

«КОЛТЮБИНГОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ВНУТРИСКВАЖИННЫЕ РАБОТЫ»

13-я Международная научно-практическая конференция

Coiled Tubing Technologies and Well Intervention

13th International Research and Practice Conference

В Москве, в конференц-зале отеля «Аэростар», 31 октября – 2 ноября была проведена 13-я Международная научно-практическая конференция «Колтюбинговые технологии и внутрискважинные работы». Организаторами мероприятия выступили Ассоциация специалистов по колтюбингу и внутрискважинным работам (ICoTA), ее российский представитель Центр развития колтюбинговых технологий и редакция журнала «Время колтюбинга». Конференция прошла под эгидой Министерства энергетики Российской Федерации. Спонсорами выступили компании «Шлюмберже» (генеральный спонсор), СЗАО «Фидмаш» (официальный спонсор и спонсор семинара), Trican Well Service (специальный спонсор и спонсор семинара), компания «ЕВС» и СЗАО «Новинка» (спонсоры технических секций конференции).

Нынешняя встреча собрала рекордное число участников из различных регионов России, а также из Беларуси, Украины, Казахстана, Швейцарии, США, Канады, Ирана, Малайзии – более полутора сотен делегатов от 62 нефтегазосервисных, нефтегазодобывающих, производящих оборудование компаний, высших учебных заведений, исследовательских структур. На конференцию прибыли представители компаний «Роснефть», «Газпром», «Газпром нефть», «ЛУКОЙЛ», «Шлюмберже», Trican Well Service, Weatherford, Halliburton, «Татнефть», ООО «Интегра – Сервисы», «ЕВС», «БВТ-Восток», Eriell Group, «Белоруснефть», Halliburton, ERIELL Group, СЗАО «Фидмаш», Serva Group, Welltec, «Пакер-Сервис», Westor Overseas Holding, «Фрак Джет Волга», Global Tubing, Tenaris, NOV, НПФ «Пакер», НПП «РосТЭКтехнологии», СЗАО «Новинка», ООО «ТЕГАС», ОАО «Уралтрубмаш» и других.

В качестве официального информационного партнера выступил журнал «Нефть и Газ Евразия». Информационными партнерами являлись также

The conference hall of Moscow-based Aerostar hotel played host to the 13th International Research and Practice Conference “Coiled Tubing Technologies and Well Intervention” from October 31 to November 2, 2012. The event was arranged by the Intervention and Coiled Tubing Association, Coiled Tubing Technologies Development Centre and Coiled Tubing Times Journal. The conference was held under the auspices of the Ministry of Energy of the Russian Federation. It was sponsored by Schlumberger (main sponsor), NOV Fidmash (official sponsor of the workshop), Trican Well Service (special sponsor and workshop sponsor), EWS and Novinka (sponsors of the conference’s technical sessions).

This conference gathered a record number of participants from various regions of Russia, as well as from Belarus, Ukraine, Kazakhstan, Switzerland, USA, Canada, Iran, Malaysia – more than 150 people representing 62 oil and gas service companies, oil and gas production companies, equipment manufacturers, higher educational institutions and research agencies. The conference was attended by the representatives of such companies as Rosneft, Gazprom, Gazpromneft, LUKOIL, Schlumberger, Trican Well Service, Weatherford, Halliburton, Tatneft, Integra-Services, EWS, BVT-Vostok, Eriell Group, Belorusneft, Halliburton, ERIELL Group, Fidmash, Serva Group, Welltec, Packer-Service, Westor Overseas Holding, Frac Jet Volga, Global Tubing, Tenaris, NOV, Paker, RosTEKtekhologii, Novinka, TEGAS, Uraltrubmash and many others.

Oil and Gas Eurasia Magazine was an official information partner of the conference. Burenie & Neft Magazine, Neft & Capital Magazine, Oil and Gas Vertical Journal, Nefteservice Magazine, Territory Neftgaz Journal and Oil&Gas Journal Russia also served as information partners of the event.

It is a tradition that technical sessions of this renowned conference are preceded by a one-day



журналы «Бурение и нефть», «Нефть и капитал», «Нефтегазовая вертикаль», «Нефтесервис», «Территория «Нефтегаз», Oil&Gas Journal Russia.

Стало уже традицией то, что технические секции этой широко известной всем российским специалистам нефтегазового сервиса ежегодной конференции предваряет однодневный образовательный семинар. Он носит обучающий характер, длится полный день (ныне он занял восемь учебных часов) и рассчитан на тех слушателей, которые хотят повысить свои теоретические знания в области колтюбинговых технологий, а также ознакомиться с самыми свежими техническими и технологическими новинками в профессиональной области, которые появились за последний год – со времени прошлого семинара.

В нынешнем году семинар был подготовлен специалистами компании Trican Well Service и носил название «Новейшее применение колтюбинга», которому в полной мере соответствовал. Курс состоял из двух частей.

Автором и лектором первой части – «Колтюбинговое оборудование и технологии, производство и техническое обслуживание гибкой трубы» – выступил доктор Берни Луфт, который является научным консультантом журнала «Время колтюбинга». Курс содержал подробную информацию о колтюбинговом оборудовании, технологиях производства гибкой трубы, характеристиках материалов гибкой трубы, контроле и техническом обслуживании гибких труб, причинах отказов гибких труб и способах их предотвращения и устранения в полевых условиях, управлении колтюбинговым оборудованием и его обслуживании.

Вторая часть семинара – «Гидравлический разрыв пласта с применением колтюбинга» – русскоязычной аудитории была предложена впервые. Ее автор и лектор, бакалавр наук

workshop. This workshop is of educational nature, it lasts for the whole working day (this time the workshop lasted for eight hours) and is meant for people who want to improve their theoretical knowledge in the sphere of coiled tubing technologies and learn about the state-of-the-art technical and technological developments that have appeared over the recent year.

This year the workshop was prepared by the experts of Trican Well Service and was titled “Advanced Application of Coiled Tubing”. The workshop consisted of two parts.

Dr. Bernie Luft, who is Scientific Adviser of the Coiled Tubing Times Journal, was the author and the lecturer of the first part of the workshop titled “Coiled Tubing Equipment, Manufacturing, Management and Technologies”. This part of the workshop was dedicated to coiled tubing equipment, coiled tubing manufacturing techniques, material performance, coiled tubing management and maintenance, coiled tubing failure investigations and how to prevent and remedy failures in the field conditions.

