

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

При работе с оборудованием необходимо соблюдать все правила техники безопасности (ТБ). Предельно допустимые значения давления для газового акустического источника и всех фитингов, шлангов и т.п. всегда должны превышать фактическое давление в скважине. Поскольку при проведении испытаний скважины методом КВД давление обсадной колонны обычно возрастает, следует принять меры предосторожности, чтобы давление в скважине не превысило предельно допустимого давления для оборудования.

Не допускается использование изношенных или корродированных частей оборудования. Изношенные или покрытые коррозией фитинги могут не выдержать первоначального давления.

В этом руководстве невозможно привести все правила ТБ. Прежде, чем начать работу с оборудованием, необходимо принять к сведению все соответствующие руководства, бюллетени и т.п. по ТБ, которые касаются давления, характеристик металла, тепловых эффектов, коррозии, износа, электрических свойств, свойств газов, и т.д.

Недопустимо проводить испытания, если состояние оператора, испытательного оборудования и скважины не отвечают требованиям безопасной работы. Нельзя использовать это оборудование, если оператор устал, болен, находится под действием алкоголя, наркотиков или медицинских препаратов.

КАК ПОЛЬЗОВАТЬСЯ ДАННЫМ СПРАВОЧНЫМ РУКОВОДСТВОМ

Это расширенное справочное руководство, которое охватывает все возможности Системы контроля скважин и программного обеспечения TWM (для комплексного регулирования работы скважины). Поскольку некоторые пользователи могут быть заинтересованы только в одном из аспектов справочного руководства, оно поделено на восемь основных разделов, которые можно читать как самостоятельные руководства.

- 1 – Обзор Системы контроля скважин (Главы 1, 2 и 3)
- 2 – Исследования скважины акустическими методами (Главы 4 и 5)
- 3 – Метод восстановления давления (Глава 6)
- 4 – Прослеживание уровня жидкости (Глава 7)
- 5 – Исследования методом динамометрирования (Глава 8)
- 6 – Измерения силы тока и мощности двигателя (Главы 9 и 10)
- 7 – Вспомогательные программы и устранение неполадок (Главы 11 и 12)
- 8 – Техническая литература по данной теме (Приложение)

Если вы уже знакомы с Системой контроля скважин, можно пропустить раздел 1 и начать с тех разделов, которые представляют для вас интерес.

Если вы не знакомы с Системой контроля скважин, то прежде следует прочесть Раздел 1. Опубликованный в приложении обзор «Комплексное регулирование работы скважины» дает представление о возможностях этой системы для оптимизации работы скважины, оснащенной насосом.

ТЕМАТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА СПРАВОЧНОГО РУКОВОДСТВА

Внутри каждого раздела информация организована следующим образом:

- Вначале дано описание оборудования и программного обеспечения, которое требуется для конкретного применения.
- Затем приводятся подробные инструкции по использованию программного обеспечения.
- Приводятся практические примеры конкретного применения
- Где необходимо, даны указания об устранении неполадок в системе
- Рассмотрен порядок работы с оборудованием и его техническое обслуживание

1.0 НАЗНАЧЕНИЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ СКВАЖИН

Основным назначением системы контроля скважин является обеспечение оператора всеми необходимыми данными для анализа работы нефтяной или газовой скважины. Это достигается путем комплексного использования оборудования и компьютерного программного обеспечения, которые позволяют в каждом конкретном случае провести нужные измерения. Наиболее общая конфигурация Системы контроля скважин представлена в виде блок-схемы на Рис. 1.

Результаты измерений, сделанных с помощью Системы контроля скважин, и их интерпретация, могут дать ответы на многочисленные вопросы, связанные с добычей нефти из скважин, оснащенных насосами. Ниже приведены перечни типичных вопросов, на которые можно получить ответы при правильном использовании Системы и интерпретации результатов измерений.

Акустические методы исследования:

- Есть ли жидкость над насосом? Какова глубина верхнего уровня столба жидкости?
- Есть ли поток газа в межколонном промежутке? Если есть, то какова его скорость?
- Какова величина давления на устье скважины? Изменяется ли она со временем?
- Каков процент жидкости в межколонном флюиде?
- Величина давления на перфорацию?
- Процент максимального дебита нефти в текущей добыче?
- Скорость звука в газе в межколонном промежутке?
- Средняя плотность газа в межколонном промежутке?
- Есть ли ограничения или аномалии в межколонном промежутке выше уровня жидкости?

Динамометрирование:

- Работает ли скважина с откачкой?
- Процент заполнения насоса?
- Есть ли утечка в нагнетательном/впускном клапане?
- Подача насоса, баррелей/сут?
- Эффективный ход плунжера насоса?
- Текущая скорость закачивания?
- Величина нагрузки, создаваемой жидкостью, на насос?
- Соответствуют ли максимальная и минимальная нагрузки на полированный шток производительности насоса и грузоподъемности штанг?
- Какова мощность (л.с.) полированного штока?
- Величина крутящего момента меньше, чем указано в спецификации коробки передач?
- Достаточно ли сбалансирован агрегат?
- Какое требуется перемещение противовесов для уравнивания агрегата?
- Какой вес имеют штанги в жидкости?
- Необходим ли детальный анализ системы насоса и изменение его конструкции?

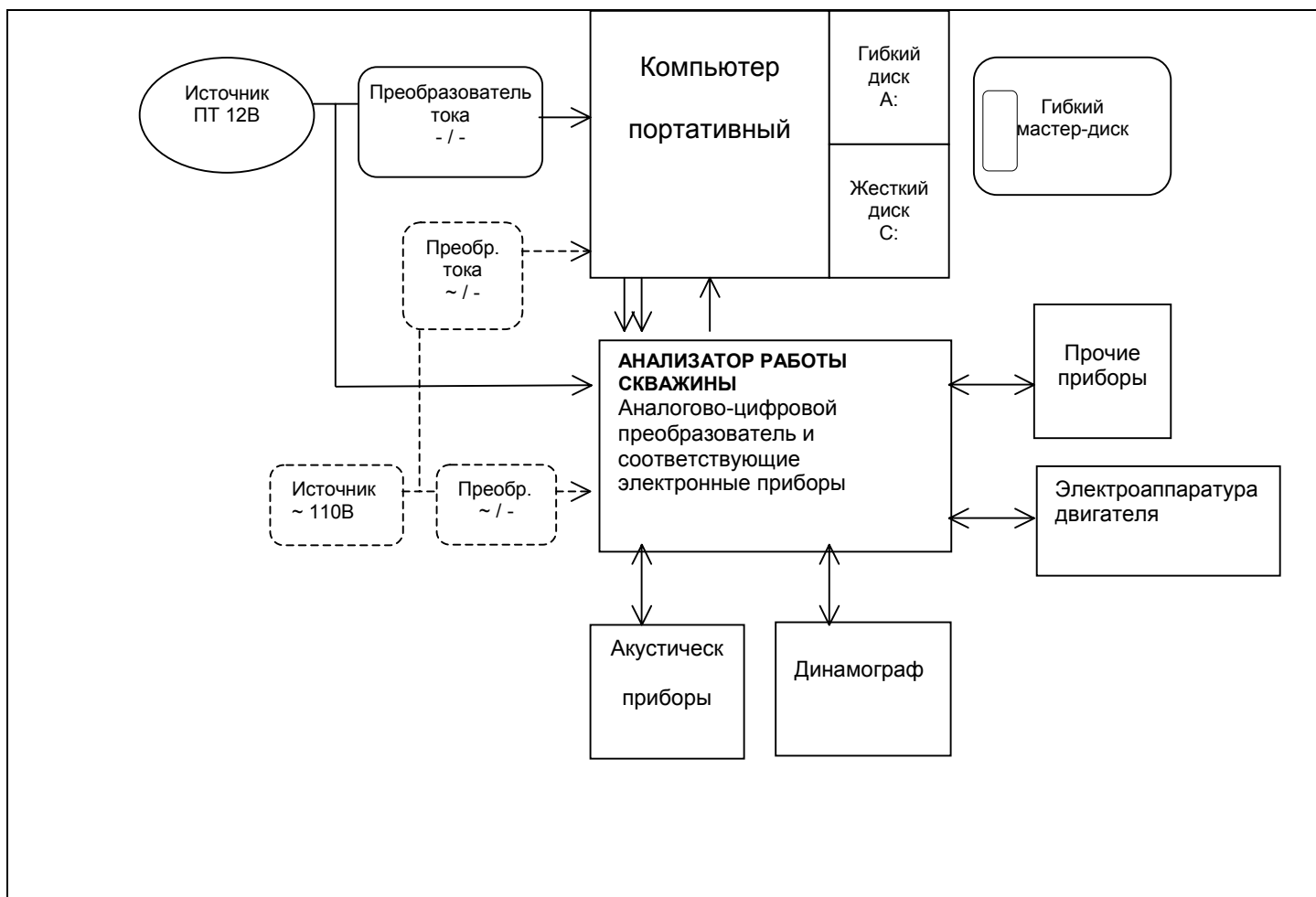
Измерение силы тока двигателя:

- Величина силы тока двигателя в течение рабочего цикла насоса?
- Достаточно ли объем двигателя для данного насосного агрегата и нагрузки?
- Достаточно ли сбалансирован агрегат?
- Требуется ли работа двигателя проведения более детального анализа?

Прослеживание уровня жидкости:

- Глубина уровня жидкости?
- Поднимается или падает уровень жидкости?
- Находится ли уровень жидкости в пределах установленного интервала глубины?

Рис. 1
Блок-схема Системы контроля скважин



Измерения мощности/силы тока двигателя:

- Какая мощность двигателя расходуется за время одного хода поршня насоса?
- Величина кажущейся силы тока двигателя?
- Вырабатывает ли двигатель электроэнергию во время хода поршня?
- Точная величина потребляемой мощности: кВт-ч/сут, долларов/месяц; долларов/баррель?
- Насколько объем двигателя соответствует насосному агрегату и нагрузке (больше/меньше необходимого)?
- Величина нагрузки, создаваемой крутящим моментом?
- Хорошо ли сбалансирован агрегат?
- Какое требуется перемещение противовесов для уравнивания агрегата?
- Какой минимальный объем двигателя рекомендуется для данного агрегата?

Исследования методом КВД:

- Какова достаточно точная оценка пластового давления?
- Чему равно гидродинамическое давление на забое?
- Какова скорость восстановления давления?
- Продолжается ли приток жидкости/газа в межколонное пространство скважины после ее остановки?
- Есть ли нарушения ствола скважины?
- Есть ли трещина в скважине?
- Требуется ли скважине проведение детального анализа КВД?

Специальные исследования:

- В газлифтных скважинах: положение уровня жидкости в межколонном промежутке?
- Количество неприкрытых газлифтных клапанов?
- В закрытой газовой скважине: положение уровня флюида внутри НКТ?
- В закрытой скважине: величина давления на забое (в пласте)?
- Состояние скважинного предохранительного клапана?
- Положение пробок жидкости при обработке дозированными агентами?
- Восстановление давления в фонтанирующих скважинах?
- Калибровка глубинного сенсорного датчика давления.

В последующих разделах этого руководства дано подробное объяснение использования Системы контроля скважин для решения большинства проблем, с которыми можно столкнуться при оптимизации работы скважины и снижении до минимума эксплуатационных расходов. Настоятельно рекомендуется, чтобы оператор данного оборудования ознакомился с материалом, представленным в этом руководстве, прежде чем он начнет работать с оборудованием.

2.0 ОБЗОР ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ СКВАЖИН

Далее рассмотрена технология, возникшая в результате разработки и применения Системы контроля скважин, и приведено краткое описание измерений, которые могут быть произведены с помощью этой системы.

2.1 Акустические исследования скважин

Акустические методы исследования, при которых в скважине создаются звуковые волны, применяются более пятидесяти лет для анализа состояния скважин, оснащенных насосами. Вначале применение этих методов было ограничено обнаружением жидкости в межколонном промежутке над насосом. Если жидкость была обнаружена над насосом, оператор знал, что дополнительная добыча возможна при установке более мощного насоса; или, если насос работал неудовлетворительно, его следовало поднять и отремонтировать.

Вскоре после развития этого вида техники, пользователи оборудования поняли, что правильная интерпретация показаний приборов может дать дополнительную информацию. В частности, было рассчитано давление на забое суммированием давления в кондукторе, гидростатического давления газового столба и гидростатического давления столба жидкости. Это давало представление о плотности и распределении нефти и воды в столбе жидкости, особенно в случае остановленной скважины, где наблюдается высокий столб жидкости. Кроме того, из наблюдений было видно, что в тех случаях, когда газ выходил из межколонного пространства, рассчитанное давление на забое было чрезмерно высоким. Это связано с понижением эффективного градиента жидкости из-за присутствия газовых пузырьков в столбе жидкости над перфорацией. Уолкер С.П.(C.P.Walker) запатентовал метод определения плотности кольцеобразных столбов жидкости, которые вентилировались восходящими пузырьками газа. Он предложил способ, по которому с помощью обратного клапана осуществляется контроль и увеличение давления на устье скважины, что приводит к падению уровня жидкости в межколонном промежутке на расстояние, соответствующее увеличению давления. Градиент смеси жидкости и газа вычисляется путем деления изменения давления на вершине газожидкостного столба на соответствующее падение уровня жидкости. Затем этот градиент используется для вычисления давления на забое. Если положение обратного клапана продолжает возрастать до тех пор, пока вершина газожидкостного столба не установится вблизи всасывающего отверстия насоса (которое в общем случае находится возле перфорации), то рабочее давление на забое можно оценить весьма точно, поскольку вклад гидростатического давления короткого газожидкостного столба невелик по сравнению с давлением на устье, и ошибки в оценке градиента не окажут значительного влияния на результирующее давление. В большинстве добывающих скважин, эксплуатируемых в Соединенных Штатах, уровень жидкости находится возле всасывающего отверстия насоса, и давление на устье плюс гидростатическое давление газа, дает весьма близкую оценку рабочего забойного давления. Этот метод, который был представлен более 50 лет назад, до сих пор является одним из используемых способов получения точного значения рабочего давления на забое скважины.

В последних исследованиях Маккоя и др. (McCooy, et al) представлен метод получения величины дебита газа в межколонном промежутке путем измерения объемной скорости восстановления давления газа. Используя величину скорости восстановления давления и объем незаполненного кольцеобразного пространства между колоннами, можно получить достаточно точное значение дебита газа в межколонном промежутке. Если дебит газа в межколонном промежутке известен, то, используя корреляцию по данным измерений на месторождении, получают оценку градиента столба жидкости. Таким образом достаточно точно рассчитывается рабочее давление на забое даже в том случае, когда над насосом есть газожидкостной столб. Кроме дебита газа в межколонном промежутке, оператор может определить плотность газа, если проводится акустическое зондирование скважины, так как скорость звука и давление известны, а температуру можно рассчитать. Определение плотности газа в межколонном промежутке позволяет более точно вычислить давление газового столба.

Использование портативных компьютеров позволяет оператору автоматически получать данные об уровне жидкости из акустических исследований и измерений давления на устье скважины, по которым можно рассчитать давление на забое. Таким способом можно недорого проводить длительные исследования оснащенных насосами скважин методом восстановления давления и/или падения давления. Данные, полученные методом КВД, позволяют оператору получить свойства пласта, такие как проницаемость, повреждение от скин-эффекта, пластовое давление и множество других параметров, при относительно низких затратах.

Использование микрокомпьютеров дает четыре важные преимущества. Во-первых, компьютер может использовать цифровую обработку данных акустических исследований для получения более точных уровней жидкости автоматически. Во-вторых, определение давления на забое по измерениям уровней жидкости акустическим методом, давления на устье и свойств добываемого флюида осуществляется автоматически. В-третьих, с помощью компьютера можно осуществить автоматическое управление оборудованием, так как компьютер можно запрограммировать на проведение акустического исследования скважины и измерение давления обсадной колонны по команде, без участия оператора. В-четвертых, компьютер обеспечивает хранение и эффективное управление данными о скважине. Это позволяет проводить своевременный анализ работы скважины, КВД и работы насоса.

2.2 Динамометрические исследования

Применение вставных штанговых насосов остается по-прежнему наиболее распространенным методом насосно-компрессорной добычи. Экономические условия диктуют необходимость поддержания максимальной эффективности таких установок в любое время. Методы анализа эффективности балансирных станков-качалок принципиально основаны на варианте динамометра для балансирных станков-качалок, разработанном Gilbert's и Fagg's. В этом варианте нагрузка полированного штока была записана графически, как функция его хода, чтобы создать график, отражающий работу наземной установки для хода штока. Современные разработки сконцентрированы на уточнении методов интерпретации характеристик этой кривой, описывающей смещение нагрузки, с целью проведения детального анализа системы для получения такой информации, как:

- Распределение нагрузки в колонне насосных штанг
- Сдвиг нагрузки по насосу
- Работа клапана насоса и пропуски
- Момент силы на поверхности и эффективность противовеса
- Усталостная нагрузка и изгиб бурильных штанг
- Эксплуатационные качества двигателя

С появлением эффективных цифровых систем сбора данных в фокусе внимания оказался более полный анализ эксплуатационных характеристик насосной установки. Одновременное измерение многих динамических параметров (входная мощность, коэффициент мощности, крутящий момент двигателя, положение полированного штока, скорость, ускорение и нагрузка, скорость двигателя и число ходов в минуту) возможно и экономически эффективно.

Система контроля скважины позволяет получать данные от датчиков нагрузки и ускорения для проведения либо упрощенного, либо более сложного анализа динамометрических исследований. Оператор может выбрать этот режим из главного меню Системы путем ввода соответствующего выбора и необходимой информации, касающейся характеристик используемых датчиков.

Система контроля скважин обеспечивает средства получения и вывода на экран данных динамометрирования и сохранения этой информации на дискете для дальнейшей обработки и анализа.

2.3 Балансировка станка-качалки и анализ крутящего момента

Балансировка станков-качалок имеет большое значение, так как их работа сказывается на эксплуатационных расходах и стоимости технического обслуживания. Правильная балансировка означает более стабильную работу насосного агрегата, снижение колебаний скорости и нагрузки, снижение колебаний крутящего момента коробки передач, снижение нагрузки на насосные штанги и увеличение SPM (числа ходов минуту).

Для расчета противовеса в первую очередь используется анализ крутящего момента. Для проведения расчетов по данным динамометрии необходимо измерить действие противовеса, которое переносится на полированный шток. Это функция положения противовеса на кривошипе и геометрии станка-качалки. Действие противовеса может быть измерено напрямую с помощью динамометра. Геометрию насосного агрегата можно определить по физическим измерениям размеров основных элементов установки или, в общем случае, получить из базы данных стандартных балансирных станков-качалок. После этого балансировку производят путем измерения положения противовесов на кривошипах, определения кривошипов и вычисления изменения момента противовеса, соответствующего изменению положения противовесов.

Данные о динамометре, которые состоят из нагрузки на полированный шток как функции положения, преобразуются в результирующий крутящий момент как функцию угла кривошипа. Полученную функцию затем исследуют для определения крутящего момента, возникающего при движении поршня цилиндра вверх и вниз. В общем случае балансировка считается правильной, если крутящий момент уравновешен настолько, что его максимальное значение при движении поршня вверх приблизительно равно максимальному крутящему моменту при движении поршня вниз. После того, как фактическая кривая крутящего момента рассчитана, можно определить влияние от изменения положения противовесов на величину крутящего момента. Таким образом, программа дает рекомендации относительно работы установки при правильной балансировке.

Так как большинство балансирных станков-качалок приводится в действие электродвигателями, то балансировка зачастую осуществляют путем измерения силы тока двигателя. Этот способ основан на прямой зависимости между силой тока и крутящего момента электродвигателя, но эта зависимость не линейная.

Однако следует отметить, что обычные датчики для измерения электрического тока не делают различия между направлением тока. В большинстве насосных агрегатов циклическая нагрузка, воздействующая на насос (нагрузка на шток возрастает до суммарной нагрузки от веса штока в жидкости и самой жидкости и затем уменьшается до веса погруженного в жидкость штока), такова, что на определенных участках хода поршня двигатель фактически приводится в действие насосным агрегатом. В этих точках двигатель действует как генератор, и ток направлен обратно в цепь. Датчик тока показывает силу электрического тока независимо от направления потока. По этой причине пиковые значения силы тока, которые соответствуют максимальным крутящим моментам, зачастую не регистрируются, что в значительной степени затрудняет балансировку станка-качалки с помощью стандартных измерений силы тока.

Программа Echometer Motor Current Survey (Исследование силы тока двигателя эхолота), которая рассмотрена в разделе 9.0 данного справочного руководства, позволяет точно определить величину и направление тока в каждой линии 3-х фазной электрической сети.

Программа Echometer Power Survey (Исследование мощности эхолота), рассмотренная в разделе 10 данного руководства, позволяет точное определение используемой мощности и силы тока в двигателе во время хода поршня насоса. Данные о мощности трактуются также в единицах крутящего момента редуктора, и программа дает информацию о том, как отрегулировать противовесы, чтобы достигнуть условия равновесия. Для этого не требуется знания геометрии насосного агрегата и установления кривошипа. От пользователя требуется только ввести в качестве входных данных вес контр грузов, которые он хочет перемещать. Программа рассчитает расстояние, на которое они должны быть передвинуты из данного положения.

2.4 Исследование методом восстановления давления

Исследование гидродинамического забойного давления, испытания методом восстановления давления или измерения депрессии являются основными способами определения пластового давления, проницаемости породы и скин-эффекта. Эти методы широко используются в фонтанных скважинах и в некоторых газлифтных скважинах, где информация о давлении легко передается от подвешенных на кабеле глубинных манометров. Наличие насосных штанг в скважинах, оснащенных балансирными станками-качалками, в значительной степени препятствует прямому систематическому измерению забойного давления, исключая единственный самый важный параметр для анализа работы скважины. Постоянная установка глубинных манометров, показание которых считывается на устье, стала экономически неэффективной, как и измерения давления в затрубном пространстве с помощью подвешенных на кабеле манометров.

Автоматическая акустическая система для исследования скважин методом КВД основана на использовании Цифрового анализатора скважин, конфигурация которого обеспечивает длительную работу без обслуживания. Это достигается путем обеспечения долгосрочного источника энергии и газа и переключения на программу, разработанную специально для регистрации и анализа давления при неустановившихся процессах. Программа TWM – специальный модуль для получения и анализа данных о давлении при неустановившихся процессах в скважине, является многофункциональной, что позволяет контролировать последовательность испытаний скважины, получение, хранение и анализ данных, и получение выходных данных в виде таблиц и графиков.

вычисление забойного давления основано на измерении давления на устье, определении глубины ГЖК и вычислении градиентов флюида в затрубном пространстве. С целью достижения максимальной точности вычислений забойного давления, программа для анализатора скважин принимает во внимание колебания температуры и скорости звука, вызванные изменениями в составе газожидкостной смеси в затрубном пространстве вследствие изменения давления при исследовании скважины методом КВД.

На протяжении нескольких дней, пока длятся обычные испытания скважины, чувствительный элемент датчика может претерпевать температурные изменения более 60° F. Даже, несмотря на то, что датчик имеет температурную компенсацию, такое изменение температуры может привести к небольшим ошибкам в замерах давления в головке обсадной колонны, что было бы неприемлемо при проведении анализа методом КВД. Дополнительные поправки вводятся путем измерения температуры с помощью термистора и вычисления соответствующих поправок к значениям давления по калибровочным кривым, полученным отдельно для каждого датчика и введенным в программу.

Во время исследования скважин (восстановление давления или депрессии) давление, температура и состав газа в затрубном пространстве будут претерпевать значительные изменения. Это, в свою очередь, приведет к колебаниям скорости звука в газе. В любой данный момент времени средняя скорость звука вычисляется по автоматическому счету отфильтрованных отражений волн от муфты колонны и средней длине свечи. Для каждой серии испытаний создается таблица скорости звука как функции времени, которая сохраняется вместе с данными о давлении. Программа приведения данных интерполирует данные между этими точками, чтобы вычислить глубину границы газ-жидкость по измерениям времени движения отраженной волны в жидкости. Если бы эти колебания не учитывались, и для анализа данных о времени движения звука использовалось только одно значение скорости звука, то в расчетах забойного давления была бы значительная ошибка.

Есть ряд публикаций, посвященных точным методам вычисления забойного давления на основании акустических измерений уровня жидкости в затрубном пространстве. Забойное давление равно сумме давления на головку обсадной колонны и гидростатического давления газожидкостного столба в затрубном промежутке. Градиент газового столба вычисляется как функция давления, температуры и плотности газа. Градиент кольцеобразного газожидкостного столба является функцией состава жидкостей и локального водонесущего фактора и газожидкостного фактора. Условия отбора флюида и геометрия скважины определяют распределение флюида. Например, при стабильной скорости откачки, выше всасывающего отверстия насоса будет находиться нефть ввиду гравитационного разделения в затрубном пространстве. Когда скважина остановлена для восстановления давления, обводненность остается по существу постоянной в течение всего периода после остановки притока. Эти

факторы учитываются программой при вычислении забойного давления. Локальные значения плотности нефти и воды рассчитываются как функции давления и температуры с использованием обычных корреляций.

Когда рабочее забойное давление ниже давления насыщения, свободный газ начинает выделяться из пласта и в основном из газожидкостной смеси в затрубном пространстве. Этот газ в затрубном пространстве понижает градиент жидкостного столба, и поэтому его следует учесть при вычислении забойного давления. Опыт показывает, что газожидкостной столб может расширяться в течение длительного времени после остановки скважины. Чтобы учесть этот эффект, используется корреляция, полученная по результатам многочисленных измерений градиентов газожидкостных столбов. Однако когда приходится иметь дело с газожидкостным столбом большой высоты, для получения более точных результатов рекомендуется до проведения исследований методом восстановления давления понизить уровень жидкости так, чтобы жидкость была выше насоса на несколько свечей НКТ. Для этого повышают давление на головку обсадной колонны, поддерживая при этом постоянную скорость откачки. Это легко сделать с помощью регулятора противодействия, установленного на клапане головки обсадной колонны. Очень важно, чтобы до начала исследований методом КВД, скважина была стабилизирована.

2.5 Прослеживание уровня жидкости

Положение уровня жидкости в затрубном пространстве является важным индикатором выравнивания давления в скважине. Это особенно важно при проведении КРС, когда фонтанной арматуры нет на месте, и при глушении скважины, когда необходимо сделать заключение о давлении. Система контроля скважин может использоваться при непрерывных исследованиях режима работы скважины для автоматического измерения и прослеживания уровня жидкости в затрубном пространстве.

2.51 Глушение скважины и работы по КРС

Когда скважину надо заглушить перед проведением определенных работ по КРС, требуется определить минимальное количество флюида, которое необходимо ввести для глушения скважины. Избыточное количество флюида приведет к большему повреждению пласта и лишним затратам. Недостаточное количество жидкости приведет к проявляющейся скважине. Путем непрерывного отслеживания уровня флюида в затрубном пространстве возможно достижение пристального контроля обратного давления, действующего на пласт. Модуль «Прослеживание уровня» (LT) автоматически генерирует звуковые импульсы в запрограммированные интервалы с частотой 2 минуты, вычисляет глубину и выводит на экран положение уровня жидкости как функцию времени. Если уровень поднимается выше или падает ниже определенного интервала глубины, подается предупреждающий сигнал. Программа может также закрыть релейный переключатель, который может быть подключен к аварийной звуковой сигнализации станка КРС.

2.52 Контроль над обработкой скважины химреагентами

Периодическая закачка химреагентов в ствол скважины обычно используется как средство против отложений парафина, в качестве ингибитора коррозии и для очистки перфорации. Модуль LT программы обеспечивает простой способ контроля положения порции химреагента после его закачки в скважину. За опусканием флюида можно проследить, контролируя положение границы газ-жидкость как функцию времени.

2.6. Специальные исследования

Эхометрические исследования скважин предназначались, прежде всего, для анализа отбора с помощью балансирного станка-качалки и его оптимизации. Последние усовершенствования этого метода, благодаря применению портативного компьютера, позволяют использовать эхометрические исследования для многих других целей, которые включают в себя определение распределения флюидов и давления в стволе скважины.

2.61 Газлифт

Чаще всего этот метод используется для отбивки уровня жидкости в затрубном пространстве относительно глубины разгрузочных клапанов. Это позволяет осуществлять контроль над ходом операции разгрузки и определить момент открытия рабочего клапана и начала закачки газа в НКТ. Эти измерения можно также анализировать для определения гидродинамического забойного давления, используя метод, представленный МакКоу (McCoу).

2.62 Испытания скважинного предохранительного клапана

В случае морских установок необходимо периодически проводить испытания работы скважинных предохранительных клапанов, управляемых с устья скважины (СПКУУ). Для этого обычно скважину останавливают на устье и дают время на восстановление и стабилизацию давления. После этого СПКУУ закрывают и стравливают давление в НКТ выше клапана. Часто клапан не закрывается полностью из-за песка, обломков породы или коррозии, препятствующей движению клапана. В общем случае граница газ-жидкость в НКТ стабилизируется ниже СПКУУ. Поэтому эхометрические исследования укажут на нормальную работу клапана и его закрытие до начала стравливания давления в НКТ. Это позволит значительно сэкономить время, так как клапан можно приводить в действие несколько раз, пока он не будет отрегулирован для нормальной работы. Если это не удается добиться, то решение об извлечении клапана из скважины будет принято с минимальной задержкой.

2.63 Исследования забойного давления через НКТ

Эхометрические исследования можно проводить через НКТ, а также через затрубное пространство. Система контроля скважин позволяет получать глубину границы газ-жидкость, применяя разные варианты обработки результатов измерений. Если есть признаки даже незначительных нарушений соединений внутри НКТ, используется автоматический счет отражений от муфтовых соединений. В тех случаях, когда соединения НКТ полностью гладкие, возможны другие варианты: использование глубины для отбивки посадочных ниппелей НКТ, использование скорости звука и т.п. позволяет получить необходимую информацию для вычисления забойного давления. Инженерами компании Echometer накоплен большой опыт в этом типе нестандартных исследований в фонтанных скважинах и скважинах с нагнетанием под большим давлением. Есть источники звуковой волны, которые работают при давлении до 15000 фунтов на кв. Дюйм. В этих источниках для создания звукового импульса используется газ.

2.64 Смещение жидкости в НКТ

Эхометрические исследования успешно применяются для определения положения пробок жидкости, которые были введены в скважину для обычной обработки с помощью ингибиторов коррозии, растворителей парафина или другой обработки химреагентом.

3.0 ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ПРОГРАММНОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ СКВАЖИН

Работой системы контроля управляет портативный компьютер. Компьютер работает по программе, записанной на жестком диске. При включении компьютера автоматически запускается тест памяти, как это отображено в верхней строке экрана. Следует дождаться окончания теста. Затем в память автоматически загружается программа TWM из пакета программного обеспечения для Системы контроля скважины. В последующем описании программного обеспечения предполагается, что вы используете компьютер с микропроцессором 486 (или лучше), жестким диском и гибким диском, имеющими конфигурацию, предусмотренную компанией Echometer Co., на котором установлена Windows95, Windows98 или WindowsNT.

3.1 Программы

Система контроля скважин используется в сочетании с несколькими прикладными программами. Наиболее общий перечень программ включает в себя следующее:

Программы получения данных

Программа TWM (Акустические исследования, динамометрирование, исследования мощности)
Программа EBUP (Метод КВД)
Программа LQTR (Прослеживание уровня жидкости)

Программы анализа данных

Программа TWM

Программа по конструкции балансирующего танка-качалки

Программа Q-ROD (Волновое уравнение в Windows 3.1 для конструкции балансирующего станка-качалки)

3.2 Использование клавиатуры и внешней мыши

Программа TWM была разработана так, чтобы ее использование было максимально простым. В графическом интерфейсе пользователя приняты все условные обозначения Windows. Большинство модулей программы выполняется по подсказкам, которые выводятся на экран и требуют, либо ввода данных, либо нажатия функциональной клавиши или сочетания Alt-клавиша. По возможности функциональные клавиши предназначены для получения аналогичных результатов в разных прикладных программах. Пользователю часто предлагается выбрать действие из того, что есть в меню на экране. Для перемещения по экрану, в меню и выполнения указаний обычно используются клавиши tab, shift tab, enter, PageDown, PageUp, клавиши со стрелками, функциональные клавиши и Esc (выход). Кроме того, для перемещения по экрану и выполнения выбранных функций можно использовать внешнюю мышь или встроенный курсор в виде стрелки и щелчки мышью. Подробная информация дана в соответствующих разделах этого руководства.

Примечание

Рекомендуется, чтобы пользователь следовал инструкциям и делал выбор из меню, которое выводится на экран. Программы были написаны для системы, полностью совместимой с IBM, а используемый компьютер может не быть полностью совместимым. Программы разработаны так, чтобы не реагировать на случайные вводы из-за неправильного удара по клавишам, invalid data (недействительные данные) и т.п. Однако возможно необычное сочетание клавишей, которое приведет к действиям, непредусмотренным программой. В таких случаях рекомендуется **ВЫКЛЮЧИТЬ** компьютер и вновь инициализировать программу.

