

Новейшая система Merlin

для УПРАВЛЕНИЯ КОЛТЮБИНГОВЫМИ УСТАНОВКАМИ

Merlin Control System,

CUTTING EDGE COILED TUBING UNIT CONTROLS

Рэнди ГРЕЙВС, NOV Hydra Rig
Randy GRAVES, NOV Hydra Rig

Для удовлетворения растущих требований современного рынка колтюбинговых операций компания NOV® Hydra Rig® разработала гидравлическую систему с компьютерным управлением, которая обеспечивает беспрецедентные эксплуатационные характеристики и безопасную работу колтюбинговых установок (КУ).

С момента появления индустрии колтюбинга все компоненты КУ проектировались гидравлически управляемыми, и оператор из своей кабины мог контролировать работу инжектора, барабана, противовыбросовых устройств и блоков питания. Функционирование установки контролируется с помощью ручных гидравлических клапанов и измерительных приборов, встроенных в центральную консоль управления, находящуюся в кабине оператора. Поскольку весь мониторинг и управление осуществляются вручную, для правильной работы КУ на протяжении всей операции требуется оператор с высоким уровнем подготовки и компетентности. Несмотря на это, вероятность ошибки, которая может повредить гибкую трубу (ГТ), КУ и, разумеется, скважину, на которой выполняются работы, весьма велика. Поскольку перед КУ ставятся все более сложные задачи, вероятность ошибки при работе с гидравлической системой управления такой установки возрастает все больше. В мире все же существует небольшой процент действующих КУ, в которых работу гидравлических систем контролируют электронные устройства. Многие из них разработаны производственным отделением компании National Oilwell Varco в г. Калгари.

Система управления Merlin превосходит предшествующие системы управления КУ главным образом за счет того, что управление в этой системе осуществляется при помощи компьютера, а не вручную или простой электроникой. Это уменьшает шансы на ошибку оператора, поскольку ему больше не нужно выполнять рутинную и повторяющуюся работу по мониторингу систем КУ. Эта система нового поколения также позволяет достигнуть такого уровня точности управления, какого никогда не смог бы добиться оператор.

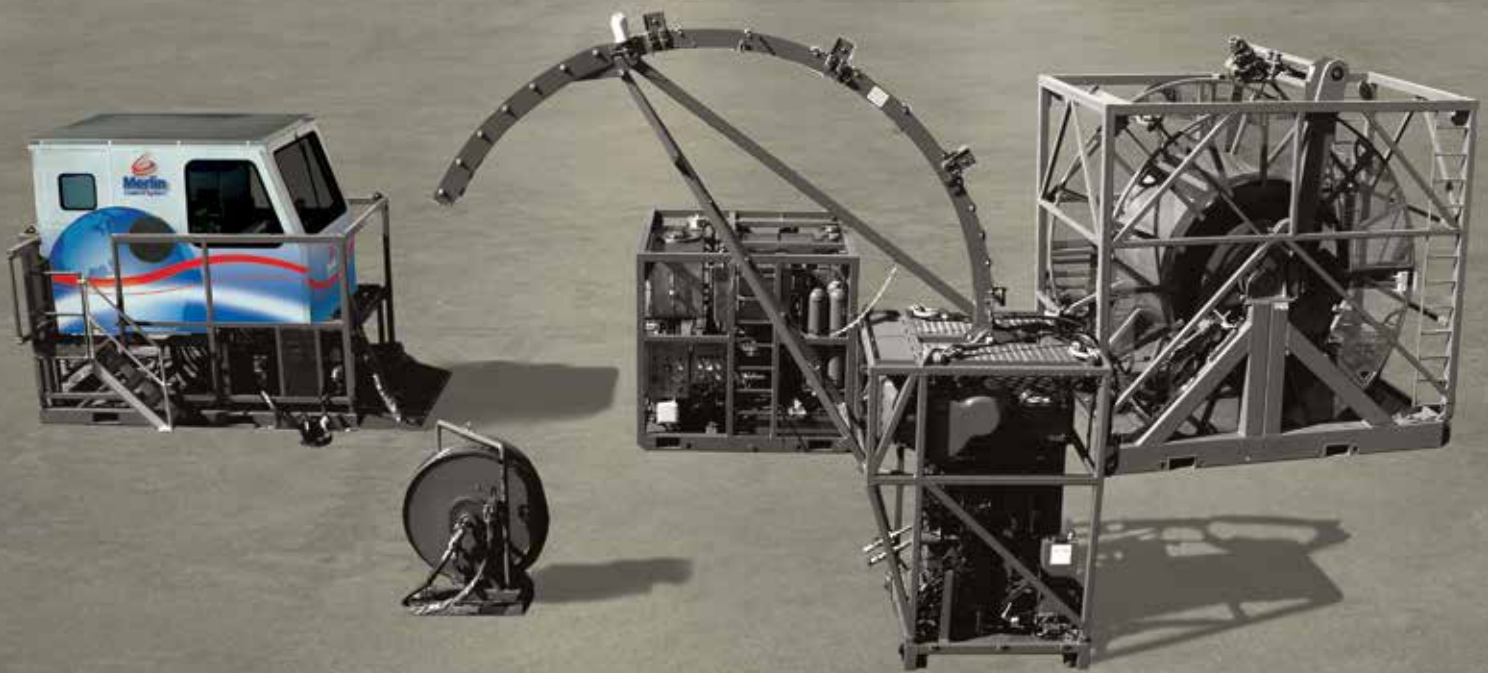
Также система управления Merlin компании NOV Hydra Rig