Second part of the workshop was titled “Fracturing with Coiled Tubing” and was proposed for the Russian speaking audience for the first time. Michael Stemp, Bachelor of Mechanical Engineering, was the author and the lecturer of the second part of the workshop. He spoke about the hydraulic fracturing principles, CT fracturing techniques, CT fracturing advances from 2000 to 2007 and present trends in CT fracturing in the overseas markets.

Judging by the number of questions to the lecturers we can say that the workshop sparked great interest of the experienced coiled tubing users as well as of newcomers, who only plan to start performing high-tech CT operations in their companies. All the participants of the workshop were provided with lecture summaries in Russian and were actively taking notes during the workshop. At the end of the course all the participants received personal certificates to



в области машиностроения Майкл Стемп подробно рассказал о принципах ГРП, методах ГРП с использованием гибких НКТ, основных достижениях ГРП с колтюбингом, отмеченных в период с 2000 по 2007 год, самых современных тенденциях при ГРП с гибкими трубами, прослеживающихся в заокеанском нефтегазовом сервисе.

Судя по количеству вопросов, заданных слушателями лекторам, семинар вызвал неподдельный интерес как у опытных пользователей колтюбинга, так и у новичков, которые только планируют приступить к высокотехнологичным работам в своих компаниях. Для закрепления знаний, полученных в процессе прослушивания лекций, слушатели получили русифицированные конспекты семинара, в которых они активно вели записи. В заключение курса каждому слушателю был вручен именной сертификат, подтверждающий успешное прохождение обучения.

Все предыдущие двенадцать конференций «Колтюбинговые технологии и внутрискважинные работы» неизменно открывал председатель оргкомитета Леонид Михайлович Груздилович, который одновременно являлся председателем ученого совета ЦРКТ, автором проекта «Время колтюбинга» и первым старшим сопредседателем российского отделения ICoTA. Нынешняя конференция началась с минуты молчания в память о Л.М. Груздиловиче, который скончался 20 октября 2012 года после тяжелой болезни.

confirm their successful completion of the training.

All the previous twelve Coiled Tubing Technologies and Well Intervention conferences were traditionally opened by Leanid Hruzdilovich, Chair of the Organizing Committee, Chair of the Academic Council of Coiled Tubing Technologies Development Centre, author of the Coiled Tubing Times Project and Senior Co-Chairman of the Russian Chapter of ICoTA. This conference started with a minute of silence in honour of Mr. Hruzdilovich who passed away on October 20, 2012 after a severe disease.

Last year, speaking in the same conference hall Mr. Hruzdilovich defined the main goal of the conference: creating opportunities for formal and, what is no less important, informal communication of experts in a bid to discuss the present and the future of oil and gas service, and particularly well intervention and application of coiled tubing technologies. These words – that have not yet lost their relevance – were quoted during the opening of the 13th conference by Alena Lapatsentava, Director General of Fidmash, Senior Co-Chair of the Russian Chapter of ICoTA. She mentioned that the 13th Conference “is held in the context of relatively stable situation on the market, when high oil prices allow us predicting a sustainable demand for new high-performance equipment and technologies. Currently, we not only observe an increase in the number of operating CT units and hydraulic fracturing fleets, but also a tendency towards the performance of high-tech operations. They include running logging tools into horizontal wells with the use of coiled tubing,

В прошлом году, выступая здесь, в этом зале, Леонид Михайлович определил цель конференции как создание возможности для формального и, что не менее важно, неформального общения специалистов, для обсуждения вопросов настоящего и будущего нефтегазового сервиса, особенно внутрискважинных работ и, прежде всего, сервиса с применением колтюбинга. Эти слова, не утратившие своей актуальности, процитировала, открывая нынешнюю конференцию, ст. сопредседатель российского отделения ICoTA, генеральный директор СЗАО «Фидмаш» Е.Б. Лапотенцова. Она отметила, что 13-я конференция «проходит при достаточно стабильной ситуации на рынке, когда высокие цены на нефть позволяют прогнозировать устойчивый спрос на новое высокопроизводительное оборудование и технологии. В последнее время наблюдается не только рост количества работающих колтюбинговых установок и флотов ГРП, но и тенденция к осуществлению все более высокотехнологичных операций. Таких как доставка геофизических приборов в горизонтальные скважины с помощью колтюбинга и внедрение технологий получения информации по процессам, происходящим в скважине, в режиме реального времени, зарезка боковых стволов с помощью колтюбинга, строительство многозбойных скважин, высокотехнологичные цементировочные операции, сложные работы по межтрубному пространству, многостадийный ГРП и ГРП с азотом, и других. Как всегда, программа конференции насыщена информацией о самых новых технологических прорывах и уникальных выполненных работах. И, как всегда, участников конференции ждет интенсивное неформальное общение в кругу коллег и друзей».

Программа конференции включала шесть сессий, вместивших около трех десятков докладов.

Участники отдали должное кропотливой предварительной работе, проделанной организаторами в части отбора докладов и составления программы. Акцент программы был сделан на инновации и самый передовой опыт. Ее предельная насыщенность стала отличительной чертой нынешней конференции: каждое выступление вызывало неподдельный интерес, материализовавшийся в конкретные вопросы, на которые докладчики давали ответы, приоткрывая завесу над самыми интригующими технологиями и методиками.

В данном материале мы становимся на наиболее интересных сообщениях конференции. Тезисы докладов будут опубликованы ниже в этом номере журнала «Время колтюбинга» (см. содержание) и в № 1 (43) за 2012 год. Ряд докладов будет опубликован в журнале в виде статей. Мы

online acquisition of data about the processes in a well, sidetracking with coiled tubing, construction of multilateral wells, high-tech cementing operations, complex operations in the annulus, multi-stage hydraulic fracturing, hydraulic fracturing with the use of nitrogen and many others. As a rule, during the conference we will hear a lot of presentations dedicated to new technologies and unique jobs. And, as always, participants of the conference will have an opportunity for informal communication with their colleagues and friends”.

The agenda of the conference included six sessions with the total of around thirty presentations.

The participants of the conference paid tribute to the work done by the conference organizers in terms of selection of the presentations and arranging the agenda. The conference's agenda focused on innovations and best practices. Each presentation sparked great interest of the participants. They asked a lot of specific questions and the speakers answered them lifting the veil on their state-of-the-art technologies and methods.