Среда

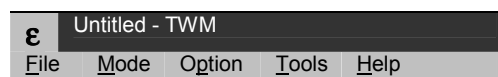
Рабочая среда программы TWM разделена на три области:

- 1 – Строка меню
- 2 – Панель управления с диалоговыми окнами
- 3 – Табуляция

Эти области показаны на рисунке внизу (стр. 11 оригинала)

Строка меню

Строка меню в верхней части окна позволяет выбрать различные команды в TWM.



Субменю программы TWM могут меняться в зависимости от того, в каком месте программы вы находитесь, при этом шесть главных меню остаются неизменными.

File

Print

Отправляет отчет на принтер. Тип распечатанного отчета определяется текущим положением в рабочей обстановке программы.

Print Preview

Создает окно предварительного показа отчета перед его распечаткой.

Print Setup

Позволяет выбрать по умолчанию принтер, размер и расположение бумаги.

Exit

Выход из TWM.

Mode

Меню Mode (Рабочий режим) имеет те же функции, что и верхняя часть Панели управления с диалоговыми окнами. Оно позволяет переключаться на разные режимы программы.

Acquire Mode

Создает конфигурацию TWM для сбора данных нового испытания скважины.

Recall Mode

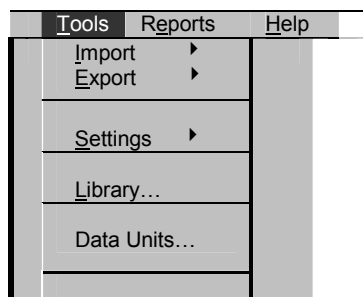
Создает конфигурацию TWM для вывода на экран и анализа собранных данных.

Options (Меню вариантов выбора)

Это меню имеет те же функции, что и нижняя часть Панели управления. Оно позволяет выбрать вариант из тех, которые указаны на вкладках страниц.

Примечание: Это меню изменяется в зависимости от выбранного режима работы.

Tools (Сервис)



Import

Преобразование в формат DOS: Позволяет использовать в программе TWM данные и файлы о скважинах, представленные в версии DOS Системы контроля скважин

(см. рисунок на стр.12 оригинала)

Export

Old Format (.wf) Well File: Создает Well File (*.wf) (Файл скважин), который можно использовать с версией DOS Системы контроля скважин.

DYN Format: Создает текстовый файл для устьевого динамометра в стандартном формате DYN.

(см. рисунок на стр.12 оригинала)

Settings

(См. рисунки на стр. 13 оригинала)

Work Area Paths: Устанавливает по умолчанию пути, используемые в программе TWM

Graph Parameters: Устанавливает параметры, используемые TWM для построения графиков.

Library

Позволяет пользователю просматривать и пополнять информацию о насосном агрегате **Pump Unit Library**.

Опция **Edit Library** (Редактирование библиотеки) позволяет модифицировать параметры насосного агрегата, которые уже внесены в библиотеку.

Когда установленный насосный агрегат не согласуется с тем, который уже включен в библиотеку, опция **Create Unit** представит форму входных данных в виде (см. рисунки на стр. 15):

Включение данных о **новом насосном агрегате** прежнего изготовителя:

Верхний рисунок на стр.15 оригинала

Примечание в диалоговом окне: The combination of manufacturer, class type, and API must be unique – Следует придерживаться единого порядка представления данных об изготовителе, типе класса и стандарте АНИ (Американский нефтяной институт).

Включение нового изготовителя (**Manufacturer**) насосных агрегатов в библиотеку с тем, чтобы дополнить информацию о соответствующих насосах:

Средний рисунок на стр.15 оригинала

Data Units (Единицы измерения)

Устанавливает по умолчанию систему единиц измерения, которая будет использована в программе TWM.

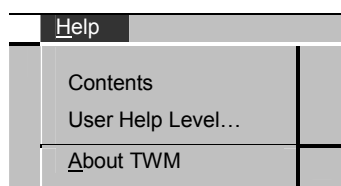
Нижний рисунок на стр. 15 оригинала

Report Preferences (Предпочтительный формат отчета)

Для распечатки отчетов используется меню File. Чтобы определить формат отчета и включить конкретные заголовки, используется следующий экран:

Верхний рисунок на стр.16 оригинала

Help (Помощь)

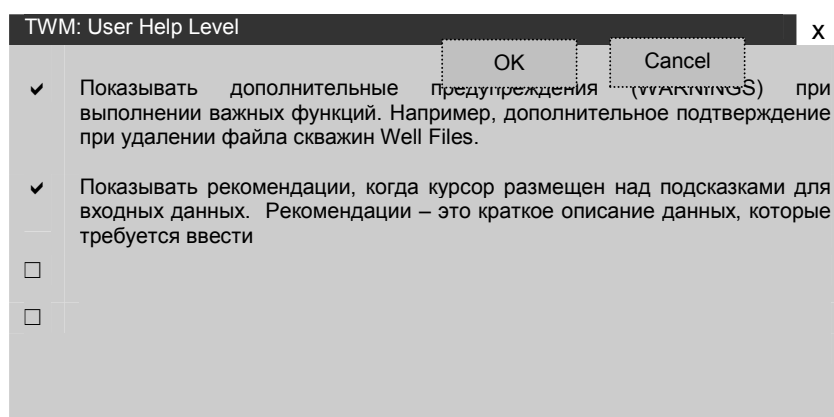


Contents

Выводит на экран файл помощи.
См. нижний рисунок на стр. 16 оригинала

User Help Level

Позволяет установить желаемый уровень обратной связи
Пояснения к верхнему рисунку на стр.17 оригинала



About TWM

Выводит на экран информацию об авторском праве на TWM. Дата текущей версии программы также показана. Обновленные варианты программы можно загрузить через страницу интернета компании Ecometer, по мере их поступления.

См. нижний рисунок на стр.17 оригинала.

Панель управления

Панель управления расположена с левой стороны окна TWM. Она разделена на две секции: Выбор режима (Mode Selector) и Варианты (Options Buttons). Они выполняют те же функции, что и меню Mode и Options.

См. верхний рисунок на стр. 18 оригинала

Выбор режима (Mode Selector)

TWM имеет два разных режима работы. Режим **Acquire Mode** предназначен для сбора информации о скважине, которую предоставляет Система контроля скважин. **Recall Mode** используется для анализа собранных ранее результатов исследований. Круглые кнопки слева от наименований режимов показывают, какой режим активизирован. Рабочий режим обозначен кружком с точкой ⊙. (См. нижний рисунок на стр. 18 оригинала).

Варианты (Options)

(Рисунок в правом верхнем углу на стр.19 оригинала)

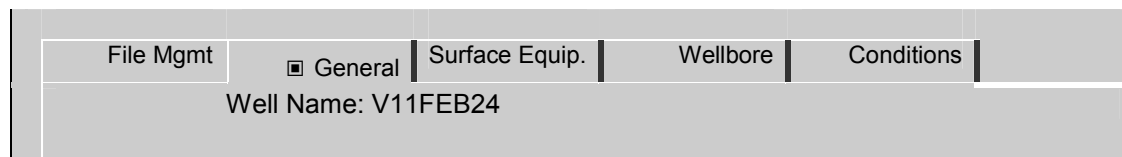
Эти кнопки отображают последовательные шаги программы TWM. Они расположены таким образом, чтобы можно было начать с верхней кнопки (первый шаг) и продвигаться вниз. Перейти к следующему шагу невозможно, если не выполнен текущий. Чтобы показать, что выполнение следующего шага пока невозможно, нижние кнопки не активизируются (текст напротив кнопки не выделен, и на кнопку нельзя щелкнуть мышью).

Если щелкнуть мышью по кнопке, вкладки диалоговых страниц соответственно изменятся. Для выбора нужного варианта можно также использовать функциональные клавиши на клавиатуре. Соответствующая функциональная клавиша указана перед названием кнопки (например, F2 – Setup).

Диалоговая область

Диалоговая область – это область, где можно видеть данные и вводить информацию. Из-за огромного количества данных, которые должны выводиться на экран программой TWM, используется страницы с ярлыками. Они выглядят как закладки в записной книжке. Каждая закладка имеет небольшой участок, выступающий над остальной страницей. Это позволяет

быстрый переход с одной страницы на другую. Для выбора страницы надо щелкнуть мышью на соответствующий заголовок. Заголовки страниц размещены в верхней части диалоговой области. Можно также продвигаться по порядку от страницы к странице, щелкая на кнопки Page Up/Page Down внизу диалоговой области или используя клавиши Page Up/Page Down на клавиатуре. Возможен также переход на какую-то конкретную страницу путем нажатия клавиши Ctrl и соответствующего номера страницы (стр.1 крайняя слева). Активизированная страница всегда обозначается квадратом перед заголовком страницы.



Рабочую среду TWM полезно рассматривать как набор картотек. Выбирая нужный режим, вы делаете выбор между двумя картотеками. Выбор определенного ящика из картотеки подобен выбору одного из вариантов. И, наконец, вы можете выбрать файл для просмотра путем выбора одной из клавиш-закладок.

Передвижение с помощью функциональных клавиш и кнопок

Оператор определяет ход программы, выбирая и активизируя соответствующую кнопку, функциональную клавишу или их комбинацию. Для передвижения внутри формата, выведенного на экран, используются условные обозначения, принятые в Windows. (См. рисунок в правом верхнем углу на стр.20 оригинала)

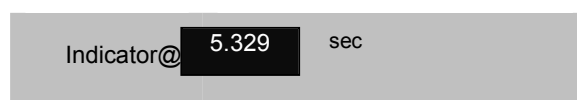
Функциональные клавиши: Нажатие функциональной клавиши эквивалентно двойному щелчку на клавишу F с тем же номером. Например, нажатие клавиши F3 эквивалентно щелчку на кнопку Select Test и инициирует ту же последовательность событий.

Клавиша Tab: Нажатие клавиши Tab дает передвижение по экрану и активизирует различные кнопки управления или поля, выделяя то, которое активизировано в данный момент:

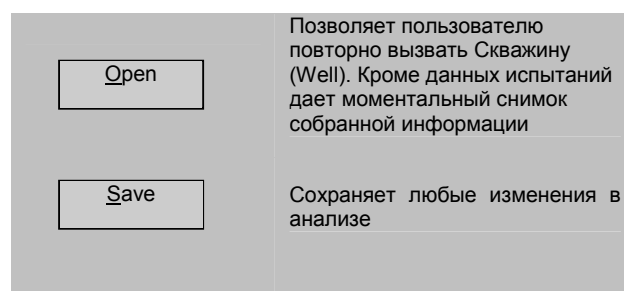


После того, как как кнопка выделена, ее активизируют нажатием клавиши **Enter**.

Активное поле выделяется темным фоном, как показано на рисунке ниже:



Клавиша Alt: Нажатие клавиши, которая указана на кнопке буквой с чертой снизу при одновременном нажатии **Alt** эквивалентно активизации соответствующей кнопки или поля. Например, нажатие **Alt-S** эквивалентно щелчку по кнопке **Save**, как показано ниже:



Нажатие комбинации **Alt-1** активизирует диалоговую область для ввода размеров труб, как показано ниже .

Как только область активизирована, клавиша tab позволяет выбрать поля для ввода данных.

Пояснения к нижнему рисунку на стр. 20 оригинала:

[Alt-1] Tubulars			
Tubing OD	2.375	in	Наружный диаметр НКТ в дюймах
Casing OD	5.5	in	Наружный диаметр ОК в дюймах
Ave.Joint Length	31.7	ft	Средняя длина свечи в футах
Ancor Depth	5035	ft	Глубина якоря
Kelly Bushing		ft	Альтитуда стола бурового ротора

В общем случае поля, выделенные **белым цветом**, используются для ввпечатывания данных и текста, поля, выделенные **серым цветом**, используются для отображения сохраненных данных или вычисленных значений.

3.3 Файловая система

Вся информация, полученная Системой контроля скважин, организована в виде файлов в директориях на внутреннем жестком диске.

При создании программой имени файла, используется WELL NAME (Название скважины). Данные могут содержать информацию о скважине, результаты вычислений или графические данные, соответствующие информации, представленной на экране компьютера.

Рабочая область

Все файлы, связанные с TWM, сохраняются в рабочей области **TWM** (например: C:Ecometer\TWM\). Сюда входят группы, информация о скважинах, файлы библиотеки и файлы помощи.

Группы TWM

TWM дает возможность организовать информацию о скважинах и их исследованиях в виде категорий или сгруппировать ее в том виде, который имеет смысл с точки зрения пользователя. Все скважины должны сохраняться в виде групп, и внутри группы каждая скважина имеет одно имя. Скважины можно сгруппировать по их местоположению, владельцу или по каким-либо другим критериям.

Базовые файлы скважин и наборы данных

TWM сохраняет основную информацию о каждой скважине в фазовом файле скважин. Для получения новых данных необходимо, прежде всего, подобрать скважину (и, соответственно, файл скважин), которая ассоциируется с этими новыми данными. Как только данные будут получены, они сохраняются в **dataset** (набор данных). В наборе данных содержится вся информация об исследованиях скважин, а также копия информации из базового файла скважин. Сохраняя моментальный снимок текущей конфигурации файла скважин в наборе данных, можно изменить базовый файл скважин, не меняя прежнего набора данных, связанного с этим файлом.

Пояснения к рисунку на стр.21 оригинала

TWM Workspace – Рабочая область TWM

Groups (Jones Lease, South Field) – Группы (даны названия месторождений – Джонс Лиз и Южное)

Base Wellfiles – Базовые файлы скважин

Datasets – Наборы данных

3.4 Диски

На жестком диске установлена директория TWM, куда загружаются все программное обеспечение Системы контроля скважин. Все программы и связанные с ними файлы сохраняются в этой директории.

Резервные копии

Во избежание потери важной информации, все файлы скважин и файлы данных необходимо регулярно копировать на дублирующие диски

3.5 Типы компьютеров

Система контроля скважин предназначена для работы с ПК, который предоставляется компанией Echometer Co. Как показал опыт использования этого оборудования, не все компьютеры, «совместимые с ПК», функционируют нормально с программным обеспечением Системы контроля скважин. Пользователь должен быть информирован о том, что у него могут возникнуть проблемы при использовании компьютеров от других поставщиков. Программы от других поставщиков программного обеспечения влияют на работу компьютера и могут привести к ошибкам в данных и анализе. Прежде, чем использовать нестандартный компьютер, свяжитесь с компанией Echometer Co.

3.6 Обзор компьютерных систем

В этом разделе описана базовая информация о Windows. Для более детальной информации пользователю необходимо ознакомиться с Руководством пользователя Windows, поставляемым вместе с комплектом Системы контроля скважин.

3.61 Форматирование дисков

Для подготовки гибких дисков к записи данных и прочих файлов используется команда FORMAT. Если на диске уже есть какие-то данные, ОНИ БУДУТ СТЕРТЫ при форматировании диска.

Если в данный момент рабочим диском является С, и вы хотите отформатировать диск в дисковом А, необходимо напечатать следующую команду:

format a: (после чего нажать Enter)

Система ответит, что вы должны вставить дискету для форматирования в дисковод. После выполнения форматирования, система спрашивает, хотите ли вы отформатировать другие дискеты. Удобно сразу форматировать партию дискет. Форматированные диски можно купить у компании Echometer Co или у других поставщиков. Рекомендуется пользоваться уже отформатированными дискетами.

ВНИМАНИЕ!

НЕЛЬЗЯ

НЕЛЬЗЯ

НЕЛЬЗЯ

форматировать диск С:
так как это приведет к стиранию всех программ и данных на жестком диске

3.62 Имена файлов

Имя файла DOS выглядит следующим образом:

filename.EXT

Имя файла состоит из двух частей – имени (*filename*) и расширения (EXT). От расширения *filename* отделено точкой. Имя (*filename*) может содержать от 1 до 24 знаков. Оптимальным является использование 1-3 знаков, и обычно имя обозначает тип файла.

(При вводе имени скважины не используйте расширение. Соответствующее расширение будет добавлено самой программой)

Имя файла можно вводить заглавным или строчным шрифтом. DOS переписывает имя заглавным шрифтом.

ОГРАНИЧЕНИЕ НА ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗНАКОВ: В имени файла нельзя использовать следующие знаки:

В имени файлов и расширении обычно используются буквы и цифры.
В наименовании файлов нельзя использовать ни один из следующих символов:

| \ , . < > ? / : ; “ [] * + =

3.63 Типы файлов

- **.COM** – исполняемые файлы, которые обычно бывают небольших размеров, как например файл команд – `command.com`
- **.EXE** – исполняемые файлы любого размера. Исполняемые файлы, которые используются в Анализаторе скважин (Well Analyzer)

TWM.EXE Основная программа для Анализатора скважин

3.64 Управление файлами

Обычное использование программного обеспечения потребует управления большим набором информационных файлов. Пользователю рекомендуется ознакомиться с соответствующим разделом справочного руководства Windows для получения детальной информации и указаний относительно работы с файлами.

3.65. Директории

Директории – что своего рода справочники хранилища на жестком диске с его «помещениями», полками и приемниками. Когда вы организуете свои файлы и данные в виде директорий, вы тем самым группируете информацию по общим категориям или типам. Корневой каталог (ROOT DIRECTORY) соответствует хранилищу. В нем содержатся директории (DIRECTORIES), которые соответствуют комнатам хранилища. Полками являются другие директории более низкого уровня, чем “комнаты”. Приемники – это обычно файлы, в которых содержатся данные или программы. Иногда эта структура может стать весьма сложной. Поэтому информацию удобно организовать логически. Рекомендуемый порядок заключается в следующем: все программное обеспечение Анализатора скважин сохраняется в директории, названной TWM, вместе с групповыми файлами (Group files), базовыми файлами (Base files) и наборами данных (Data sets). Эта директория, принимаемая по умолчанию, которая используется в процессе **Setup.exe** для установки и обновления программного обеспечения.

3.7.Обращение с компьютерным оборудованием

Система контроля скважин (Анализатор скважин) является прецизионным электронным оборудованием. Несмотря на то, что это оборудование прочное и прошло испытание в разных суровых условиях окружающей среды (от пустынь Кувейта до северной провинции Альберта в Канаде), нет причин для небрежного обращения с ним. Там, где это возможно, оборудование следует хранить в ящике, защищенном от влаги или пыли. Крышка панели управления должна быть на месте. Гибкие дискеты следует содержать в чистоте, не допуская пыли. Для их хранения рекомендуется использовать пластиковые футляры. Не следует записывать данные на гибкий диск в условиях запыленности и загрязненности. Дождитесь, когда вы сядите в машину или зайдете в помещение офиса.

Соединители и кабели следует очищать после каждого использования и хранить в сухом, чистом месте. Крышки соединителей надо устанавливать на место после каждого использования.

В конце рабочего дня **главный сетевой выключатель** следует **отключать**.

Компьютер и аккумуляторные батареи-выпрямители должны быть полностью заряжены и в нормальном рабочем состоянии.

3.8 Проверка неисправностей компьютера

Отсутствие электропитания

Убедитесь, что батареи заряжены. При использовании зарядного устройства переменного тока проверьте, чтобы штепсельный разъем силового провода был полностью вставлен в зарядное устройство. В некоторых моделях слабый контакт может препятствовать нормальной работе зарядного устройства.

Программы анализатора скважин удалены из директории TWM

Используйте **установочный диск (install disk)**, предоставляемый компанией Ecometer, для загрузки и обновления всех программ на жестком диске. Следуйте инструкциям, которые появляются на экране, при выполнении установочной программы.

Программы анализатора скважин не работают или зависают

Проверьте, правильно ли работает компьютер. Переведите выключатель питания Анализатора в положение ON (Вкл.) и **ПРЕЖДЕ**, чем начать загрузку программ сбора данных дождитесь, когда загорится **ЗЕЛЕНЫЙ ИНДИКАТОР** на панели анализатора.

Установка других прикладных программ на компьютере системы контроля скважин может привести к серьезным проблемам при сборе данных. Часто это приводит к ошибочным данным и/или к ошибкам в работе Систем. Причины этих проблем связаны с модификацией файлов config.sys и autoexec.bat вследствие установки посторонних программ. Если замечено возникновение таких проблем, рекомендуется вновь установить оригинальные версии этих файлов.

3.9 Зарядка батарей

Для зарядки оборудования Системы и компьютера пользуйтесь надежным зарядным устройством переменного тока. Зарядное устройство анализатора скважин подключается к верхнему разъему на алюминиевой крышке ящика для приборов. Зарядное устройство компьютера подключается к задней панели компьютера. При подключении **внешнего зарядного устройства** к анализатору скважин **компьютерная батарея не заряжается**. Система снабжена кабелем для подключения к 12В автомобильному аккумулятору через автомобильную зажималку. Этот кабель можно использовать для перезарядки батареи компьютера и анализатора при движении автомобиля или для электропитания системы в полевых условиях при проведении длительных исследований скважин. В этом случае внутреннее зарядное устройство для компьютерной батареи должно подключаться к компьютеру с помощью соответствующего кабеля и разъема на задней панели компьютера.

Когда система и компьютер не используются, их батареи следует полностью перезаряжать с помощью соответствующих зарядных устройств переменного тока по крайней мере раз в неделю.

3.91 Предохранители

Внутренние электронные устройства защищены внутренними автоматическими предохранителями от всплесков напряжения и случайного использования зарядных устройств для батарей, которые не предназначены для работы с системой контроля скважин.

Автомобильный силовой провод имеет встроенный предохранитель на 7 А, который иногда можно заменить.

3.92 Важные указания, касающиеся аккумуляторных батарей

1. Перед использованием батареи необходимо зарядить. Соответствующие инструкции даны в справочном руководстве по данному оборудованию. Используйте только то зарядное устройство, которое подходит для вашего оборудования.
2. Если аккумуляторные батареи долго не используются, их необходимо извлечь из оборудования и хранить в прохладном сухом месте.
3. Не замыкайте накоротко клеммы батарей. Некоторые батареи имеют защиту в виде встроенных предохранителей, но тем не менее, короткое замыкание может вызвать серьезное повреждение батареи.
4. Храните батареи вдали от источников огня и не пытайтесь их сжечь, так как они могут взорваться.
5. Ни в коем случае не пытайтесь вскрыть корпус батареи.
6. Не подвергайте батареи действию влаги или дождя.
7. Не роняйте батарею и не подвергайте ее ударам. Она может быть повреждена, что приведет к утечке электролита, который является коррозионным.

3.93 Замечания по использованию батарей

1. Батарея нагревается во время зарядки и разрядки.
2. Время работы батареи зависит от потребностей в мощности. Утверждение о том, что батарея рассчитана на «2 часа», относится к лабораторным испытаниям в условиях простого использования оборудования. Использование специальных устройств и принадлежностей к оборудованию требует дополнительной мощности и сокращает время работы батарей. При использовании портативных компьютеров, устройствами, которые требуют дополнительной мощности и сокращают время непрерывной работы батареи, являются дисководы, жесткие диски, программы, которые используют звуковое диалоговое окно или музыкальное сопровождение, а также экраны с подсветкой сзади.
3. Срок службы батареи при нормальных условиях эксплуатации может составить 1000 зарядно-разрядных циклов.
4. При использовании новых батарей их номинальная емкость достигается после 4-5 зарядно-разрядных циклов.
5. Никель-кадмиевые батареи для компьютеров могут храниться 2-3 года. Однако для более эффективной работы, их следует периодически заряжать и хранить в сухом, прохладном месте.
6. Герметичные свинцово-кислотные аккумуляторные батареи для скважинного анализатора могут храниться 12-18 месяцев. Для большей эффективности их следует заряжать после 8 месяцев хранения, для которого должно быть обеспечено сухое, прохладное место.
7. Обычным является саморазрядка батареи при хранении. Поэтому перед использованием батареи, которая до этого хранилась более одной недели, ее следует полностью зарядить.
8. Батарея для компьютера должна полностью разряжаться и заряжаться, по крайней мере, раз в месяц.

4.0 АКУСТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СКВАЖИН

Основными целями акустических исследований скважин являются измерение глубины уровня жидкости, определение забойного давления и оценка характеристик притока в скважину. Система контроля скважин обеспечивает получение детальных результатов по этим трем элементам исследования.

4.1.Краткий обзор инструкций для систем с серийным номером 4000 и выше

ДАННЫЙ КРАТКИЙ ОБЗОР ИНСТРУКЦИЙ ИСПОЛЬЗУЕТСЯ ДЛЯ СПРАВОК И В КАЧЕСТВЕ КОНТРОЛЬНОГО СПИСКА ПОСЛЕ ИЗУЧЕНИЯ ЭТОГО РУКОВОДСТВА, ОЗНАКОМЛЕНИЯ С СИСТЕМОЙ КОНТРОЛЯ СКВАЖИН И ВЫПОЛНЕНИЯ УКАЗАНИЙ ПО УСТАНОВКЕ СИСТЕМЫ, КОТОРЫЕ ДАНЫ В СЛЕДУЮЩЕМ РАЗДЕЛЕ.

1. Закрепить источник звуковой волны (газовую пушку) в скважине. Проверить резьбу устьевого клапана на наличие коррозии и закрепить газовую пушку, сделав по крайней мере 4 ½ поворота. Оставить закрытым устьевой клапан.
2. Подключить датчик давления, если он есть, к газовой пушке.
3. Соединить кабели с газовой пушкой и Анализатором скважин.
4. Включить Анализатор и проверить, загорелся ли индикатор работы батарей (**Batt OK**). Включить компьютер.
5. Из меню **Acquire Mode** на экране выбрать опцию **SET-UP**.
6. Проверить наличие или ввести коэффициенты датчика на страницу **Sensor DE**. На этом этапе клапан между газовой пушкой и затрубным пространством должен быть закрыт. **Сравить давление (Bleed off)** в газовой пушке до получения ZERO OFFSET (смещение нуля) датчика давления. Нажать **Alt-3** для регистрации нулевого положения датчика. Если нет датчика давления, то давление на устье можно измерить, подключив стандартный манометр к патрубку спускного клапана и открыв спускной клапан. Значение давление вносится вручную в выведенную на экран базу данных о скважине.
7. Выбрать опцию **Base Wellfile (F3)** и диалоговую страницу **File Management** для выбора данных об исследуемой скважине или их ввода в базу данных.
8. Зарядить объемную камеру до давления, превышающего оценку давления в обсадной колонне на 100 фунтов/кв. дюйм, чтобы предотвратить попадание обломков породы в камеру газовой пушки и газовый клапан. Эти обломки могут вызвать коррозию и износ элементов газовой пушки. Закрыть спускной клапан газовой пушки и открыть клапан обсадной колонны на устье между газовой пушкой и затрубным пространством. Закрыть другие клапаны, соединяющие обсадную колонну с выкидными линиями.
9. Выбрать из меню **Acoustic** и **F4 Acquire Data**. После этого на экран выводится значение напряжения на батарее Анализатора скважин и давление в обсадной колонне. Зарядите объемную камеру до давления, превышающего давление в обсадной колонне на 100 фунтов/кв. дюйм. Проверьте на экране характеристики шума скважины перед тем, как сделать выстрел газовой пушкой, чтобы проверить правильность срабатывания прибора и условия в скважине. Если присутствует шум, то заряд газовой пушки должен быть больше, или надо повысить давление, чтобы попытаться понизить уровень шума.
10. Нажать **Enter** для сбора данных. Газовая пушка и датчик давления приводятся в действие автоматически. При использовании источника звуковой волны с дистанционным управлением он включается автоматически. Если источник звуковой волны имеет ручное управление, следует дождаться сообщения о том, что электрические цепи активизированы, и после этого произвести выстрел.
11. Проверить данные на экране компьютера. Если падение уровня жидкости недостаточно, или если данные неудовлетворительны по другой причине, следует повысить давление в объемной камере и повторить описанную выше процедуру. Дополнительное давление в обсадной колонне также способствует более эффективной реакции муфтового соединения и уровня жидкости.

4.2 Конфигурация системы

Акустические измерения могут производиться с использованием источника звуковой волны с дистанционным управлением или ручным управлением. Рекомендуется использовать дистанционное управление, так как оно обеспечивает максимальную гибкость и безопасность, поскольку оператор может находиться на некотором расстоянии от скважины в момент создания звукового импульса.

4.21 Описание оборудования

К следующему разделе описаны компоненты системы, которые используются при акустических исследованиях скважин.

4.211 – Компьютер

Системой контроля скважин управляет портативный компьютер – ноутбук. Встроенную батарею компьютера необходимо заряжать с помощью рекомендованного зарядного устройства.

4.212 – Анализатор скважин (серийный номер 4000 и выше)

Анализатор скважин представляет собой компактное электронное устройство. Это устройство получает и оцифровывает сигналы от микрофона и датчика давления. Затем эти сигналы подаются на компьютер для обработки. Обычно на одно испытание затрачивается менее трех минут. Анализатор скважин содержит внутренний портативный батарейный источник питания. Характеристика используемой батареи: 2,5 А-час. При включенном усилителе ток нагрузки составляет 1 ампер. Когда анализатор не используется, его можно оставить подключенным к подходящему зарядному устройству, если это желательно. При использовании зарядного устройства переменного тока, поставляемого вместе с системой, батарея не может быть заряжена избыточно. **ГЛАВНЫЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ (MASTER POWER SWITCH)** представляет собой двойной трехпозиционный быстродействующий выключатель. При переводе его в положение ON, в электронные схемы подается питание, и загорается индикатор **BATT OK**, который показывает, что внутренняя батарея имеет достаточный заряд для работы Анализатора скважин. Если индикатор **BATT OK** не загорается, батарею необходимо зарядить с помощью зарядного устройства переменного тока или подключить Анализатор к внешней 12В батарее или автомобильной зажигалке. (Используйте подходящий кабель для этих соединений). При использовании внешнего источника и подаче питания на анализатор, загорается индикатор **EXT.BATT**. Если этого не происходит, то проблема может быть связана с плохим кабелем, плохим соединителем или некачественным внешним источником питания.

Переводом кнопки **MASTER POWER SWITCH** в положение **OFF** с помощью щелчка мышью устройство отключается. Программа способна также перевести систему на режим с меньшим потреблением мощности (**POWER DOWN**) через 5 минут бездействия и полностью **ОТКЛЮЧИТЬ** ее через **120** минут бездействия.

Компьютер **ВКЛЮЧАЕТ** и **ВЫКЛЮЧАЕТ** усилитель, как требуется для получения данных. Это видно по мерцающему индикатору **BLINKING AMP-ON**. Мерцание продолжается все время, пока идет сбор и передача данных в компьютер. Рекомендуется проверить, выключено ли устройство, перед тем, как закрыть ящик и поставить его на хранение.

4.22 Использование источника звуковой волны с дистанционным управлением (WG)

Источник звуковой волны – газовая пушка с дистанционным управлением (WG), генерирует импульс и регистрирует его отражения от забоя. Газовая пушка содержит объемную камеру, которая заполняется сжатым газом для подачи звукового импульса в скважину. Микрофон, встроенный в газовую пушку, регистрирует импульс и его отражения от муфтовых соединений и другие отражения от ствола скважины, а также уровень жидкости. Серийный номер этого типа газовой пушки содержит буквы **WG** (на новых устройствах) и далее три цифры. Например: **WG123**. Стандартное устройство имеет рабочее давление 1500 фунтов/кв. дюйм, но его конструкцию можно модифицировать с увеличением рабочего давления до 3000 фунтов/кв. дюйм. За подробной информацией обращайтесь в компанию Echometer Co.

4.221 – Газовый клапан и соленоид

Соленоид служит в качестве пускового механизма для возбуждения звукового импульса. При пропускании тока через соленоид, он поднимает маленький плунжер и позволяет стравить давление газа над газовым клапаном. При этом давление газа толкает газовый клапан вверх и открывает его, в результате чего в скважине распространяется звуковой импульс по мере того, как газ перетекает из объемной камеры в скважину (см. в приложении диаграмму для источника звуковой волны с дистанционным управлением). Газовый клапан не держит давление, действующее из скважины. Поэтому, чтобы закрыть его, надо на впускное отверстие приложить давление газа. Пока клапан остается открытым в течение длительного времени, поток скважинных флюидов будет проходить назад через газовую пушку и объемную камеру. Этот поток может увлечь за собой твердые частицы, образовавшиеся в результате коррозии или солевых отложений в трубах скважины. Эти отложения могут препятствовать нормальной работе газовой пушки. Чтобы свести к минимуму эту потенциальную проблему, рекомендуется заряжать объемную камеру чистым газом сразу же после того, как результаты предыдущего выстрела пушкой были отображены на экране. Это будет препятствовать попаданию скважинного флюида в клапанный механизм.

4.222 – Манометр WG

Манометр измеряет давление в объемной камере газовой пушки. Его необходимо использовать для того, чтобы определить, достаточно ли высоко давление (режим выстрела) для генерирования звукового импульса.

4.223 – Датчик давления

Измерение давления в обсадной колонне осуществляется с помощью тензометрического датчика. Рабочее давление стандартного датчика давления лежит в интервале от 0 до 1500 фунтов/кв. дюйм. Давление разрыва равно 2500 фунтов/кв. дюйм. Выгравированная на датчике маркировка содержит серийный номер и 6 коэффициентов. Эти коэффициенты используются для вычисления давления по выходному сигналу датчика. Эти показатели следует точно ввести в программу в установочном диалоговом окне перед проведением испытаний (см. описание программного обеспечения).

Ниже приведена схема соединения оборудования при использовании источника звуковой волны с дистанционным управлением.

(Детальное описание источника звуковой волны приведено в разделе 4-31).