To meet the demands of today's evolving coiled tubing service market, NOV® Hydra Rig® has developed a hydraulically powered, computer controlled system that provides unprecedented operational performance and safety for coiled tubing unit operation.

Since the early days of the coiled tubing industry, all the components of the coiled tubing unit have been designed to be driven by hydraulics, with an operator's cabin for remotely controlling the injector, reel, BOPs, and power pack. The operational functions of the unit are controlled with manual hydraulic valves and gages mounted into a central control console in the cabin. Since all monitoring and control is manual, a high degree of operator training and awareness is needed to properly control the unit throughout the job; with many chances for error that can cause damage to the tubing, the unit, and ultimately, the well being worked on in extreme cases. As the work that coiled tubing is asked to perform has become more complicated, so has the hydraulic control system of the coiled tubing unit (CTU) further increasing the chance for error. There are a small percentage of coiled tubing units in operation around the world that are controlled electric-over-hydraulic, many of them pioneered by National Oilwell Varco's Calgary coiled tubing manufacturing division.

The Merlin Control System is superior to previous CTU controls primarily because it is computer controlled instead of manually controlled or electric-over-hydraulic controlled. This reduces the chances of operator error because mundane or repetitive monitoring functions are no longer in the operator's hands. This next generation of CTU controls also allows a level of precise control that could never be achieved by a human operator.

NOV Hydra Rig's Merlin Control System offers additional advantages:



имеет следующие дополнительные преимущества:

- Точное компьютерное управление и алгоритмы автоматизируют функции автобурения, что позволяет уменьшить утомляемость оператора при длительном бурении.
- Автоматическая цепная тяга и натяжение фактически устраняют возможность проскальзывания трубы и помогают защитить ГТ от механических повреждений путем непрерывного компьютерного управления в режиме реального времени.
- Возможность программирования логических схем безопасности позволяет КУ автоматически, со значительной скоростью и точностью реагировать на изменение условий проведения операции, которые могут возникнуть в процессе работы.
- Возможность предварительной установки предельных значений на машинные и рабочие параметры позволяет защитить наиболее важные компоненты КУ и повысить безопасность ее функционирования.
- Комплексный сбор данных обо всех рабочих параметрах с применением систем CTES Orion и Cerberus позволяет проводить мониторинг в реальном времени, хранение полученных данных, а также дистанционный контроль.
- Операторы теперь могут сконцентрироваться на проведении внутрискважинных операций, что обеспечивает их надлежащее исполнение.
- Встроенный симулятор позволяет проводить обучение оператора вне скважины.
- Отсутствуют высокие требования к запасным частям благодаря использованию унифицированных деталей.
- Электрические компоненты устанавливаются на линейные штекеры, что позволяет быстро заменить любой из компонентов без помощи электрика.
- Система самодиагностики и упрощенное тестирование на предмет необходимости проведения технического обслуживания позволяют точно определять имеющиеся проблемы, чтобы специалисты по эксплуатации могли быстро их устранить.