This article will be dedicated to the most interesting presentations of the conference. The main talking points of these presentations will be published in this issue of Coiled Tubing Times Journal (see the contents) and in issue No.1 (43) of 2013. Some presentations will be published in the journal in the form of articles. In the near future we also plan to post the presentations at our updated website www.cttimes.org

HIGH TECHNOLOGIES ARE THE MAIN TREND

Several presentations were made by Schlumberger – the main sponsor of the conference. Presentation “Use of ACTive fiberoptic systems and new developments” was made by K. Burdin, PhD, Chief Technical Engineer for CT of Schlumberger, member of the Editorial Board of Coiled Tubing Times Journal. ACTive products are based on a CT with optical fiber injected inside. The system consists of a bottomhole tool, surface electronic equipment and data interpretation software. This technology allows for monitoring inside and outside pressure, temperature, for aligning the depth with the use of CCL and for distributed temperature sensing (DTS). This service allows for online monitoring and changing the flow of work, optimizing work results and reducing the number of trips.

Another Schlumberger's presentation was titled “Multistage hydraulic fracturing with the use of CT-deployed abrasive jet perforation in horizontal boreholes”. The works were done on demand of Lukoil - Western Siberia. The technology was piloted at the Tevlinsko-Russinskoye field. It was Russian first multistage hydraulic fracturing operation in a

планируем также в ближайшее время разместить презентации докладов конференции на обновленном сайте www.ctimes.org

В ТRENDAХ – ВЫСОКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Несколько сообщений было представлено генеральным спонсором конференции компанией «Шлюмберже». Доклад «Опыт применения оптоволоконных систем АСТive и новые разработки» озвучил к.т.н., главный инженер департамента по ремонту скважин с ГНКТ «Шлюмберже», член редакционного совета журнала «Время колтюбинга» К. Бурдин. Линейка продуктов АСТive основана на использовании ГНКТ с оптоволоконном внутри. Система состоит из забойного инструмента, наземного электронного оборудования и интерпретационного программного обеспечения (ПО). Технология позволяет отслеживать внутреннее и наружное давление, температуру, проводить привязку глубины по локатору муфт НКТ и делать замеры распределенной температуры (DTS). Этот сервис позволяет в режиме реального времени отслеживать и изменять ход работы, оптимизировать ее результат и снижает количество СПО.

Еще один доклад от «Шлюмберже» назывался «Многостадийный ГРП с использованием гидropескоструйной перфорации на ГНКТ в боковых горизонтальных стволах», работы были выполнены по заказу ООО «Лукойл – Западная Сибирь». Местом проведения пилотной работы было выбрано Тевлинско-Руссинское месторождение. Впервые в России был проведен многостадийный ГРП в боковом горизонтальном стволе скважины, законченной цементированным хвостовиком, с использованием гидropескоструйного перфорирования на ГНКТ (технология использования специального внутрискважинного инструмента, позволяющего выполнить перфорацию высоконапорными струями жидкости с песком, закачиваемой в скважину с поверхности по колонне ГНКТ) и волоконных форсированных песчаных пробок для временной гидроизоляции интервалов ГРП, так как обычные проппантные пробки неприменимы в горизонтальной скважине. Волоконный материал был применен в качестве укрепления проппантной пачки в момент его размещения в скважине как наилучший способ создания однородной изоляции.

Многостадийный ГРП стал одной из основных тем конференции. Кроме вышеназванного доклада и семинарского курса, ему был посвящен доклад от компании «ЕВС» «Системы для гидроразрыва пласта EWS «Мангуст» и Multistage Unlimited». Система Mangust представляет собой спускаемый



horizontal borehole completed with cemented liner with the use of CT-deployed abrasive jet perforation (use of a special downhole tool that allows making perforation with high-pressure sand-laden fluid injected from the surface into the well via a CT string) and fiber reinforced sand plugs for temporary isolation of frac intervals, since conventional proppant plugs are not applicable in horizontal wellbores. Fiber material was used to reinforce the proppant pack in the well and that was the best way of creating homogeneous insulation.

Multistage hydraulic fracturing has become one of the main topics of the conference. Besides the abovementioned presentation and the workshop, multistage hydraulic fracturing was also the focus of the EWS presentation titled “Mongoose and Multistage Unlimited hydraulic fracturing systems”. Mongoose system includes a CT-conveyed tool for abrasive jet perforation and hydraulic fracturing of several intervals during one trip. This system allows reducing the time of job performance compared to other systems on the market, and having a ready wellbore right after the job with no need to drill out plugs, balls or nipples. Liner can be fully cemented in the wellbore to ensure full isolation of zones without the need to install packers for open holes. The whole job – from perforation to the stage of readiness for frac operation – lasts less than an hour. If you use Mongoose system together with the Multistage Unlimited frac collars you will be able to achieve better reduction of job performance time: the well is ready for the next frac operation in less than five minutes.

S. Kovalyov, CT Manager of Weatherford, made

на гибких трубах инструмент для проведения абразивной перфорации и гидроразрыва нескольких интервалов за одну спуско-подъемную операцию. Ее использование позволяет значительно сократить время производства работ относительно других систем, представленных на рынке, а также получить сразу по окончании скважинных работ свободный ствол, в котором не нужно разбуривать пробки, шары или ниппели. Хвостовик можно полностью зацементировать в стволе скважины, обеспечив разобщение интервалов, без необходимости установки пакеров для необсаженных стволов. Вся операция, от перфорации до этапа готовности к производству гидроразрыва пласта, занимает менее часа. При сочетании системы «Мангуст» с муфтами для мультистадийного ГРП Multistage unlimited можно еще эффективнее сократить время производства работ: скважина готова к следующей операции ГРП менее чем за 5 минут.

Представитель компании Weatherford, менеджер по НКТ С. Ковалев озвучил доклад «Фрезерование муфт многостадийного ГРП (ZoneSelect), операции с двигателями. Ловильные операции на ГНКТ. Гидропескоструйная перфорация». Собирательное название сервиса по предоставлению оборудования для внутрискважинных работ через НКТ, осуществляемых на кабеле, ГНКТ или НКТ – Thru-Tubing Services. Докладчик рассказал о широком спектре направлений работ, включающем операции с двигателями, ловильные операции, гидропескоструйную перфорацию (ГПП), пакеры и изоляционные пробки, подробно остановившись на каждом направлении в части необходимого оборудования и областей применения технологий.