Пояснения к рисунку на стр.28 оригинала:

WELL ANALYZER AND COMPUTER	АНАЛИЗАТОР И КОМПЬЮТЕР
Solenoid	Соленоид
Pressure Transducer	Датчик давления
Microphone (Mike)	Микрофон
Vol.Chmbr	Объемная камера
Remotely Fired Gas Gun	Газовая пушка с дист. упр
Pressure Gage	Манометр

4.224 – Зарядка объемной камеры

Чтобы зарядить объемную камеру, вначале подключите адаптер наполнителя к бутылке с CO₂ (7,5 унций). Затем прижмите адаптер к фитингу наполнителя на газовой пушке. Когда два этих фитинга прижаты вместе, сердечник клапана в бутылке будет прижат, и газ начнет перетекать из бутылки в объемную камеру. Камеру следует заряжать до давления, которое по крайней мере на 100 фунтов/кв. дюйм превышает давление в обсадной колонне. Давление в объемной камере можно считывать с манометра, установленного на газовой пушке. При желании можно использовать бутылку CO₂ емкостью 5 фунтов и шланг с соединителем.

4.23 Использование компактной газовой пушки (КГП)

Компактная газовая пушка (см. раздел 4-32) состоит из микрофона и объемной камеры емкостью десять кубических дюймов с выпускным патрубком ¼ дюйма. Если потянуть спусковой механизм, выпускной клапан быстро открывается. При этом вырабатывается импульса

давления. Если в объемной камере давление больше, чем в затрубном пространстве, генерируется импульс сжатия. Если давление в затрубном пространстве больше, чем в камере, создается импульс разрежения. Для генерирования импульса давления, между объемной камерой и затрубным пространством должен существовать градиент давления. Оператор может по выбору использовать импульс, направленный наружу или импульс, направленный внутрь.

4.231 – Импульс, направленный наружу

В этом случае используется внешняя подача газа для создания звукового импульса в скважине. В этом режиме объемная камера заряжается от внешнего источника газа до достижения давления, превышающего давление в скважине.

4.232 – Импульс, направленный внутрь

Если давление в обсадной колонне скважины превышает 200 фунтов/кв.дюйм, можно применить этот способ. Здесь для создания импульса используется давление в скважине. Газ из объемной камеры выпускают с помощью клапана наполнителя газовой пушки или спускового клапана. Для получения импульса этим способом не обязательно использовать внешний источник газа.

Примечание: Новая модель WG с газовой пушкой с дистанционным управлением может быть снабжена дополнительной камерой, которая позволяет вручную генерировать направленные внутрь импульсы. За подробной информацией обращайтесь в компанию Echometer Co.

На схеме внизу представлена конфигурация системы при использовании компактного источника звуковой волны.

Пояснения к рисунку на стр.29 оригинала:

WELL ANALYZER AND COMPUTER	АНАЛИЗАТОР И КОМПЬЮТЕР
Optional Pressure Transducer	Датчик давления
Compact Gas gun	Компактная газовая пушка
Microphone (Mike)	Микрофон
Trigger	Пускатель

4.233 – Манометр

Манометр показывает давление в объемной камере. Если клапан газовой пушки открыт (и клапан, связанный с затрубным пространством, открыт), манометр будет регистрировать давление в обсадной колонне.

4.234 – Соединитель для быстрого определения давления в ОК

Этот соединитель размещен на боковой стороне газовой пушки. Для замера давления в обсадной колонне через этот соединитель можно использовать отдельный манометр с соответствующим переходником, или же в этом патрубке может быть установлен дополнительный датчик давления для автоматического измерения давления.

4.235 – Поворотная ручка

Поворотная ручка поднимается для уменьшения степени открытия клапана и для его закрытия.

4.236 – Клапан для стравливания давления в обсадной колонне

Это игольчатый клапан, используемый для стравливания давления обсадной колонны из газовой пушки. Чтобы открыть этот клапан, надо повернуть рукоятку против часовой стрелки.

4.237 – Клапан для наполнения/стравливания газа из камеры газовой пушки

Этот клапан используется для создания давления газа в объемной камере газовой пушки или удаления газа из камеры. Газ заправляется в камеру через этот клапан с помощью сопрягающего соединителя, который подключается к источнику газа под давлением. Газ стравливается из камеры путем вращения рукоятки по часовой стрелке. Это приводит к опусканию сердечника клапана, в результате чего газ выходит из объемной камеры. Газовый клапан должен быть

закрыт, путем поднятия поворотной ручки, перед тем, как заряжать или стравливать газ из объемной камеры.

4.238 – Защелка пускателя

Для высвобождения газового клапана надо потянуть защелку пускателя. Газовый клапан откроется, если в объемной камере или на конце газового клапана будет достаточное давление.

4.24 Использование газовой пушки высокого давления

В случаях высокого давления – до 15000 фунтов/кв. дюйм - использование Системы контроля скважин для измерения забойного давления, уровня жидкости и вычисления забойного давления возможно в сочетании с газовой пушкой высокого давления. Обычная область применения этого оборудования включает в себя измерения внутри НКТ в газовых скважинах, нагнетательных скважинах, фонтанных нефтяных и конденсатных скважинах высокого давления.

Создается направленный внутрь импульс звуковой волны. В качестве источника энергии используется давление в скважине. В настоящее время имеется два конструктивных решения газовой пушки: одна позволяет работать при давлении до 5000 фунтов /на кв. дюйм, и вторая рассчитана на давление 15000 фунтов/кв. дюйм. Схемы, на которых показано поперечное сечение пушек высокого давления, приведены в приложении.

Газовая пушка на 5000 фунтов/кв. дюйм состоит из микрофона в сборке и объемной камеры, отделенной шаровым клапаном. Когда клапан открыт, давление в скважине передается объемной камере. При закрытии изолирующего клапана, давление в камере понижается через спускное отверстие и становится ниже, чем давление в скважине. Быстрый ввод в действие изолирующего клапана приводит к тому, что давление в скважине падает в направлении объемной камеры, создавая волну разрежения, которая распространяется по скважине вниз.

Модель газовой пушки на 15000 фунтов/кв. дюйм действует аналогично компактной газовой пушке. **Тарельчатый клапан** смещается вниз путем вращения по часовой стрелке **барашковой рукоятки** в положение закрытия. При этом закрывается проход между объемной камерой и соединением со скважиной, который герметизируется O-образным кольцом на конце тарельчатого клапана. Если продолжать вращать барашковую рукоятку в положение FREE, тарельчатый клапан будет перемещаться вверх под действием разности давления между скважиной и объемной камерой.

ВНИМАНИЕ!

МАКСИМАЛЬНАЯ РАЗНОСТЬ ДАВЛЕНИЯ, КОТОРУЮ МОЖЕТ ВЫДЕРЖАТЬ ТАРЕЛЬЧАТЫЙ КЛАПАН, СОСТАВЛЯЕТ 1600 ФУНТОВ/КВ.ДЮЙМ. БОЛЕЕ ВЫСОКАЯ РАЗНОСТЬ ДАВЛЕНИЙ ПРИВЕДЕТ К ПОВРЕЖДЕНИЮ КОЛЬЦА. СЛЕДОВАТЕЛЬНО, КЛАПАН ДОЛЖЕН НАХОДИТЬСЯ В ПОЛОЖЕНИИ FREE, КОГДА ГАЗОВАЯ ПУШКА ИСПОЛЬЗУЕТСЯ ПРИ ДАВЛЕНИИ В СКВАЖИНЕ, ПРЕВЫШАЮЩЕМ 1200 ФУНТОВ/КВ.ДЮЙМ.

Ниже описано, в какой последовательности необходимо приводить в действие газовую пушку высокого давления:

1. Соединить газовую пушку высокого давления со скважиной. Обычно соединение выполняют с помощью отсечного клапана манометра фонтанной арматуры (резьбовое соединение ½ дюйма).
2. Повернуть **барашковую рукоятку** в положение **FREE**.
3. Открыть клапан на фонтанной арматуре, чтобы в газовой пушке давление сравнялось с давлением в скважине. Так как клапан открыт, манометр газовой пушки будет показывать давление в скважине.
4. Повернуть **барашковую рукоятку** в положение **SHUT**.
5. Медленно открыть **спускной клапан** и дать давлению в **объемной камере** понизиться на определенную величину (**Максимум на 1600 фунтов/кв.дюйм** меньше, чем давление в скважине). Теперь манометр показывает давление в объемной камере, т.к. тарельчатый клапан закрыт.
6. Как только программа Системы контроля скважин выведет на экран сообщение “Gun Has Been Fired” (Газовая пушка активизирована), **повернуть барашковую рукоятку** в положение **FREE**. При этом тарельчатый клапан отпускается, и газ из скважины с хлопком всасывается в объемную камеру.

Поставляемый дополнительно датчик высокого давления позволяет регистрировать давление в скважине с помощью Системы контроля скважин. Это позволяет непрерывную запись изменения давления на устье скважины при исследовании методом восстановления давления.

Если предельная разность давлений была превышена, и тарельчатый клапан стал пропускать, O-образное кольцо можно легко заменить. Для этого снимают четыре болта с внутренними шестигранниками с крышки тарельчатого клапана и извлекают его из объемной камеры. Перед установкой O-образного кольца его необходимо смазать. При сборке проверьте, чтобы O-образное кольцо крышки было на месте и не сдавливалось при затягивании болтов. **НЕ ПЕРЕЖИМАЙТЕ БОЛТЫ.**

4.3 Работа и техническое обслуживание оборудования

4.31 – Газовая пушка с дистанционным управлением

Газовая пушка с дистанционным управлением генерирует звуковой импульс, а микрофон газовой пушки регистрирует отражения звуковой волны от скважины. Газовая пушка содержит заполненную сжатым газом объемную камеру для формирования звукового импульса в скважине. При необходимости можно использовать камеру больших размеров. Микрофон, встроенный в газовую пушку, регистрирует хлопок, отражения от муфтового соединения, уровень жидкости и другие отражения. Для правильной работы системы, следует ввести серийный номер пушки (например, WG157) в установочное диалоговое окно.

Пояснения к рисунку на стр.31 оригинала:

Solenoid Valve	- электромагнитный клапан
Pressure Transducer	- датчик давления
Filler Valve	- клапан наполняющего устройства
2 inch NPT to wellhead	- 2-дюймовая нормальная трубная резьба - к устью скважины

4.311 – Газовый клапан и соленоид

Соленоид служит в качестве пускового механизма для возбуждения звукового импульса. При пропускании тока через соленоид, он поднимает маленький плунжер и позволяет сравить давление газа над газовым клапаном. При этом давление газа толкает газовый клапан вверх и открывает его, в результате чего в скважине распространяется звуковой импульс по мере того как газ перетекает из объемной камеры в скважину (см. в приложении диаграмму для источника

звуковой волны с дистанционным управлением). Газовый клапан всегда спускает в направлении стрелки. Он не держит давление в противоположном направлении. Следовательно, давление в камере газовой пушки должно быть выше, чем давление в скважине перед тем, как будет открыт клапан обсадной колонны, иначе скважинный флюид будет течь в обратном направлении – через газовую пушку в объемную камеру и газовый клапан, что приводит к неправильному срабатыванию газового клапана.

4.312 – Датчик давления и термистор

Давление в обсадной колонне измеряется с помощью тензометрического датчика. Стандартный датчик давления имеет рабочий интервал от 0 до 1500 фунтов/кв. дюйм. Давление разрыва нового датчика 3000 фунтов/кв. дюйм. У коррозионного датчика сопротивление на разрыв ниже. Маркировка датчика содержит его серийный номер и 6 коэффициентов. Эти коэффициенты используются для вычисления давления по выходным данным датчика. Эти показатели должны быть введены в программу в установочном диалоговом окне перед началом испытаний. (См. Раздел «Программное обеспечение»).

4.32 – Компактная газовая пушка

Компактная газовая пушка состоит из микрофона и объемной камеры емкостью десять кубических дюймов с выпускным патрубком ¼ дюйма. Если потянуть спусковой механизм, выпускной клапан быстро открывается. При этом вырабатывается импульс давления. Если в объемной камере давление больше, чем в затрубном пространстве, генерируется импульс сжатия. Если давление в затрубном пространстве больше, чем в камере, создается импульс разрежения. Для генерирования импульса давления, между объемной камерой и затрубным пространством должен существовать градиент давления. Тип импульса должен быть задан в установочном диалоговом окне с целью правильного выбора уровня жидкости.

Общий вид компактной газовой пушке см. на верхнем рисунке на стр.32 оригинала

На нижнем рисунке более детально показано соединение микрофона и наливного/спускового клапана.

4.33 Газовые пушки высокого давления

Имеются газовые пушки высокого давления для генерации имплозивного импульса (направленного внутрь). Номинальное рабочее давление 5000 и 15000 фунтов/кв. дюйм. При желании можно сделать запрос о предоставлении информации.

4.34 Механические и электрические соединения

Все соединения и соединители должны быть чистыми, сухими и в хорошем состоянии. Большинство проблем, связанных с электроникой, возникает из-за кабелей и соединителей.

Газовая пушка должна быть соединена с затрубным пространством обсадной колонны (за исключением специальных измерений, которые проводятся через НКТ). Желательно, чтобы расстояние между газовым клапаном – микрофоном в сборке и затрубным пространством обсадной колонны было 3 фута или меньше. Кроме того, все соединения труб должны иметь диаметр 2 дюйма и не должны содержать колен, тройников, редукторов и т.п. Одно-дюймовые соединения вносят помехи в отражения от муфт, в результате чего запись звуковой волны, отраженной от муфтовых соединений, будет плохого качества.

4.35 Принтер

Если вместе с оборудованием вы купили принтер, ознакомьтесь с инструкциями о его работе, приведенными в руководстве для пользователя.

4.36 Зарядные устройства

Используйте соответствующие зарядные устройства для анализатора скважин, принтера и компьютера. Нужная информация дана в справочном руководстве для компьютера и принтера. Для анализатора скважин поставляется зарядное устройство ~ 110 В (или 220). Батареи компьютера и анализатора можно зарядить от автомобильного аккумулятора.

4.37 Заполнение контейнера CO₂ емкостью 7,5 унций

1. Не пытайтесь наполнять контейнер газом, если он поврежден, нарушены резьбовые соединения, или есть другие признаки ухудшения состояния контейнера. Контейнер

подлежит списанию после двух лет использования. Для заполнения применяйте только углекислый газ CO₂.

2. Снять соединитель наполняющего устройства, №GG042, и опорожнить контейнер.
3. Взвесить пустой контейнер.
4. Смазать кольцевое соединение наполняющего устройства, №GG044, и присоединить его к контейнеру на 7,5 унций [1 унция = 28,3 г]с одной стороны, а с другой стороны к большой бутылки-сифону с CO₂.
5. Открыть на 30 секунд клапан на сифоне с CO₂. Закрыть клапан.
6. Отсоединить контейнер.
7. Взвесить заполненный контейнер. Если вес заполненного контейнера более чем на 7,5 унций превышает вес пустого контейнера, следует выпустить газ, используя инструмент GG045, так, чтобы в контейнере было 7,5 унций CO₂.

ПРИМЕЧАНИЕ: Возможно, что для достижения полных 7,5 унций, контейнер нужно будет охладить. Это делается путем быстрого сброса давления в контейнере. После этого охлажденный контейнер можно заполнить

5.0 ПРОГРАММА TWM (КОМПЛЕКСНЫЙ КОНТРОЛЬ НАД РАБОТОЙ СКВАЖИН)

Программное обеспечение TWM для Системы контроля скважин (Анализатор скважин) состоит из ряда программ для сбора, анализа и представления данных. Везде, где требуется, программа дает пользователю подсказку выполнить конкретное действие или один из нескольких вариантов, которые представлены в меню на экране. Выбор обычно делается с помощью клавиш на клавиатуре или функции отслеживания.

5.1 Директория TWM

Для работы с компьютером, программным обеспечением, директориями на жестком диске и гибких дисках существует множество комбинаций. Описанный здесь рекомендуемый порядок работы предполагает установку на жестком диске корневой директории TWM. Эта директория содержит все необходимые программы для Анализатора скважин.

5.11 Отказ

Когда компьютерная программа для системы контроля скважин компании Ecometer запускается впервые за данный день, на экран выводится заявление об отказе или принятии условий пользования программным обеспечением. Если пользователь не согласен с заявлением и выражает это нажатием любой другой клавиши, кроме **Alt-A** или щелчка на кнопку **Ассепт** (Принимаю), то программа останавливается и возвращается в операционную систему Windows. См. рисунок с текстом заявления на стр.34 оригинала.

<u>А</u> ссепт	Принимаю
<u>D</u> o Not Ассепт	Не принимаю

Как только пользователь принял текст заявления, программа показывает один из пусковых экранов в зависимости от того, какая операция выполнялась при использовании программы последний раз.

Главный выключатель питания должен быть в положении **ON** и светодиод **POWER-ON** (Питание включено) должен переключиться с **желтого** на **зеленый** перед тем, как начнется загрузка программы TWM. Когда компьютер включают, автоматически запускается тест памяти, как показано в верхней строке экрана. Затем загружается операционная система Windows, и на экран выводится рабочий стол. Программа TWM запускается двойным щелчком мыши на иконку TWM в меню START или ярлык TWM на рабочем столе. Программа может быть использована либо для сбора данных (**Acquire**), либо для воспроизведения (**Recall**) и обработки собранных ранее данных.

5.12 Экраны для запуска программ

После принятия заявления и активизации режима **Acquire** на экран выводится установочное диалоговое окно **Set Up**:
(Верхний рисунок на стр. 35 оригинала).

Если активизируется режим **Recall**, то на экран выводится **File Management** - Управление файлами:

(Нижний рисунок на стр.35 оригинала).

При первом запуске программы в какой-то день или при замене датчиков или другого оборудования, установочную процедуру следует начать с выбора режима **Acquire** и соответствующего установочного диалогового окна.

5.13 Страница с закладкой Equipment Check

Страница Equipment Check имеет следующие функции:

1. Проверка правильности соединения между компьютером и аккумулятором
2. Пользователю показывают **напряжение на аккумуляторной батарее (A/D Battery)** и оставшийся **срок годности**.
3. Обеспечение доступа к Wizard («Мастер») для поиска неисправностей в связи
4. Обеспечение доступа к Wizard («Мастер») для проверки кабелей и электроники.

(См. рисунок на стр.36 оригинала)

Напряжение и срок годности аккумуляторной батареи, которые показаны на экране, относятся к **батарее выпрямителя переменного тока, а не компьютера**. Состояние батареи компьютера может быть показано одновременным нажатием функциональной клавиши компьютера F₁ и F3.

5.14 Страница Acoustic Sensor (Измерение забойного давления акустическим методом)

Страница Acoustic Sensor имеет следующие функции:

1. Если есть датчик давления, то его **коэффициенты** и **серийный номер** должны быть введены на этой странице или выбраны из выпадающего меню. Коэффициенты используются для вычисления давления по выходному напряжению датчика.
2. Установка нуля (Zero Offset) датчика давления. Датчик давления должен устанавливаться на ноль каждый день на первой скважине. (В случае больших колебаний температуры в течение суток, может потребоваться переустановка нуля.) Закрыть клапан обсадной колонны, соединяющий ее с газовой пушкой и открыть T-образную рукоятку клапана, чтобы на датчик воздействовало атмосферное давление. Нажать **Alt-3**. Продолжайте нажимать на **Alt-3** до тех пор, пока не стабилизируется «нулевое» показание. Обычно эта процедура требует двух-трех отсчетов.
3. Выбрать тип импульса (Pulse Type) – Направленный наружу (**Explosion**) или направленный внутрь (**Implosion**). Тогда программа будет правильно обрабатывать обратные сигналы. Ввести серийный номер газовой пушки (**Gun Serial No**), например WG134.

ВАЖНОЕ ПРИМЕЧАНИЕ: ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ

Когда газовая пушка установлена на устье, проверьте, чтобы во время установки нуля, клапан обсадной колонны был закрыт, а спусковой клапан соединен с атмосферой. Если нулевой отсчет большой – более +/- 100 фунтов/кв. дюйм, то возможно, что датчик давления имеет дефекты. Проверьте датчик по стандартному манометру. Максимальное рабочее давление датчика в фунтах/кв. дюйм равно 2 x C2. Действие избыточного давления на датчик приведет к его повреждению. Если показания датчика не точны, он может быть корродирован и опасен для использования. Для повторной калибровки и испытания датчика его надо отослать в компанию Echometer.

Установочный экран (Set-Up) показан на рисунке стр.37 оригинала

ВАЖНОЕ ПРИМЕЧАНИЕ: СЕРИЙНЫЙ НОМЕР

Очень важно, чтобы серийные номера и коэффициенты всех используемых датчиков были правильно введены в программу, так как программа использует эту информацию для того, чтобы выбрать нужную последовательность для калибровки и сбора данных.

5.15 Страница Dynamometer Sensor (Динамометрические измерения)

Эта страница имеет следующие функции:

1. **Коэффициенты и серийный номер** динамометрического элемента должны быть введены на этой странице или выбраны из выпадающего меню. Коэффициенты используются для вычисления нагрузки по выходному напряжению датчика.
2. Установка нуля (*Zero Offset*) подковообразного датчика. Датчик должен устанавливаться на ноль каждый день на первой скважине. (В случае больших колебаний температуры в течение суток, может потребоваться переустановка нуля.). При проверке установки нуля убедитесь, что на динамометрическом элементе нет нагрузки.
3. Ввод серийного номера и коэффициентов для дополнительных датчиков.
4. Проверка величины выходного сигнала акселерометра.

Для сбора данных о динамометре необходимо ввести информацию о динамометрическом элементе и коэффициентах. Коэффициенты 1 и 2 используются для вычисления нагрузки по выходному напряжению датчика. Коэффициент 6 используется для расчета положения по выходному сигналу акселерометра. С6 – это коэффициент чувствительности, измеряемый в мВ/в.г. Он используется для расчета длины хода.

См. рисунок на стр.38 оригинала.

5.2 Информация базового файла скважин - Base Well File

Для того, чтобы использовать программу TWM, необходимо ввести или воспроизвести информацию о скважине, которая хранится в базовом файле скважин - Base Well File. Независимо от того, какой тип измерений будет производиться, рекомендуется, чтобы данные в базовом файле скважин были как можно более полными и точными. Данные можно вводить прямо в программу TWM путем заполнения соответствующих форм или они могут быть импортированы, если пользователь уже создал файлы скважин, используя версию DOS программы для Системы контроля скважин. Доступ к базовому файлу скважин достигается путем выбора **F3** в режиме **Acquire**. При этом на экран выводится следующее окно:
(См. рисунок на стр.39 оригинала)

Для ввода данных о новой скважине выберите вариант **New (Alt-N)**. Если данные о существующей скважине уже были ранее введены в программу, выберите вариант **Open (Alt-O)**. Выбор варианта **Delete (Alt-D)** позволяет удалить из компьютера скважину и связанную с ней информацию.

5.21 Информация, содержащаяся в файле скважин

Данные о скважинах разделены на четыре отдельные группы, которые имеют следующие заголовки на закладках диалоговых страниц:

- **General:** обозначение скважины, оператора и типа скважины
- **Surface Equipment :** Наземное оборудование, которое используется для данной скважины
- **Wellbore:** подземное оборудование, установленное в скважине
- **Conditions:** рабочие параметра скважины и пласта

5.22 Страница General - Определение поля данных

Для иллюстрации различных диалоговых страниц будут использоваться данные о скважине с именем V11Feb24. Ниже приведен пример диалоговой страницы **General** (стр.40 оригинала)

File Mgmt	<input checked="" type="checkbox"/> General	Surface Equip.	Wellbore	Conditions
Well Name	V11FEB24		Имя скважины	
Company Name	COBRA		Название компании	
Operator	CAPP5		Оператор	
Lease Name	CADD0		Название арендованного участка	
Elevation	1120		Высота устья скважины	
Artificial Lift Type	Beam Pump	Тип механизма подъема – Станок-качалка		
Comments (Комментарии)				
<div style="border: 1px solid black; height: 30px; width: 100%;"></div>				

- **WELL NAME** В это окно вводится имя скважины. В имени скважины нельзя использовать более 24 букв, а также расширение (соответствующее расширение добавляет сама программа). Введенное имя будет показано в файле данных и на экранах анализа данных.

НЕЛЬЗЯ ИСПОЛЬЗОВАТЬ СЛЕДУЮЩИЕ ЗНАКИ:

| \ , . ? / : ; " [] * + =

- **COMPANY** Вводится название компании.
- **OPERATOR** Вводится имя человека, проводившего испытание.
- **LEASE NAME** Название арендованного участка.
- **ELEVATION** Высота над уровнем моря устья скважины
- **ARTIFICIAL LIFT TYPE** Тип механизма подъема выбирается из выпадающего меню.
- **COMMENTS** Это поле используется для ввода важной информации, касающейся оборудования или забоя скважины .

5.23 Страница Surface Equipment - Определение поля данных

Пример диалоговой страницы Surface Equipment – Наземное оборудование – приведен на стр.41 оригинала.

Данные о наземном оборудовании скважины:

- **MANUFACTURER MODEL** - Выберите изготовителя насосного агрегата из выпадающего меню. Номер модели обычно указан на стойке балансира станка-качалки.
- **UNIT CLASS** – класс насосного агрегата, соответствующий стандарту API (АНИ)
- **API** – Выберите размер насосного агрегата из выпадающего меню.
- **STROKE LENGTH** - Выберите длину хода полированного штока в дюймах. Данные об ускорении подбираются к введенной длине хода по выбору оператора. Оператор должен измерить эту длину с требуемой точностью.
- **ROTATION** – Выберите CW для поворота кривошипа по часовой стрелке. Введите CCW для вращения кривошипа против часовой стрелки. Полированный шток находится справа от оператора, если смотреть на коробку передач (клавиша F5)
- **COUNTER BALANCE EFFECT (WEIGHTS LEVEL)** – Влияние контр-груза. Это нагрузка, которую оказывают грузы, кривошипы, и т.д. на полированный шток, когда кривошипы выровнены по горизонтали, полированный шток остановился при ходе вверх, а тормоз освобожден. Это число определяется путем полевых измерений. Оператор может

ввести это число, или он может установить стрелку указателя на график противовесов и ударить по клавише Enter, чтобы внести это значение в файл скважин. Влияние противовеса (CBE) используется в анализе крутящего момента.

- **WEIGHT OF COUNTERWEIGHTS** – Введите общий вес контр-грузов, установленных на станке-качалке.

Prime Mover Data (Данные о первичном двигателе)

- **MOTOR TYPE** - Выбор электрического или газового двигателя
- **MOTOR RATING** – Для электрических двигателей вводится значение номинальной мощности, указанное на марке изготовителя, которое соответствует используемой электропроводке. Для газового двигателя вводится номинальная мощность.
- **RUN TIME** Для установок, работающих по часам, вводится количество рабочих часов в сутки
- **MFG/Comment** – Вводится описание мотора/двигателя – тип и модель.
- **FULL LOAD AMRS** – Вводится значение полной нагрузки (ампер), соответствующее используемой электропроводке. Оно указано на маркировке двигателя
- **RATED RPM** – Вводится скорость двигателя при номинальной мощности и вращающем моменте
- **VOLTAGE** – Вводится линейное напряжение в распределительной коробке
- **Hz** – Выбор частоты линейного напряжения
- **PHAZE** – Выбор числа фаз линейного напряжения.

Power Cost - Данные о стоимости потребляемой электроэнергии

- **CONSUMPTION** – Вводится стоимость электроэнергии, например 8, что означает 8 центов/кВт-час
- **DEMAND** – Потребность в электроэнергии в денежном выражении, например 12 долларов/кВт

5.24 Страница Wellbore - Определение поля данных

Пример диалоговой страницы Wellbore приведен на стр.42 оригинала.

Tubulars (Данные о трубах)

- **TUBING OD** – Наружный диаметр НКТ
- **CASING OD (IN)** – Наружный диаметр обсадной колонны (в дюймах) Эти данные используются для расчета затрубного пространства и скорости притока жидкости и газа в скважину после ее закрытия. Например, 5,5 дюймов для ОК и 2,375 дюймов для НКТ.
- **AVERAGE JOINT LENGTH (FT)** – Средняя длина однострунной свечи (в футах). Этот параметр необходим для определения глубины уровня жидкости. Он должен быть рассчитан до сотых долей фута с целью получения максимальной точности. Например, 31.27 футов.
- **TUBING ANCHOR (FT)** - Глубина якоря НКТ (в футах). Этот параметр может быть использован, чтобы помочь оператору в выборе значения резкого подъема уровня жидкости, а также в качестве репера расстояния при обработке данных акустических исследований одним из описанных далее методов. Вводится как **Measured Depth** - измеренная глубина
- **KELLY BUSHING** – Ввод альтитуды стола бурового ротора
- **PLUNGER DIAMETER** – Ввод диаметра плунжера насоса в дюймах; например, 1.25 дюймов.
- **PUMP INTAKE (FT)** – Этот введенный параметр (измеренная глубина) используется в том случае, если всасывающий насос установлен на значительном расстоянии от пласта – выше или ниже его. Если вместе с нефтью добывается вода, программа предполагает, что вся жидкость, которая находится ниже насоса – вода, а жидкость выше насоса – нефть. Если длинная выводящая труба насоса проходит ниже насоса, то вместо глубины насоса лучше использовать глубину перфорации НКТ. Для эффективной работы насоса не следует использовать выводящую трубу большой длины.

- **TAPER** (труба с раструбом) Ввод длины и диаметра каждой секции штанг. Например, длина 1200 футов; диаметр 0.875 дюймов. Кроме того, выбирается тип штанги; например, C, D, K, H – для стали или F для стекловолокна.
- **DAMP UP/DOWN** - коэффициент загущения, используемый в волновом уравнении для колонны насосных штанг. Используйте значение этого коэффициента по умолчанию, если динамограмма насоса не укажет на то, что он должен быть изменен. Исправьте значение этого параметра, чтобы скорректировать форму динамограммы в соответствии с известными условиями для насоса. Меньшие значения расширяют динамограмму и увеличивают разницу между максимальной и минимальной нагрузкой в середине хода плунжера.
- **DEVIATED WELLBORE** - Эту опцию выбирают для ввода данных об инклинометрии для наклонных скважин. Для ввода пар Измеренная (Measured) - Истинная вертикальная (True Vertical) глубина на экран выводится следующая форма (см. рисунок на стр.43 оригинала)

Программа использует эти данные для расчета давления всасывания и исходного давления на основании истинной вертикальной глубины насоса. В форме представлены рассчитанные значения.

5.25 Страница – Определение поля данных

Эта форма включает в себя данные, которые описывают характеристики скважины, забоя, пласта и добываемого флюида:

(См. рисунок на стр.44 оригинала)

- **WELL STATE** – указывает статус скважины – является ли скважина действующей на момент проведения исследования Анализатором скважин, или же скважина была остановлена на время достаточное для относительной стабилизации давления и уровня жидкости. Выберите из выпадающего меню соответствующие варианты: **Producing** (действующая) или **Static** (остановленная).
- **STATIC SBHP** – статическое пластовое давление. Это значение сравнивается с забойным давлением в эксплуатируемой скважине для определения эффективности текущего дебита и максимальных дебитов.
- **STATIC BHP METHOD** – указывает, каким методом получают значение статического пластового давления, например, манометром, расчетом, и т.д., который выбирается из выпадающего меню:

Static BHP Method	Acoustic	Акустический
	Gauge	Манометр
Static BHP Date	Estimate	Оценка
	Acoustic	Акустический
Producing BHP	DST	Забойное давление в экс.скважине

- **STATIC BHP DATE** – дата измерения статического пластового давления (SBHP)
- **PRODUCING BHP** – это давление, вычисленное на глубине отсчета (на забое).
- **PRODUCING BHP METHOD** – это давление, вычисленное на глубине отсчета (метод?)
- **PRODUCING BHP DATE** – дата получения забойного давления в эксплуатируемой скважине.
- **FORMATION DEPTH (DATUM) (FT)** - глубина в футах, соответствующая исходному давлению. Сюда вводится глубина подошвы (БОТТОМ) нефтеносного интервала, если оператор не решит иначе. На этой глубине вычисляется PBHP – забойное давление в эксплуатируемой скважине. Кроме того, в качестве способа выявления потенциальных проблем, связанных с газом, глубину установки насоса можно сопоставить с наиболее глубоко залегающим нефтеносным горизонтом.

Production data - данные о добыче

- **OIL BOPD** – добыча нефти в баррелях в сут при стандартных условиях – данные последних исследований скважины. Этот показатель используется для расчета максимального дебита по нефти.
- **WATER BWOD** – добыча воды из скважины (баррелей/сут) по результатам испытаний. Используется для расчета температурных градиентов жидкости и максимального дебита по воде.

- **GAS MCFD** – вводится суммарный дебит газа по результатам испытаний скважины.

Temperature Data – данные о температуре

- **SURFACE TEMPERATURE (F)** – температура газа на устье скважины. Используется для расчета градиентов температуры газа. Обычное значение этого показателя около 60-70 °F . Примечание: это не температура термистора или воздуха; это температура земли на глубине нескольких футов от поверхности.
- **BOTTOMHOLE TEMPERATURE** – температура на забое. Используется вместе с температурой на устье скважины для корректировки градиентов жидкости в условиях скважины. Этот показатель получают по каротажным диаграммам или вычисляют по локальному геотермическому градиенту (среднее значение = 15°F/1000 футов).

