



## TuffTRAC и TuffTRAC Mono

Услуги по доставке приборов ГИС в  
горизонтальные обсаженные скважины –  
Забойные Скважинные Трактора (ЗСТ)  
TuffTRAC и TuffTRAC Mono



**Schlumberger**

# TuffTRAC и TuffTRAC Mono

## Применение

- Промышленно-геофизические исследования
- Возможность одновременного перемещения приборов с ЗСТ и записи данных
- ПВР с доставкой ЗСТ
- Контроль качества цементирования и оценка коррозии
- Услуги по проведению ГТМ на кабеле с контрольно-измерительной аппаратурой ReSOLVE\*
  - Гидравлическая установка мостов и пакеров
  - Осевое смещение с высокой нагрузкой
  - Избирательное смещение при помощи универсального «толкателя»
  - Фрезерование
- Услуги ГИС для оценки ФЕС пласта в обсаженной скважине ABC\*

## Преимущества

- Уменьшение риска прихвата приборов за счет возможности обратного хода (реверса)
- Уменьшение проскальзывания в результате активного регулирования тягового усилия
- Доставка приборов на забой сложных скважин экономически более эффективно, нежели на ГНКТ или бурильных трубах
- Эффективность при монтаже и демонтаже на скважине:
  - Сокращены требования по высоте при монтаже на скважине
  - Все критичные для работы компоненты интегрированы
- Сокращение времени регистрации при записи в несколько проходов вверх-вниз по стволу
- Бесперебойная работа – нет необходимости остановок для охлаждения прибора
- Сочетается с любыми услугами ГИС и ПГИ на кабеле в обсаженной скважине

## Характеристики

- Самый короткий из существующих ЗСТ: самая эффективная доставка каротажных приборов на забой
- Возможность обратного хода ЗСТ и активное регулирование тягового усилия: улучшенная манёвренность и сокращение проскальзывания
- Модульная конструкция: сочетание до 8-ми тяговых секций в TuffTRAC\* или до 6-ти – в TuffTRAC Mono\*
- Возможность записи одновременно с перемещением приборов ЗСТ при использовании системы TuffTRAC Mono
- Значительно сокращена потребляемая мощность и улучшена эффективность управления по сравнению с традиционными системами
- Низкая чувствительность к скважинным условиям: расширенный спектр обслуживаемых скважин
- Спуск в скважину на любом типе каротажного кабеля (коаксиальном, одно-, трех-, семижильном)
- Простая и надёжная конструкция
- Все критичные для работы компоненты интегрированы

Модульный ЗСТ TuffTRAC является самым коротким из доступных тракторов с возможностями реверса и регулирования тягового усилия. Система TuffTRAC Mono доставляет приборы в интервал каротажа, при этом во время перемещения ЗСТ точно регулируется скорость движения вверх и вниз по стволу скважины одновременно с записью каротажа.



### **Доставка приборов в интервал каротажа**

Доставка приборов в интервал каротажа с помощью ЗСТ TuffTRAC обеспечивает заданную скорость движения и гибкость при работе в сильнонаклонных скважинах, устраняя традиционную зависимость от ГНКТ и бурильных труб, позволяя сократить затраты, время и риски, а также облегчить производство работ. Двухнаправленный, высокоскоростной ЗСТ позволяет развивать значительное тянуще-толкающее усилие, контролируемое с поверхности. Датчики, встроенные в ЗСТ TuffTRAC, позволяют осуществлять с поверхности мониторинг его состояния, хода выполнения скважинных операций, а также интерактивно управлять ЗСТ в целях получения оптимального результата работ. В сочетании с телеметрическим картриджем ЗСТ TuffTRAC Моно предоставляет возможность регистрации каротажа и одновременного перемещения компоновки скважинным трактором, что значительно увеличивает эффективность ПГИ и работ по мониторингу целостности скважины.