Доклад «Применение комплекса ГНКТ для фрезерования, промывки, освоения горизонтальных скважин с компоновками-хвостовиками для многостадийных ГРП» обобщил опыт совместной работы на Приобском месторождении компаний «Роснефть» и «Шлюмберже». Сравнительно недавно в связи с ростом объема строительства горизонтальных скважин гибкие трубы стали применяться для проведения работ в горизонтальных стволах: при проведении геофизических исследований, перфорации, ловильных работ, промывочных работ, фрезерования и в некоторых других операциях. Активное внедрение компоновок многостадийного заканчивания с ГРП на горизонтальных скважинах в России потребовало от сервиса ГНКТ решения нетривиальной задачи – фрезерования шаров и посадочных седел в горизонтальных стволах длиной до 1000 м с изменяющимся внутренним диаметром. В докладе были подробно освещены процесс подбора



a presentation titled “Milling multistage hydraulic fracturing collars (ZoneSelect), operations with motors. Fishing operations with the use of CT. Abrasive jet perforation”. Thru-Tubing Services – this is a collective name of the operations to run downhole tools through the tubing with the use of a wireline, coiled tubing or tubing. The speaker informed the audience about a wide range of works, including works with the use of motors, fishing operations, abrasive jet perforation, packers and isolation plugs speaking in detail about the equipment and technologies necessary for each area of works.

Presentation “Use of coiled tubing unit for milling, cleaning and completion of horizontal wellbores with liner assemblies for multistage hydraulic fracturing” summarized the experience of joint work of Rosneft and Schlumberger at Priobskoye field. Due to the increase in the number of horizontal wells drilled, coiled tubing has recently started to be actively used to perform various kinds of works in horizontal wellbores: logging, perforation, fishing operations, well cleaning operations, milling and others. Active use of multistage frac completion assemblies in horizontal wells posed a certain challenge for the coiled tubing services – milling balls and baffle collars in horizontal wellbores up to 1000 meters long with variable inner diameter. The presentation covered the process of choosing candidate wells, identifying the best technical solution, selection of equipment and planning CT operation. It also covered the results of job performance at four wells in comparison with other methods of multistage fracturing.

Presentation titled “Abrasive jet perforation of the production string with the use of coiled tubing”

скважин-кандидатов, определение оптимального технологического решения, выбор оборудования и планирование работы ГНКТ, результаты проведения работ на четырех скважинах в сравнении с другими альтернативными методами многостадийного ГРП.

Еще одному современному тренду высокотехнологичного нефтегазового сервиса был посвящен доклад «Технология гидропескоструйной перфорации эксплуатационной колонны при использовании ГНКТ», предоставленный компанией Weatherford и озвученный инженером Р. Шариповым. Было подробно рассмотрено оборудование для ГПП, включая программное обеспечение MacFlow, с помощью которого производится расчет оптимальных параметров для ГПП, а также приведены примеры испытаний и работ. Было отмечено, что ГПП является одной из самых безопасных операций по повторному вскрытию пласта, поскольку не нарушает естественной проницаемости пласта традиционной перфорацией, что способствует повышению нефтеотдачи пласта по сравнению с перфорацией с применением взрывчатки. Преимущества ГПП на ГНКТ заключаются также в меньшем повреждении материнской породы в отличие от кумулятивной перфорации. Кроме того, в случае с ГНКТ все работы проводятся на балансе или минимальной репрессии, тогда как во время работ по КРС при глушении скважины не исключены потери жидкости в пласт, что приводит к негативным последствиям.

Директор НОЦ «Промысловая химия» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, консультант журнала «Время колтюбинга», профессор Л. Магадова выступила с докладом «Выбор кислотных композиций по данным ЯФМ ГИС о вещественном составе породы-коллектора». Важным и наиболее ответственным этапом проектирования технологии кислотной обработки является выбор технологической жидкости процесса. Однако литературные данные и промысловый опыт свидетельствуют о недостаточной степени проработанности данного вопроса. Зачастую выбор необходимого кислотного состава проводится без достаточного научно-методологического обоснования. Следствием такого подхода является низкий уровень успешности кислотных обработок, не превышающий для классических обработок с применением соляной и грязевой кислот 40–50%. Весьма эффективным в выборе технологии кислотной обработки и кислотного состава представляется следующий подход: технология кислотного воздействия на призабойную зону пласта должна применяться не от метода к объекту, как это происходит в большинстве случаев, путем



was made by R. Sharipov, Engineer of Weatherford. The speaker provided detailed information about the equipment for abrasive jet perforation, including MacFlow software to calculate the most optimal parameters for abrasive jet perforation, and also gave examples of the performed tests and works. It was mentioned that abrasive jet perforation is one of the safest perforation methods, since it does not disturb the natural permeability of the formation and allows achieving enhanced oil recovery as compared to perforation with the use of explosive material. Advantages of CT-deployed abrasive jet perforation also include lesser damage to the parent rock as compared to cumulative perforation. Besides, in case of CT all the works are performed with the underbalance or slightly overbalance pressure, while during workover operations and well killing some fluid may get into the formation leading to negative consequences.

Professor L. Magadova, Director of the Research and Educational Centre “Oilfield Chemistry” of the Gubkin Russian State University of Oil and Gas, Adviser to the Coiled Tubing Times Journal, made a presentation titled “Choosing acid compounds on the basis of reservoir rock material data obtained with the use of nuclear-physical logging methods”. Choosing acid compound is an important and demanding stage of designing acid treatment operations. However, oilfield data and literature data show that this matter has not been studied enough yet. Very often acid compounds are chosen without any scientific or methodological rationale. As a result, we have rather low success rate of acid treatments, which does not go beyond 40–50% for standard treatments with the use of hydrochloric and

переноса опыта работ по кислотному воздействию с одних месторождений на другие, а наоборот, должна непосредственно учитывать геолого-физические особенности данного месторождения – от объекта к методу. Реализация такого подхода не представляется возможной без применения современных и надежных методов комплекса геофизических исследований скважин (ГИС), в частности ядерно-физических методов (ЯФМ) ГИС.