Fluid Properties – свойства флюидов

- **OIL GRAVITY (API)** – плотность добытой нефти по стандартам АНИ. Требуется для расчета температурных градиентов жидкости.
- **WATER GRAVITY (SG)** – плотность воды. Следует вводить удельный вес. Если этот показатель не известен, введите число 1.05.
- **GAS GRAVITY (SG)** – Плотность газа относительно воздуха
- **GAS ANALYSIS** – Нажатием этой кнопки открывается форма для ввода данных о составе газа в скважине. В общем случае этот состав отличается от состава газа, отобранного из газопровода или сепаратора.

(Форма Gas Analysis представлена на рисунке стр.45 оригинала)

Нажатием кнопки **Calculate** производится расчет плотности газа по данным анализа.

Surface Producing Pressures – давления на устье скважины

- **TUBING PRESSURE (PSIG)** – среднее давление в НКТ во время откачивания насосом.
- **CASINGHEAD PRESSURE (PSIG)** – Если нет датчика давления, то давление в обсадной колонне может быть взято по манометру и введено вручную в эту строку.

Casing Pressure Buildup – восстановление давления в обсадной колонне

- **CHANGE IN CASING PRESSURE (PSI/MIN)** – изменение давления в обсадной колонне. Если датчик давления не используется, оператор должен вводить в эту строку изменение давления в обсадной колонне и время, в течение которого произошло это изменение.
- **NOTE: ЕСЛИ dp И dt ИЗМЕРЯЮТСЯ ВРУЧНУЮ С ПОМОЩЬЮ МАНОМЕТРА, А НЕ ДАТЧИКА ДАВЛЕНИЯ, ТО ДАННЫЕ О ДАВЛЕНИИ ДОЛЖНЫ РЕГИСТРИРОВАТЬСЯ ЛИБО В ТЕЧЕНИЕ ДЕСЯТИ МИНУТ, ЛИБО ДО ТЕХ ПОР, ПОКА ИЗМЕНЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ НЕ СОСТАВИТ 10 ФТ/КВ.ДЮЙМ.**
- **OVER CHANGE IN TIME** – Ввод временного интервала, в течение которого произошло изменение давления.

5.3. Программное обеспечение по акустическому методу определения забойного давления

Программа дает возможность сформировать звуковой импульс путем оцифровки отраженных сигналов от скважины и сохранения этих данных в памяти компьютера для дальнейшей обработки. Кроме того, чтобы определить, есть ли в протекающей через скважину жидкости поток газа, давление на устье скважины (если к Анализатору скважин подключен датчик давления) регистрируется с интервалом в 15 секунд.

5.3. СБОР АКУСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ

В приведенном далее описании предполагается, что Анализатор скважин соединен магистральным кабелем с газовой пушкой, имеющей дистанционное управление, датчиком давления в обсадной колонне, и что газовая пушка установлена на устье скважины.

Программа TWM введена в действие, выполнен установочный этап, выбран датчик и выполнена установка нуля.

(См. верхний рисунок на стр.46 оригинала).

Для сбора зарегистрированных акустических данных и получения давления на забое, прежде всего необходимо ввести базовый файл данных о скважине или воспроизвести его с диска.
(См. нижний рисунок на стр.46 оригинала)

Прежде чем начать, оператор должен ввести необходимый минимум данных. См. описание данных файла скважин, приведенное в предыдущих разделах.

- Для сбора данных акустических исследований скважин, должна быть введена следующая информация:

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Имя скважины• Давление на глубине отсчета• Глубина насоса• Средняя длина однотрубной свечи (Программа дает по умолчанию 31.7 футов) |
|--|

Рекомендуется ввести в компьютер как можно более **полную информацию о скважине ПРЕЖДЕ** чем начать полевые испытания. Это позволит оператору анализировать данные на месте при проведении испытаний и обеспечить более качественные результаты.
(См. верхний рисунок на стр. 47 оригинала)

- Для прогона программы **COMPLETE BHP ANALYSIS** (Полный анализ 3Д) в файл данных о скважине **ДОЛЖНЫ** быть введены следующие данные:

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">• Имя скважины• Давление на глубине отсчета• Глубина насоса• Наружный диаметр обсадной колонны• Наружный диаметр НКТ• WOPD – добыча нефти (баррелей/сут) при стандартных условиях• BWOD – добыча воды (баррелей/сут)• Температура газа на скважине• Температура на забое• Плотность добытой нефти• Плотность воды• Давление в обсадной колонне (введенное или полученное из данных)• Скорость восстановления давления в обсадной колонне (введенная или полученная из данных)• SBHP – статическое пластовое давление |
|---|

При воспроизведении существующего файла данных о скважинах оператору рекомендуется, проверить данные, чтобы убедиться, что они в точности соответствуют текущему состоянию скважины. В частности, необходимо обновить информацию об исследованиях скважины, дополнив ее последними данными.
(См. нижний рисунок на стр. 47 оригинала)

После того, как данные о скважине были введены в программу или воспроизведены из существующего файла, пользователь может начать сбор нового набора данных, выбрав функцию **F4 Select Test**, которая определяет тип проводимых испытаний.
(См. верхний рисунок на стр.48 оригинала)

После выбора нужной диалоговой страницы (в данном примере это Acoustic - акустические исследования), на экран выводится незаполненная форма (см. рисунок). По мере сбора данных программа вводит соответствующие записи в эту форму для хранения результатов испытаний.

Сбор данных начинается путем выбора функции F5 – Acquire Data. Если компьютер не взаимодействует с аналого-цифровой электроникой (главный выключатель повернут в

положение OFF, или напряжение на аккумуляторной батарее анализатора низкое), на экране появляется следующее сообщение(см. нижний рисунок на стр. 48 оригинала):

Пояснения к рисунку:

<p>NOTE: Unable to establish connection with Well Analyser! Return to 'F5-SETUP', Equipment Check and select Trouble Shoot Wizard.</p>	<p>Комментарий: Невозможно установить связь с Системой контроля скважин! Вернитесь на установочную страницу ('F5-SETUP'), проверку оборудования (Equipment Check) и выберите программу «мастер» проверки неисправностей (Trouble Shoot Wizard). .</p>
--	---

Если проблема остается, выберите опцию **setup, check equipment** и следуйте указаниям программы «мастер» (см. раздел о проверке неисправностей).

Если проблем нет, на экран выводится форма сбора данных (Data Acquisition), которая показывает фоновые помехи и значения давления, температуры и напряжения на батарее (См. рисунок на стр.49 оригинала).

Эту диалоговую страницу можно использовать для проверки регистрации данных системой. Если на кривой постоянно присутствуют большие пики, это указывает на проблемы с электроникой. Проверьте чистоту и надежность соединений кабелей. В общем случае, если амплитуда шума между двумя пиками выше 5мВ, то это указывает на значительный шум в скважине, вызванный, возможно, наличием газожидкостного столба. Для оператора предупреждением будет превышение значения 5мВ и рекомендация о том, что следует увеличить давление в объемной камере. Обычно во время сбора акустических данных и данных о давлении насосный агрегат работает. Если есть избыточный шум, закройте клапан обсадной колонны, соединяющий скважину и газовую пушку, чтобы определить, откуда исходит шум – из скважины или с устья. Если шум вызван вибрацией на поверхности, следует остановить насосный агрегат. Если шум исходит из скважины, отношение сигнала к шуму можно откорректировать, допустив увеличение давления в обсадной колонне. Клапаны, соединяющие пространство обсадной колонны с выкидными линиями, должны быть всегда закрыты, если это возможно. Дождитесь, по крайней мере 20 секунд, пока стабилизируется работа усилителя и датчика.

Перед тем как открыть клапан обсадной колонны, давление газа в объемной камере газовой пушки должно быть увеличено настолько, чтобы превысить давление в скважине и тем самым не допустить попадание в газовый клапан и объемную камеру обломков породы, которые могут присутствовать в клапане обсадной колонны. Это облегчит техническое обслуживание газовой пушки.

Порядок сбора акустических данных может быть следующим:

- При использовании **ГАЗОВОЙ ПУШКИ С ДИСТАНЦИОННЫМ УПРАВЛЕНИЕМ:**
Выберите опцию **Fire Shot** для приведения в действие газовой пушки
- При использовании **КОМПАКТНОЙ ГАЗОВОЙ ПУШКИ ИЛИ ГАЗОВОЙ ПУШКИ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ :**
 1. Выберите опцию **Fire Shot** и дождитесь сообщения о том, что **газовая пушка, если она есть, приведена в действие**, затем
 2. Запустите газовую пушку **ВРУЧНУЮ**

Система контроля скважин будет собирать данные за период времени, рассчитанный по введенным ранее значениям давления отсчета или глубины насоса. **ВНИМАНИЕ: ЕСЛИ ДАВЛЕНИЕ, С КОТОРОГО СЛЕДУЕТ НАЧАТЬ ОТСЧЕТ, НЕ БЫЛО ВВЕДЕНО, ДАННЫЕ НЕ БУДУТ РЕГИСТРИРОВАТЬСЯ.** Если введенное значение давления отсчета неверно, сбор данных может прекратиться преждевременно. Тогда для получения отраженного сигнала от поверхности жидкости времени может быть недостаточно. После сбора данных пользователю предоставляют на выбор несколько вариантов, которые будут описаны ниже. На экран выводится зарегистрированный акустический сигнал.

(См. рисунки на стр.50-51 оригинала)

Как только выстрел будет зарегистрирован, программа начнет сбор и представление на экране акустических данных в течение времени, соответствующем глубине скважины. Программа будет корректировать масштаб графика так, чтобы можно было четко представить сигнал на экране. Однако возможны случаи, когда амплитуда сигнала такова, что он выходит за рамки графика, как показано на рисунке (стр.51 оригинала). Данные регистрируются правильно, и пользователь может скорректировать масштаб после завершения сбора данных.

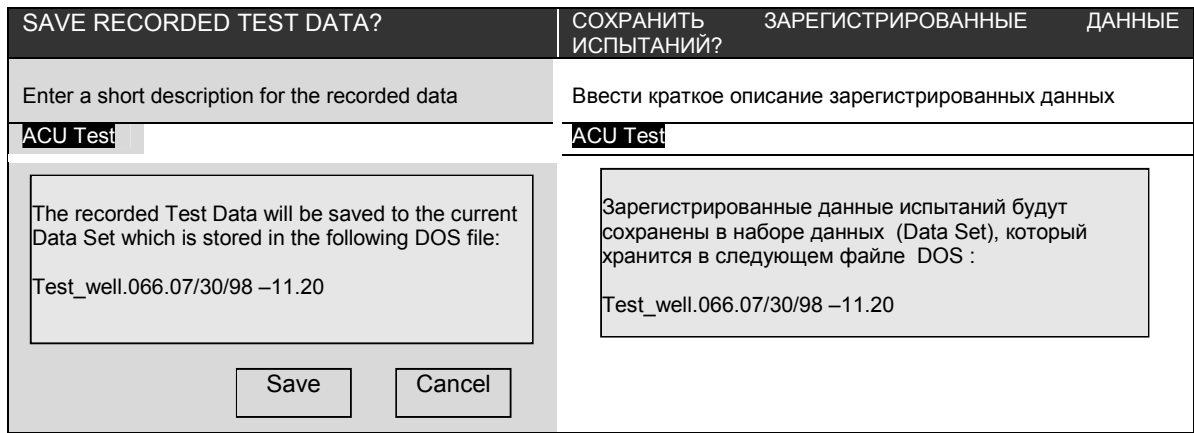
Снизу на экране появляются сообщения, которые описывают последующие шаги и варианты на выбор оператора.

(см. нижний рисунок на стр. 51 оригинала)

Отраженные акустические сигналы оцифровываются и сохраняются в памяти компьютера.

Когда сбор данных закончится, на экране появится следующее сообщение (см. верхний рисунок на стр.52 оригинала)

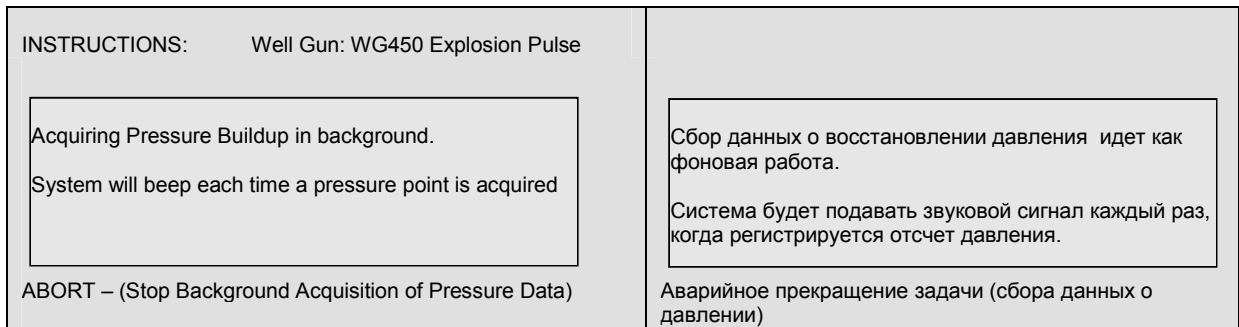
Пояснения к рисунку:



После того, как необработанные данные были собраны и сохранены, они выводятся на экран для просмотра, также как сделанный компьютером выбор уровня жидкости.

Пока идет сбор и сохранение акустических данных, программа непрерывно контролирует и регистрирует давление в обсадной колонне с интервалом в 15 секунд, как указано в представленном ниже диалоговом окне (см. нижний рисунок на стр.52 оригинала) :

Пояснения к рисунку:



В общем случае достаточно, по крайней мере, двух минут, чтобы получить типичное значение скорости восстановления давления в обсадной колонне. Графическое изображение процесса восстановления в обсадной колонне можно увидеть на диалоговой странице Casing Pressure (см. Стр 53 оригинала)

После сохранения акустических данных проводится анализ акустического сигнала для определения глубины уровня жидкости путем выбора варианта **Analyze Data**.

Пунктирная вертикальная линия обозначает наиболее вероятный сигнал уровня жидкости, и его положение во времени показано в диалоговом окошке **Indicator**. Увеличенное изображение сигнала вблизи уровня жидкости представлено в диалоговом окне в правом нижнем углу рисунка (см. нижний рисунок на стр.53 оригинала).

Иногда метод, используемый для автоматического выбора уровня жидкости, дает ошибочный результат из-за необычных условий в скважине, связанных, например, с состоянием якорей НКТ, хвостовиков, препятствий, и т.п., и тогда программа помечает сигнал, который не соответствует уровню жидкости. Если это случилось, оператор может скорректировать индикатор уровня жидкости двумя способами:

- Один из способов заключается в использовании кнопок управления **Prev Kick / Next Kick** для переключения индикатора между любыми другими «автоматически помеченными» точками, которые могут указывать уровень жидкости.
- Второй способ состоит в использовании кнопок **Left** и **Right**. Эти кнопки смещают индикатор вперед-назад с приращениями от 0.1 до 0.001 секунды, которые контролируются ползунком справа от кнопок.

Оператор должен с помощью одного из этих методов установить индикатор вблизи наиболее точного сигнала уровня жидкости, а затем, когда выбор уровня жидкости окажется верным, следует выбрать диалоговую страницу **Depth Determination** (Определение глубины), чтобы продолжить обработку данных.

5.31 – СТРАНИЦА DEPTH DETERMINATION

Диалоговая страница **Depth Determination** – Определение глубины – выбирается после того, как был определен уровень жидкости. На экран выводится три окна; их функции описаны ниже. (См. рисунок на стр.54 оригинала)

В верхнем окне показана диаграмма необработанного, неотфильтрованного акустического сигнала. Продолжительность записи сигнала соответствует времени между выстрелом газовой пушки и моментом, который наступил несколько позднее, чем момент установки уровня жидкости, выбранный на предыдущей диалоговой странице.

Фрагмент выбора уровня жидкости показан на экране в правом нижнем окне. Вертикальная пунктирная линия проходит через сигнал, соответствующий уровню жидкости. Можно сделать более точную настройку выбора уровня жидкости, вернувшись на соответствующую диалоговую страницу - **Select Liquid Level**. Отрезок толстой серой горизонтальной линии на шкале времени на верхней диаграмме сигнала обозначает участок сигнала, который анализируется для расчета частоты, соответствующей муфтовому соединению – отбивке муфты. Этот участок сигнала представлен в форме, полученной после прохождения через фильтр верхних частот, в левом нижнем углу экрана. Вертикальный масштаб этого окна может быть отрегулирован с помощью кнопок **Scale Up/Dwn/Rts**. Максимальная амплитуда между двумя пиками на этом отрезке также представлена в мВ.

Масштаб глубины и рассчитанный уровень жидкости, показанные на этом экране, очень близки к оценкам, полученным с помощью Автоматического счета сигналов муфтового соединения, (**Automatic Collar Count**) который представляет собой вариант по умолчанию, как это показано окошком с «галочкой» на рисунке (см. стр.55 оригинала).

Частота отбивки муфты, определенная по отрезку данных, используется для фильтрации сигнала полосно-пропускающим фильтром (+1Гц /-1Гц) для обнаружения и счета отражений от муфты, которые имеют место между выстрелом и сигналом отбивки уровня жидкости. Счет отражений от муфты продолжается пока величина отношения сигнала к шуму не станет неблагоприятной. В этот момент на акустической диаграмме вычерчивается вертикальный пунктирный маркер (помеченный буквой **C** – конец счета отражений от муфты). В идеале эта точка должна быть как можно ближе к уровню жидкости или, по крайней мере, отбивать 80% расстояния до уровня жидкости. Если это не так, то выстрел газовой пушки следует повторить при более высоком давлении газа в камере, чтобы улучшить отношение сигнала к шуму.

В некоторых скважинах частота отбивки муфты будет меняться по глубине скважины из-за колебаний скорости звука с глубиной; поэтому необходимо более тщательно обрабатывать данные и фактически считать каждое отдельное отражение, чтобы добиться точной отбивки

муфты. Счет отражений от муфты (наиболее запатентованный способ из всей Системы контроля скважин) осуществляется автоматически, и результат может быть выведен на экран путем выбора диалоговой страницы **Collars**, как показано далее.

5.32 – ДИАЛОГОВАЯ СТРАНИЦА COLLARS

Эта страница позволяет более детальное рассмотрение следа звукового сигнала после его обработки с целью выделения отражения от муфты. Вначале программа выводит на экран данные обработки сигнала, а затем считает количество однотрубных свечей до уровня жидкости. По мере счета отражений от муфты они отмечаются на диаграмме вертикальными маркерами. Сигнал отбивки муфты получают путем цифровой фильтрации акустических данных при частоте отбивки муфты, которая предварительно была определена с большой точностью и показана на диалоговой странице **Depth Determination** (Определение глубины) в левом нижнем углу. Счет отражений от муфты продолжается до тех пор, пока отношение сигнала к шуму не станет ниже заранее установленного предела. Затем частота последнего отражения от муфты используется для экстраполяции глубины по времени сигнала, отраженного от поверхности жидкости, которое обозначено вертикальной пунктирной чертой. Последняя метка сплошной вертикальной чертой показывает начало экстраполированного отрезка. (см. рисунок на стр.56 оригинала)

Оператор должен стремиться получить как можно более точные данные отбивки муфты, чтобы обеспечить точное определение уровня жидкости и вычисление забойного давления. Если возможно, счет отражений от муфт должен составлять 80-90% от общего числа муфтовых соединений в скважине. Низкий процент счета может указывать на то, что сигнал имеет очень низкий уровень, который близок к уровню шума, или что частота отраженного от муфты сигнала была определена не верно. Для того, чтобы увеличить отношение сигнала к шуму, оператору следует повторить выстрел газовой пушкой при более высоком давлении в камере.

5.32 – ВАРИАНТЫ ФИЛЬТРА

Точность определения частоты отбивки муфты может быть повышена путем использования полосно-пропускающего фильтра для обработки данных (см. рисунок на стр.57 оригинала). Это можно сделать в ручном режиме анализа (**Manual Analysis**). Примеры пропускания необработанных данных (**raw data**) через фильтр верхних частот и полосно-пропускающий фильтр показаны ниже (см. стр.57 и 58 оригинала).

Выбор фильтра верхних частот (**High Pass**) исключает из сигнала низкочастотные компоненты: нижний рисунок на стр.57 оригинала.

Данные могут быть также отфильтрованы полосно-пропускающим фильтром (**Band Pass Filter**), который центрируется при частоте отбивки муфты и имеет ширину частотного диапазона +/- 1 Гц.

Верхний рисунок (см. стр. 58 оригинала) показывает результат применения полосно-пропускающего фильтра (**Band Pass**).

5.33 – ДИАЛОГОВАЯ СТРАНИЦА CASING PRESSURE

Этот вариант диалоговой страницы представляет график **давления в обсадной колонне** и изменение давления в обсадной колонне со временем при закрытых клапанах обсадной колонны. Эти данные используются для вычисления **дебита газа в затрубном пространстве** и оценки количества газа, присутствующего в кольцеобразном газожидкостном столбе.

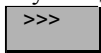
ПРИМЕЧАНИЕ: См. разделы о ВЫЧИСЛЕНИИ ЗАБОЙНОГО ДАВЛЕНИЯ В ГАЗОЖИДКОСТНЫХ СТОЛБАХ
--

По мере сбора данных о давлении в обсадной колонне, в диалоговом окне вычерчивается линия, которая позволяет оператору контролировать согласованность данных. (см. нижний рисунок на стр.58 оригинала).

Линия вычерчивается от первой точки до последней, и все другие точки должны лежать на ней или рядом. Обычно этот график показывает стабильную скорость восстановления давления. Постоянная скорость восстановления давления указывает на то, что скважина работает в предсказуемом устойчивом режиме, и что данные удовлетворительны для проведения анализа. Если есть большие отклонения от прямой линии, то возможно, что скважина не полностью стабилизирована. Внизу диалоговой страницы есть кнопки для подгонки линии к данным. Кнопки **Adjust End Point : Left-Right** используются для того, чтобы отменить автоматическую подгонку (**Fit Through Last Point**) в том случае, если были зарегистрированы посторонние данные.

При измерении давления в обсадной колонне каждые 15 секунд слышится различимый звук. Сбор данных о давлении в обсадной колонне будет происходить максимум 15 минут, а затем автоматически прекращается. Оператор может прекратить сбор данных в любой момент по своему усмотрению. В общем случае **двух минут** бывает достаточно для точного измерения темпа восстановления давления в обсадной колонне. Восстановление давления в обсадной колонне прекращается путем нажатия кнопки **Abort** на экране сбора данных, что также приводит к выключению усилителя и сохранению энергии батарей Анализатора скважин.

5.34 – АНАЛИЗ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РУЧНОГО УПРАВЛЕНИЯ

Ручное управление используется для детального исследования акустических данных и в тех случаях когда программа не в состоянии провести до конца автоматический анализ, как это может быть при очень высоком уровне жидкости. Окно, показывающее неотфильтрованные или отфильтрованные данные используется для того, чтобы представить сигнал на одну секунду, и с помощью выбирающей кнопки  перемещаться по графику сигнала.

(См. рисунок на стр.59 оригинала)

С помощью этих кнопок управления можно очень подробно исследовать сигнал, чтобы выделить отражения от муфт, а также сигналы, генерированные вследствие изменения площади поперечного сечения, например, сигналы от хвостовиков, установочных оправок для труб, установочных патрубков, якорей, перфорации, и т.п. В каждом положении можно воспользоваться фильтром, чтобы улучшить изображение сигнала.

Вертикальный масштаб может быть увеличен путем нажатия кнопки **Scale: Up**:
(См. верхний рисунок на стр.60 оригинала)

Вертикальный масштаб может быть сжат путем нажатия кнопки **Scale: Down**
(См. средний рисунок на стр.60 оригинала)

Выбор кнопки **Reset** возвращает вертикальный масштаб к первоначальному, присвоенному по умолчанию.
(См. нижний рисунок на стр.60 оригинала)

На следующих двух рисунках показаны разные участки акустического сигнала в скважине, представленные в режиме **Raw Data** (Необработанные данные)

См. рисунки на стр. 61 оригинала:

Слева – Сигнал между 2 и 3 секундой

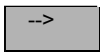
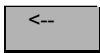
Справа – Сигнал вблизи уровня жидкости

Функцией ручного управления – **Manual** – можно воспользоваться с двумя целями:

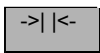
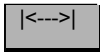
- 1 – для детального изучения акустического сигнала после завершения обработки отражений от муфт
- 2 – для обработки отражений от муфт с использованием частоты, содержащейся на выбранном участке диаграммы сигнала.

В каждом диалоговом окне представлены вертикальные маркеры (11 точечных делителей), которые можно перемещать вдоль диаграммы, начиная с первого зарегистрированного отраженного от муфты сигнала, с помощью кнопок со стрелками:

Эти кнопки перемещают делители влево и вправо:



Эти кнопки регулируют расстояние между делителями:



Оператор может по своему выбору обрабатывать любой интервал данных, представленных верхней диаграммой, чтобы определить глубину уровня жидкости. Иногда, из-за плохого соединения газовой пушки со скважиной, чрезмерного шума, хвостовика, наличия парафина или других аномалий, сигнал на участке акустической диаграммы, который был выбран компьютером для определения частоты отражения от муфты, может быть плохого качества. В результате положение муфты может быть определено неправильно, что приведет к ошибочной глубине уровня жидкости. Если это имеет место, оператор может выбрать другой отрезок диаграммы сигнала с более четким отражением от муфты и меньшими помехами. Далее следует описание анализа отражений от муфты в режиме ручного управления.

Установив в диалоговом окошке **Analysis Method** ручное управление и убрав «галочку» напротив строки **Apply Automatic Collar Count**, перемещайтесь с помощью переключателей вдоль диаграммы акустических данных и выберите интервал между выстрелом и уровнем жидкости, где есть четкие отраженные сигналы от муфты и нет помех и искажений. Порядок проиллюстрирован рисунками на стр. 62 оригинала.

- 1- Выбрать интервал на диаграмме сигнала
- 2- Отфильтровать сигнал насколько это необходимо
- 3- Пометить первым маркером сигнал, отраженный от муфты
- 4- Отрегулировать промежутки между маркерами до соответствия с частотой отраженного от муфты сигнала

Обратите внимание, что между 3 и 4 шагами частота отражения от муфты (и скорость акустического сигнала) изменяется от 19.08 JTS/sec (однотрубных свечей/сек) до более типичной 18.38 JTS/sec, как указано в рамке. При желании всю диаграмму сигнала можно пропустить через узкий полосно-пропускной фильтр, который центрируется по частоте этого отраженного от муфты сигнала, и провести новый отсчет муфт, выбрав повторно **Apply Automatic Collar Count**, как это показано на рисунках стр. 63 оригинала.

Возможность программы обеспечить обработку сигнала различными способами, включая использование точных фильтров, позволяет получить более точное значение глубины уровня жидкости, чем это было возможно с помощью старой аналоговой системы.

5.36 – ДИАЛОГОВАЯ СТРАНИЦА ВНР

Эта страница предназначена для расчета забойного давления (ВНР), исходя из результатов акустических исследований и данных о давлении в обсадной колонне, а также данных о скважине и флюидах, взятых из файла скважин. Цель состоит в том, чтобы обеспечить полный анализ условий в скважине во время проведения измерений. Диалоговая страница разделена на две части:

- Справа представлена схема скважины с указанием **Producing** (Действующая), или **Static** (Остановленная), **Vertical** (Вертикальная) или **Deviated** (Наклонная) и результаты вычислений потока и давления
- Слева есть несколько блоков, которые содержат данные о работе скважины, флюидах и параметры пласта.

После того, как было вычислено забойное давление в эксплуатируемой скважине, его значение сравнивают со статическим забойным давлением, и для определения эффективности

характеристики притока и достижимых максимальных дебитов используют зависимость Вогеля (IPR).

На диалоговом экране ВНР (с правой стороны) на схеме скважины показано положение уровня жидкости в затрубном пространстве, а также положение всасывающего отверстия насоса относительно пласта. (См. рисунок на стр.64)

На этой диалоговой странице выведены следующие параметры с указанными ниже обозначениями:

- **Casing Pressure** – это давление в головке обсадной колонны, либо измеренное автоматическим Анализатором скважин, либо введенное вручную в базу данных о скважинах.
- **Casing Pressure Buildup** – это скорость изменения давления в головке обсадной колонны как функция времени, когда клапан головки обсадной колонны закрыт; измеряется в фунтах/кв. дюйм в минуту. Ее легче вычислить по наклону линии зависимости давления в обсадной колонне от времени, или ввести вручную.
- **Annular Gas Flow** – это дебит газа, барбатирующего в жидкости в затрубном пространстве и выходящего через клапан головки обсадной колонны. рассчитывается по скорости восстановления давления в обсадной колонне и объему затрубного пространства.
- **% Liquid** – Это расчетный процент содержания жидкости в кольцеобразном газожидкостном столбе. Вычисляется по величине потока газа в затрубном пространстве с помощью корреляции, основанной на измеренных данных (см. статью Акустический метод определения забойного давления в эксплуатируемой скважине).
- **Gas/Liquid Interface Pressure (PSIG)** – Давление, рассчитанное на глубине границы газ-жидкость. Определяется по давлению в головке обсадной колонны, плюс вес газового столба.
- **Liquid Level (Уровень жидкости)** – Это глубина (в футах) границы газ-жидкость, измеренная с помощью эхолота. Этот параметр соответствует глубине, рассчитанной и представленной на диалоговой странице Depth Determination (Определение глубины).
- **Formation Depth (Глубина пласта)** – Это глубина отсчета (в футах), которая вводится в базу данных о скважине на соответствующем диалоговом экране. Для этой глубины программа вычисляет давление.
- **Pump Intake Pressure** – это давление, вычисленное на глубине всасывающего отверстия насоса (посадочный ниппель насоса).
- **PВНР** – Это забойное давление в эксплуатируемой скважине, рассчитанное на глубине отсчета.
- **Reservoir Pressure (SBНР)** – Это гидростатическое забойное давление, которое вводится в файл данных о скважине.

Информация на этой схеме дает полное представление об условиях работы скважины во время проведения исследований. С левой стороны этой диалоговой страницы показана следующая информация:

Production (Добыча)

- Текущие данные о дебите нефти, воды и газа по результатам самых последних испытаний скважины на приток, которые были внесены в файл данных о скважинах. Эта информация используется в последующих вычислениях характеристик скважины и должна быть, насколько это возможно, новой и точной.
- Потенциальная максимальная добыча в предположении, что забойное давление в эксплуатируемой скважине (PВНР) равно нулю, определяется методом IPR.
- **IPR Method** – Выбранный метод определения характеристик работы скважины (Коэффициент продуктивности или метод Вогеля IPR)
- **PВНР/SBНР** – Это отношение текущего гидродинамического забойного давления к забойному давлению в остановленной скважине. Значение равное 1.0 соответствует остановленной скважине. Значение равное нулю соответствует открытой фонтанирующей скважине или максимальному дебиту.
- **Production Rate Efficiency %** - Выражает текущий дебит скважины в процентах от расчетного максимального дебита.

Fluid Densities:

- **API Oil** – Плотность нефти при стандартных условиях хранения

- **Water SG** – Удельный вес добытого соляного раствора (вода = 1.00)
- **Gas SG** – Удельный вес газа в затрубном пространстве (воздух = 1.0). Удельный вес вычисляется по скорости звука. Удельный вес газа в затрубном пространстве, вероятно, отличается от удельного веса газа в сепараторе.
- **Acoustic Velocity** – Это средняя скорость звука (футов/сек) в газе в затрубном пространстве, которая была определена по обработанной диаграмме акустического сигнала на главном диалоговом экране.
- **Reservoir Pressure (SBHP)** – Это наиболее точная оценка пластового давления в стабилизированной остановленной скважине.
- **Method** – Кратко описать, как было определено пластовое давление. Лучший метод – это дать возможность пластовому давлению расти путем остановки скважины и при этом автоматически регистрировать кривую восстановления давления (КВД) (См. Раздел 6.0). Другой метод заключается в определении забойного давления с помощью эхолота через несколько дней после остановки скважины, когда уровень жидкости и давление в обсадной колонне приблизительно стабилизируются.
- **Pump Intake Depth** – Глубина посадочного ниппеля насоса.
- **Total Gaseous Column HT** – Вертикальная высота столба жидкости выше всасывающего отверстия насоса, включая объем смеси свободных пузырьков газа и жидкости.
- **Equivalent Gas-Free Liquid HT** – Выражает высоту над насосом, на которой установилась бы жидкость в затрубном пространстве, если бы из нее был удален свободный газ. Рассчитывается, исходя из геометрии затрубного пространства и % жидкости, вычисленного по скорости восстановления давления в обсадной колонне.

Очень важно, чтобы данные были точными. Все эти величины используются программой для расчета забойного давления и анализа работы скважины.

5.4 Обработка акустических данных в специальных случаях

Система контроля скважин предназначена для широкого применения во всем мире. Она разработана с тем, чтобы обеспечить возможность обработки данных измерений в скважинах при необычных условиях, например, уровень жидкости находится неглубоко, в затрубном пространстве имеются препятствия, короткая соединительная муфта НКТ, и т.п. В этом разделе описан порядок обработки данных в специальных случаях.