### **Высокоточное интерактивное управление**

Устойчивые к шокосовому воздействию при ПВР ЗСТ TuffTRAC и TuffTRAC Моно имеют низкую чувствительность к скважинным условиям. Они могут сочетаться с любыми приборами компании «Шлюмберже» для работы в обсаженных стволах, в том числе: ПВР, ПГИ, контролем качества цементирования и оценкой коррозии, проведением ГТМ на кабеле с контрольно-измерительной аппаратурой ReSOLVE, установкой мостов и пробок, услугами ГИС по оценке ФЕС пласта в обсаженной скважине. Несмотря на свою короткую модульную компоновку, ЗСТ оборудован системами необходимыми для перфорационных работ: электрическим расцеплением с кабелем, датчиком напряжения-компрессии на приборной головке, амортизирующим устройством, магнитным локатором муфт и адресным автоматическим переключателем для перфорации на тракторе.

Хотя ЗСТ TuffTRAC имеет низкую потребляемую мощность, все модульные компоновки TuffTRAC могут достигать максимальной скорости 3 200 футов в час [945 м/час]. Он комбинируется со всеми многожильными каротажными кабелями. С аналогичной низкой потребляемой мощностью и максимальной скоростью 2 400 футов в час [731 м/час] ЗСТ TuffTRAC Моно также можно спускать на одножильном кабеле для записи комплекса ГИС с телеметрическим картриджем, и одновременным перемещением компоновки вверх и вниз по стволу скважины.



*Реверс и интерактивный контроль тягового усилия обеспечивают точный контроль скорости, способствуют повышению маневренности и минимизируют проскальзывание.*

## Конфигурация трактора TuffTRAC Mono

2-приводная



Длина:<sup>†</sup> 22,33 фута [6,80 м]    Вес: 368 фунт-масса [167 кг]    Стандартное применение: низкие нагрузки, облегченное заканчивание, нажимное усилие 600 фунтов-сила [2670 Н]

3 - приводная



Длина:<sup>†</sup> 25,23 фута [7,69 м]    Вес: 424 фунт-масса [192 кг]    Стандартное применение: низкие нагрузки, облегченное заканчивание, нажимное усилие 900 фунтов-сила [4000 Н]

4 -приводная



Длина:<sup>†</sup> 28,13 фута [8,57 м]    Вес: 480 фунт-масса [218 кг]    Стандартное применение: нагрузки от умеренных до больших, облегченное заканчивание, нажимное усилие 1200 фунтов-сила [5340 Н]

4-приводная,  
сдвоенная



Длина:<sup>†</sup> 37,17 фута [11,32 м]    Вес: 634 фунт-масса [288 кг]    Стандартное применение: нагрузки от умеренных до больших, облегченное заканчивание, нажимное усилие 1200 фунтов-сила [5340Н]

6-приводная,  
сдвоенная



Длина:<sup>†</sup> 42,97 [13,09 м]    Вес: 746 фунт-масса [338 кг]    Стандартное применение: большие нагрузки, заканчивание повышенной сложности, нажимное усилие 1800 фунтов-сила [8000 Н]

<sup>†</sup>включая 2,8-фут. (0,85-м) каротажный наконечник и 1,3-фут. (0,4-м) переходник

### **Эксплуатационная гибкость модуля**

Компоновка TuffTRAC с двумя приводами, оборудованная перфорационным модулем, составляет всего 14,2 фута [4,3 м] в длину. Как правило, компоновки TuffTRAC задействуют от 2-х до 4-х тяговых секций. Добавление сдвоенного переводника увеличивает функциональность за счет возможности независимого управления с поверхности приводами над сдвоенным переводником и тех, что находятся внизу. До 8-ми ведущих секций можно спустить в скважину, чтобы протянуть кабель и протолкнуть тяжелые приборные компоновки при обслуживании сложных заканчиваний. ЗСТ TuffTRAC Mono может включать до 6-ти ведущих секций

### **Эффективный механический привод**

ЗСТ TuffTRAC с электромеханическим приводом обеспечивает оптимальное преобразование энергии, прилагаемой на поверхности, достигая более чем 45% КПД. Традиционные ЗСТ с непрерывной подачей энергии имеют гораздо более высокую потребляемую мощность, а их эффективность составляет лишь 10-20%. Низкая потребляемая мощность TuffTRAC позволяет сократить напряжение, прилагаемое к вспомогательным системам, и исключить остановки для охлаждения ЗСТ даже в скважинах с сухим газом.