ПЕРЕДОВАЯ ПРАКТИКА И УНИКАЛЬНЫЕ РАБОТЫ

Первым опытом колтюбингового бурения боковых стволов на депрессии в РУП «ПО «Белоруснефть» поделился инженер А. Богатко. Была разработана и успешно апробирована технология колтюбингового бурения на депрессии, исключая необходимость использования специализированных элементов циркуляционной системы и противовыбросового оборудования для спуска КНБК в скважину под давлением. При бурении была использована разработанная схема обвязки оборудования, позволяющая создавать депрессию на пласт путем азотирования нефти как в скважине через дополнительное кольцевое пространство между обсадной и лифтовой колоннами, так и непосредственно в элементах циркуляционной системы с последующей подачей газожидкостной смеси через гибкую трубу на забой. Всего были выполнены две скважинные операции с общим объемом бурения 118 м. В процессе вскрытия продуктивных отложений депрессия поддерживалась на уровне 1–5 МПа.

Еще один доклад от «Белоруснефти», озвученный инженером-конструктором Д. Третьяковым, был посвящен «Опыту внедрения колтюбинговых технологий в нефтедобыче на месторождениях Припятского прогиба». В последние годы колтюбинговые технологии находят все более широкое применение в нефтедобыче при освоении скважин и выполнении геолого-технических мероприятий. В Республике Беларусь с применением колтюбинга разработаны и адаптированы к геологическим условиям Припятского прогиба такие технологии, как освоение, исследование и интенсификация притока в каждом из стволов многоствольных скважин, обработка околоствольной зоны пласта с применением пенокислотных составов, селективная изоляция водопритока, промывки НКТ, восстановление забоя в нагнетательных скважинах. В докладе были отражены особенности каждой из перечисленных технологий и дана оценка их эффективности.

Компания «Шлюмберге» поделилась опытом успешного освобождения аварийного лифта НКТ с помощью гидромеханического трубoreза на



mud acids. The following approach to the selection of acid compounds and acid treatment technology seems to be very effective: currently, in the majority of cases when performing acid treatment we simply replicate the experience gained at a certain field to other fields, but the approach should be vice versa – we need to take into account geological and physical properties of a particular field and select our acid compound and acid treatment technology accordingly. But this approach cannot be implemented without applying modern and reliable logging methods, in particular, nuclear and physical logging.

BEST PRACTICES AND UNIQUE JOBS

A. Bogatko, Engineer of Belorusneft, shared the company's first experience of underbalanced sidetracking with the use of CT. The company developed and successfully tested the technology of underbalanced coiled tubing drilling that avoids the necessity for the use of special elements of circulation system and blowout equipment to run a BHA into the well under pressure. The company developed a special connection and piping system for the equipment that allows creating underbalance pressure in the formation zone by means of nitrifying oil both in the well via an additional annulus between the casing and the production string and in the circulation system with subsequent injection of the gas-liquid mixture via CT to the well bottom. The company performed two jobs with total drilling distance of 118 meters. When opening the producing formations the underbalance pressure was sustained at the level of 1–5 MPa.

ГНКТ. Прихват лифта НКТ был ликвидирован на Гаршинском нефтяном месторождении ТНК-ВР «Оренбургнефть». Эта операция была выполнена комплексно за две СПО: фрезерование стоп-кольца торцевым фрезом и отрезание прихваченного лифта НКТ диаметром 73 мм при помощи КНБК, оснащенной гидромеханическим труборезом. Впоследствии прихваченный УЭЦН был успешно извлечен из скважины с использованием УБТ и ловильной компоновки, оснащенной овершотом. Для компании «Шлюмберже» механическая резка применялась впервые в России. На сегодняшний день также успешно выполнены две операции по отрезанию НКТ 89 мм в ситуациях с прихватом пакера. Полученный опыт может быть успешно применен во многих схожих ситуациях на других месторождениях при прихватах НКТ или ГТ.

«Прохождение скважинным трактором 15 562 метров в скважине с большим наклоном ствола. Случай из практики». Так назывался доклад от компании Welltec. В ходе работ был поставлен мировой рекорд по суммарному расстоянию, пройденному в одной скважине с помощью скважинного трактора типоразмера 2 1/8 дюйма в процессе доставки геофизических приборов и оборудования.

КЛЮЧ К ТЕХНОЛОГИЯМ – ОБОРУДОВАНИЕ

В современном нефтегазовом сервисе невозможно провести границу между технологиями и оборудованием. Перефразируя великого поэта, хочется сказать: «Мы говорим «технологии», а подразумеваем «оборудование». Верно и обратное утверждение. И все же в этом подразделе мы попытаемся объединить информацию о докладах, посвященных, прежде всего, оборудованию.

Начальник УПиПП СЗАО «Фидмаш» Ю. Белугин выступил с докладом «Оборудование для выполнения высокотехнологичных операций по повышению нефтегазоотдачи пластов». В современных условиях основным средством повышения экономической эффективности нефтегазосервисных предприятий является освоение новых технологий при помощи современного оборудования, которое позволяет как осваивать новые сегменты рынка, так и снижать издержки при проведении операций. При этом организация эффективного взаимодействия между сервисной компанией и производителем оборудования позволяет ускорить и оптимизировать процесс внедрения новых технологий. В то же время наличие постоянной обратной связи позволяет СЗАО «Фидмаш» развиваться в направлении, которое соответствует ожиданиям клиентов.

Another presentation on behalf of Belorusneft was made by D. Tretyakov, Designing Engineer. The presentation was titled “Experience of introduction of coiled tubing technologies at the oilfields of Prip'yatsky downfold”. Coiled tubing technologies find a more widespread application in well completions and other well interventions. The following technologies employing coiled tubing were developed and adapted to the geological conditions of the Prip'yatsky downfold in the Republic of Belarus: well completion, well surveying and production stimulation in each borehole of a multilateral well, treatment of near-wellbore formation areas with foamed acids, selective water shutoff, tubing flushing, bottomhole restoration in the injection wells. The presentation touched upon the peculiarities of each of the abovementioned technologies and their efficiency.

Schlumberger shared its experience of releasing stuck tubing with the use of CT-deployed hydraulic-mechanical tube cutter. This job was done at Garshinskoye field of TNK-BP Orenburgneft. This operation was performed in two trips: milling baffle plate with a junk mill, and cutting 73-mm tubing with the use of BHA equipped with hydraulic-mechanical tube cutter. After that the stuck ESP unit was successfully retrieved out of the well with the use of drill collar and fishing assembly with an overshot. For Schlumberger it was the first mechanical cutting operation in Russia. To date the company has also successfully conducted two cutting operations for 89-mm tubing with stuck packers. This experience may be used in similar situations at other fields in case of stuck tubing or CT.