Иногда разное оборудование скважины (хвостовики, верхняя часть перфорации), а также отложения парафина, нестандартное соединение труб, плохое качество соединений на устье и другие помехи могут привести к тому, что полученная акустическая диаграмма плохо поддается интерпретации. Обычно компьютер и программное обеспечение определяют положение уровня жидкости, а затем обрабатывают отраженные от муфты сигналы, которые поступают через одну-две секунды, чтобы получить частоту отражения от муфты. Акустические данные фильтруются с помощью узко-полосового фильтра, который центрируется по этой частоте, и программа будет пытаться автоматически сосчитать все отраженные от муфты сигналы от первоначального выстрела газовой пушки до отбивки уровня жидкости. С помощью автоматического анализа определяется глубина уровня жидкости для 95% скважин. Однако аномальные условия в некоторых скважинах приводят к тому, что такой порядок обработки данных не действует.

Если отбивка уровня жидкости происходит менее, чем через 1,5 секунды, программа предлагает оператору варианты нестандартной обработки данных. Однако методы нестандартной обработки применимы и в тех случаях, когда результаты автоматического счета отраженных сигналов неудовлетворительны.

Нестандартная обработка предполагает, что время сигнала уровня жидкости уже определено оператором путем наложения подвижного индикатора на сигнал, отбивающий уровень жидкости.

5.41 – Низкий уровень жидкости

При продолжительности отбивки уровня менее чем 1,5 секунды очень сложно автоматически определить уровень жидкости в неглубокой скважине и, возможно, оператору придется в данном случае вручную устанавливать индикатор уровня жидкости. Ниже показан образец файла данных неглубокой скважины (см. стр.67 оригинала)

Индикатор можно передвигать влево и вправо при помощи кнопок **Left** и **Right**. Эти кнопки перемещают индикатор на величину приращения и позволяют оператору установить индикатор близко к значению уровня жидкости.

В зависимости от длины и качества сигнала, автоматический анализ может точно определить глубину уровня жидкости, как показано на рисунке (см. стр. 68 оригинала). Так бывает не всегда, особенно, если уровень находится очень близко к устью, как описано в следующем разделе о высоком уровне жидкости.

Высокий уровень жидкости.

В случаях, когда жидкость находится близко к устью, как в закрытых скважинах с высоким забойным давлением, акустический сигнал включает большое количество различных сигналов (повторяющихся) и амплитуда сигнала может отступить от шкалы, как показано на следующем рисунке (см. верхний рисунок на стр.69 оригинала):

Обратите внимание, **программа не определила сигнал точного уровня жидкости**. Пользователь должен прежде отрегулировать амплитуду шкалы и затем передвинуть маркер на первый отраженный сигнал уровня жидкости (см. нижний рисунок на стр 69 оригинала)

Далее, выберите диалоговую страницу **Depth Determination** (Определение глубины) для получения оценки глубины уровня жидкости (см. рисунок на стр. 70 оригинала).

Это грубая оценка глубины уровня жидкости, поскольку на точность автоматического определения частоты муфты может повлиять наличие высокой амплитуды и низкочастотный сигнал, отраженный от поверхности жидкости жидкости.

Ручная интерпретация и фильтрация покажут более точный уровень жидкости путем регулировки делителей в соответствии с сигналами, отраженными от муфты, как показано на следующем рисунке (см. нижний рисунок на стр. 70 оригинала).

5.42 СПЕЦИАЛЬНАЯ ОБРАБОТКА – ВВОД СКОРОСТИ

Самый простой имеющийся способ определения расстояния до глубины уровня жидкости – это введение значения акустической скорости. Значение скорости можно получить из первоначальных данных с месторождения, из компьютерных диаграмм акустической скорости или расчетов. Акустическая скорость воздуха при температуре 82°Ф равна 1140 фт/сек. Скорость углеводородного газа с удельным весом 0,8, при давлении 50 фн/кв.д. и температуре 90°С равна 1175 фт/сек. Скорость углеводородного газа изменяется от минимального 600фт/сек до 2000 фт/сек (при 5000 фн/кв.д.) и до 3500 фт/сек (при 15000 фн/кв.д.). Компания Echometer бесплатно предоставит информацию об акустической скорости углеводородного газа при разных давлениях и температурах.

См. верхний рисунок на стр. 71 оригинала)

После выбора кнопки Select Liquid Level (Уровень жидкости) на экран выводится форма для ввода данных.

(См. нижний рисунок на стр 71 оригинала)

Данная форма представляет три варианта:

1. прямой ввод значения скорости, если оно известно
 2. расчет скорости при помощи программы с использованием данных плотности газа, давления и температуры.
 3. расчет скорости в программе с использованием анализа газа, давления и температуры.
- Все варианты были выбраны при помощи селективной кнопки.

Диапазон акустической скорости углеводородных газов, как функция давления и плотности газа, представлен графически в Приложении. После ввода скорости и выбора кнопки Calculate (Вычислить), внизу формы отобразится полученное значение глубины жидкости (См. рисунок на стр. 72 оригинала).

Если плотность газа не проверена, то программа сама вычислит плотность при помощи введенного значения акустической скорости, и для дальнейшего расчета давления в газовой колонне будет использовать полученное значение плотности. Если плотность газа проверена, то программа использует значение плотности, введенное в файл данных скважины.

Возвращаясь к диалоговой странице **Depth Determination (Определение Глубины)**, глубина уровня отображается на экране с аннотацией о том, что вычисление сделано по значению скорости, введенному Пользователем.

(См. верхний рисунок на стр.73 оригинала)

Варианты вычисления скорости в программе по свойствам газа генерируют следующие формы ввода и расчета:

(см. нижний рисунок на стр.73 и рисунок на стр.74 оригинала)

- **Определение маркера забоя, 1 индикатор по всей диаграмме.**

Другой способ – это установить второй передвижной индикатор на верхней отметке хвостовика при уровне жидкости ниже верхней отметки хвостовика. Оператор устанавливает второй индикатор выше хвостовика и указывает количество колонн (или расстояние) от устья до хвостовика. Программа автоматически вычисляет расстояние до первого подвижного индикатора, который был установлен на сигнале от поверхности жидкости или другой аномалии, представляющей интерес. Данный способ можно применить как с экраном данных за одну секунду (опция 6 на экране F7) так и со всей диаграммой (опция 5 на экране F7). На следующем рисунке демонстрируется образец обработки данных скважины с хвостовиком обсадной колонны. Известно, что верхняя отметка хвостовика находится на глубине 5240 футов.

(См. рисунок на стр.75 оригинала)

Заметьте, что программа отмечает сигналы от хвостовика на 9,8 секунде как наиболее вероятный сигнал, отраженный от поверхности жидкости, поскольку его амплитуда высока. Это один из примеров, показывающий, как важно знать точное описание подземного оборудования скважины, чтобы не допустить ошибок при определении уровня жидкости. При помощи кнопок **Prev Kick** и **Next Kick**, которые используются для определения других возможных сигналов уровня жидкости, программа правильно определяет сигнал на 17,5 секунде как отраженный от поверхности жидкости, как показано на следующем рисунке (см. верхний рисунок на стр. 76 оригинала).

При продолжении анализа и выборе диалоговой страницы Depth Determination (Определение глубины) на экране появится следующий рисунок (нижний рисунок на стр.76 оригинала):

Автоматический анализ по умолчанию указывает, что счет отражений от муфты дает глубину уровня жидкости равную 9294 футов.

Однако по рисунку выше видно, что последний отсчет отражения от муфты происходит на 8,5 секунде, которая соответствует менее 50% продолжительности записи. Применение полосно-пропускающего фильтра улучшает сигналы от муфты, но не влияет на счет отражений от муфты как показано ниже:

(Рисунок на стр. 77 оригинала)

Одним из способов улучшения расчета является использование глубины хвостовика для более точной оценки акустической скорости. Это продельвается путем выбора **Downhole Marker** (Маркер забоя) в качестве Метода анализа:

(См. рисунок на стр. 78 оригинала)

Линия маркера регулируется до тех пор, пока она не будет соответствовать сигналу, и известная глубина маркера вводится как входной параметр. Таким образом, получают значение акустической скорости, которая затем используется для вычисления глубины уровня жидкости по времени.

(См. рисунки на стр. 79-0 оригинала)

А на экране отображается давление в скважине и продуктивность скважины (нижний рисунок на стр. 80 оригинала).

5.43 – Наклонные скважины

В некоторых случаях, скважина пробуривается горизонтально. В случае бурения наклонной скважины геометрия ствола описывается путем ввода известных значений замеренной глубины и истинной вертикальной глубины. Это обычные данные, которые получают по результатам инклинометрии. Таблица значений создается по следующему образцу:

Данное соотношение используется для расчета забойного давления в скважине при переводе акустических данных в значение давления. После ввода данных инклинометрии, окно забойного давления (**Bottom Hole Pressure**) отобразит наклонный характер скважины. Отметьте, также, что глубина поверхности раздела газ-жидкость и исходное значение давления выражены в значении замеренной глубины и фактической вертикальной глубины, как показано на следующей диаграмме:

5.5 Работа с файлами данных

После того, как все данные по месторождению собраны и сохранены, эти данные в любое время могут быть повторно обработаны. И это особенно удобно, когда требуются изменения или исправления данных файла скважины или когда значения некоторых параметров изначально были неправильно рассчитаны и только позднее были определены с большей точностью.

5.52 Данные и результаты распечатывания.

Программа запоминает данные обработки и сохраняет их на дисковом файле. Файл распечатывается путем выбора команды **Print** («Распечатать») в меню **File**. Для одиночной скважины и набора данных будут распечатаны результаты последней обработки. Для

распечатки результатов по нескольким скважинам и наборам данных используется опция **Batch Print** (Распечатать группу). Отчет можно просмотреть путем выбора опции **Print Preview** – «Предварительный просмотр».

Чтобы получить жесткую копию данных о скважине, подключите компьютер к соответствующему принтеру через гнездо указанное в настройке принтера Windows. Вам следует обратиться к Руководству по использованию принтера за инструкциями по настройке принтера. На следующих страницах показаны образцы распечатанных отчетов (стр.82-83 оригинала)

На стр. 82 оригинала показан пример отчет акустического теста:

Отдельные файлы данных скважин можно распечатать путем выбора Print - «Распечатать» при просмотре Data File (Файл данных) на экране. На стр. 83 оригинала показан распечатанный формат данных скважины.

5.6 Интерпретация диаграммы

Качество акустической диаграммы определяется по рабочим параметрам скважины и энергии акустического импульса. Чтобы получить удовлетворительную акустическую диаграмму следует всё время поддерживать максимальное отношение сигнал/шум. В случае необходимости, чтобы получить больший акустический импульс и наиболее приемлемое отношение сигнал/шум, следует применять более высокое давление в объемной камере. Когда данные о шуме в скважине выведены на экран до генерирования акустического импульса, то в случае, если шум превышает 5 мВ, оператор получает предупреждение. На экран выводится подсказка – применить более высокое давление в объемной камере.

Фоновый шум обычно возникает в результате вибраций насосного агрегата, образования газовых пузырьков в жидкости, находящейся в межколонном пространстве, и т.д. Шум частично можно ликвидировать, если отключить насосный агрегат. Газовая пушка должна быть подключена в пределах 3 футов межтрубного пространства с помощью двухдюймовых соединительных патрубков. При меньших размерах соединительных патрубков, сигналы отраженные от муфты будут слабыми.

Идеальная акустическая диаграмма содержит четко распознаваемые отражения от муфты на всем пути до уровня жидкости, который сам будет четким отражением. Получить такую запись можно следующим образом:

- Определить текущее давление в обсадной колонне и довести давление в объемной камере газовой пушки до величины, превышающей давление в обсадной колонне на 100 фн/кв.д.
- Получить акустическую диаграмму и рассмотреть ее на экране. На ней должны быть отчетливые, легко различимые сигналы уровня жидкости.
- В случае, если четкого сигнала не обнаружено, следует поднять давление в камере ещё на 200 фн/кв.д. и повторить процедуру. При необходимости, повторяйте процедуру вплоть до достижения предельно допустимых давлений для данного оборудования. Во время проведения процедуры, насосный агрегат должен работать.
- Если давление в камере было поднято до максимального номинального давления но, тем не менее, приемлемая диаграмма не получена, выключите насос и опробуйте получить другую диаграмму.
- При необходимости включите насос при закрытых задвижках обсадной колонны в течение достаточного времени, чтобы проследить увеличение давления в обсадной колонне. Чаще всего, небольшое увеличение давления улучшает качество акустической диаграммы, но не оказывает значительного влияния на рабочие характеристики скважины или анализ.

Руководства по диапазонам частот муфты как функция давления в обсадной колонне приведены в Таблице 1.

ПОМОЩЬ

Если даже после проведения вышеприведенных процедур, Вы не получили приемлемую по качеству диаграмму, **следует отправить** компании Echometer Co. копию диалогового окна и файла данных о скважине по следующему факсу. (Факс № **940-723-7507**)

ДО ТОГО, как вы обратитесь за дополнительной помощью по № **940-767-4334**.

Если есть возможность, то передайте файлы с данными акустических исследований и файл данных о скважине через МОДЕМ или ИНТЕРНЕТ по адресу **info@echometer.com**

Компания Echometer регулярно проводит обучение эксплуатации оборудования. Можно приобрести Список бесплатных курсов обучения по заказу или на Web странице компании Echometer.

5.61 – Определение уровня жидкости

Программа выбирает несколько сигналов, которые соответствуют характеристике сигналов, отраженных от поверхности жидкости. Самый большой и широкий импульс из тех, которые имеют стандартную характеристику, выделяется вертикальным индикатором. Пользователь должен всегда проверять, действительно ли это отражение от уровня жидкости, а не сигнал, вызванный такими аномалиями в скважине, такими как нарушение обсадной колонны, переходники, хвостовики, парафиновые кольца и т.д.

Если возникли сомнения относительно правильности определения уровня жидкости, рекомендуется понизить уровень жидкости путем увеличения давления в обсадной колонне или закрыть скважину и оставить ее до восстановления уровня жидкости в затрубном пространстве.

5.62 – Выбор скорости отраженного от муфты сигнала

Один из методов проверки правильности компьютерной интерпретации акустической диаграммы заключается в проверке скорости сигнала отраженного от муфты (число свечей/сек или Герц), которая выводится на экран, и подтверждении того, что значение этого параметра находится в разумных пределах. Скорость отражения от муфты зависит от расстояния между муфтами НКТ (средняя длина одной свечи) и скорости звука в газе обсадной колонны. Скорость звука зависит от плотности газа, давления и температуры, как видно на рисунке 12 в SPE 13810. С использованием значений, относящихся к газам с плотностью между 0,6 и 1,5 была составлена следующая таблица.

ТАБЛИЦА 1

Ожидаемый диапазон частоты отражения от муфты как функция давления в головке обсадной колонны для углеводородного газа с удельным весом в пределах от 0,6 до 1,5 при средней длине свечи 31 фут:

Давление в обсадной колонне, фт/кв.дюйм	Диапазон скоростей отражений от муфты, Герц
0 – 1000	11 – 25
2000	17 – 23
3000	21 – 27

Для газов с более высоким удельным весом и содержанием CO₂, частота отражения от муфты может быть ниже чем указано в таблице.

5.7 – Расчет забойного давления

Забойное давление вычисляется путем суммирования давления обсадной колонны, давления газовой колонны и давления жидкости. С учетом плотности газа и жидкости и водонефтяного фактора, данное вычисление является прямым за исключением случаев, когда столб жидкости

над насосом насыщен газом, протекающим в головке обсадной колонны. Проблемы, связанные с расчетом забойного давления при газожидкостном столбе, детально рассматривались в публикациях SPE “Producing Bottom-hole Pressure” («Забойное давление в добывающей скважине») и “Static Bottom-hole Pressure” («Статическое забойное давление»). Ниже приводится короткое описание выполняемого программой расчета градиента газожидкостного столба.

5.71 – Газожидкостный столб

Большинство оснащенных насосами скважин производят газ, который из межколонного пространства попадает в выкидную линию. Если в межколонном пространстве присутствует жидкостной столб, то добываемый газ насыщает жидкость, что приводит к увеличению высоты столба жидкости. Акустический импульс будет отражаться от верха газожидкостного столба. Если при расчетах забойного давления по высоте столба предполагается, что он на 100% состоит из жидкости, то рассчитанное значение будет завышенным. Для того чтобы правильно рассчитать забойное давление, вначале необходимо определить процентное содержание жидкости в газожидкостном столбе.

Обычно ошибка заключается в том, что газожидкостной столб представляют в качестве стакана с пивом, в котором пена лежит поверх столба 100% жидкости. На самом же деле, столб представляет собой непрерывную смесь газа и нефти. Газ проникает в столб как пузырь и продвигается в вертикальном направлении сквозь столб. Таким образом, понятие «истинный уровень жидкости» не реальное. Уровень жидкости, зафиксированный эхолотом, является истинным уровнем столба жидкости, хотя столб может быть не 100% жидкостью, а смесью газовых пузырьков и нефти.

Легкий способ освоить понятие о газожидкостном столбе – это представить высоту эквивалентного столба жидкости, из которой удалили весь газ. Пример: газожидкостной столб высотой в 1000 футов состоит из 50% свободного газа и 50% нефти, вес которой эквивалентен весу столба чистой нефти высотой 500 футов.

Компания Echometer Co. разработала корреляцию для этой цели. Корреляция требует измерения глубины до верхней отметки газожидкостного столба и коэффициент восстановления давления в обсадной колонне. Корреляция определяет процентное содержание жидкости в столбе газированной жидкости. Акустическим методом определяют глубину, а коэффициент восстановления давления в обсадной колонне определяют автоматически по показаниям датчика давления через короткие интервалы времени. Подробности процедуры корреляции и вычислений опубликованы в изданиях SEP по оценке пласта – “Acoustic Determination of Producing Bottomhole Pressure” («Определение Забойного Давления акустическим методом»), сентябрь 1988г, стр. 617-621. Копии можно получить в компании Echometer Co. или SPE или на веб странице Echometer Co.

Скважинный анализатор автоматически определяет эти данные, если использовать его вместе с датчиком давления. Резкость датчика намного лучше, чем ручных манометров и позволяет измерять коэффициент восстановления давления за более короткое время. Замеры начального давления в обсадной колонне проводятся сразу же после сбора акустических данных. Каждые 15 секунд записываются дополнительные показания для определения коэффициента восстановления давления. Данные восстановления давления и уровень жидкости затем используются вместе с корреляцией газожидкостного столба для расчета процентного содержания нефти и газа в столбе. Нарастивание давления в обсадной колонне в течение 2 минут достаточно для определения точного дебита газа при использовании датчика давления.

После записи акустической диаграммы оператор должен выбрать опцию F3 и рассмотреть кривую восстановления давления со временем. Она должна быть близкой к линейной. Оператор останавливает процесс нажатием опции F10 при удовлетворении полученными данными. Если точки данных показывают явную разбросанность или значения кажутся неверными, необходимо проверить рабочие параметры стабилизированной скважины. Две минуты – это нормальное время для сбора данных давления в обсадной колонне.

Датчики давления рассчитаны на диапазон давлений 300, 600, 900, 1500, 3000, 5000 и 10000 фн/кв.д. Если нет датчика давления, то восстановление давления в головке обсадной колонны можно определить путем закрытия задвижек обсадной колонны, при этом оставить насос

включенным и ждать в течение 10 минут или до тех пор, пока запись не покажет увеличение давления на 10 фн/кв.д. Затем эти данные вводятся в диалоговое окно данных о скважине (F5).

5.71 – Программы IPA, AWP, VHP по измерению забойного давления.

Эти программы, входящие в обслуживающие программы Скважинного Анализатора, предоставляют Пользователю возможность рассчитать статическое и рабочее забойное давление на основании данных, полученных при помощи других инструментов для измерения уровня жидкости, таких как Echometer Model-M и SONOLOG. Эти дружественные для Пользователя программы очень легки в использовании. Необходимые данные вводятся через интерактивные окна.

Программа IPA (Inflow Performance Analyzer) также вычисляет соотношение характеристики притока для моделей с индексом продуктивности Vogel, Fetkovich и Linear.

5.8 Примеры по скважинам

Нижеприведенные цифры иллюстрируют тип акустических контуров, зарегистрированным по типовым скважинам. Они представлены здесь для того, чтобы дать малоопытным операторам некоторое представление об изменениях акустических контуров. (См. диаграмму. на с. 88 оригинала).

5.81 Скважины со средними показателями

(См. рисунок на с.88 оригинала)

5.82 Высокий уровень жидкости, небольшой объем газа или его отсутствие

(См. диаграмму на с. 89 оригинала).

5.83 Высокий уровень жидкости, газовый столб, скважина с высоким уровнем шумов

(См. диаграмму. на с. 90 оригинала).

5.84 Глубокая скважина

(См. диаграмму. на с. 91 оригинала)

5.86 Якорь НКТ

(См. диаграмму. на с. 92 оригинала)

5.86 Потайная колонна на глубине 1570 м (5240 фут)

Были обработаны данные с использованием варианта расположения маркера с 1-секундным интервалом. Сигнал на 9,7 секунде вызван изменением сечения между обсадной колонной диаметром 7-1/2" и потайной колонной диаметром 5-1/2". Необходимо отметить, что амплитуда гораздо больше на 17,392 сек. (См. диаграмму. на с. 93 оригинала)

6.0 ИССЛЕДОВАНИЕ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ В НАСОСНЫХ СКВАЖИНАХ

Техника безопасности

Необходимо соблюдать все правила ТБ при эксплуатации этого оборудования. Расчетное давление газодинамического источника сейсмических сигналов компании Echometer и всех фитингов, шлангов и т.д. должно всегда превышать реальное давление скважины. В связи с тем, что давление в межтрубном пространстве обычно возрастает при КВД, необходимо проявлять осторожность, чтобы скважинное давление не превысило расчетное давление оборудования. Не использовать изношенные или корродированные компоненты, которые не смогут выдержать скважинное давление.

Невозможно указать здесь все меры предосторожности. Перед эксплуатацией следует пользоваться всеми применимыми руководствами, бюллетенями и т.п. по ТБ, относящихся к давлению, характеристикам металла, температурному воздействию, коррозии, износу, электрическим и газовым свойствам и т.п.

<p style="text-align: center;">Расчетные параметры датчика давления 300, 600, 900 и 1500 фунтов/кв.дюйм Расчетное давление газодинамического источника сейсмических сигналов компании Echometer с дистанционным управлением 2000 фунтов/кв.дюйм</p>
--

Номиналы давления газодинамического источника сейсмических сигналов и датчика давления до 3000 ФУНТОВ/КВ.Д предоставляются по запросу. Просьба обращаться к инженерам компании Echometer.

Отказ от права

Расчеты основаны на информации, полученной по результатам исследований и предоставляются для Вашего сведения. Предоставляя такие расчеты и основанные на них оценки, компания Echometer просто выражает свое мнение. Вы выражаете свое согласие, что компания Echometer не предоставляет четкую или подразумеваемую гарантию на точность таких расчетов или заключений и что компания Echometer не несет ответственности за утрату или повреждение, возникшие по халатности или по иным причинам в связи с такими заключениями.

ПРИМЕЧАНИЕ:

Обычно на этапе подготовки к испытаниям насосный агрегат эксплуатируется. Однако, при наличии значительной вибрации насосного агрегата и излучении им сигналов, превышающих по своему уровню фоновый шум, может потребоваться остановка насосного агрегата на короткое время при подготовке к исследованиям, когда требуется входение в контур установки.

ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ. КРАТКОЕ ИЗЛОЖЕНИЕ

- | |
|---|
| 1. Подсоединить газодинамический источник сейсмических сигналов компании Echometer к скважине, использовать колено с углом 90° для установления устройства в вертикальное положение, чтобы избежать накопления влаги в его газовом вентиле при проведении исследования. |
| 2. Подсоединить электрический кабель, а также кабели датчика давления и микрофона. |
| 3. Подсоединить регулятор к баллону с азотом, а также соединить шлангом регулятор и газодинамический источник сейсмических сигналов. Последний имеет резьбовый штуцер диаметром 1/4" NPT, в котором имеется отверстие 0,006" для регулирования потока газа, поступающего в объемную камеру. Установить регулятор на уровень давления, на 200 PSI превышающего предполагаемое при КВД максимальное поверхностное давление. |
| 4. Убедиться, что обратный трубный клапан между газодинамическим источником |

сейсмических сигналов компании Echometer и обсадной колонной закрыт. Открыть спускной клапан на газодинамическом источнике сейсмических сигналов для стравливания давления в обсадной колонне.

5. Включить компьютер скважинного газоанализатора. Проверить, чтобы ВРЕМЯ и ДАТА были установлены правильно. Произвести пуск программы TWM. Выбрать режим Acquire Mode, правильные коэффициенты датчика давления и получить сброс по нулю. Открыть базовый файл по скважинам (BaseWell File) и проверить, чтобы данные были актуализированы. Параметры на странице КВД используются для метода кривых восстановления давления. Эти параметры можно ввести позднее.

6. Выбрать вариант **Select Test Option** и страницу КВД **Pressure Transient Tab**. На экране появится окно для вбивания данных: уточнить тип исследования (восстановление и падение давления), а также является это новым исследованием или продолжением проводимого исследования.

7. Выбрать вариант **Acquire Data** вместе со страницей **Schedule Tab**, чтобы отобразить частоту излучения и регистрации его контура.

8. Выбрать страницу **Acquire Shot Tab**, проверить межтрубное давление и установить регулятор давления азота на 200 фунтов/кв.д с превышением максимального расчетного межтрубного давления при КВД. Выполнить появляющиеся на дисплее указания, затем выбрать **Fire Shot**.

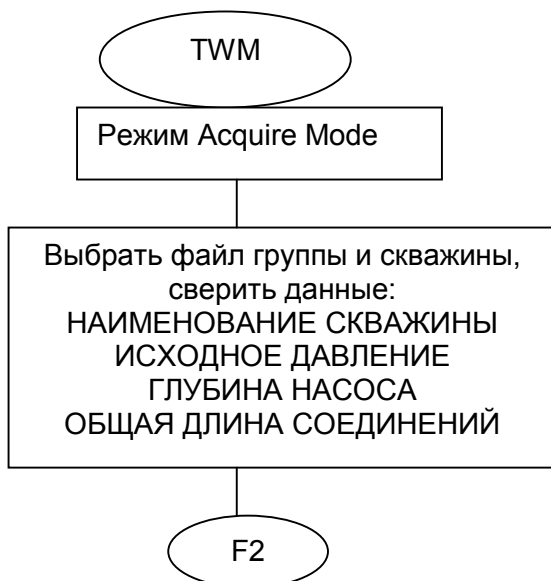
9. Выбрать страницу **Depth Determination Tab**, определить уровень жидкости и, при необходимости, отрегулировать маркер и окно.

10. Выбрать страницу по уровню жидкости **Depth Determination Tab**. Убедиться в правильности автоматического расчета глубины или выбрать дополнительный ручной анализ.

11. Выбрать страницу **Progress Tab** и принять уставки **Settings**. Если необходимо повторить уставки излучения (set up shot), то не следует принимать уставки и вернуться к п. 7.

12. Проводить контроль хода исследования на странице **Progress Tab**. При проведении исследования можно изменять его установочные параметры, анализ и регистрацию данных посредством выбора соответствующих страниц.

В НИЖЕПРИВЕДЕННОЙ БЛОК-СХЕМЕ ОБОБЩАЕТСЯ ПОРЯДОК ДЕЙСТВИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ ДАВЛЕНИЯ





6.1 Конфигурация аппаратных средств

Существует ряд возможных конфигураций в зависимости от уровня давления в исследуемой скважине. Ниже рассматриваются ситуации, когда газодинамический источник сейсмических сигналов с дистанционным управлением используется в сочетании с постоянно подсоединенным внешним источником поступления газа.

6.11 Газодинамический источник сейсмических сигналов

Газодинамический источник сейсмических сигналов с дистанционным управлением должен быть подсоединен к клапану затрубного пространства. Предпочтительно, чтобы расстояние между газодинамическим источником сейсмических сигналов с дистанционным управлением и

затрубным пространством было 1 м или менее. Кроме того, все соединения должны быть 2-дюймовыми. Не допускать использования U-образных трубок в этих соединениях, так как может происходить накопление жидкости. К обратному трубному клапану необходимо подсоединить короткий штуцер и колено с углом 90°. Колено должно открытым концом вверх. К этому колену необходимо подсоединить компоновку источника сейсмических сигналов, при этом конец колена с микрофоном должен быть направлен вниз. Это позволит избежать накопления воды в объемной камере, в газовом клапане и в электромагнитном клапане. Эта вода может замерзнуть при температуре ниже 0° и препятствовать работе источника сейсмических сигналов.

Обычно используется азот; двуокись углерода имеет низкое давление паров при низкой температуре, и уровень давления может быть ниже скважинного давления и препятствовать работе источника сейсмических сигналов. Давление в объемной камере должно быть установлено примерно на 200 ФУНТОВ/КВ.Д с превышением максимального межтрубного давления, рассчитанного для КВД? если не используется дополнительный регулятор дифференциального давления Echometer для обеспечения постоянного дифференциального давления между обсадной колонной и газодинамическим источником сейсмических сигналов Echometer. Данный регулятор дифференциального давления позволяет сохранять газ.

6.12 Датчик давления и термистор

Стандартный датчик давления имеет диапазон рабочего давления от 0 до 1500 ФУНТОВ/КВ.Д. Термистор размещен внутри корпуса для замера температуры. Выходные данные давления приведены по воздействию температуры, и рассчитанное давление отображается на экране компьютера (на датчики давления 300, 600 и 900 фунтов/кв.д можно размещать заказы, и они рекомендуются для скважин с низким уровнем давления).

Рекомендуется использовать трубчатый изоляционный материал (обычно применяемый для изоляции трубок в воздушных кондиционерах) для предохранения датчика давления от прямых солнечных лучей, так как попеременные условия воздействия облачности и солнечных лучей могут вызывать значительные изменения температуры, которые, возможно, не будут полностью скорректированы программными средствами.

6.13 Электрические и механические соединения

Все соединения и соединители должны быть чистыми в хорошем состоянии. Электрическое соединение к микрофону должно быть сухим и не быть покрыто соленой водой. Соединения с электромагнитным клапаном и датчиком должны быть чистыми. При необходимости следует закрывать их и предохранять от воздействия окружающей среды. Убедиться, что фитинги на внешнем источнике подачи газа плотно затянуты, чтобы в результате утечки не произошло преждевременного его израсходования.

6.21 Аккумулятор

Необходим внешний 12-вольтовый аккумулятор автомобильного типа с глубокой разрядкой. Существующий непроизводительный расход на скважинном анализаторе, включая средние компьютерные величины, составляет примерно 1 А. Внешний аккумулятор должен иметь емкость 80-120 ампер-часов. Это обеспечит работу в течение 3-4 дней без подзарядки. При необходимости, для длительных периодов работы необходимо одновременное использование нескольких аккумуляторов, подключенных параллельно. Когда напряжение аккумулятора падает, компьютер и преобразователь переменного / постоянного тока начнет работать со сбоями, и соленоид не обеспечит излучение газодинамического источника сейсмических сигналов. Возможно, более безопасным является герметичный аккумулятор.

Необходимо надежно подсоединить кабель скважинного анализатора к аккумулятору, убедившись в правильной полярности.

Использовать для эксплуатации скважинного анализатора один аккумулятор. Зарядить второй аккумулятор и хранить его в качестве запасного. Использовать качественное 10-амперное зарядное устройство глубокого цикла для подзарядки аккумулятора. Применение хорошего зарядного устройства обеспечит более полную подзарядку и удлинит срок службы аккумулятора.

Необходимо работать на компьютере в режиме **минимального потребления тока**. Большинство портативных компьютеров имеет режим работы с низким потреблением тока, что продлевает период использования аккумулятора. (См. руководство по эксплуатации компьютера).

Необходимо использовать хороший аккумулятор на 100 ампер часов, 12-вольтовый, с глубоким циклом. Полностью заряженный аккумулятор проработает 4 дня при нормальной температуре. Скважинный аккумулятор будет потреблять примерно 0,007 В/час или 0,17 В/сут. Первоначальное напряжение аккумулятора (переменный / постоянный ток) в начале исследования КВД составляет около 11,6 вольт. Это напряжение показано на экране главного анализатора при исследовании. Проводится регистрация напряжения аккумулятора (переменный / постоянный ток) по времени в процессе построения графиков. На экране, где отображено напряжение аккумулятора по времени, можно поместить данные о снижающемся напряжении в строку в индикаторное окно. Напряжение уменьшается в линейной зависимости до 10,2 В, а затем быстро падает. Проводится расчет остаточного срока службы аккумулятора, который отображается с учетом темпа потребления питания аккумулятора, последнего показания напряжения с последующим прогнозированием срока, когда напряжение упадет до 10,2 В. Получение данных прекращается, когда напряжение падает до 10,0 В. Просьба применять это метод анализа для проверки нормальной работы и хорошего состояния компьютера, аккумулятора (переменного/постоянного тока) и внешнего 12-вольтового аккумулятора с глубоким циклом. Данные в усилитель, преобразователь переменного/постоянного тока не поступают, когда напряжение аккумулятора менее 10 В.