Сочетаясь со всеми многожильными каротажными кабелями, ЗСТ TuffTRAC не требует подбора специального кабеля для своего применения. TuffTRAC Mono также можно спускать на одножильном кабеле для выполнения ПВР и каротажа с одновременным перемещением приборов.

### **Беспрецедентная манёвренность**

Двумя исключительными конструктивными особенностями ЗСТ TuffTRAC являются: реверсивное движение и активное регулирование тягового усилия. Активное регулирование тяги обеспечивается непрерывное интерактивным управлением радиальным усилием на рычаги трактора. В случае проскальзывания радиальное усилие можно увеличить, чтобы увеличить и тяговое. Как только сложный участок скважины успешно пройден, радиальное усилие можно уменьшить, чтобы предотвратить износ колес и других элементов привода и уменьшить энергопотребление. Радиальное усилие, с которым рычаги прижимают колеса к стенкам скважины, зависит от диаметра ствола, приводы TuffTRAC создают и регулируют необходимый уровень усилия для перемещения трактора в скважинах, внутренний диаметр которых составляет от 3,4 до 10,6 дюйма [от 86 до 269 мм].

### **Беспрецедентная манёвренность**

Двумя исключительными конструктивными особенностями ЗСТ TuffTRAC являются: реверсивное движение и активное регулирование тягового усилия. Активное регулирование тяги обеспечивается непрерывное интерактивным управлением радиальным усилием на рычаги трактора. В случае проскальзывания радиальное усилие можно увеличить, чтобы увеличить и тяговое. Как только сложный участок скважины успешно пройден, радиальное усилие можно уменьшить, чтобы предотвратить износ колес и других элементов привода и уменьшить энергопотребление. Радиальное усилие, с которым рычаги прижимают колеса к стенкам скважины, зависит от диаметра ствола, приводы TuffTRAC создают и регулируют необходимый уровень усилия для перемещения трактора в скважинах, внутренний диаметр которых составляет от 3,4 до 10,6 дюйма [от 86 до 269 мм].

### **Интегрированность и надёжность систем**

Несмотря на компактную длину, трактор TuffTRAC состоит из множества систем, увеличивающих безопасность и надёжность операций. В верхней части головки трактора расположен, работающий на растяжение, динамометрический преобразователь. Преобразователь в реальном времени дает информацию о траектории перемещения прибора, проскальзывании колес и дополнительной нагрузке, обусловленной весом каротажного кабеля. Адресное устройство сброса кабельной головки предотвращает случайные обрывы при срабатывании перфораторов. Также оно гарантирует подъём кабеля, если произошёл прихват в горизонтальной скважине с большим отходом, а усилия за счет натяжения кабеля недостаточно, чтобы произвести механический сброс приборов с разрывом слабой точки. Элементы техники безопасности при ПВР исключают случайную подачу высокого напряжения приводов на перфоратор. Другие системы безопасности включают: амортизатор многократного использования и систему автоматического закрывания рычагов при потере напряжения.

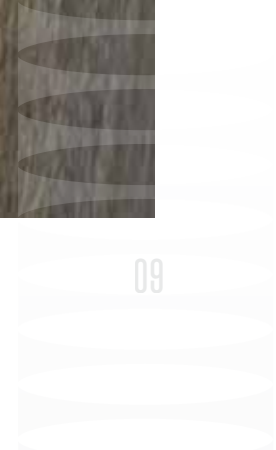
ЗСТ TuffTRAC – прибор, имеющий Европейский сертификат соответствия, который отвечает директивам по низкому напряжению, механизмам и опрессовочному оборудованию Европейского Союза.

ЗСТ TuffTRAC прост и надёжен – это единственный ЗСТ, обеспечивающий возможность реверсивного движения в скважинах с большими отходами.





*Трактор TuffTRAC Mono для выполнения геофизических исследований в скважинах при одновременном спуско-подъеме позволяет получать диаграммы результатов исследований с помощью прибора Flow Scanner\* в нисходящем направлении в скважинах с низким дебитом, а также в газовых скважинах.*



## Практическое применение



### Повышение приемистости на 300% в результате выполнении 66 повторных перфораций в четырех горизонтальных скважинах с помощью ЗСТ TuffTRAC

Компания «Cook Inlet Natural Gas Storage Alaska» («CINGSA») пробурила и закончила пять горизонтальных скважин в хранилище природного газа на газовом месторождении Кенай. Полученный при первоначальном испытании приток после проведения перфорации на НКТ при высокой репрессии оказался ниже прогнозного, компания «CINGSA» приняла решение о повышении пластового давления и о проведении повторной перфорации при уравновешенном давлении. Эта корректирующая стратегия позволила бы уменьшить повреждения от перфорации, с получением более качественных перфорационных отверстий для проведения нагнетания.