“Tractoring 15,562 meters in a highly deviated well. Case study.” This is the title of the presentation made by Welltec. During this operation the company set a world record in terms of the total distance travelled by a 2 1/8 – inch tractor in one well in the process of running logging tools and equipment.

EQUIPMENT IS A KEY TO TECHNOLOGY

In the modern oil and gas services sector it is impossible to make a clear distinction between technologies and equipment. Rephrasing a famous poet we feel like saying: “We say “technology”, but we mean “equipment”.” And the reverse statement is also true. But still, in this part of the article we will try to summarize the presentations dedicated to equipment.

Mr. Belugin, a representative of NOV Fidmash, made a presentation titled “Equipment for high-tech enhanced oil recovery operations”. Under contemporary conditions the only way to improve cost effectiveness of oil and gas service companies is to master new technologies with the help of state-of-the-art equipment that allows tapping new market segments and reducing operational costs. Efficient cooperation between a service company



В докладе были представлены комплексы оборудования для выполнения современных высокотехнологичных операций по повышению нефтегазоотдачи пластов и ТКРС, геофизических исследований скважин, проведения гидроразрыва пластов и др., приведен обзор технологических возможностей нового оборудования, разработанного специалистами СЗАО «Фидмаш», а также представлены основные характеристики серийно выпускаемой техники.

Коммерческий директор лизинговой компании ООО «Техностройлизинг», официального финансово-лизингового партнера СЗАО «Фидмаш», Р. Игилов рассказал о перспективах сотрудничества с ООО «Техностройлизинг» и условиях приобретения техники в лизинг (аванс 10–30%, срок от 2 до 7 лет, удорожание от 6% в год).

С современными техническими средствами для направленного бурения скважин, в том числе на депрессии, ознакомил присутствующих заместитель директора – главный конструктор СЗАО «Новинка» С. Атрушкевич. Система направленного бурения СНБ89 предназначена для управляемого бурения всех типов скважин и обеспечения контроля внутрискважинных параметров и определения положения КНБК в режиме реального времени. СНБ89 может выпускаться в типоразмерах 73 мм, 76 мм или 89 мм и обеспечивает измерение, передачу, регистрацию и визуализацию следующих параметров: азимутального и зенитного углов, угла установки отклонителя, давления внутри КНБК, давления на забое, нагрузки на долото, вибрации, температуры и гамма-излучения. СЗАО «Новинка» разрабатывает и изготавливает компоновки с электрическим и гидравлическим каналом связи. Система СНБ89 подтвердила свою работоспособность в ряде скважинных

and an equipment manufacturer allows expediting and optimizing the process of introducing new technologies. At the same time, continuous feedback allows NOV Fidmash meeting the expectations of its clients.

The presenter also spoke about different sets of equipment meant for performance of high-tech operations such as enhanced oil recovery, well servicing and well workover, well logging, hydraulic fracturing and others; he made an overview of the features of new equipment developed by Fidmash and informed the audience about the main specifications of the series-produced equipment.

R. Igilov, Commercial Director of Tekhnostroyizing Leasing Company, which is an official financial and leasing partner of NOV Fidmash, spoke about the prospects of cooperation with his company and the leasing conditions for coiled tubing equipment (down payment of 10–30%, lease term of 2 to 7 years, appreciation – from 6% per year).

S. Atrushkevich, Deputy Director and Chief Designer of Novinka, informed the audience about the state-of-the-art equipment for directional drilling, including underbalanced drilling. Directional drilling system SNB89-type is meant for steerable drilling of all types of wells, monitoring of downhole parameters and determination of BHA position in online mode. SNB89 system can be manufactured in three main diameters – 73 mm, 76 mm or 89 mm. This system ensures measurement, transmission, recording and visualization of the following parameters: azimuth and zenith angles, whipstock orientation angle, pressure inside BHA, bottomhole pressure, weight on bit, vibration, temperature and gamma radiation. Novinka designs and manufactures assemblies with electric or hydraulic communication channels. SNB89 system has proven its operability in a number of well tests. Over the recent two years 7 sidetracks were

испытаний. В течение двух последних лет были пробурены 7 боковых стволов. Максимальная длина пробуренного бокового ствола составила 176 м. Кроме SNB89, предприятиями Группы ФИД может быть поставлен комплекс колтюбингового оборудования для направленного бурения, в том числе в условиях депрессии на продуктивный пласт: колтюбиновые установки, УСО, противовыбросовое оборудование, насосные установки и др.

В озвученном операционным менеджером по СНГ Марселом Босом докладе от компании «EWS» была представлена система IntelleCT, разработанная в сотрудничестве с Coil Services BV. В докладе описываются назначение системы и

принципы ее эксплуатации. При операциях с колтюбингом важным моментом является точное определение местоположения компоновки низа бурительной колонны (КНБК), контроль работы и показателей компоновки. Использование устройств регистрации данных, позволяющих записывать глубину, устьеовое давление, давление и производительность закачки позволяет повысить качество операций и в конечном итоге повысить производительность скважин. Сложным моментом является обеспечение высокого качества оперативных забойных данных, которое позволит устранить многие неопределенности. Специально разработанная КНБК передает данные через проводящий кабель IntelleCT, находящийся внутри колтюбинговой колонны. Он обеспечивает передачу оперативных данных на поверхность во время проведения работ.

Компания «Шлюмберге» ознакомила участников конференции с Digital Slickline Services. Было подробно рассказано об услугах «Сликлайн» в режиме реального времени: цифровой телеметрии данных на стандартной проволоке «Сликлайн», основных измерениях и функциональности на поверхности, специально разработанных модулях для посадки, изолирования, перфорации и измерения профиля притока, контроля с поверхности и записи данных. Слушатели получили исчерпывающую информацию о стандартном и дополнительном оборудовании цифрового «Сликлайн», а также об истории этого цифрового сервиса и практических примерах его применения.



made. Maximum length of the sidetrack was 176 m. Besides SNB89, enterprises of the FID Group can supply a set of coiled tubing equipment meant for directional drilling, including underbalanced one: CT units, blending and surge units, blowout equipment, pumping units, etc.