Между внешним 12-вольтовым аккумулятором с глубоким циклом и аккумулятором-преобразователем (переменного/постоянного тока) применяется защитный диод. Таким образом, аккумулятор-преобразователь (переменного/постоянного тока) имеет напряжение примерно на 0,6 В меньше, чем внешний 12-вольтовый аккумулятор. Аккумулятор с глубоким циклом будет продолжать подзарядку аккумулятора компьютера, пока напряжение первого не уменьшится до величины менее 9 В. Аккумулятор компьютера подзарядается с использованием внутреннего преобразователя переменного/постоянного тока.

Компьютер перейдет в режим пониженного энергопотребления, когда напряжение аккумулятора компьютера упадет до минимального значения. В этот момент напряжение аккумулятора с глубоким циклом уже понизится до величины ниже 10 В. Когда напряжение аккумулятора компьютера упадет ниже установленного значения, информация в памяти компьютера будет сохранена на жестком диске, в файле hibernation file. Необходимо просто подзарядить компьютер (заменить аккумулятор с глубоким циклом или использовать внешнее зарядное устройство), чтобы вернуться к программе, так как в режиме пониженного энергопотребления произойдет автоматическая перезагрузка информации с жесткого диска в память компьютера. Это очень хорошая характеристика для использования в системах восстановления давления. Когда внешний и компьютерный аккумуляторы разряжаются, данные будут сохранены в файле hibernation file и будут автоматически вызываться при возобновлении питания компьютера, поддерживая, таким образом, правильное время в исследовании КВД. См. дополнительную информацию в Руководстве по эксплуатации компьютера.

6.22 Эксплуатационные характеристики датчика давления

Датчик давления, используемый в системе КВД, является точным прибором. Соответственно, его необходимо использовать и поддерживать в хорошем состоянии. Ниже приведены предлагаемые мероприятия для обеспечения максимальной точности данных, полученных в результате замеров давления.

1. Предохранять датчик давления от прямых солнечных лучей и дождя (использовать пенопластный трубчатый изолирующий материал).
2. Предохранять датчик и кабели от вибрации или смещения.
3. Не допускать попадания влаги на кабельные соединители.
4. Использовать аккумуляторы хорошего качества и поддерживать их в хорошо заряженном состоянии.

В очень неблагоприятных условиях (Канада или тропики) целесообразно поместить скважинный анализатор и внешний аккумулятор в изолирующую оболочку, чтобы предохранить их от крайних температурных значений или влажности.

Для максимальной точности необходимо использовать датчик давления с полно шкальными величинами, насколько возможно близкими к максимальным значениям межтрубного давления, предполагаемого в конце исследования КВД.

6.3 Программа TWM (комплексный контроль скважин) – страница исследования КВД

Программа предназначена для применения скважинного анализатора без вмешательства человека с получением данных для расширенного исследования восстановления или перепада давления. Различные флаги, которые могут быть переустановлены в процессе исследования, контролируют тип исследования и данных, которые необходимы. Частота получения данных также контролируется оператором и может быть изменена при исследовании. Предусмотрено обеспечение редактирования данных и файловых дополнений в том случае, если необходимо прервать обычную последовательность действий (потеря питания, давления газа или механический сбой) с тем, чтобы сохранить общие результаты исследования. Хотя программа предназначена, прежде всего, для использования в комбинации с насосными скважинами, она применима и к фонтанирующим скважинам, где в затрубном пространстве не установлен пакер. Проводить измерения в фонтанирующих скважинах можно также внутри НКТ, как рассматривается в специальном разделе об исследованиях.

Работа программного обеспечения разделена на следующие этапы: **установочный, сбора данных и контроля качества данных**. Производится выбор различных вариантов с помощью кнопок и окошек метки, которые активизируются на различных страницах. Пуск программы TWM производится в режиме сбора данных. После выбора базового файла скважин (Base Well File) для исследуемой скважины, а также выбора варианта Select Test (F4) и страницы КВД Pressure Transient Tab появится следующее окно: См. с. 99 оригинала.

У пользователя имеются следующие варианты:

Alt 1 – инициализация исследования по восстановлению / перепаду давления, которое предусматривает ввод необходимых данных о скважине и жидкости, а также установка флагов, которые будут контролировать варианты исследования: Apply gaseous column correction factor (применить коэффициент поправки газового столба) по скважине фонтанированием газа в затрубном пространстве. Dry Wellbore (непродуктивная скважина) при исследовании скважины с сухим газом, в которой нет добычи жидкости (требуется только показания устьевого давления).

Alt 2 – проведение исследования по перепаду давления в водонагнетательной скважине.

Alt 3 – добавление данных об исследовании к старым данным. Этот вариант обеспечивает продолжение сбора данных во всех случаях, когда прерывается нормальный ход исследования. Данные как дополнительная информация сохраняются вместе с предыдущими данными с правильной отметкой времени, чтобы не пришлось проводить сложное редактирование или сдвиг по времени.

Окошки отметок используются для определения типа расчетов забойного давления и типа исследования КВД, которые будут проводиться:

Gaseous liquid correction (газовый флюид): Проверяется величина по умолчанию, которая означает, что градиент столба жидкости в затрубном пространстве рассчитывается с учетом газовых пузырьков в жидкости, определяемых по темпу восстановления давления в головке обсадной колонны и по корреляции столба газа посредством эхолота (McCoу и др. «Отчет о забойном давлении»). Когда этот флаг не отмечен, градиент затрубного пространства рассчитывается с учетом только фаз флюида (нефти и жидкости).

Флаг Falloff Test отмечается для указания того, что будет проведено исследование по перепаду давления в нагнетательной скважине. При этом выводится из действия поправка по газовому флюиду и используется плотность воды для столба жидкости. Значение по умолчанию не отмечается, что означает необходимость регистрации данных исследования КВД. Сбор данных по акустическому уровню жидкости начинается автоматически, когда замеренное значение падает ниже пороговой величины давления, введенной пользователем.

6.31 Данные по исследованию КВД

При выборе базового файла скважин (Base Well File) и страницы КВД (Pressure Transient Data) отображается нижеприведенное окно, из которого можно получить данные для интерпретации исследования КВД. (См. рисунок на с. 100 оригинала).

В то время как данные на вышеуказанном рисунке необходимы только для анализа, НЕОБХОДИМО ввести нижеприведенные параметры, чтобы ОБЕСПЕЧИТЬ СБОР ДАННЫХ ПО КВД.

Наименование скважины - будет использовано для идентификации файлов данных.

Глубина залегания коллектора – используется для расчета забойного давления.

Глубина входа в насос – используется вместе с глубиной залегания коллектора для определения периода времени, в течение которого проводится сбор акустических данных, а также для расчета забойного давления.

Средняя длина соединений – используется для расчета глубины поверхности раздела газ – жидкость.

Эти данные вводятся в соответствующие страницы **общих данных, ствола скважины и условий**.

Хотя остальные параметры КВД не требуются для сбора данных, рекомендуется, когда это возможно, определять их и вводить в таблицу данных. Это обеспечит возможность использования при исследовании всех имеющихся функций программы для проверки достоверности и контроля хода исследования.

По данным недавно проведенных испытаний скважин необходимо получить следующие три параметра:

ВОРD: дебит нефти, объем товарной нефти в сутки.

ВWPD: дебит воды, объем воды, приведенной к нормальным условиям, в сутки.

МСF/D: дебит газа, объем газа в тысячах стандартных куб. футов в сутки.

Значения шести нижеприведенных параметров должны соответствовать существующим пластовому давлению и температуре.

- Коэффициент пластового объема нефти (баррели)
- Коэффициент пластового объема воды (баррели)
- Коэффициент пластового объема газа (баррели)

Вязкость пластовой нефти (μ_o)

Вязкость пластовой воды (μ_w)

Вязкость добытого газа (μ_g)

Эффективная нефтяная мощность: толщина пласта для расчета проницаемости по кН.

Пористость: среднее значение пористости пласта (часть).

- Общая сжимаемость – породы и пластового флюида (1/ФУНТОВ/КВ.Д)
- Дренируемая площадь – расчетная для исследуемой скважины.
- Радиус приводимости скважины – обычно предполагается, что он соответствует диаметру долота, если кавернометрия не показывает другую величину или если ствол скважины не был расширен.

В страницу ствола скважины (Wellbore Tab) вводятся следующие данные:

- Внутренний диаметр обсадной колонны – средний внутренний диаметр эксплуатационной обсадной колонны.
- Внешний диаметр НКТ – средний внешний диаметр колонны НКТ.

Программа использует нижеприведенные величины температуры на странице условий (Conditions Tab) для расчета градиента температуры в скважине.

- Поверхностная температура – ствола скважины; в насосных скважинах обычно около 75°F (23,8°C); в скважинах с большим объемом фонтанирования эта величина может быть выше.
- Забойная температура – данные обычно получают по результатам кабельного каротажа. Эту величину в сочетании с поверхностной температурой используют для расчета среднего градиента температуры ствола скважины. Температура на разной глубине рассчитывается по этому градиенту. Температура на конкретной глубине используется для расчета плотности флюида в стволе скважины в данной точке, и, следовательно, эта величина влияет на расчетное распределение давления.

Продолжается установочный этап посредством ввода или выбора калибровочных коэффициентов для датчика давления, как показано на рисунке (см. с. 102 оригинала). Необходимо обязательно ввести правильный серийный номер.

Коэффициенты должны быть введены ТОЧНО в таком виде, как они указаны на паспортной табличке датчика, который будет использоваться при исследовании.

После подсоединения датчика к кабелю скважинного анализатора и, убедившись, что клапан между скважиной и дистанционным источником сейсмических сигналов закрыт, открыть спускной клапан источника, чтобы обеспечить восприятие датчиком атмосферного давления.

При нажатии Alt 3 активизируется скважинный анализатор, и получают данные по температуре и давлению от датчика давления, показанные на рисунке (см. с. 102 оригинала).

Смещение по нулю должно составлять менее 10% коэффициента C2 и оставаться относительно стабильным при нажатии Alt 3 несколько раз для повторения замера. Указанная величина является температурой датчика. Обычно она НЕ является температурой ствола скважины.

При нажатии F5 и выборе Schedule Tab продолжается определение параметров исследования (Test Parameters), как показано на рисунке (см. с. 103 оригинала).

Эта форма данных используется для определения частоты замеров и записи на диск данных для оцифрованного акустического контура.

6.32 Частота получения данных

Для Shot Schedule (график сейсмических измерений) имеются два варианта: линейный и логарифмический.

Линейный:

Пользователь уточняет количество измерений в течение часа. Максимально – 30, что соответствует 2-минутному временному интервалу между измерениями. Это количество может быть изменено во время исследований посредством выбора Schedule Tab (страницы графика) и внесения изменений в параметры.

Логарифмический:

Пользователь уточняет количество измерений на цикл логарифмической временной развертки в часах. Это позволит обеспечить такое же количество точек ввода данных в течение первого часа, 1-10 час., 10-100 час. и т.д. Поскольку большинство методов анализа по КВД связано с логарифмическими графиками, этот вариант позволит получить однородную плотность данных для всего исследования. Величина по умолчанию – 30 измерений на цикл. Пользователь может также применять минимальный и максимальный временные промежутки между измерениями, которые переопределяют логарифмический график.

6.33 Периодичность хранения данных акустического контура

Определяется, как часто при исследовании оцифрованный акустический контур сохраняется на диске. Целью регистрации необработанных акустических данных является стремление вручную

преодолеть трудности, которые могут возникать в программных средствах при автоматическом определении глубины границы раздела газ/жидкость. Необработанные данные могут анализироваться вне линии с использованием различных фильтров и специальных функций обработки программы TWM (комплексный контроль скважин).

6.34 Предварительные замеры

Следующей частью испытательного установочного этапа является получение данных акустического контура, чтобы установить соответствующие параметры для автоматического определения уровня жидкости. Выбрать Acquire Shot Tab (страница получения данных по сейсмическим измерениям). См. рисунок на с. 104.

ПРИМЕЧАНИЕ:

Давление в камере контролируется уставкой регулятора давления. Первоначально оно должно быть установлено минимально на 200 ФУНТОВ/КВ.ДГ выше ожидаемой величины восстановления давления.

Поставляется дополнительный неперестраиваемый дифференциальный регулятор для автоматического поддержания давления в объемной камере на 100 ФУНТОВ/КВ.Д выше скважинного давления. См. Приложение В.

После проверки всех кабелей и соединений, а также создания правильной величины давление в камере проводится пробное сейсмическое измерение с помощью нажатия на Alt-S.

Продолжительность сбора данных первоначально устанавливается величиной глубины на входе насоса, которая была введена в файл скважинных данных. В последующем она регулируется в зависимости от позиции предварительно зарегистрированного отражения уровня жидкости.

Пульс не выявлен. Время от времени амплитуда акустического пульса недостаточна, чтобы программа могла автоматически определить его посылку. В общем, ситуацию можно поправить ситуацией посредством увеличения давления в объемной камере. Если это не решает проблему, оператор должен прибегнуть к методике устранения неисправностей.

После получения данных по акустическому контуру программа проводит наилучшую оценку наиболее вероятного сигнала, который соответствует отражению уровня жидкости. Этот сигнал маркируется серой полосой (сигнальное окно уровня жидкости), как показано на рисунке (см. с. 105 оригинала).

В окне правой нижней части экрана отображен маркированный сигнал с использованием шкалы временной развертки. В этот момент оператор должен выполнить следующее:

Проверить, чтобы программа правильно считала уровень жидкости.

Проверить, чтобы выбранная величина находилась в окне.

Исключить другие возможно запутывающие сигналы из серого окна, регулируя его ширину таким образом, чтобы, по возможности, не допустить другие сигналы.

Mute Window Width (ширина невидимого окна). Эта величина устанавливается, как фиксированное количество секунд с каждой стороны маркера уровня жидкости. Она должна быть в достаточной степени узкой, чтобы исключить возможный выбор других сигналов (например, от хвостовика обсадной колонны) в качестве уровня жидкости.

ПРИМЕЧАНИЕ:

Перед остановкой скважины рекомендуется использовать страницу акустических данных программы TWM для несложного определения, насколько возможно, с помощью нескольких предварительных акустических контуров правильного сигнала, соответствующего уровню жидкости, а также правильного времени. При необходимости следует использовать возможности обработки сигнала скважинного анализатора для идентификации правильного сигнала. Кроме того, необходимо определить правильную частоту отбивки муфт с тем, чтобы иметь возможность сверить ее с частотой отбивки муфт, установленной на странице КВД программы TWM.

По общему правилу программы не должны иметь проблем при правильном определении уровня жидкости. Скважинами с наибольшими нарушениями являются такие, в которых газ выходит из

обсадной колонны при очень малых величинах давления. Отношение "сигнал-шум" будет значительно улучшаться по мере возрастания давления в головке обсадной колонны в ходе исследования.

После регулировки сигнального окна и проверки времени отражения уровня жидкости установочный этап продолжается с помощью выбора Depth Determination Tab (страница определения глубины). Затем программа анализирует отраженные сигналы от муфт для установления соответствующей частоты локаторов (скорость звука в газе обсадной колонны) и представляет оператору результат фильтрации необработанного сигнала и автоматического выбора муфт, как показано на рисунке (см. с. 106 оригинала).

При Manual Mode (ручной режим) оператор имеет возможность просмотра полного акустического контура с помощью кнопок Arrow Buttons (клавиш с изображением стрелки).

Можно изменять частоту (трубный замок/сек.) отбивки муфт с помощью кнопок ширины маркеров. Обычно автоматический подсчет частоты является достаточно точным. Однако для очень зашумленных скважин более точным методом определения частоты отбивки муфт могло бы быть использование функций обработки данных в программе TWM. После остановки скважины увеличение межтрубного давления вызовет значительное поглощение шумов в стволе скважины, автоматическая обработка будет более эффективной.

После завершения установочного этапа при выборе Progress Tab (страница хода исследования) появится следующее сообщение: Использовать вставки анализа для всех последующих сейсмических пульсов? (см. с. 107 оригинала).

В этот момент возможно повторение всего установочного этапа при нажатии NO и повторном выборе сигнального окна и определении глубины или имеется возможность при нажатии Yes продолжать начатое исследование КВД. Можно переустановить выбор сигнала уровня жидкости и варианты расчета глубины в любой момент в ходе исследования, придерживаясь такой же последовательности выбора страниц.

6.35 Начало исследования КВД

Перед продолжением исследования произвести проверку на надежность всех соединений, защиту кабелей от случайного повреждения, подсоединение внешнего источника питания к скважинному анализатору, а также подсоединение (и проверку на утечку) газового источника, а также установку давления в камере на значение, использовавшееся при установке акустического контура.

После выбора Progress Tab (страница хода исследования) появляется кадр (см. с. 108 оригинала), показывающий, что используется установочный измерительный пульс с присвоенным номером 0000P и программа готова начать получение данных для исследования КВД.

В этот момент подача продукции из скважины перекрывается, если проводится **исследование КВД**, и возобновляется, если проводится **исследование по перепаду давления**.

Автоматическое получение данных начинается со щелчка на кнопку Start Transient Test (начало исследования КВД). Этот процесс координируется с остановкой скважины. Запускаются часы использованного на исследование времени, а также таймер, показывающий выдержку времени до следующего получения данных.

Когда экран активизирован, возможно вручную начать процесс получения точки ввода данных, используя кнопку Acquire Manual Shot (получение данных вручную). Необходимо обратить внимание на то, что кнопка Start (пуск) была переименована в Pause Transient Test (пауза – КВД). Это позволяет остановить график автоматического получения данных при исследовании, чтобы внести изменения или поправки в установочные параметры системы, такие как замена баллона с азотом, неисправного кабеля и т.п., не нарушая ход исследования КВД; кроме того, последнее можно закончить, используя вариант END TEST (завершение исследования).

Измерительные пульсы идентифицируются комбинацией чисел, букв, пиктограмм и комментариев, указывающих их статус:

Номер (No.) представляет номерную последовательность измерительного пульса.

Буква указывает тип измерительного пульса.

P (Pre-start) – предварительный установочный измерительный пульс.

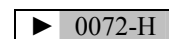
S (Soft shot) – акустический контур не сохраняется и уровень жидкости не устанавливается; регистрируется только время записи, давление и глубина по жидкости.

H (Hard shot) - акустический контур сохранен со всеми другими данными.

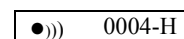
M (Manual shot) – измерительный пульс посылается пользователем вручную в любое время при исследовании.

Пиктограммы относятся к состоянию процесса:

Треугольник указывает на выбор конкретного измерительного пульса для анализа или просмотра.



Микрофон указывает на получение данных по измерительному пульсу, обработка которых еще не завершена.



Ниже приведены примеры этих указателей, в т.ч. состояние измерительного пульса.

№	Дельта-время	Состояние
0000-P	0 00:00:00	Завершено
0001-H	0 00:00:00	Завершено
0002-H	0 00:02:00	Завершено
▶ 0003-H	0 00:04:00	Завершено
●))) 0004-H	0 00:06:00	Регистрация пульса

0059-H	0 01:35:00	Завершено
0060-M	0 01:42:13	Завершено
0061-H	0 01:43:37	Завершено
0062-H	0 01:45:01	Завершено

0036-S	0 01:02:32	Пульс не обнаружен
0037-S	0 01:03:58	Пульс не обнаружен
0038-H	0 01:05:24	Завершено

▶ 0071-H	0 01:59:23	Завершено
▶ 0072-H	0 02:00:47	Завершено
0073-M	0 02:01:54	Завершено
0074-H	0 02:03:18	Получение данных прекращено

Ход исследования и контроль

PROGRESS Tab (страница хода исследования) показывает кадр, который появляется при нормальном ходе исследования КВД. Этот кадр используется оператором для контроля хода исследования, изменения его параметров и оценки полученных данных.

После завершения получения и обработки данных по нескольким измерительным пульсам цифра на рисунке (см. с. 109 оригинала) показан Test Progress and Control Screen (экран хода и контроля исследования) конкретно в тот момент, когда система получает данные по измерительному пульсу.

Ниже (см. рисунок на с. 110 оригинала) приведен тот же самый экран после получения данных по одному предварительному измерительному пульсу, семнадцати автоматическим пульсам и одному пульсу вручную.

End Test (завершение исследования):

Эта кнопка используется для завершения получения данных по исследованию КВД.

6.4 Анализ скорости звука

Эта страница предназначена для обеспечения оператору возможности провести плавную кривую через точки ввода данных по скорости, чтобы учесть колебания скорости звука, которые произошли при исследовании. Эти колебания связаны с изменениями температуры, давления и состава газа в затрубном пространстве. Масштаб этих изменений будет зависеть, прежде всего, от масштаба изменений давления. Колебания шумового уровня в скважине могут вызывать случайные колебания в определении частоты отбивки муфт, что показано как прерывность на графике зависимости скорости по времени, как показано на рисунке (см. с. 111 оригинала), полученном со страницы Time Plots Tab (графики по времени), что подробно рассматривается в следующем разделе.

Эта прерывность в скорости звука вызывает прерывность в расчетных данных по забойному давлению, которая не соответствует действительным колебаниям забойного давления. Поэтому необходимо устранить эти «всплески» скорости посредством выравнивания данных по скорости с использованием Velocity Analysis Tab (страница анализа скорости).

На этом рисунке (см. с. 112 оригинала) показаны все точки ввода данных по скорости (крестики), которые были рассчитаны по акустическим контурам, зарегистрированным при исследовании. Следует обратить внимание на то, что, хотя разброс представляется значительным, на вертикальной линии шкалы имеется усиление, что преувеличивает различие между показаниями. Кресточками указаны точки ввода данных, выбранные пользователем для включения в график колебаний скорости.

Целью этого является выбор адекватного количества точек, которые обеспечат плавное описание колебаний скорости. В общем, 5-6 точек будет более чем достаточно. Эти действия по сглаживанию можно повторить столько раз, сколько потребуется по методу проб и ошибок, так как это не оказывает влияния на первоначальные данные. Гистограмма (тонкие вертикальные линии) показывает процентное отношение муфт, подсчет которых проводился для каждого измерительного пульса. Пользователь должен выбрать только те точки, где это процентное отношение является максимальным с тем, чтобы обеспечить использование в расчетах наиболее точных значений. Числовая информация для выбранной точки отображается в левом нижнем углу экрана.

Метод сглаживания данных выбирается посредством меню с вытеснением нижней строки (при его просмотре) в правой нижней части экрана. Имеются следующие варианты аппроксимации: NO FIT, LINEAR FIT И SPLINE FIT. Наиболее часто используется LINEAR FIT.

После выбора точек и метода аппроксимации при возвращении в окна Time Plots (временные графики) показывается результат аппроксимации, как показано на рисунке (см. с. 113 оригинала): в фут./сек. вместо муфт/сек.

6.41 Порядок сглаживания данных по скорости

Выбор точек для включения в функцию скорости проводится с помощью кнопок Next и Prev (следующий и предыдущий) на панели средств управления Select Data Point (выбор точки ввода данных) в нижней части экрана. Выбранная точка ввода данных указывается темным треугольником, а соответствующие подсчитанные числовые значения Elapsed Time, Joints/sec., Velocity и % Collar (истекшее время, муфт/сек., скорость и % муфт) отображаются в квадратах слева от панели средств управления.

(Поскольку в начале исследования данные были сжаты, может потребоваться неоднократно нажимать кнопку Next, пока выбранный треугольник не отойдет и будет ясно виден).

(См. рисунок на с. 114 оригинала)

Ниже показана часть данных с новой точкой ввода, выбранной для включения в процесс аппроксимации (см. с. 114 оригинала).

После выбора точки и щелчка по ADD Point to Fit Line (добавление точки для аппроксимации линии) следует обратить внимание на то, что сейчас линия проходит через выбранную точку (см. с. 114 оригинала).

Символ только что включенной сюда точки изменяется с крестика на кружок, как видно ниже (см. с. 115 оригинала).

Эти действия должны повторяться, пока пользователь не убедится, что эта линия представляет собой колебание скорости звука при исследовании КВД. Следует отметить, что первоначальные данные НЕ ИЗМЕНЕНЫ, но образовалась новая зависимость в показателях Smoothed Acoustic Velocity или Smoothed Joints per second (аппроксимация скорости звука или данных по муфт/сек.).

Первоначальные и сглаженные данные могут быть нанесены на тот же график с использованием страницы временных графиков – Time Plots Tab (см. рисунок на с. 115).

6.6 Нанесение на график данных и результатов по времени

Страница Time Plots Tab (временных графиков) обеспечивает доступ ко всем обычным методам составления графиков, используемых для контроля хода исследования и качества полученных данных. На приведенном меню с вытеснением нижней строки указаны переменные, которые могут быть выбраны для составления графиков (см. рисунок на с. 116).

Нанесение двух переменных позволяет провести корреляцию изменений двух переменных, чтобы убедиться, что эти колебания коррелируются с ожидаемым режимом жидкостей в стволе скважины. Каждая переменная выбирается в соответствующем меню с вытеснением нижней строки и наносится со своими соответствующими символом и осью (см. рисунок на с. 117).

На нижеприведенном рисунке показано соотношение между давлением в затрубном пространстве и временем отражения уровня жидкости (см. рисунок на с. 117).

6.61 Образцы графиков полезного времени

Csg Pressure vs/ Time (давление в обсадной колонне по времени): отображается измеренное давление в головке обсадной колонны (см. рисунок на с. 118).

ВНР vs/ Time (забойное давление по времени): отображает последний набор рассчитанных данных по забойному давлению (см. рисунок на с. 118).

Depth to Liquid (глубина – жидкость): отображается последний набор рассчитанных величин давления на поверхности раздела газ – жидкость по времени (см. рисунок на с. 119).

Temperature (температура): отображаются ежедневные колебания показаний датчика давления (см. рисунок на с. 119).

Battery Voltage (напряжение аккумулятора): отображается напряжение как функция времени с указанием темпа разрядки (см. рисунок на с. 120).

Time to Echo (время – жидкость): отображает отражение уровня жидкости по времени (см. рисунок на с. 120).

Joints per Second (муфт/сек.): отображает скорость звука, определенную посредством подсчета муфт (см. рисунок на с. 121).

Smoothed Joints per Second (муфт/сек. - аппроксимация данных): отображает частоту отбивки муфт, соответствующую аппроксимации кривой, выбранной пользователем (см. рисунок на с. 121).

Original Acoustic Velocity (первоначальная скорость звука): отображает скорость звука, определенную по подсчету муфт (см. рисунок на с. 122).

Smoothed Acoustic Velocity (аппроксимация данных по скорости звука): отображается последний набор рассчитанных величин скорости звука по времени, согласованных с выбранными пользователем данными (см. рисунок на с. 122).

Liquid Correction Factor (коэффициент поправки по жидкости): отображается процентное отношение жидкости столба в затрубном пространстве как функция времени (см. рисунок на с. 123).

Liquid Afterflow (вторичный поток жидкости): отображается объем поступления / ухода жидкости в скважине после ее остановки (см. рисунок на с. 123).

Gas Afterflow (вторичный поток газа): отображается объем скопившегося в скважине газа после ее остановки (см. рисунок на с. 124).

Percent Collars vs. Time (процентное отношение подсчета муфт по времени): отображается количество подсчитанных соединений в процентном отношении к их общему количеству (см. рисунок на с. 124).

6.7 Вывод диагностических графических данных

Хотя эти графики обеспечивают анализ данных исследования КВД, они предназначены, прежде всего, для контроля качества данных, полученных на скважине. Дальнейший углубленный анализ данных КВД может проводиться вне участка с использованием специальных программ для анализа данных КВД, в которые через файл Export File вводятся результаты обработки этих данных в программе TWM.

Диагностические страницы отображаются с помощью страниц, расположенных в дальней правой стороне экрана. Стрелки позволяют отображать дополнительные страницы (см. рисунок на с. 125).

ПРИМЕЧАНИЕ:

Поставляются многие комплекты компьютерных программ для анализа данных КВД. В частности, комплект для анализа данных по давлению-температуре компании ComPort Computing Co., поставляемый также через SPE (Общество инженеров-нефтяников - США), обеспечивает очень рентабельный способ углубленного анализа данных КВД, полученных с помощью приборов Ecometer (см. ссылки на с. 125 оригинала).

Программа Pansystem компании Edinburgh Petroleum Development Services Ltd. обычно применяется для составления планов исследования скважин и анализа данных. Компания S.A. Holditch and Associates также предоставляет полезное программное обеспечение для анализа результатов исследований.

6.71 График в двойном логарифмическом масштабе

Тенденция наклона кривой указывает на инерционность притока в скважине (см. с. 126 оригинала).

Тенденция полнаклона кривой указывает на разрыв бесконечной удельной проводимости (см. с. 126 оригинала).

6.72 Несглаженное производное давления

Функция производной отображается при щелчке квадрата Show Derivative (показ производной) в левой нижней части экрана. Эта функция указывает на скорость изменения КВД и используется как диагностический признак для интерпретации результатов исследования и в использовании данных анализа типовой кривой (см. рисунок на с. 127 оригинала).

Производное давления с аппроксимацией

Функция производной давления очень чувствительна к незначительным изменениям давления от показания к показанию. Поскольку тенденция производной является важным диагностическим признаком, она наилучшим образом получается на графике посредством

аппроксимации графика производной. Этот контролируется пользователем с помощью управляющего элемента-движка, а также посредством регулировки ее между минимальным и максимальным значениями (см. рисунок на с. 127 оригинала).

6.73 График результатов обработки мультимедийных данных

Это график давления как функции логарифма времени, истекшего с начала исследования КВД (см. рисунок на с. 128 оригинала).

Интерпретация связана с анализом тенденции посредством аппроксимации прямой линии к этим данным. Область и точки аппроксимации выбираются посредством щелчка по квадрату Shot Fit Rectangle (прямоугольник аппроксимации пульса отбивки) и регулировки позиции уголка квадрата с использованием соответствующих кнопок (Up, Down, Left, Right), пока данные не будут закрыты прямоугольником.

6.74 График Горнера

Это график зависимости давления по логарифму $(t+dt)/dt$

где t – время добычи (или время Горнера), а dt – период после остановки. Время Горнера может определить посредством деления суммарного объема продукции на средний дебит за период с момента последней остановки скважины (см. рисунок на с. 129 оригинал).

Интерпретация связана с аппроксимацией линейной тенденции части данных, соответствующей радиальному потоку в бесконечном коллекторе. Соответствующие точки ввода данных выбираются с помощью окна Fit Rectangle (аппроксимация прямоугольника).

6.8 Воспроизведение старых данных

Этот вариант обеспечивает воспроизведение и анализ файлов с данными КВД после завершения исследования или в ходе исследования, когда данные переданы в офисный компьютер. При выборе режима Recall (воспроизведение) и Pressure Transient Test (страницы КВД) появляется следующий экран (см. с. 130 оригинала).

На экране отображены тип и дата исследования, график отбивки, файлы с сохраненными данными и общее количество точек ввода данных. Если исследование было прервано случайно или из-за прекращения питания или подачи газа, а затем возобновлено с сохранением данных в отдельном комплекте, экран позволяет объединять два комплекта данных в файл непрерывных данных посредством щелчка по кнопке Select Data Set (выбор комплекта данных). См. рисунок на с. 130 оригинала.

Обычно пользователю необходимо просмотреть и проанализировать набор по КВД. Это проводится посредством кнопки Analyze (F4), в результате чего отображаются все данные, как показано на рисунке ниже (см. с. 131 оригинала).

Это одна из нескольких страниц, используемых для анализа и интерпретации данных. Ниже приведены функции различных кнопок и окошек метки на этой странице (см. рисунок на с. 131 оригинала).

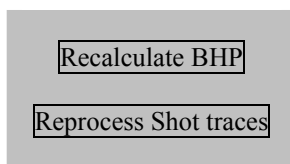
Соответствующая точка ввода данных отмечена флажком на странице записи результатов отбивки посредством добавления знака # к последовательному номеру, как показано на рисунке выше.

Применить коэффициент поправки столба газового флюида: забойное давление рассчитывается с использованием данного коэффициента поправки (по умолчанию).

Использовать результаты приращения как первоначальное условие для следующей отбивки: изменение давления за единицу времени определяется посредством сравнения результатов отбивки соседних объектов. Если сравнения не проведено, результаты первой отбивки используются как контрольные.

Пересчет забойного давления

После редактирования набора данных, например, маркировка некоторых точек, которые не будут включены, или после повторной обработки контуров уровня жидкости, пользователь должен пересчитать величину забойного давления, используя соответствующую кнопку.



Повторная обработка данных по контуру отбивки

Этот вариант необходим, когда метод определения глубины поверхности раздела газ – жидкость изменен (вместо величины по умолчанию). Уставки, выбранные пользователем, такие как метод определения глубины, Mute Window Width and Position, частота отбивки муфт, подсчет муфт и т.п. применяются ко всем отбивкам, а величины глубины уровня жидкости соответственно пересчитываются.

6.81 Рабочий лист давления

Время от времени может потребоваться внесение исправлений в величины замеренного межтрубного давления в связи с прерывностью, вызванной изменениями в аппаратных средствах или перерывами в исследовании КВД. Например, может потребоваться заменить датчик давления или кабель из-за неисправностей. Эта замена может привести к сдвигу уровня давления по причине того, что нулевое смещение не было правильно компенсировано. Такой пример показан на рисунке (см. с. 133 оригинала).