Ключевым компонентом системы управления Merlin является одноплатная компьютерная

- Precise computer control and logic automates auto drill functions for reduced operator fatigue during extended drilling operations.
- Automatic chain traction and tension feature virtually eliminates pipe slippage, and helps protect the tubing string from mechanical damage by continuous, real-time computer control.
- Programming of safety logic allows the CTU to automatically react with unparalleled speed and precision to changing job conditions that arise during a job.
- Machine and job limits can be preset to protect against damage to critical components and to improve job safety performance.
- Integrated data acquisition of all job parameters utilizing the CTES Orion and Cerberus DAS allows real time job monitoring, storage, and reporting, as well as remote monitoring.
- Operators can now concentrate on down-hole functions to insure proper job performance.
- Built-in simulator program provides off-well operator training.
- Spare parts requirements are minimized through the use of common parts.
- Electrical components are installed with inline plugs to allow quick replacement without the need of an electrician.
- Self diagnostics and simplified maintenance testing provide accurate identification of problems so field personnel can correct problems rapidly.

The key component of the Merlin Control System is the Amphion™ Single Board Computer (SBC) System, using a proven oilfield hardened SBC. This proprietary system is developed by the NOV Rig Group for use in mobile rig control applications. The Amphion Integrated System enables drilling personnel to control multiple machines and equipment, supplied from any number of suppliers, from one ergonomically

система (ОКС) Amphion™, использующая проверенную промышленную технологию ОКС. Эта запатентованная система разработана группой NOV Rig для управления мобильными буровыми установками. Встроенная система Amphion позволяет персоналу, занимающемуся бурением, управлять совокупностью механизмов и оборудования, полученных от различных поставщиков, при помощи одной эргономической рабочей станции. Сердцем системы является Amphion Tool Controller, новейшая платформа, комбинирующая в себе программное и аппаратное обеспечение, дающая возможность превосходной автоматизации и роботизированной обработки данных при гораздо меньшей стоимости и сложности по сравнению с традиционными системами управления.

Многочисленные сенсорные экраны обеспечивают возможность полного контроля над КУ и мониторинга ее параметров, что позволяет установке устойчиво работать с разными операторами. Рабочие станции с применением сенсорных экранов обеспечивают большую гибкость процесса бурения в рамках встроенной схемы управления установкой. Системы, которые часто называют системами диспетчерского управления и сбора данных (ДУСД), имеют более существенную производительность и улучшают безопасность оператора установки. Количество отображаемой информации, кнопок управления и сенсорных экранов обычно обусловлено ситуацией, складывающейся во время проведения операции, а не количеством оборудования, установленного на КУ. Особые обрабатывающие экраны позволяют полностью контролировать все работающее оборудование с одного такого экрана. Система предполагает возможность совместного функционирования азотных и других насосных систем, управление которых осуществляется в единой точке – кабине управления Merlin.

Обычно при таком увеличении функциональности КУ требуется установка гораздо большего количества секций с персональными компьютерами и серверами для сбора данных, что повышает уровень сложности установки в целом. При этом также появляется необходимость в постоянной технической поддержке этого оборудования. Платформа Amphion изменяет эту ставшую традиционной парадигму путем внедрения атрибутов типичной системы ДУСД в каждый блок управления тем или иным оборудованием. В число таких атрибутов входят: полная диагностика, графическое отображение данных, анализ тенденций, предупреждение об опасности и каротаж. Графический пользовательский интерфейс для всех этих атрибутов полностью создан на базе собственного браузера, что позволяет не использовать дорогостоящие сенсорные экраны и специальное программное обеспечение. Вдобавок система Merlin использует локальную сеть с укрепленной магистралью, которая



designed workstation. The heart of the system is the Amphion Tool Controller, a leading edge hardware/software platform that provides superior automation and robotic processing capability at much less cost and complexity than conventional machine control systems.

Multiple touch screens provide complete unit control and monitoring, for consistent unit performance and job results from operator to operator. The touch screen based workstations provide greater flexibility to the drilling process within an integrated rig control scheme. Systems, often called Supervisory Control and Data Acquisition systems (SCADA), offer improved productivity while increasing operator safety. The amount of information displayed, the number of control buttons, and the number of touch screens is dictated by the process situation being controlled, not the amount of equipment on the rig. Process specific screens enable complete control of active equipment from one screen. The system also provides integrated operation of nitrogen and fluid pumping units for single point job control from the Merlin control cabin.

Generally, adding this functionality to a rig typically requires even more cabinets filled with PCs and data acquisition servers, adding a high level of complication and long term IT support for these installations. The Amphion platform changes this traditional paradigm by embedding the attributes of a typical SCADA system into every tool controller. These attributes include full

отличается прочностью и высоким сопротивлением к электрическим помехам.