Marcel Bos, EWS Operations Manager for CIS, spoke about the IntelleCT system developed in cooperation with Coil Services BV. In the presentation he described the purpose of the system and its operational principles. When working with coiled tubing it is important to accurately identify the BHA position, monitor its main operational indicators. Usage of data recording devices that are capable of recording the depth, wellhead pressure, injection pressure and rate allows improving the quality of the job an overall well performance. One of the main challenges is to ensure high quality of online bottomhole data in order to eliminate many uncertainties. Specially designed BHA transmits data via IntelleCT conductor cable, placed inside the CT string. This cable ensures online data transmission to the surface during the job.

Schlumberger made a presentation about Digital Slickline Services. The presentation contained detailed information about online Slickline services: digital telemetry via a standard Slickline, basic measurements and functions on the surface, specially designed modules for setting, isolation, perforation, inflow profile measurement, monitoring from the surface and data recording. The audience received exhaustive information about the standard and additional digital Slickline equipment, as well as about

Инновационный внутрискважинный инструмент для работы в горизонтальных скважинах и боковых стволах был представлен начальником отдела разработки технических средств НПП «РосТЭКтехнологии» Ю. Штаховым. Было рассказано о новых разработках: внутрискважинном инструменте для работы в боковых стволах УПГ-54 (устройство поворотное гидравлическое), ПКГ-54 (переводник кривой гидравлический), инструменте для исследования горизонтальных скважин SGK-45 (соединитель геофизический комбинированный) и дано краткое описание вышеперечисленного инструмента, его характеристик и опыта применения.

В докладе, представленном ООО «ТЕГАС», которое специализируется на разработке и производстве самоходных азотных компрессорных установок, было подробно рассказано об операциях с их применением, а также о преимуществах компрессорных станций типа ТГА, вариантах их исполнения, услугах по пусконаладке, гарантийному, постгарантийному и сервисно-техническому обслуживанию продукции ООО «ТЕГАС».

ЕЕ ВЕЛИЧЕСТВО ГИБКАЯ ТРУБА

И конечно же, программа конференции, в заглавие которой вынесен эпитет «колтюбинговые», была бы неполной, если бы в ней не находились доклады, посвященные гибкой трубе.

«Исследование коррозии гибких труб в процессе кислотной обработки. Разработка технологии защиты металла гибких труб» – с таким сообщением выступила младший научный сотрудник кафедры «Технологии химических веществ для нефтяной и газовой промышленности» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина К. Потешкина. В докладе было рассказано об основных реагентах, применяемых для кислотных обработок, и их влиянии на гибкую трубу, описаны как преимущества, так и проблемы, наблюдающиеся при кислотных обработках скважин с применением колтюбинга. Докладчик подробно остановилась на видах коррозии и методах их исследования, для которого брались образцы стали гибких труб двух видов: ГТ-1 (QT-800, Quality tubing) и ГТ-2 (HS-70TM CM, Teneris). В качестве агрессивной среды была взята соляная кислота с добавлением различных ингибиторов, которые применяются в промышленности. Исследования проводятся на экспериментальной установке по оценке эффективности ингибиторов коррозии НОЦ «Промысловая химия». Эта методика дает также возможность оценивать эффективность разрабатываемых методов защиты металла ГТ, в том числе применимость того или иного

the history of such digital services and examples of its application.

Yu. Shtakhov, Head of Development Department of RosTEKtekhologii, made a presentation about innovative downhole tools meant for horizontal wells and sidetracks. He spoke about the company's new developments: downhole tools meant for operations in sidetracks – UPG-54-type (hydraulic rotating device), PKG-54-type (hydraulic bent sub), tools for surveying horizontal wells SGK-45-type (multi-purpose logging sub) and provided brief description of the abovementioned tools, their specifications and application experience.

Presentation made by a representative of TEGAS Company – a company that specializes in designing and manufacturing motorized nitrogen compressor units – was dedicated to application of nitrogen units, advantages of TGA-type compressor stations, their design variants, commissioning, services, warranty, post-warranty and technical maintenance of TEGAS's products.

HER MAJESTY COILED TUBE

And, of course, the agenda of the conference included presentations dedicated to coiled tube itself.

“Investigation of coiled tubing acid corrosion. Development of the technology for protection of coiled tubing metal” this is the title of the presentation made by K. Poteshkina, Junior Research Fellow of Chemical Engineering for Oil and Gas Industries Chair, Gubkin Russian State University of Oil and Gas. In her presentation Ms. Poteshkina spoke about the main chemical agents used for acid treatments, their impact on a coiled tube, advantages and disadvantages of acid treatments with the use of coiled tubing. The speaker dwelled upon the types of corrosion and methods of studying tube corrosion using steel samples from two types of tubes: CT-1 (QT-800, Quality tubing) and CT-2 (HS-70TM CM, Teneris). During tests they used hydrochloric acid adding various inhibitors that are widely used in the industry. The tests were done at the experimental test bench of the “Oilfield Chemistry” Research and Educational Centre meant for assessment of the efficiency of corrosion inhibitors. This technique also allows assessing the efficiency of different methods of protecting CT metal from the impact of acid solutions that are currently under development.

Garry McClelland, Deputy Director, Technical Sales Department of Global Tubing made a presentation “Innovative coiled tubing design to improve performance in deviated wells”. Over the recent years coiled tubing gained wider application for horizontal wells completions at non-conventional hydrocarbon fields. Service and producing companies found out that CT string fatigue life may reduce if improper CT design is chosen. Proper CT design must withstand

пассивирующего состава, от воздействия кислотных растворов при обработках пластов.

«Инновационный дизайн гибкой трубы, улучшающий эффективность ее использования в наклонно-направленных скважинах» представил заместитель директора отдела технических продаж компании Global Tubing Гарри МакКлелланд. В последние годы гибкая труба стала все чаще использоваться для заканчивания горизонтальных скважин на нетрадиционных месторождениях углеводородов. При этом сервисные и добывающие компании обнаружили, что усталостная прочность колонны гибких труб может уменьшаться, если была выбрана труба неподходящей конструкции. Правильная конструкция гибкой трубы должна выдерживать воздействие высокого давления, а также пластической усталости, которая накапливается в определенных областях трубы после многочисленных спуско-подъемных операций. При всем этом гибкая труба должна быть пригодна для использования в скважинах с большими отходами от вертикали. В настоящее время производители гибкой трубы и сервисные компании используют колтубинг инновационной конструкции, которая позволяет продлить срок его службы и повысить безопасность эксплуатации при разработке нетрадиционных месторождений.