Следует обратить внимание на смещение в начале исследования, вызванное заменой датчика давления. Необходима регулировка данных с тем, чтобы установить для интерпретации непрерывную тенденцию. Кнопка Pressure Worksheet (рабочий лист давления) обеспечивает возможности провести такое смещение эффективным образом посредством открытия следующего электронного табло: см. с. 133 оригинала. Вертикальные маркеры, обозначенные Y1 и Y2, должны быть установлены таким образом, чтобы указать раздел серии данных, где необходимо ввести смещение.

Эта временная шкала легко расширяется с помощью R (правого) и L (левого) управляющих скользящих элементов, пока на экране не появится четкое отображение раздела данных, где необходимо ввести смещение. Эта процедура показана с помощью следующих цифр: см. рисунок на с. 134 оригинала. На данном рисунке левая часть оси времени была уменьшена до 562 минут.

Первый маркер (Y1) установлен на последнюю точку ввода данных до смещения давления (см. рисунок на с. 134 оригинала).

Второй маркер (Y2) установлен на точку ввода данных после смещения давления (см. рисунок на с. 135 оригинала).

В нижней части выведенные данные указывают, что поправка давления 6,45 фунтов/кв.д должна быть применена к серии данных после смещения. Это производится с помощью щелчка по кнопке Apply Correction (ввод поправки).

Смещенные данные

Затем данные давления, скорректированные по смещению, отображаются с помощью треугольников, как показано ниже (см. рисунок на с. 135).

При нажатии кнопки Reset (сброс) происходит возврат данных к первоначальным величинам.

Скорректированные данные давления (Casing Pressure): серия этих данных теперь отображается каждый раз, когда происходит выбор страницы Time Plots (временные графики); эти данные используются во всех последующих расчетах (см. рисунок на с. 136 оригинала).

6.82 Экспорт в файл забойного давления (BHP File)

С помощью этого средства управления выводится TEXT file (текстовый файл), содержащий рассчитанные значения с разделителем. Этот файл можно ввести в большинство текстовых редакторов и программ табличных вычислений с тем, чтобы регулировать его формат или обеспечить непосредственное использование этих данных. Этот файл соответствует самым последним рассчитанным значениям параметров.

После выбора этого варианта появляется следующее меню: (см. рисунок на с. 137).

Стандартный формат ВНР (забойное давление) выглядит следующим образом:

Δ Time, Casing Pressure, Liquid Depth, Bottomhole Pressure (дельта времени, межтрубное давление, уровень жидкости, забойное давление).

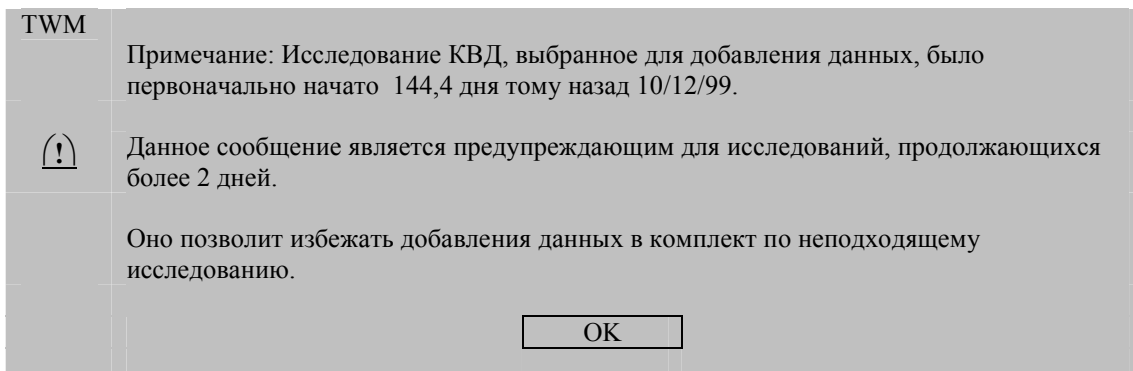
Мобильный формат ВНР (забойное давление).

6.9 Добавление данных по исследованиям к существующему набору данных

Иногда необходимо прерывать нормальную последовательность получения данных при исследовании. Например, какие-то неисправности, такие как прекращение подачи газа или питания от внешнего источника, привели к остановке работы программы в середине исследования. В этих случаях необходимо возобновить исследование и добавить дополнительные данные со скорректированным истекшим временем. Эта задача выполняется с помощью Alt3 в режиме Acquire Mode (получение данных) на страницу Pressure Transient Test Tab (исследование КВД). См. с. 138 оригинала.

В результате откроется директория с существующими данными исследований по конкретной скважине. Теперь пользователь выбирает файл данных, который содержит результаты предыдущих измерений (см. рисунок на с. 138).

После щелчка по Append Data Set (добавление набора данных) можно вводить дополнительные точки ввода данных в вышеуказанный файл данных. Если время, истекшее с момента получения последней точки ввода данных, превышает 2 дня, отображается предупреждение, позволяющее свести к минимуму риск добавления данных в комплект по неподходящему исследованию.



Нажатием ОК в окно вводится наименование файла данных, как показано ниже: см. рисунок на с. 139.

Затем оператор продолжает процедуру установки таким же образом, как при начале нового исследования.

6.10 Обработка в офисе данных исследования КВД

Акустические сигналы, полученные программой TWM по Pressure Transient (КВД), периодически сохраняются на диске на уровне, соответствующем установочной процедуре (по умолчанию для каждой отбивки). Они маркированы Wellname с расширением .NNNeMMM, где

NNN – номер исследования КВД для конкретной скважины, а МММ – последовательная отбивка в серии отбивок. Файл Wellname.NNN содержит установочную информацию.

Копирование этих файлов и базовый файл по скважине позволяет перевести данные в офисный компьютер для обработки и детального анализа данных. См. с. 140 оригинала.

7.0 ПРОГРАММА СЛЕЖЕНИЯ ЗА УРОВНЕМ ЖИДКОСТИ

Эта программа используется в сочетании со скважинным анализатором и дистанционным газодинамическим источником сейсмических сигналов (хотя использоваться источники с ручным управлением) с целью постоянного контроля позиции уровня жидкости в скважине с короткими интервалами, например, одна минута. Программа получает данные об уровне жидкости, обрабатывает их и отображает позицию уровня жидкости, а также расчетное забойное давление по времени. Затем она проверяет, находится ли уровень жидкости в заданных пределах и выдает аварийный сигнал, если превышен один из пределов.

7.1 Программные приложения

Программа имеет много приложений по бурению, капитальному ремонту и заканчиванию скважин, а также добыче. Некоторые из них имеют следующие функции:

- Контроль уровня жидкости в водоотделяющей колонне (при строительстве морских скважин)
- Контроль уровня жидкости при бурении без выхода бурового раствора на поверхность
- Удержание уровня жидкости в пределах для сведения к минимуму ухудшение коллекторских свойств пласта
- Контроль позиций при периодической обработке скважин и ВСО ингибиторами коррозии
- Слежение за ходом непрерывной газлифтной откачки скважины для понижения уровня жидкости
- Постоянно регистрировать данные по уровню жидкости при работах, требующих большой точности.

7.2 Установка аппаратных средств

Поскольку по большинству этих программных приложений системы будут работать в условиях помех, дистанционный газодинамический источник сейсмических сигналов должен быть установлен непосредственно в стволе скважины, при этом должна использоваться самая короткая секция трубы. При установке должен приниматься во внимание параметр давления дистанционного газодинамического источника сейсмических сигналов, который обычно составляет 1500 фунтов/кв.д (поставляются также источники сейсмических сигналов с ручным управлением с параметром давления 3000, 5000 и 1500 фунтов/кв.д) в сравнении с параметрами давления остальной части установки. Соединение со стволом скважины должно проводиться с помощью полнопроходного отсечного клапана с тем, чтобы можно было извлечь источник из скважины в любое время, когда необходимо провести его обслуживание при исследовании и при наличии давления в стволе скважины. При использовании дистанционного газодинамического источника сейсмических сигналов можно размещать скважинный анализатор на расстоянии нескольких сот футов от устья скважины (измерения проводились на нескольких морских платформах). Предпочтительным источником газа является газовый баллон достаточного объема и давления, чтобы обеспечить работу в течение расчетного периода исследований.

7.3 Установочные параметры системы

Поскольку система слежения за уровнем жидкости предназначена для проведения контроля в необсаженном стволе, а также в закрытых скважинах с различной конфигурацией ствола, она рассчитывает уровень жидкости по времени прохождения сигнала при отбивке и скорости звука в скважинном газе. Программа DE предназначена для определения правильной скорости звука до начала исследований по слежению за уровнем жидкости, если неизвестен состав скважинного газа. Специальные функции обработки информации в этой программе используются в сочетании с известными маркерами глубины (изменения поперечного сечения труб, замковые соединения катушки, переводники и т.п.) для калибровки скорости звука для

конкретной установки. Затем величина скорости вводится в программу слежения за уровнем жидкости на установочном этапе.

7.4 Эксплуатация

После подсоединения к дистанционному газодинамическому источнику сейсмических сигналов и источнику подачи газа система проверяется с помощью программы DE. Устанавливается уровень жидкости, а время прохождения сигнала регистрируется для использования в дальнейшем в качестве справочной информации. Величина скорости звука регистрируется для использования в последующих исследованиях.

После перехода в DOS из директории ECHO программа слежения за уровнем жидкости вводится в действие посредством ввешивания букв LT в DOS prompt. После этого отображается нижеприведенная информация, которая дает пользователю возможность начать новое исследование или вызывать старые данные для пересмотра (см. с. 142 оригинала).

После выбора пользователем варианта начала нового исследования появляется экран для ввода данных (см. с. 142 оригинала).

Наименование скважины используется программой для хранения данных. Файл данных будет иметь форму наименования wellname.LTD. Если необходимо сохранить несколько наборов данных по одной и той же скважине, придется изменить наименование скважины, так как на файл данных будет наложена запись.

Главными параметрами для получения данных являются следующие:

Acquisition Time (время получения данных): это период времени, необходимый для сбора акустических данных. Это функция глубины уровня жидкости и скорости звука. Он наилучшим образом определяется по измерениям уровня жидкости с помощью программы DE на установочном этапе. Поскольку скорость звука представляет примерно 330 м/сек., на каждые 330 м глубины скважины или расчетной глубины уровня жидкости получаются три секунды данных.

Mute Time. Это временной интервал, в течение которого программа не будет пытаться идентифицировать сигнал по уровню жидкости. Этот период начинается, когда посылается пульс отбивки, и заканчивается после истечения временного интервала, который был введен. Он используется для устранения возможности выбора сигналов, отраженных от других объектов, находящихся в скважине.

Acoustic Velocity (скорость звука): это скорость звука в скважинном газе в фут/сек. Он определяется по предыдущим измерениям с помощью программы DE или рассчитывается. Эта величина используется для преобразования времени на прямое и обратное прохождение звука до глубины уровня жидкости поверхности раздела газ-жидкость.

Shot Frequency (частота пульсов отбивки): временной интервал между замерами в минутах.

Liquid Specific Gravity (плотность жидкости): Средняя плотность (вода = 1,0) жидкости в скважине. Она используется для расчета давления на глубине приведенной величины давления.

Pressure Datum (глубина приведенной величины давления): Это глубина от поверхности до глубины, для которой рассчитано давление (предполагается, что ствол скважины открыт).

Notes field (поле примечаний): оно предназначено для регистрации особенностей исследования.

После ввода информации программа готова к сбору данных. После выхода из этого экрана посредством нажатия кнопки ESC появляется следующее сообщение:

- НАЖАТЬ ЛЮБУЮ КНОПКУ ДЛЯ НАЧАЛА ИССЛЕДОВАНИЯ -

При нажатии кнопки скважинный анализатор начинает выполнять последовательную отбивку с частотой, введенной на экран данных.

На экране ниже отображены данные после первого пульса отбивки. Вертикальная и горизонтальная линии нанесены с использованием значений по умолчанию и должны быть отрегулированы с учетом существующих условий (см. рисунок на с. 144 оригинала).

Регулировку шкалы можно выполнить с помощью кнопки F4 и ввода новых значений, как показано на рисунке ниже: см. с 144 оригинала.

Последующие пульсы отбивки наносятся с использованием новой шкалы (см. рисунок на с. 145-147 оригинала).

7.5 Установка пределов аварийной сигнализации

На предыдущих рисунках были отображены только рассчитанные значения. Возможно установка пределов аварийной сигнализации с тем, чтобы обеспечить отображение аварийных сигналов на экране со слышимым сигналом, если уровень жидкости не находится в установленном интервале глубины. Кроме того реле на полупроводниках будет замкнуто, чтобы обеспечить внешнее средство контроля для дополнительных аварийных сигнализаторов. Доступ к реле обеспечивается через соответствующий соединитель с правой стороны скважинного анализатора. Аварийные пределы вводятся при нажатии F5, в результате чего появится следующий экран: см. с. 147 оригинала.

Аварийная сигнализация введена в действие, как показано на следующем экране: см. с 148 оригинала.

Было обеспечено срабатывание аварийной сигнализации, как показано на следующем рисунке (см. с. 149 оригинала).

После того, как уровень жидкости возвращается в предварительно установленные пределы, аварийная сигнализация переустанавливается, как показано на рисунке ниже, Аварийная сигнализация продолжает оставаться введенной в действие. Пределы сигнализации могут быть изменены, пока программа работает.

Шкала графика может быть также изменена, пока программа получает данные (см. рисунок на с. 149 оригинала).

Работа программы прекращается при нажатии кнопки ESC. На экране появляется следующее сообщение:

Хотите завершить исследование? Да/Нет (Y/N)

8.0 ДИНАМОМЕТРИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ

Динамометр Echometer состоит из портативного компьютера, аналого-цифрового преобразователя, динамометрического элемента с измерителем ускорения и датчика тока двигателя и/или датчиков тока/мощности. В динамометрическом элементе применяется тензомер для замера нагрузки на полированный шток. Динамометрический элемент может быть подковообразным, устанавливаемым на полированном штоке между поддерживающим бруском балансира и сергой полированного штока, или иметь специальную конструкцию, которая легко фиксируется непосредственно на полированном штоке. Эти сигналы посылаются в преобразователь, где они преобразуются и оцифровываются. Затем оцифрованные данные направляются через компьютерную интерфейсную плату в память компьютера, где сигнал может быть обработан и отображен программой. Ниже рассматривается каждый компонент динамометрической системы.

8.01 Компьютер и программы

Скважинный анализатор контролируется с помощью компьютера Notebook. Компьютер работает по программе с жесткого диска. Включить компьютер. В верхней строке экрана

начинается и отображается проверка памяти. Вместе с другими пиктограммами отображается пиктограмма TWM. Необходимо дважды щелкнуть по пиктограмме TWM (см. дополнительную информацию о компьютерах, дисках, программах и файлах в разделе 3 «Общее рассмотрение вопроса о компьютерах»).

8.02 Аналого-цифровой преобразователь

Аналого-цифровой преобразователь формирует и оцифровывает сигналы от динамометрического элемента, измерителя ускорения и датчиков тока двигателя. После этого оцифрованные сигналы передаются в компьютер для обработки и регистрации. Аналого-цифровой преобразователь подсоединен к компьютеру с помощью кабеля. В преобразователе имеется встроенный 12-вольтовый аккумулятор. Преобразователь должен быть подсоединен к надлежащему зарядному устройству для поддержания аккумулятора в хорошем состоянии. Преобразователь имеет красную лампочку, которая загорается при его включении. Электронные устройства включаются и выключаются компьютером для получения данных, когда это необходимо. Преобразователь и компьютер подзаряжаются только, когда гнездо запальника скважинного анализатора соединено с помощью адаптора с гнездом автомобильного прикуривателя. Необходимо использовать оба зарядных аккумуляторных устройства переменного тока: одно - компьютерное и другое – устройство Echometer (110; 220 В), поставляемое вместе со скважинным анализатором, если подзарядка производится в офисе. Зарядное устройство (110; 220 В) переменного тока, применяемое вместе с усилителями-регистраторами эхолотов моделей D и M, может также использоваться для подзарядки аккумулятора аналого-цифрового преобразователя. Аккумулятор не может быть заряжен избыточно с использованием этих методов подзарядки.

8.03 Подковообразный динамометрический элемент

Подковообразный динамометрический элемент является высокоточным датчиком, предназначенным для обеспечения, при необходимости, точного значения нагрузки. Этот динамометрический элемент устанавливается на полированном штоке между его серьгой и поддерживающим брусом балансира. В нем также находится измеритель ускорения, измеряющий ускорение полированного штока. Программа рассчитывает скорость и позицию полированного штока посредством численного интегрирования сигнала ускорения по времени (см. рисунок на с. 151 оригинала).

8.04 Динамометрический элемент полированного штока

Датчик полированного штока – очень удобный прибор для быстрых и несложных динамометрических измерений. Он состоит из небольшого С-образного фиксатора, который устанавливается на полированном штоке непосредственно под поддерживающим брусом. Он работает в комбинации с чрезвычайно чувствительными приборами, которые измеряют изменение диаметра полированного штока в результате изменения нагрузки при ходе штока. В датчик также встроен чувствительный элемент измерителя ускорения (см. рисунок на с. 152 оригинала).

ОСТОРОЖНО!

Хотя измеритель ускорения, находящийся в корпусе датчика нагрузки, может выдержать нагрузку 40 g, **вероятно причинение ему неустраняемого повреждения при падении на твердую поверхность**. Необходимо осторожно обращаться с этими точными инструментами.

8.05 Датчик тока двигателя

Датчик тока – прибор для замера тока, используемого двигателем насосного агрегата. Можно использовать график зависимости тока времени для определения правильной центровки агрегата и расчета противовеса. Для правильного анализа крутящего момента требуется получение данных по току одновременно с данными по нагрузке с тем, чтобы датчик тока и динамометрический элемент были установлены в одно и то же время на агрегатах с электрическим двигателем.

Датчик тока может также использоваться для анализа потребления тока конкретной установкой. Программа специального назначения (CURRENT – DOS) проводит анализ кажущегося и активного тока приводного агрегата и показывает электрическое генерирование, которое происходит при насосном цикле. Это происходит, когда крутящий момент, вызванный противовесом, больше чем требуемый для приведения в действие полированного штока. Эта программа также рассчитывает общий КПД приводного агрегата, сравнение существующих параметры питания с параметрами при работе насоса, а также определяет стоимость питания. Отчет SPE (Общество инженеров-нефтяников - США) предоставляется для получения подробной информации о сборе и анализу данных.

8.051 Установка датчика тока

ОСТОРОЖНО!

Проявлять осторожность при установке датчика тока. Обычно для доступа к кабелю двигателя необходимо открыть блок питания. Оператор может получить **поражение электрическим током со смертельным исходом**. Осторожно проводить подключение датчика.

Датчик тока несложен в подключении. Открыть датчик нажатием на ручку и зафиксировать захватывающие лапки на одном из силовых кабелей двигателя. Установить датчик, при этом захватывающие лапки должны быть чистыми и полностью замкнутыми. Подсоединить другой конец кабеля к скважинному анализатору. Для упрощения установки и снижения риска поражения электрическим током рекомендуется укладывать электрические провода в пластиковый гибкий кабелепровод с наружной стороны нижней части блока питания. Это обеспечит подсоединение щупа для замера величины тока без открытия блока питания.

8.06 Датчик питания двигателя

Использование специальных датчиков для замера тока подробно описано в Главе 9.

8.1 Динамометрические программы

Динамометрические модули программного обеспечения TWM используются для получения оцифрованных данных, расчета значений нагрузки, анализа данных и графиков и представления результатов исследований и анализа. Полное описание применения и возможностей программного обеспечения дано в нижеприведенных разделах.

8.11 Установочные параметры системы

При использовании программного обеспечения TWM в режиме Acquire Mode (режим сбора данных) необходимо выбрать вариант System Setup F2, чтобы выбрать динамометрический элемент, который будет использован для проведения измерений (см. рисунок на с. 154 оригинала).

Выбрать Dynamometer Sensors Tab (страницу динамометрических датчиков) и серийный номер, который соответствует используемому датчику. При необходимости можно ввести коэффициенты и серийный номер для конкретного прибора посредством выбора варианта Create New (создание нового ...).

Коэффициенты нагрузки C1 и C2 используются для расчета нагрузки полированного штока, используя уравнение:

$$\text{Нагрузка} = C1 + VC2 + C_{cf}$$

Где

Нагрузка = нагрузка полированного штока (KLBS)

V = выходная величина датчика (V/V)

C_{cf} = коэффициент калибровки по нулевому смещению.

Важно обеспечить, чтобы правильный серийный номер, включая все символы, был введен в необходимое поле. Программа использует серийный номер для определения типа используемого динамометрического элемента. В частности, программа должна различать датчик полированного штока от подковообразного динамометрического элемента, чтобы правильно определить нулевое смещение и порядок самокалибровки. Например, ввести HT123 (подковообразный датчик) или PRT123 (датчик полированного штока).

Для обновления нулевого смещения подковообразного динамометрического элемента выбрать кнопку Alt3, когда датчик лежит на плоской поверхности и к нему не прилагается нагрузка. Показанная на экране величина является настоящим показанием нуля в тысячах фунтов (KLBS). Повторять процедуру, пока величина не стабилизируется. Следует ожидать колебаний этой величины, когда от исследования к исследованию температура значительно изменяется. Показание нулевого смещения должно быть менее +/- 5 KLBS. Величина, значительно отличающаяся от данной, может указывать на неисправность датчика, кабеля или соединителей. Значение нулевого смещения – это член C_{cf} в вышеприведенном уравнении нагрузки.

Коэффициент C_b – это чувствительность ускорения, и она может регулироваться для приведения рассчитанной длины хода штока к действительной.

ПРИМЕЧАНИЕ

Датчик полированного штока

Конструкция датчика полированного штока такова, что, когда он не смонтирован на полированном штоке (и не нагружен), его выходное напряжение имеет большую величину. **Поэтому он не требует установки на ноль.**

В общем, этот датчик будет использоваться для автоматического масштабирования и режима калибровки, когда программа будет рассчитывать уровень абсолютной нагрузки поверхностной динамограммы по расчетной диаграмме параметров насоса. Это будет подробно рассматриваться далее в разделе о датчике полированного штока.

После калибровки датчика установочный этап завершен.

Хотя параметры системы сохранены на диске системы, установочная процедура должна быть повторена каждый раз, когда скважинный анализатор используется для обеспечения того, чтобы ни один из параметров не мог быть случайно изменен.

8.12 Получение данных динамометрии

Данные для исследуемой скважины вызываются из базы данных или вводятся в формы посредством выбора базового файла по скважинам (Base Well File). См. рисунок на с. 155 оригинала.

Рекомендуется вводить данные до поездки на месторождение для проведения исследования. В этом случае данные по скважине вызываются посредством выбора варианта Open (открытие), который открывает каталог групп скважин и файлов.

После этого выбирается конкретная скважина, как показано на рисунке (см. с. 156 оригинала).

СМ. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВСЕХ ТЕРМИНОВ
В РАЗДЕЛЕ МАССИВА ДАННЫХ ПО СКВАЖИНАМ (5.2)

Для динамометрических измерений и анализа необходимо ввести следующие данные, которые следует проверить на точность:

MFGR	Производитель насосного агрегата
MODEL No.	Номер модели насосного агрегата
ROT	Вращение кривошипов трансмиссии. CW – по часовой стрелке, CCW – против часовой стрелки. Лицом к трансмиссии – полированный шток – справа от оператора.
STROKE LENGTH	Длина хода полированного штока в дюймах.
PUMP DIAMETER	Диаметр насоса в дюймах
TUBING ANCHOR	Глубина якоря НКТ (при наличии)
PUMP DEPTH	Глубина насоса (фут.)
MOTOR TYPE	Описание приводного агрегата
POWER	Напряжение и одно- или трехфазное обозначение (например, 440 В переменного тока и 3-фазный)
COST	Стоимость электричества (например, 5 цент за квт/час)
COUNTER BALANCE EFFECT	Эта величина определяется замерами на месторождении. Оператор устанавливает индикатор на график нагрузки в результате влияния противовеса и нажимает на ENTER, чтобы ввести это значение в файл по скважинам. Влияние противовеса используется для анализа крутящего момента.
BOPD	Результаты последнего исследования скважины
BWPD	Результаты последнего исследования скважины
TAPER	Ввести длину и диаметр каждой секции штанг. Ввести также тип штанги: C, D, K или F (стекловолокно)

8.121 Библиотека насосного агрегата

Выбор типа и диаметра насосного агрегата можно проводить, пользуясь встроенной библиотекой по насосу агрегату, которая является частью программного обеспечения TWM. Доступ к библиотеке обеспечивается с помощью меню с вытеснением нижней строки, в котором перечисляются агрегаты по наименованию производителя, при этом результаты отображаются на экране: см. рисунок на с. 157 оригинала.

На экране перечислены все производители, для которых в библиотеку были введены спецификации насосных агрегатов. Необходимо проявлять внимание, чтобы выбрать правильный агрегат, так как программа будет использовать диаметры и характеристики выбранных агрегатов для расчета нагрузки, смещения и вытеснения в насосной системе.

Добавление данных по насосным агрегатам в библиотеку

Библиотека – это файл, который можно редактировать с помощью инструментального средства библиотеки. Для того чтобы добавить больше агрегатов в библиотеку, пользователь может также послать соответствующие данные в Echometer Co. для включения в актуализированное программное обеспечение (см. рисунок на с. 157).

Появляется меню, на котором указан путь к библиотеке агрегата, которое обеспечивает отображение и редактирование существующих данных по насосу агрегату или изменение библиотеки (см. рисунок на с. 158).

Данные соответствуют номенклатуре и конвенциям АНИ. Нажатием кнопки Diagram отображается принципиальная схема и форма, позволяющая редактировать диаметры (см. с. 159 оригинала).

Содержание библиотеки насосных агрегатов может быть изменено только, если агрегат был введен пользователем. Библиотека по умолчанию защищена от случайных изменений (см. рисунок на с. 159 оригинала).

Важно получить и проанализировать данные, используя правильное описание агрегата. Поэтому рекомендуется, чтобы каждый раз, когда данные указывают на несоответствия в результатах,

необходимо тщательно просмотреть файл данных по скважинам. Программа, конечно, также проводит некоторую проверку достоверности данных, как показано на рисунке ниже, но оператор отвечает за проверку достоверности информации по скважинам, прежде чем приступить к сбору данных (см. рисунок на с. 160 оригинала).

8.122 Общий порядок сбора динамометрических данных

Оператор может получать эти данные с помощью варианта Select Test (см. рисунок на с. 160 оригинала).

На странице динамометра программа дает оператору указания по сбору и анализу динамометрических данных, предлагая один из трех вариантов: Dynamometer Test (динамометрическое исследование), Valve Test (испытание клапана) и Counterbalance Effect (влияние противовеса), которые обычно применяются в указанной последовательности.

Во-первых, оператор получает данные, по крайней мере, по 1-минутной продолжительности нагрузки полированного штока, измерения ускорения, тока и/или питания двигателя. Насосный агрегат должен работать в течение одной минуты периода сбора данных. Данные по измерению ускорения интегрируются дважды, чтобы получить позицию. Эта информация обрабатывается для получения динамограммы всех ходов, выполненных в течение одной минуты. Затем оператор имеет выбор обработки данных по одинарному выбранному ходу для получения динамограммы забойного насоса. Эти данные по одному ходу можно сохранить, если они необходимы для обработки в других программах.

Во-вторых, оператор получает указания собирать данные по нагнетательному и всасывающему клапанам. И, наконец, получаются данные по влиянию противовеса для анализа нагрузки крутящего момента на основании динамометрических данных, полученных с помощью подковообразного датчика.

Хотя это рекомендованная последовательность, исследования могут проводиться в другой последовательности, которая наиболее удобна.

8.2 Измерения с помощью подковообразного датчика

Эти измерения необходимо проводить в сочетании с динамометрическим элементом. На первом этапе необходимо проверить правильность работы датчика, а также масштабирования и коэффициентов. Затем проводится реальная регистрация динамометрических данных. Эта процедура имеет отличия при использовании датчика полированного штока; она рассматривается далее.

8.21 Первоначальная проверка получения данных

Данные отображаются для оператора, чтобы он убедился, что система функционирует надлежащим образом. Оператор имеет выбор, что смотреть: нагрузку, измерение ускорения или ток двигателя, если подсоединен датчик тока двигателя. Первоначально данные не будут отображаться в течение 15 сек. В этот период график масштабируется по данным. При масштабировании насосный агрегат должен работать с тем, чтобы создавались типовые данные нагрузки и ускорения, которые применяются для определения соответствующих осей для составления графика. Отображение данных продолжается; данные не сохраняются, оператор должен проверить, чтобы отображались надлежащие данные для нанесения графиков и анализа. Оператор может перемасштабировать нагрузку, при необходимости, нажатием кнопки Rescale.

На экране указывается, что данные только отображаются, но не регистрируются (см. рисунок на с. 161 оригинала).

Нажатием Alt-D (запись одной минуты данных) начинается сбор динамометрических данных за одну минуту работы насоса. В качестве альтернативного варианта пользователь может начать сбор данных (Alt-S) и выйти из него (Alt-Q) после произвольного количества секунд или ходов. Во время сбора системой данных в течение одной минуты для оператора будет отображен график одной или другой нагрузки (тока или питания двигателя).

На рисунке ниже показаны получаемые данные нагрузки (см. с. 162 оригинала).

Сбор данных продолжается одну минуту и затем останавливается автоматически. Можно установить время регистрации по умолчанию посредством щелчка по кнопке контроля справа от Alt-D; появляется форма (см. рисунок на с. 162 оригинала).

Это особенно полезно при измерениях для насосных агрегатов с низкой скоростью качания и продолжительным ходом штока для получения данных по нескольким ходам.

После одноминутного периода получения данных у оператора будет выбор: сохранить данные и продолжать анализ динамометрических данных или повторить сбор данных. Для контроля качества данных оператор должен видеть нагрузку, ускорение и ток двигателя (см. рисунок на с. 163 оригинала).

Нажатие Cancel обеспечивает продолжение сбора и анализа данных.

Нажатие Save позволяет сохранить данные и продолжать анализ в форме Analyze Data, которая выполняет анализ данных ускорения посредством их двойной интеграции. Это обеспечивает корреляцию позиции с нагрузкой. Оператор предупреждается если невозможно рассчитать позицию по сигналу ускорения. Эти данные ускорения должны изменяться приблизительно с $\pm 0,5$ мВ/В до $-0,5$ мВ/В и показывать как положительные, так и отрицательные значения. Если дело обстоит не таким образом, то, возможно, ускоритель поврежден или спиральный кабель и соединители неисправны. На следующем экране показан анализ данных по индивидуальным полным ходам (пронумерованным от 1 до 7), как показано на рисунке (см. с. 164 оригинала).

Вертикальные линии указывают нижний конец хода полированного штока. Оператор может аналогичным образом видеть ускорение, ток двигателя, скорость и позицию как функцию времени, выбрав соответствующую переменную из меню с вытеснением нижней строки при просмотре. Для отображения необработанных данных в технических единицах необходимо выбрать соответствующее окошко отметки. Это изменяет вертикальную линию шкалы (см. рисунок с. 165 оригинала).

Другие зарегистрированные переменные - ускорение, ток и питание, и рассчитанные значения скорости и смещения просматриваются таким же образом посредством выбора соответствующего графика из меню с вытеснением нижней строки при просмотре, как видно на следующих рисунках: см. сс. 166-167 оригинала.

Возможен также просмотр отфильтрованной версии сигнала ускорения, чтобы проверить точность порядка интегрирования при выборе нижнего хода штока (см. рисунок на с. 168 оригинала).

8.23 Отображение динамограммы

Оператор может видеть динамограмму по каждому зарегистрированному ходу, выбрав страницу Overlay tab (наложение). На экране будут отображаться первый, второй цикл и т.д. в данной последовательности. Оператор может видеть каждый из этих ходов по мере их отображения на экране. После просмотра каждого хода, при нанесении данных на график, оператор определяет, какой ход должен быть выбран для последующего детального анализа.

Средства управления в нижней части обеспечивают отображение зарегистрированных ходов последовательно или могут быть отображены все ходы по скважине, насос которой работает плавно и ровно с тем, чтобы обеспечивалось ровное наложение динамограмм.

Следует отметить, что наложение динамограмм друг на друга будет происходить только, когда условия работы насоса в скважине стабилизировались.

8.24 Анализ индивидуального хода по динамометру

Оператор должен нажать F10, чтобы выбрать конкретный ход для анализа. Дается указание, какой ход анализировать. Оператор должен ввести номер хода и нажать Enter.

Затем отображается анализ одного хода, как показано на рисунке: см. с. 170 оригинала.

На верхнем графике нанесена зависимость нагрузки от позиции по выбранному ходу. Нижняя часть хода находится в дальнем левом углу графика; верхняя часть хода – в дальнем правом. Динамограмма соответствующего забойного насоса отображена ниже динамограммы поверхности. Смещение показывает ход забойного насоса. Подвижный маркер показан на скважинной динамограмме. С помощью стрелочных клавиш маркер устанавливается на динамограмму в точке, где открывается приемный клапан при нижнем ходе. Это определяет эффективный ход насоса. Затем программа рассчитывает соответствующий суточный объем флюида, который должен быть вытеснен насосом, и гидравлическую мощность в л. с., затраченную на работу насоса.