Для выполнения перфорации с выходом за пределы существующей поврежденной зоны были выбраны кумулятивные заряды для глубокого прогигновения PowerJet Omega\*. ЗСТ TuffTRAC идеально подходит для спуска перфорационных систем в горизонтальные скважины, поскольку разработан с учетом взрывного воздействия, образуемого скважинными перфораторами, и менее чувствителен к скважинным условиям. Компания выполнила 66 безаварийных СПО, с пробегом ЗСТ TuffTRAC 47 132 фута, и произвела отстрел 1 790 футов, используя заряды PowerJet Omega.

Применение ЗСТ TuffTRAC при проведении повторной перфорации позволило компании «CINGSA» добиться желаемых результатов: скорость закачки в четырех разрабатываемых скважинах была увеличена на 50% - 300%.

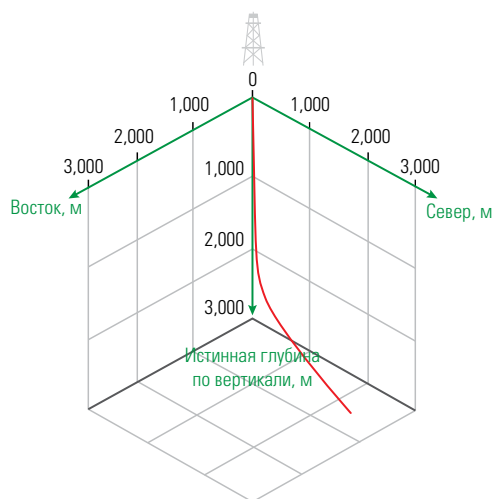


Подготовка ЗСТ TuffTRAC перед каротажем.

## Практическое применение



Смещение застрявшего извлекаемого моста на 800 м с помощью ЗСТ TuffTRAC в скважине работающей сухим газом при содержании сероводорода 40 % и углекислого газа – 45%



*Застрявший извлекаемый мост был без дополнительных проблем смещен на глубину, достаточную для продолжения эксплуатации скважины с экстремальными условиями.*

Извлекаемый мост, прихваченный в колонне при выполнении работ сторонним подрядчиком в скважине, разрабатываемой компанией «Talisman Energy Inc.» в Малайзии, был успешно смещен, и сдвинут до глубины 2 754 м. На этой глубине угол искривления скважины оказался слишком большим для дальнейшего перемещения моста с помощью устройств на кабеле. Альтернативой использованию ЗСТ для компании «Talisman» перед возобновлением эксплуатации скважины и получением доступа для перфорации могла стать мобилизация установки ГНКТ.

Скважина характеризовалась экстремальными условиями: содержание сероводорода 40 % и углекислого газа – 45%. Инженерная группа Центра по производству скважинного и наземного оборудования компании «Schlumberger», расположенного в г. Хьюстон, США, разработала план технической поддержки для минимизации каких-либо последствий воздействия с целью обеспечения гарантии стабильности эксплуатации ЗСТ TuffTRAC в условиях высоких концентраций H<sub>2</sub>S и CO<sub>2</sub>. Усилие, необходимое для смещения моста, было смоделировано в программе «Tool planner», в результате было принято решение об использовании трех секций ЗСТ.

ЗСТ TuffTRAC был спущен на глубину застревания моста, после чего для его смещения были задействованы приводные секции. Начальная скорость движения составляла 600 м/ч с последующим повышением до 700 м/ч на оставшемся 799-метровом интервале спуска. В некоторых интервалах скважины прикладывалось повышенное усилие для непрерывного движения моста до заданной глубины.