Инженер-технолог ОАО «Уралтрубмаш» М. Усова рассказала о «Методике оценки ресурса ГТ на основе лабораторных испытаний», разработанной совместно со специалистами Южно-Уральского государственного университета. Методика базируется на аналитическом расчете ресурса ГТ с использованием циклических деформационных и прочностных характеристик материала, что в совокупности с расчетом кинетики напряженно-деформированного состояния позволяет прогнозировать момент наступления усталостного разрушения ГТ (образования макротрещины). В расчетах количество СПО связано с количеством циклов изгиба на испытательной установке линейной функцией, вид которой определен исходя из экспериментальных данных, полученных в ходе исследования образцов ГТ класса прочности СТ-80 на знакопеременный изгиб на лабораторной установке ОАО «Уралтрубмаш». Результаты теоретического расчета количества циклов изгиба на установке хорошо согласуются с экспериментальными данными, что позволяет сделать вывод о корректности теоретического подхода. На основе такой методики оценки повреждений также может быть спроектирован счетчик ресурса ГТ, позволяющий по данным о ее состоянии, поступающим в реальном времени, оценивать степень повреждения ГТ и ее остаточный ресурс.

high pressures and plastic fatigue that accumulates in certain sections of a tube after multiple trips. At the same time CT should also be suitable for use in highly-deviated wells. Currently, CT manufacturers and service companies use coiled tubing of innovative design that allows extending its service life and increasing operational safety during the development of non-conventional fields.

M. Usova, Process Engineer of Uraltrubmash, made a presentation titled “Method of coiled tubing fatigue life estimation on the basis of laboratory tests”. This method was developed in cooperation with South Ural State University. The methodology is based on analytical computation of CT service life (with the use of metal deformation and strength properties) and computation of stress and strain state kinetics what allows predicting the moment of CT fatigue failure (formation of a macrocrack). In the computations the number of trips is correlated with the number of bending cycles on a test bench by a linear function. The linear function was defined based on experimental data that were obtained during alternating bending tests of CT-80 tube at Uraltrubmash’s testing bench. Theoretical computations of the number of bending cycles are consistent with experimental data, what demonstrates the correctness of the theoretical approach. This methodology can also be used to design a CT service life counter. Based on the online information about the CT current state, the counter will estimate the level of CT damage and identify its remaining service life.

FIRST MILESTONE BIRTHDAY

Coiled Tubing Times Journal marked its first milestone birthday – 10th anniversary – within the framework of the 13th International Research and Practice Conference “Coiled Tubing Technologies and Well Intervention”. One feels like saying “celebrated”, but the celebration was marred by the recent decease of L.M. Hruzdilovich, the author the of the Coiled Tubing Times project. So, we marked the triumph of intellect, 10th anniversary of active dissemination of information about the state-of-the-art technologies and equipment in the former Soviet Union countries, jubilee of the informal Coiled Tubing Club.

In honour of the jubilee the participants released white balloons into the Moscow sky. Each balloon had the Coiled Tubing Times project logo (an elephant) and the text: “10th anniversary”. It is remarkable that the balloons flew up into the sky altogether symbolizing our unity.

This conference gathered the record number of participants. This demonstrates that we put our efforts into the rightful cause and engineers of oil and gas services sector become more and more

ПЕРВЫЙ КРУГЛЫЙ ЮБИЛЕЙ

В рамках 13-й Международной научно-практической конференции «Колтюбинговые технологии и внутрискважинные работы» журнал «Время колтюбинга» отметил свой первый круглый юбилей – 10 лет. Хотелось бы написать «отпраздновал», но праздник был омрачен недавней невосполнимой потерей автора проекта «Время колтюбинга» Л.М. Груздиловича. Поэтому мы отмечали торжество интеллекта, 10-летие интенсивной трансляции информации о новейших технологиях нефтегазового сервиса и инновационном оборудовании для него на постсоветском пространстве, юбилей неформального «Клуба любителей колтюбинга».

В честь юбилея в вечернее московское небо дружно улетели воздушные шары с нашим колтюбинговым трудягой-слоном и надписью «10 лет!» Участники конференции отпустили их одновременно, и полетели они светлой стайкой, вместе – в чем хочется тоже видеть знак нашего единства.

Нынешняя конференция прошла при историческом максимуме участников, а это значит, что дело наше правое, и интерес к новым технологиям у инженерной элиты нефтегазового сервиса растет. В зале было много как новых, так и хорошо знакомых организаторам лиц. Мы отметили такую тенденцию: специалисты меняют место работы, переходят в другие компании или создают свои собственные, но каждую осень неизменно приезжают на конференцию, чтобы в неповторимой обстановке творческого неформального общения получить новый интеллектуальный заряд и отдохнуть душой. Такая верность «Клубу любителей колтюбинга» дорого стоит! И «Время колтюбинга» гордится тем, что в тени его знамени создалась столь плодотворная атмосфера.

Журнал разменял второй десяток – для периодического издания в быстро меняющемся мире это солидный возраст. Наши читатели (согласно анкетам, которые мы предлагаем заполнить) знают журнал в основном 5 лет. Но находятся и те, кто знаком со «Временем колтюбинга» с самого первого номера. Мы продолжаем отсчет номеров журнала и, надеемся, лет. Мы верим, что читательский стаж нашей аудитории будет расти вместе с этими цифрами и приложим все возможные усилия, чтобы проект «Время колтюбинга» оставался в поле зрения наших дорогих друзей. ☉

Галина БУЛЫКА, «Время колтюбинга»

Фото: Ольга Хохлова



interested in new technologies. We could see a lot of old friends and newcomers in the conference hall. There is a very interesting tendency: specialists change their jobs, get positions in other companies or establish their own companies, but every autumn they come to attend the conference to communicate with their peers in an informal atmosphere and relax the minds. And this is really a credit to the Coiled Tubing Club! Coiled Tubing Times is proud of having such dedicated people and fruitful atmosphere.

The journal turned 10 – this is a considerable age for a periodical in a rapidly changing world. The majority of our readers (according to the questionnaires) are acquainted with our journal for 5 years. But there are some people who have been reading the Coiled Tubing Times from the very first issue. Hopefully, we will have much more new issues and years in our history. We believe that our readers will stay dedicated to our journal and we will do our best so that Coiled Tubing Times project continues bringing knowledge and valuable information to our dear friends. ☉

Halina BULYKA, Coiled Tubing Times

Photo: Olga Hokhlova