Отдельные ОКС в кабине, барабане, блоке питания и инжекторе позволяют осуществлять взаимозамену компонентов данной КУ и других установок во флоте, которые оснащены аналогичным образом, для повышения частоты их использования в операциях, сохраняя при этом целостность отдельных компонентов. Это необходимо для моделирования усталости отдельных колонн ГТ, а также для отслеживания времени их эксплуатации и погонных футов, чтобы контролировать сроки технического обслуживания. Отдельные ОКС вкуче со встроенными гидравлическими манифольдами также позволяют улучшить управление функциями компонентов. Это существенно уменьшает число гидравлических шлангов, которые необходимо соединить при монтаже установки, сокращая тем самым время монтажа и уменьшая возможность человеческой ошибки. Это также является преимуществом при проведении операции в холодных климатических условиях, так как уменьшается время прогрева установки и расстояние, которое необходимо преодолеть рабочей жидкости гидросистемы для приведения в действие отдельных компонентов установки. Все это сокращает время реакции системы на изменение рабочих параметров.

Наиболее четкое представление о системе управления Merlin можно получить, заглянув в кабину управления оператора: она полностью «голая», без гидравлических или пневматических компонентов на консоли управления или в кабине. Отсутствие гидравлических линий высокого давления и связанных с ними компонентов повышает безопасность оператора КУ. Всего лишь два электрических кабеля с электроразрывным соединением необходимы для связи кабины с КУ, еще один такой кабель осуществляет функции центральной точки соединения, связывая блок питания с остальными компонентами установки.

Интерьер кабины управления был эргономично модернизирован для размещения консоли управления с новыми сенсорными экранами. К числу новых особенностей интерьера можно отнести улучшенное кресло для оператора, полностью закрытый центр управления, многоместное заднее сиденье рядом со станцией мониторинга и специальный модуль климатического контроля повышенной прочности. Вторая станция мониторинга расположена позади кабины оператора и предназначена для контроля над ходом выполнения работ персоналом заказчика. Корпус кабины изготовлен с использованием системы компании NOV Hydra Rig, создающей комбинированные плиты из жесткого пенопласта, а увеличенное лобовое и задние стекла обеспечивают оператору прекрасный обзор.

Блок питания смонтирован на салазках и приводится в действие дизельным двигателем Caterpillar. Он питает гидравлическую систему инжектора с замкнутой схемой производительностью в 0,35 м³ в минуту. Все пучки гидравлических шлангов и контрольные кабели системы Merlin хранятся на барабанах, находящихся на блоке

diagnostics, graphing, trending, alarming, and logging. The graphical user interface for all this capability is completely browser-based, which means lower cost touch screens can be used with absolutely no special software. Additionally, Merlin employs an ethernet network with a toughened backbone that is robust and resists electrical interferences.

Individual SBCs on the cabin, reel, powerpack and injector allows the interchanging of components with other units in the fleet that are equally equipped for higher job utilization while maintaining data integrity of the individual components. This is necessary for modeling the tubing fatigue of individual strings of coiled tubing, as well as tracking service hours and running feet for unit maintenance. Individual SBCs along with integrated hydraulic manifolds also allow for increased function control at the component. This greatly reduces the number of hydraulic hoses needed to interconnect during rig up, reducing rig-up time and the potential for human error. This is also beneficial for cold weather operation, by reducing warm up time and distance the oil must travel to operate individual functions, and thus reducing response time for changing operational parameters.

The Merlin control system is most readily apparent in the operator's control cabin. The control cabin is now a completely "dry", with no hydraulic or pneumatic components in the console or the cabin. By eliminating the high pressure hydraulic lines and associated pressure components, a safer environment is achieved for the coiled tubing operator. Only two electrical umbilical cords are needed to connect the cabin to the rest of the CTU, while there is one umbilical cable between the other components with the Power Pack as the central connection point.

The interior has been ergonomically redesigned for the new touch screen control console. Interior features include an upgraded operator's control chair, wrap around solid surface control center, rear bench seat with monitoring station, and purpose-built, ruggedized climate control unit. A secondary monitoring station is incorporated at the rear of the operator's compartment for job monitoring by customer personnel. The cabin shell itself is constructed using NOV Hydra Rig's rigid foam composite panel shell system and the larger front and side windows provide the operator with excellent job visibility.