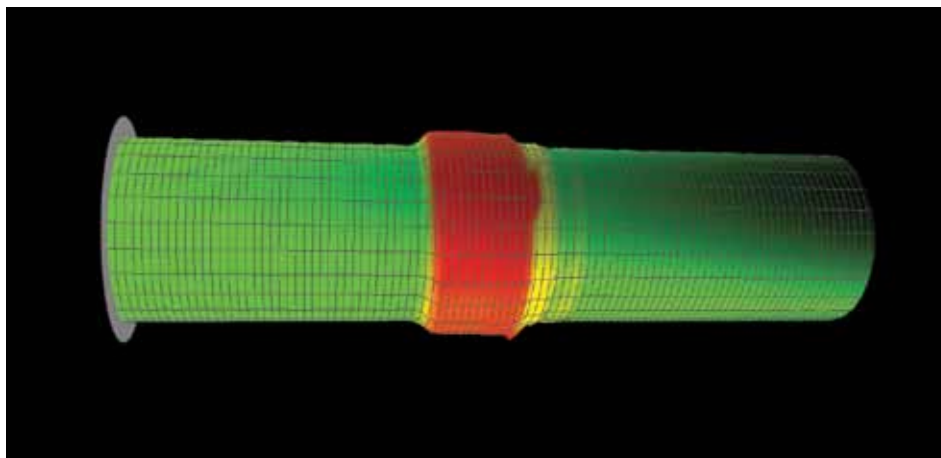
Компания «Talisman» сэкономила 300 000 долларов США за счет применения TuffTRAC в данных экстремальных условиях и отсутствия необходимости применения установки ГНКТ для смещения моста и возобновления эксплуатации скважины.

## Практическое применение



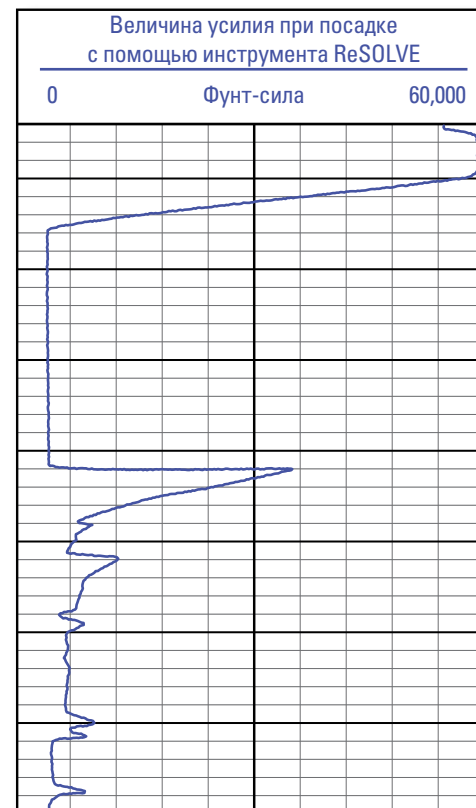
### Перемещение посадочного инструмента ReSOLVE через разорванную НКТ с помощью ЗСТ TuffTRAC для посадки мостовой пробки

При разработке месторождения в Бирме возникла необходимость в посадке мостовой пробки на коротажном кабеле в газовой скважине для изоляции притока воды. Большой наклон ствола скважины затруднял проведение СПО на кабеле, а 1-футовый разрыв в НКТ осложнял прохождение в этом интервале, что также было сопряжено с риском прихвата инструмента в интервале разрыва при его извлечении. В этих условиях попытки установки пробки с помощью кабеля без ЗСТ, а затем и ГНКТ, не увенчались успехом.



*1-футовый разрыв в НКТ, представлявший риск для спуска и извлечения оборудования.*

В отличие от двух предыдущих попыток установки пробки применение ЗСТ Tuff-TRAC позволило успешно преодолеть разрыв в НКТ и прочие препятствия и переместить механический посадочный модуль ReSOLVE на 3 000 футов до заданной глубины посадки пробки. Инструмент ReSOLVE был оснащен специальными обтекателями для исключения возможности застревания выступающих элементов конструкции ЗСТ и посадочного модуля на концах разрыва трубы. Была произведена установка пробки посадочным модулем ReSOLVE, оснащенным датчиками, что позволило передать в реальном времени на поверхность информацию о сжимающем усилии, прикладываемом при посадке пробки, для подтверждения успешности операции.



