ. канд. техн. наук. — Івано-Франківськ, 1998.
19. Луценко Г. Г. Удосконалення засобів та методів акустичного контролю металоконструкцій // Дис. на здоб. наук. ступ. канд. техн. наук. — Івано-Франківськ, 2005.
20. ГСТУ-320.02829777.001-95. Положення про службу неруйнівного контролю в нафтовій і газовій галузях.
21. ГСТУ-320.02829777.002-95. Інструкція по проведенню неруйнівного контролю нарізних труб нафтового сортаменту в процесі їх експлуатації.
22. ГСТУ-320.02829777.014-99. Неруйнівний контроль та оцінка технічного стану металоконструкцій бурових веж в розібраному і зібраному стані.
23. ГСТУ-320.02829777.013-99. Рекомендації по проведенню неруйнівного контролю бурового обладнання.
24. СТП 320.00135390.067-2002. Оцінка технічного стану вежових підйомників для збирання баштових веж (ПВК-1, ПВУ-35, ПВ2-45, ПВ5-60, ПВЛ) та механізмів підймання шоглових веж (МПВ, МПВА).
25. СТП 320.00135390.068-2002. Оцінка фактичного технічного стану основ бурових веж.
26. СТП 320.00135390.069-2002. Методика технічного діагностування для продовження терміну експлуатації відмортованого обладнання для видобутку нафти і газу.
27. СТП 320.00135390.070-2002. Методика технічного діагностування для продовження терміну експлуатації технологічного транспорту і спецтехніки.
28. СТП 320.00135390.071-2002. Методика технічного діагностування для продовження терміну експлуатації відмортованого обладнання для ремонту свердловин.
29. СОУ 11.1-20077720.003-2004. Арматура фонтанна та голівки колонні. Контроль технічного стану. Методи неруйнівні.
30. СОУ 60.3-30019801-007-2004. Магістральні газопроводи. Неруйнівний контроль при капітальному ремонті.
31. СОУ 11.2-30019775-044-2005. Засоби для капітального ремонту свердловин. Підймальне обладнання. Вежі та лебідки. Контроль технічного стану.
32. СОУ 11.2-30019775-053-2005. Засоби для капітального ремонту свердловин. Обладнання та інструмент. Контроль технічного стану.

Ин-т электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины, Киев
 Ив.-Франк. нац. техн. ун-т нефти и газа
 Науч.-произв. фирма «Зонд», Ивано-Франковск

Поступила в редакцию
 15.09.2005

УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!

Приглашаем Вас разместить рекламную информацию (ч/б или в цвете) в журнале «Техническая диагностика и неразрушающий контроль» в 2006 г.

Редакция журнала принимает активное участие в конференциях по НК и специализированных выставках в качестве отдельного экспонента и распространяет дополнительные тиражи среди участников и посетителей конференций и выставок.

Будем рады Вашим предложениям.

Дополнительную информацию можно получить
 по тел.: (044) 271-23-90, 529-26-23; E-mail: journal@paton.kiev.ua