The skid mounted power pack is driven by a Caterpillar diesel engine and has a 90 GPM closed loop injector hydraulic system. All

питания, и оттуда центрально направляются к каждому из компонентов системы во время монтажа КУ. Бортовая выработка электроэнергии обеспечивается генератором с гидравлическим или независимым механическим приводом. Блок питания имеет резервную консоль управления с сенсорным экраном, что гарантирует полный контроль КУ в случае аварийной ситуации. Также на блоке питания находится ручное управление противовыбросовым оборудованием (ПО), позволяющее осуществлять поддержку системам контроля над ПО Merlin в случае аварии. При управлении ПО системой Merlin оператор получает на экране подтверждение положения плашек ПО до и после их срабатывания как во время проведения тестирования установки, так и во время ее работы.

Система Merlin первично устанавливается на инжектор модели HR 680 компании Hydra Rig с тяговым усилием в 36,3 т, который спроектирован под ГТ диаметром 88,9 мм. Система управления обеспечивает контроль тяги, натяжения цепи, состояния тормозной системы, смазки ГТ и ПО на устье скважины. Система Merlin также обнаруживает проскальзывание цепи и автоматически подстраивает тяговое усилие так, чтобы уменьшить возможность повреждения ГТ из-за проскальзывания. Кодовые датчики положения следят за скоростью цепи и записывают проходку инжектора для определения сроков технического обслуживания. Встроенные, гидравлически управляемые манифольды уменьшают количество пучков управляющих шлангов с 15 до 6. Независимые шланги между ПО и блоком питания сохраняются.

Полностью автоматический барабан с гидравлическим приводом основан на модели D3000 Drop-In-Drum компании Hydra Rig. Его можно быстро сменить, и он имеет емкость 5395 м ГТ диаметром 44,45 мм. Функция автоматической перемотки контролирует правильное оборачивание барабана гибкой трубой посредством автоматического управления приводом укладчика, позволяя последовательно и гладко смотать или размотать ГТ. Многофункциональный счетчик с изменяемыми габаритами следит за скоростью ГТ и глубиной спуска.

Начальная функциональная проверка установки, смонтированной на салазках, с установленным прототипом системы Merlin уже завершена. Также были осуществлены испытания по транспортировке, которые дали понять, готова ли система к отправке для эксплуатации на удаленных месторождениях. Эти испытания были закончены в начале 4-го квартала 2009 года, а испытания на пробных скважинах закончились в конце 4-го квартала этого же года. Ожидается, что установка будет направлена на полевые испытания во втором квартале 2010 года.

Переход к компьютерной системе управления вместе с описанными выше дополнительными усовершенствованиями, безусловно, поднимет проведение внутрискважинных работ с применением колтюбинга на новый уровень, обеспечивая высочайший уровень безопасности и эффективности. ☉

hydraulic hose bundles and all Merlin control cables are stored on reels on power pack and are routed centrally from there to each Merlin component during rig-up of the unit. On board power generation is supplied by either hydraulic driven or independent engine-driven generator. The power pack has a redundant touch screen control console for complete unit control at the power pack in case of emergency, and for yard spooling operations without the control cabin. Also on the powerpack is a manual control station for emergency BOP operation to provide a back-up for the Merlin BOP controls. BOP operation through Merlin provides the operator on screen confirmation of each BOP ram position before and after actuation of the rams, both during testing and operation.

The Merlin system is initially installed on the Hydra Rig model HR 680 injector, which is designed for 80,000 pounds of continuous pull and tubing sizes up to 3-1/2" diameter. The control system provides computer control of drive traction, chain tension, brake state, tubing lubrication, and strippers. Merlin also detects chain slippage and auto- adjusts traction pressure, reducing the possibility of pipe damage due to slippage. Encoders monitor chain speed and log injector footage for maintenance. Integrated hydraulic control manifolds reduce the control hose bundle from 15 hoses to 6. Independent hoses are maintained between the BOPs and powerpack.

The hydraulically driven, fully automated reel is based on Hydra Rig's D3000 Drop-In-Drum design, with rapid change out drums, and a capacity of 17,700 feet of 1-3/4" tubing. The auto-spooler function controls proper coiled tubing wraps through automated control of the levelwind drive for consistent, even spooling of the coiled tubing on and off the drum. The multifunction, size adjustable counter monitors tubing speed and depth.

Initial functional testing of the skid mounted unit with the prototype Merlin control system installed has been completed. The unit is currently in extensive transportation trials to prove out the reliability of the system in real world oilfield lease-road driving conditions. Transportation testing is to be completed early Q4, 2009, with test-well trials completed by the end of Q4, 2009. It is anticipated that the unit will go to live-well field trials in Q2, 2010.

The progression to a computer controlled system partnered with these additional upgrades is sure to advance well-intervention with coiled tubing by providing unparalleled safety and efficiency. ☉