*Система ReSOLVE, оснащенная датчиками, обеспечивает непосредственное измерение осевого усилия, прикладываемого при посадке пробки.*

## Практическое применение



### Рекордный пробег в 85 987 м с ЗСТ TuffTRAC за 19 СПО в скважине с большим отходом от вертикали

Добывающая компания выполняла работы на морском месторождении в скважине, пробуренной с большим отходом от вертикали, на территории о. Ньюфаундленд: каротаж целостности колонны, перфорация, высвобождение и извлечение мостовой пробки. Помимо сложной геометрии ствола в скважине должны были быть размещены газлифтные мандрели.

ЗСТ TuffTRAC была собрана с помощью специального переводника, позволяющего независимо управлять приводами ЗСТ, расположенными над и под переводником. Данная функциональная возможность в комбинации с функцией реверса и интерактивного контроля тягового усилия ЗСТ TuffTRAC позволили успешно выполнить операцию по установке газлифтовых мандрелей. За 38 дней было выполнено 19 СПО с общим пробегом 85 987 м. Были успешно выполнены операции по акустическому каротажу на кабеле и по контролю качества цементирования, перфорационные работы, а также проводки механического модуль осевого смещения для высвобождения и извлечения мостовой пробки.

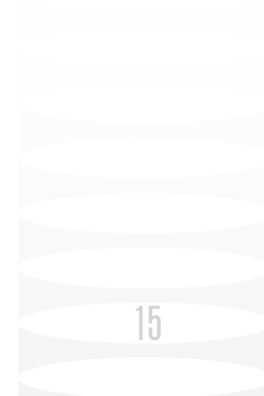


*Только трактор TuffTRAC, имеющий простую и надежную конструкцию, и предназначенный для выполнения операций в обсаженных стволах скважин, позволяет осуществлять непрерывный интерактивный контроль тягового усилия и радиального усилия на рычагах трактора.*

# TuffTRAC и TuffTRAC Mono

Спецификация	Трактор TuffTRAC	Трактор TuffTRAC Mono
Применение	Перфорирование обсаженных скважин, каротажные, внутрискважинные работы	Перфорирование обсаженных скважин, каротажные, внутрискважинные работы, каротаж во время спуско-подъема
Максимальная скорость, фут/ч (м/ч)	3 200 (975)	2 400 (731)
Температура, °F (°C)	350 (177)	302 (150)
Давление, фунт/кв.дюйм (МПа)	20 000 (138)	20 000 (138)
Диаметр ствола скважины, мин., дюйм. (см)	3,4 (8,6)	3,4 (8,6)
Диаметр ствола скважины, макс., дюйм. (см)	10,6 (26,9)	10,6 (26,9)
Наружный диаметр, дюйм (см)	3,125 (7,94)	3,125 (7,94)
Длина, <sup>†</sup> футы (м)	Секции привода: от 2 до 8 Мин. (2 привода): 11,4 (3,5) 3 привода: 14,2 (4,3)	Секции привода: от 2 до 6 Мин. (2 привода): 18,2 (5,5) 3 привода: 21,1 (6,4)
Максимальное тяговое усилие на секцию привода, фунт-сила (Н)	300 (1 330)	300 (1 330)
Максимальное усилие, фунт-сила (Н)	2 400 (10 680)	1 800 (8 010)
Энергоснабжение, совместимость для кабелей	Переменный ток, семижильный кабель	Постоянный ток, моно- или семижильный кабель

<sup>†</sup>В зависимости от конфигурации, без 2,8-фут. (0,85-м.) каротажной головки и 1,3-фут. (0,4-м.) переходника. Локатор муфт обсадной колонны, датчик натяжения и компрессии, устройство аварийного отсоединения кабеля и амортизатор являются стандартными встроенными компонентами, не увеличивающими длину устройства.



# TuffTRAC и TuffTRAC Mono



\*Знак компании «Schlumberger»  
Другие наименования компаний, продукции и сервисов  
принадлежат соответствующим владельцам.  
Copyright © 2013 Schlumberger. Все права защищены.12-PR-0022

[www.slb.com/tufftrac](http://www.slb.com/tufftrac)

**Schlumberger**