На верхнем графике отображена зависимость поверхности к позиции (динамограмма). Длина хода такая же, как приведенная в файле скважин. Затраты мощности на полированный шток в л.с., соответствующие работе, проделанной полированным штоком, показаны в правой части графика.

После нажатия Enter пользователю дано указание ввести давление в НКТ, если оно отличается от межтрубного давления, которое введено в файл данных по скважинам. Давление на входе в насос установлено по расчетным минимальным и максимальным значениям динамограммы насоса. Этот расчет требует знания противодействия в НКТ и расчетной величины фрикционной нагрузки на насосные штанги. Эти величины обычно не очень хорошо установлены, и поэтому рассчитанное давление на входе насоса является не совсем определенным. Расчетное значение отображено справа от динамограммы насоса.

8.25 Регулировка по коэффициенту затухания

Коэффициент затухания по умолчанию обычно достаточен для описания фрикционных потерь в насосных штангах при расчете забойной динамометрии. Тем не менее, в некоторых случаях появление динамограммы насоса указывает на то, что может потребоваться другой коэффициент затухания. В частности, каждый раз, когда верхняя и нижняя границы динамограммы насоса не являются прямыми и горизонтальными, пользователю, возможно, придется провести перерасчет динамограммы по отличному коэффициенту. Это обеспечивается с помощью F1 и вводом нового коэффициента затухания. В общем, приемлемые значения коэффициента затухания должны колебаться в пределах 0,01-0,15. Это – метод проб и ошибок, который может быть усовершенствован только со временем. В общем, верхняя часть динамограммы насоса должна быть прямой линией и в большей степени характеризовать правильный уровень затухания.

8.26 Сохранение данных по одинарному ходу

Данные по одинарному ходу должны быть сохранены, если оператору необходимо обрабатывать динамометрические данные в других программах.

Обычно оператор сохраняет динамометрические данные по одинарному ходу. Цифровые динамометрические данные по данному одинарному ходу будут сохранены в файле с наименованием wellname.DYN. В файле содержатся данные по нагрузке и позиции по каждому 50 миллисекундам за один ход. Этот файл необходим для нанесения на график зависимости нагрузки по позиции. Формат данного файла совместим с форматом нескольких предоставляемых наборов данных динамометрического анализа и программ прогнозирования, таких как EchoPUMP, RODDIAC, RODMASTER и других, которые соответствуют этому формату.

Файл записывается посредством выбора варианта Export в меню средств управления и подсвечиванием варианта DYN Format при отображении данных соответствующего анализа (см. рисунок на с. 171 оригинала).

8.27 Анализ крутящего момента

Целями этого расчета являются следующие:

1. Определение нагрузки редуктора крутящего момента
2. Установление правильной балансировки агрегата.
3. Определение величины перемещения противовеса, необходимой для обеспечения лучшей балансировки.

Этот расчет требует знания геометрии насосного агрегата. Эта информация собирается программой по величинам, хранимым в библиотеке насосного агрегата. Поэтому очень важно ввести в файл скважин правильный идентификационный номер агрегата.

Необходимо как можно точнее измерять величину влияния противовеса, как объяснено в разделе 8.6. Когда оба этих набора данных имеются в наличии, пользователь нажимает F3 для отображения данных анализа крутящего момента, как показано ниже (см. рисунок на с. 172 оригинала).

Число с лева показывает поверхностную динамограмму, наложенную на диаграмму, которая показывает допустимые границы нагрузки при правильном противовесе агрегата (равное пиковое значение при верхнем и нижнем ходах).

Аналогичная информация представлена на панелях справа от рисунка, где показан крутящий момент как функция времени для одинарного хода как для существующего, так и «идеального» случаев балансировки. Максимальное и минимальное значения крутящего момента отображаются в верхней и нижней частях левых осей.

8.271 Величина движения контргруза

Изменение в позиции контргруза, требуемое для лучшей балансировки агрегата, показано в нижней части рисунка. Эта величина выражена в тысячных дюйм-футов (K-in-lb). Пользователь определяет количество контргрузов для перемещения и, пользуясь таблицей спецификаций контргрузов, вводит общий вес контргрузов для перемещения посредством нажатия F2. После этого программа отображает направление перемещения (IN или OUT) и расстояние от их настоящего местоположения с тем, чтобы контргрузы были передвинуты для регулировки противовеса на необходимую величину. Новый вес вводится, а новое перемещение рассчитывается, как раньше.

Нагрузка штанг

Детальный анализ нагрузки колонны насосных штанг отображается при выборе страницы Rod Loading (нагрузка штанг).

Нагрузка верхних штанг различной степени показана в верхней части экрана, в то время как нагрузка каждой конусной секции данной колонны насосных штанг показана в нижней части для различных эксплуатационных коэффициентов (см. рисунок на с. 173).

Анализ нагрузки и тока

Этот анализ дает информацию о нагрузке двигателя, и проводится корреляция потребления тока и питания при ходе с нагрузкой полированного штока, как показан на рисунке (см. с. 174 оригинала).

Непосредственно под графиком зависимости нагрузки по времени находится график кажущейся зависимости тока двигателя по времени в течение того же периода. На экране тока двигателя отображены две темные полосы. Эти полосы возникают, когда кривошип находится близко к горизонтальной позиции. Ток двигателя слева под темной полосой указывает на прохождение тока двигателя при подъеме штанг и нагрузку жидкости. Ток двигателя справа под темной полосой представляет прохождение тока двигателя при подъеме плече кривошипа и грузов. Используя номинальную мощность в л.с. на паспортной табличке и полную амперную нагрузку (из файла данных по скважинам), программа рассчитывает механическую и термическую нагрузку двигателя. Эти величины отображаются в процентном отношении справа под графиком электрического тока. Если имеются признаки недогрузки или перегрузки двигателя, необходимо провести более детальные измерения электрического питания.

Важно учитывать, что ток двигателя, измеренный таким образом, может проходить от блока питания или от двигателя к источнику питания, в зависимости от того, в каком режиме работает двигатель: приводном или генерирующем. Используемый датчик не может выявить направление тока.

В общем, ток двигателя выше при поднятии штанг, чем при поднятии кривошипов и грузов, последние должны быть продвинуты по кривошипам для более ровного распределения нагрузки при верхнем и нижнем ходах. Грузы должны быть задвинуты вовнутрь, если ток двигателя выше при поднятии кривошипов и грузов, чем при поднятии штанг.

8.261 Данные по питанию, полученные с помощью динамометрии

Когда токовые зонды подсоединены к электрической распределительной коробке, для программ динамометрии требуется больше питания двигателя, а также данных по току. Данные по конкретному ходу отображаются при выборе страниц Power Analysis (анализ питания), в которых данные представлены в виде анализа крутящего момента на странице Power Torque (силовой крутящий момент) или анализа питания на странице Power Results (результаты по питанию): см. рисунок на с. 175 оригинала).

Эти графики детально рассматриваются в разделе Power Probe Measurements (измерения токовым зондом).

8.28 Вызов динамометрических данных

Выбрать вариант Recall Option (вызов) и необходимый файл по скважинам, используя страницу File Management (управление файлами).

Применение команды Open (открытие) откроет перечень групп и скважин. После выбора одной из скважин справа будет отображен список всех наборов данных, зарегистрированных по этой конкретной скважине. Выбирается и открывается необходимый набор данных по исследованиям (см. рисунки на с. 176 оригинала).

В расчетах будет использован файл данных по скважинам, относящийся к этому набору данных по исследованиям. Рекомендуется сверить точность этих данных по скважинам.

Для вызова данных динамометрии использовать вариант Select Test (F3) и затем выбрать динамометрическую страницу. Будет отображено следующее: см. рисунок на с. 176 оригинала.

Высвечиваются данные по конкретному анализируемому исследованию, и с помощью варианта Analyze Data (анализ данных) начинается анализ, относящийся к конкретному исследованию: Dynamometer, Valve Check, Counterbalance Effect (динамометрия, проверка клапана, влияние противовеса).

Например, на рисунке показана проверка Valve Check (см. с. 177 оригинала).

8.3 Подковообразный динамометр гидравлического подъемника

Этот динамометр предназначен для облегчения установки подковообразного динамометрического элемента и устранения погрешностей, вызванных изменениями в расстановке насосов в результате установки подковообразного датчика между поддерживающим брусом и серьгой полированного штока.

Подковообразный динамометр гидравлического подъемника требует постоянной установки недорогой промежуточной устьевой катушки на поддерживающий брус. Динамометр и гидравлический подъемник легко вставляются в катушку, затем динамометрический элемент активизируется с использованием небольшого портативного гидравлического насоса, который передает нагрузку полированного штока динамометрическому элементу. Вставление тонкой разделительной прокладки и высвобождение гидравлического давления обеспечивают снятие гидравлического насоса и сбор данных.

8.31 Предназначение системы гидравлического подъемника

наиболее точные динамометрические измерения получаются с использованием калиброванного подковообразного динамометрического элемента с тензометром, который замеряет непосредственно нагрузку на полированном штоке. Однако, если динамометрический элемент постоянно не закреплен на полированном штоке (как в большинстве случаев применения регуляторов откачки), установка динамометрического элемента требует отсоединения серьги полированного штока от поддерживающего бруса на такое расстояние, которое соответствует

толщине динамометрического элемента, которая составляет порядка 3-6 дюймов, в зависимости от типа и параметров динамометрического элемента. В результате вся колонна насосных штанг поднимается на такое же расстояние, и насосный плунжер выходит из приемного клапан, и работает в другой части цилиндра насоса. Это приводит к изменению нормальных эксплуатационных характеристик насоса, особенно, если длина хода насоса относительно короткая. В частности, другой зазор насоса вызовет другую степень сжатия, насос может быть более подвержен влиянию газа и газовых пробок. Во избежание этого необходимо установить динамометрический элемент с минимальным изменением на позицию серьги полированного штока относительно поддерживающего бруса. Это достигается использованием промежуточной устьевого катушки и подковообразной динамометрической системы гидроподъемника.

8.32 Описание

Динамометрическая система гидроподъемника состоит из пяти компонентов: динамометрический элемент, гидроподъемник, промежуточная устьевая катушка, разделительная пластинка и гидронасос.

8.321 Динамометрический элемент

Он подковообразного типа, с номиналом 50000 фунтов и калибруется для обеспечения общей точности 0,5% диапазона. Он изготавливается из нержавеющей приборной стали со встроенным высокоточным измерителем ускорения, по сигналу которого программа скважинного анализатора рассчитывает скорость и позицию полированного штока.

8.322 Промежуточная устьевая катушка

Это недорогая проставка, состоящая из двух концевых пластин и центральной трубки, имеющей размер, подходящий для полированного штока. Концевые пластины опираются на центральную трубку. Расстояние между концевыми пластинами позволяет вставить динамометрический элемент и гидроподъемник таким образом, чтобы можно было поднять полированный шток на небольшую высоту, примерно, 1 / 4 дюйма посредством гидродомкрата, который помещает всю нагрузку полированного штока на динамометрический элемент.

8.23 Гидроподъемник

Это гидроцилиндр низкого профиля с многочисленными поршнями, предназначенными для плотной посадки в промежуточную устьевую катушку вместе с динамометрическим элементом. Когда давление стравливается, нагрузка полированного штока прилагается к динамометрическому элементу, гидравлический шланг отсоединяется от гидроцилиндра. Это обеспечивает полное перемещение полированного штока при нормальной работе насоса. Общее перемещение полированного штока от нормального рабочего состояния менее толщины разделительной пластины.

8.324 Разделительная пластинка

Это стальная пластинка, предназначенная для точной посадки между нижней частью динамометрического элемента и корпусом гидроподъемника. Когда поршни подъемника втягиваются, динамометрический элемент поддерживается разделительной пластиной, жестко передавая, таким образом, нагрузку полированного штока динамометрическому элементу. Толщина пластины 1 / 4 дюйма.

8.325 Гидронасос

Он соединен с помощью шланга и разъема и с гидроподъемником. Он может сжимать гидравлическую жидкость до 5000 фунтов/кв.д, поднимая, таким образом, динамометрический элемент, когда масса штанг в заполненной жидкостью скважине менее 30000 фунтов; таким образом, вся нагрузка полированного штока прикладывается к динамометрическому элементу.

8.33 Установка

Ниже показано, каким образом устанавливается и эксплуатируется динамометр гидроподъемника (см. рисунок на сс. 179-180 оригинала).

Промежуточная устьева катушка, установленная для нормальной эксплуатации

Динамометрический элемент в верхней части гидроподъемника в промежуточной устьевой катушке

Сборочный чертеж, показывающий подъем гидроцилиндром динамометрического элемента, верхней пластины и нагрузки полированного штока

Сборочный чертеж, показывающий нагрузку полированного штока на динамометрический элемент

8.4 Замеры с помощью датчика полированного штока

Этот датчик, который может быть быстро и надежно установлен одним человеком, предназначен для сбора динамометрической информации. Устройство находится внутри приспособления, фиксирующегося на полированном штоке, которое регистрирует как нагрузку, так и ускорение и передает данные скважинному анализатору.

8.41 Предназначение

Мы заметили, что технические специалисты по динамометрам неоднократно работают в одиночку, особенно когда возникает какая-то проблема со скважинной насосной системой. Кроме того, они стремятся затрачивать минимальное время на установление возможной проблемы в системе с тем, чтобы можно было как можно быстрее провести необходимую регулировку или ремонт.

Конструкция датчика полированного штока обеспечивает следующие возможности:

- Быстрое и несложное подсоединение датчика к скважине
- Безопасность процедуры (нет необходимости устанавливать датчик между серьгой полированного штока и поддерживающим брусом)
- Точность данных, пригодных для забойного динамометрического анализа
- Минимум калибровки, выполняемой пользователем

Обычно скважинные проблемы в насосных скважинах попадают в одну из следующих категорий:

- Отказ, неисправность скважинного оборудования или воздействие газа
- Несоответствие между продуктивностью пласта и производительностью насосной системы

Анализ первого элемента обычно основано на динамометрической информации и расчетной забойной динамограмме.

Анализ второго элемента требует дополнительно учета уровня жидкости в затрубном пространстве, давления в обсадной колонне, динамического забойного и пластового стабилизированного давления.

Скважинный анализатор в сочетании с датчиком полированного штока, токовым зондом двигателя и акустическими измерительными средствами обеспечивает полный набор данных возможностей интерпретации для изучения и оптимизации эксплуатационных характеристик большинства насосных скважин.

8.42 Описание датчика полированного штока

Как рассматривалось в разделе 8.0, датчик это подковообразное фиксируемое устройство, которое несложно закрепляется на полированном штоке, примерно 8 дюймов ниже поддерживающего бруса, но достаточно высоко, чтобы не касаться сальника при нижнем ходе. Устройство оснащено высокочувствительными тензometрами, которые замеряют изменение в диаметре полированного штока, возникшие из-за колебаний нагрузки при насосном цикле. Кроме того, в приборе имеется измеритель ускорения и подходящие электрические соединения.

Выходные величины прибора находятся в линейной зависимости от изменения диаметра полированного штока, вызванного изменением осевой нагрузки. Чувствительность датчика – порядка 1 мВ на 3000 фунтов изменений в нагрузке. Это изменение напряжения легко замеряется системой сбора данных скважинного анализатора, которая имеет чувствительность 2 микровольта.

Экстраординарная чувствительность датчика полированного штока обеспечивает регистрацию им изменения своих собственных размеров, вызванных температурными колебаниями. Тем не менее, если устройство будет подвержено резким температурным изменениям (от автомобильного кондиционера при 120°F летней температуры в западном Техасе или 20°F зимней температуры в Монтене), потребуется определенное время для стабилизации температуры до проведения измерений. Это учитывается при установке и калибровке.

Важное значение имеет тщательное выполнение указаний по установке, которые четко отображены для оператора на экране скважинного анализатора. В противном случае возможна перегрузка датчика и полный вывод его из строя.

Обычно датчик устанавливается таким образом, чтобы плунжер находился рядом с точкой нижней части хода. В этой точке полированный шток подвергается воздействию веса штанг, находящихся в жидкости. Эта нагрузка является контрольной, по которой проводится калибровка датчика. Калибровка выполняется либо автоматически программой, либо вручную оператором (калибровка рассматривается детально далее). Изменения нагрузки при насосном цикле связаны с нагрузкой, прилагаемой к полированному штоку, когда датчик установлен. Следовательно, очень важно иметь точную информацию о составе колонны насосных штанг, длине конусов, диаметру штанг, типу материала, глубине насоса и якоря НКТ. Эти данные должны быть введены в файл данных по скважинам в соответствующих областях.

Серийный номер датчика

Программа скважинного анализатора признает применение датчика полированного штока по серийному номеру, который вводится на установочном экране. Очень важен правильный ввод всего полного обозначения. Кроме того, должны быть правильно введены коэффициенты датчика, соответствующие используемым приборам. Например, серийным номером датчика полированного штока может быть следующий: PRT123.

8.43 Сбор данных датчиком полированного штока

Программа скважинного анализатора запускается в работу в обычном порядке, и в режиме Acquire Mode (сбор данных) выбирается экран Set-Up (установочный): см. рисунок на с. 182 оригинала.

- Выбрать или ввести (Create New) серийный номер датчика полированного штока (PRT123) и коэффициенты.
- Проверка нулевого смещения датчика полированного штока не требуется. Выходное значение, если он не устанавливается, проверяется по величине, отображенной на экране.
- Выбор из меню варианта базового файла скважин

Появляется каталог данных файла по скважинам, как показано на рисунке (см. с. 183 оригинала).

Выбрать необходимый файл по скважинам посредством высвечивания наименования скважины в соответствующей группе, открыть ее и убедиться, что используются данные требуемой скважины. Проверить, чтобы через экран была введена правильная информация, особенно по следующим областям:

- Длина хода
- Глубина якоря НКТ
- Длина каждого конуса
- Тип штанги каждого конуса
- Диаметр насоса
- Глубина входа насоса

- Диаметр каждого конуса

затем выбрать динамометрическую страницу на экране Select Test (см. рисунок на с. 183 оригинала).

Выбрать вариант Acquire Data, чтобы начать установку датчика полированного штока.

Теперь необходимо подсоединить многожильный кабель к скважинному анализатору и соединителю датчика полированного штока.

СЕЙЧАС НЕ УСТАНАВЛИВАТЬ ДАТЧИК ПОЛИРОВАННОГО ШТОКА НА ШТОК

Появится следующая последовательность вспомогательных, для перехода к следующему экрану после прочтения указаний необходимо щелкнуть или нажать ENTER (см. рисунки на с. 184 оригинала).

При нажатии ENTER будут появляться методы установки и калибровки, рассматриваемые ниже.

8.44 Установка и калибровка

Очень важно, чтобы оператор выполнял указания, отображенные на экране с тем, чтобы избежать риска повреждения датчика полированного штока и обеспечить получение точных данных.

Прежде всего, необходимо убедиться, что датчик работает исправно, а напряжение аккумулятора находится в установленных пределах. Появляется следующий экран: см. рисунок на с. 185

Некоторый сдвиг является нормальным. Он связан с изменением температуры датчика.

Следующий этап – установка датчика полированного штока на штоке и его обнуление.

Насосный агрегат должен быть остановлен у нижней части хода вниз и установлен на тормоз.

ВНИМАНИЕ

Проверить, чтобы точка фиксации датчика на полированном штоке была чистой, свободной от ржавчины и точечной коррозии.

Рекомендуется очистка полированного штока, при необходимости, небольшой проволочной щеткой

Отображаются следующие указания (см. с. 186 оригинала):

Датчик предназначен для выдачи выходной величины между 10 и 20 мВ/В, когда он не установлен на полированном штоке. При фиксации эта величина снизится. При надлежащей силе, прилагаемой при фиксации, генерируется выходная величина, близкая к нулю. Шкала, отображаемая на экране, дает визуальную индикацию выходной величины датчика. Первоначально треугольный индикатор будет в крайнем правом положении, как показано на рисунке.

Затем программа проверяет сигнал от измерителя ускорения, встроенного в датчик полированного штока. Этот сигнал используется программой для расчета скорости хода и позиции полированного штока. Обычная величина выхода, когда шкала датчика полированного штока направлена вверх, - около 0 В. Величина, выходящая за обычные пределы, как правило, указывает на то, что датчик был установлен вверх дном (для правильной установки необходимо, чтобы оператор поместил датчик между собой и полированным штоком, захватив регулировочный винт правой рукой, при этом электрический соединитель направлен к левой руке). Если датчик перевернут, программа рассчитывает позицию таким образом, чтобы нижняя

и верхняя точки хода поменялись местами. Датчик полированного штока должен быть установлен правой стороной вверх, и последовательность установки должна быть повторена с первого пункта (см. рисунки на с. 187 оригинала).

Это соответствует району, где программа подсказывает пользователю затянуть серьгу с тем, чтобы индикатор переместился к нулевой отметке.

В этой точке индикатор находится у нуля, но не достаточно близко; дополнительное затягивание обычно заставит индикатор перейти нуль, в район LOOSEN (ослабление), как видно далее (см. рисунки на с. 188 оригинала).

Чрезмерное затягивание вызовет неустранимое повреждение датчика. Необходимо обратить внимание, что теперь выходная величина датчика превышает предел -3 мВ/В слева.

Прохождение мимо этой точки приведет к появлению на экране предупреждения. Правильная установка обеспечит нахождение индикатора почти в центре, как показано на следующем рисунке: см. с. 188 оригинала.

После некоторой тренировки оператор сможет установить датчик полированного штока и быстро получить нулевое показание.

Возможности индикатора при определенных условиях освещения могут быть улучшены посредством выбора некоторых других вариантов отображения в меню справа в нижней части рисунка (см. с. 189 оригинала).

Выбор Finish (окончание) вызовет следующий рисунок, по которому может быть начато исследование (см. с. 189 оригинала).

8.441 Автоматическая обработка

Программа производит автоматическое масштабирование и калибровку данных нагрузки. Пуск насосного агрегата должен производиться до выбора Start Test (начало исследования), после этого появляется следующий экран: см. с. 190 оригинала.

Данные только отображаются. У пользователя имеется вариант отклонения этих данных, если датчик не стабилизировался и смещение чрезмерное. Отметки галочкой слева от шкалы нагрузки соответствуют интервалам 1000 фунтов и могут без каких-либо трудностей использоваться для проверки уровня сдвига. Пользователь получает возможность подождать, пока нагрузка не стабилизируется, прежде чем регистрировать данные либо за одну минуту (Alt-D), либо за произвольный период времени Alt-S и Alt-Q).

Необходимо отметить, что на рисунке (см. с. 191 оригинала) вертикальная ось соответствует изменению нагрузки по сравнению с контрольной (вес штанг в жидкости), определенной, когда датчик был установлен на полированном штоке. Абсолютное значение нагрузки будет рассчитано программой после выбора страницы Analysis (анализ).

После завершения сбора данных набор данных отображается для того, чтобы пользователь смог решить, пригодны ли эти данные для анализа или придется организовать сбор нового комплекта данных посредством варианта Reset (переустановка). Появится следующее диалоговое окно, позволяющее ввести описание исследования, при необходимости, и сохранить набор данных (см. с. 192 оригинала).

Если выбран вариант Cancel (отмена), данные отображаются. Теперь пользователь может вернуться к экрану сбора данных и получить дополнительные данные.

После сохранения данных пользователь переходит на страницу Analyze Data (анализ данных) (см. рисунки на с. 193 оригинала).

После выбора Analyze Data программа сначала рассчитывает позицию полированного штока как функции времени (колебание 10%), и оператор выбирает либо файл скважин, либо рассчитанную величину. Затем поверхностные данные изменения нагрузки (обычно включающие положительные и отрицательные значения) зависимость позиции по времени объединяются с данными по штангам для расчета динамограммы забойного насоса.

Рассчитанная динамограмма будет смещена по сравнению с правильной нагрузкой на значительный объем (примерно соответствующий весу штанг в жидкости). Предполагая, что механическая нагрузка на плунжер насоса составляет нуль при нижнем ходе, рассчитанные значения нагрузки сдвигаются для получения нулевой величины в нижней части забойной динамограммы. Отбрасывая влияние трения, применяем тот же объем сдвига к величинам нагрузки поверхностной динамограммы (см. рисунок на с. 194 оригинала).

Пользователь должен держать в уме предположения, сделанные при автоматической калибровке. Как свидетельствует опыт, в большинстве случаев, отмеченных на месторождениях, когда динамограммы датчика полированного штока, откалиброванные автоматически, сравнивались с динамограммами, полученными посредством подковообразного динамометрического элемента, отклонение было порядка 7%, согласно описанию в работе МакКоя. Эта точность – более чем достаточная для определения, правильно работает насос или нет. Простота и безопасность применения датчика полированного штока явно перевешивают эту небольшую неточность при проведении анализа эксплуатационных параметров насоса.

8.45 Испытания нагнетательного и всасывающего клапанов

После анализа динамометрии оператор имеет вариант выполнения испытания нагнетательного клапана (см. рисунок на с. 195 оригинала).

После выбора варианта Acquire Data (сбор данных) на экране отображаются следующие указания, описывающие порядок сбора данных по нагнетательному и всасывающему клапанам, что обеспечивается с помощью одного экрана. Перед проведением испытания необходимо убедиться, что методы испытания понятны (см. с. 195 оригинала).

Выбрать страницу Load (нагрузка). Будет отображена нагрузка как функция времени, в этот момент сбор данных еще не производится.

Можно начать сбор данных, выбрав Record Data for 3 minutes (3-мин. сбор данных), после чего начинается сбор данных. Оператор имеет три минуты (180 сек.) для проведения двух или более испытаний нагнетательного и всасывающего клапанов. Сбор данных можно прервать в любое время нажатием Stop. На рисунке ниже показан типичный результат испытания нагнетательного клапана (см. с. 96 оригинала).

Ниже показан экран после проведения двух испытаний нагнетательного клапана и двух испытаний всасывающего клапана (см. с. 197 оригинала).

В этом примере каждое испытание проводилось дважды. При каждом испытании была получена несколько отличная величина по нагрузке нагнетательного клапана. Это отличие могло быть вызвано рядом таких факторов как трение штанг-НКТ, изменение точки остановки и т.д. Чтобы установить точные значения нагрузки нагнетательного клапана рекомендуется повторить испытание несколько раз.

Обычно оператор устанавливает сплошную вертикальную линию индикатора на нагрузке нагнетательного клапана и нажимает Enter. Перемещение индикатора производится с помощью клавиш со стрелками на позицию, которая в наибольшей степени представляет испытательную нагрузку нагнетательного клапана. После проведения нескольких испытаний наиболее представительной является самая большая величина правильной нагрузки нагнетательного клапана.

В конце этого периода оператор получает возможность повторения этого испытания или продолжения сбора данных и анализа. Отображается испытание нагнетательного клапана. Рассчитанная масса штанг в заполненной жидкостью скважине также отображается в виде горизонтальной пунктирной линии.

Эти две величины веса отображаются на экране в сочетании с замеренной нагрузкой, чтобы помочь оператору в установлении того, что замеренные величины являются значительными.

8.451 Течь насоса

Правая линия двойного вертикального индикатора (маркированного TV) показывает замеренную нагрузку на пять секунд позднее, чем нагрузку левой вертикальной линии. Снижение нагрузки указывает на течь. Скорость изменения нагрузки (фунт/сек.) преобразуется в эквивалентный объем течи насоса и отображается в левой нижней части экрана в виде баррелей жидкости в день (см. рисунок на с. 198 оригинала).

8.46 Испытание нагнетательного клапана

Вертикальная штриховая линия проходит по испытательным данным нагнетательного клапана. Индикатор можно перемещать с помощью стрелочных клавиш. Замеренные величины отображаются в правой нижней части рисунка. При каждом испытании получается несколько другое значение нагрузки нагнетательного клапана, которая очень близка к рассчитанной массе штанг в заполненной жидкостью скважине. Это указывает на то, что результаты испытаний являются, возможно, точными.

Используя левую/правую клавиши со стрелками, установить индикатор на сектор признаков, которые в наибольшей степени представляют нагрузку при хорошо проведенном испытании нагнетательного клапана. Когда проводятся несколько испытаний, это должно соответствовать наименьшей величине нагрузки (для остановленного агрегата). Это значение должно быть близким к рассчитанной величине массы штанг в заполненной жидкостью скважине.

Если давление НКТ не было введено в файл скважин, отображается следующее сообщение: см. с. 199 оригинала.

Затем данные нагнетательного клапана отображаются снова, и оператор получает выбор посредством нажатия Enter сохранить оцифрованные данные по испытанию нагнетательного клапана.

8.47 Исследование влияния противовеса

Результатирующее влияние грузов противовеса на полированном штоке необходимо для правильного расчета крутящего момента для редуктора трансмиссии. Эта величина определяется при проведении испытания, указанного ниже. Результаты автоматически сохраняются массиве данных скважин (см. рисунок на с. 199 оригинала).

После выбора варианта Select Test – F4 (выбор вариант испытания) оператору предоставляются четыре метода выполнения исследования влияния противовеса. Появляется следующий экран: см. с 200 оригинала.

Метод 1 позволяет оператору получить данные о влиянии противовеса посредством остановки агрегата при верхнем ходе на уровне кривошипов. Если нагрузка влияния противовеса находится между массой штанг в заполненной водой скважине плюс нагрузка жидкости и массой штанг в заполненной водой скважине, насосный агрегат мгновенно уравнивается по мере выравнивания нагрузки из-за течи. Нажать Alt-1 для получения указаний по выполнению этого исследования по влиянию противовеса.

Метод 2 позволяет оператору получить данные по нагрузке противовеса, когда она превышает массу полированного штока. Насосный агрегат останавливается на ходе вниз на уровне кривошипов. Серьга полированного штока устанавливается на полированный шток. Вокруг серьги полированного штока и устья скважины протягивается цепь, чтобы не допустить перемещения полированного штока вверх. Тормоз отпускается. Теперь датчик имеет нагрузку влияния противовеса. Нажать Alt-2 для получения экрана с указаниями. Выполнять указания, рассмотренные ранее. После размещения нагрузки влияния противовеса на датчике нажать F6 для ввода существующей нагрузки в файл скважин.

Метод 3 позволяет оператору остановить насосный агрегат на уровне кривошипов. После короткого периода времени отпустить тормоз и подождать, пока насос медленно придет в состояние равновесия. Замеряется расстояние от нижней точки хода до позиции равновесия; оно используется вместе с замеренной нагрузкой полированного штока для расчета влияния противовеса. Эта величина не такая точная, как в вариантах 1, 2 и 4. Нажать Alt-3, чтобы продолжить сбор данных. Оператор получает указания остановить агрегат при верхнем ходе на уровне кривошипов. Медленно отпустить тормоз. Получить статическую нагрузку нажатием F6. Затем оператор получает запрос о расстоянии от нижней части хода. Позиция и статическая

нагрузка вместе с конфигурацией насосного агрегата используется для расчета влияния противовеса.

Метод 4 позволяет оператору серьгу полированного штока на шток, когда нагрузка полированного штока превышает влияние противовеса. Нажать Alt-4, чтобы перейти на экран с указаниями. Оператор получает указания остановить полированный шток при верхнем ходе, когда кривошпы выровнены. Серьга полированного штока не допускает его движения вниз, так как масса полированного штока превышает влияние противовеса. Отпустить тормоз. На экране отображается существующая нагрузка. Нажать F6 для ввода нагрузки влияния противовеса в файл скважин.

Указания и экраны, приведенные ниже, соответствуют варианту метода 1

После нажатия Alt-1г появляется отображение загрузочных данных, чтобы проверить правильное функционирование агрегата. В этот момент программа не регистрирует данные. Оператор должен изменить масштаб нагрузок, если они недостаточно хорошо отображены на экране (см. с. 201 оригинала).

Нажать Alt D для начала сбора данных и отметить точное время, когда была нажата кнопка. Эта исследование требует до трех минут данных, при необходимости. Рекомендуется нажать Alt D, когда на часах отображено 0 сек. Оператору может потребоваться использование секундомера. Сбор данных можно остановить в любое время нажатием Alt-Q.

Целью этого исследования является определение нагрузки влияния противовеса. Остановить насосный агрегат, когда кривошпы выровнены, а полированный шток – в положении верхнего хода. Нагрузка полированного штока будет приближаться к нагрузке штанг в заполненной жидкостью скважине плюс нагрузка жидкости. Эта величина обычно превышает влияние противовеса. При утечке жидкости под воздействием нагрузки и прохождении ее мимо плунжера нагрузка полированного штока снизится до массы штанг в заполненной жидкостью скважине. При таком снижении нагрузки оператор должен периодически отпускать тормоз насосного агрегата для определения того, является ли нагрузка полированного штока больше или меньше, чем нагрузка влияния противовеса. Плечо кривошпы при определении нагрузки противовеса должно быть горизонтальным, поэтому при каждом опускании тормоза должно происходить минимальное перемещение плеча кривошпы. Тормозной барабан дает лучшую индикацию перемещения, чем плечо кривошпы. Когда нагрузка полированного штока снижается по сравнению с величиной, полученной при испытании нагнетательного клапана, до значения, полученного при испытании всасывающего клапана, оператор может периодически мгновенно отпускать тормоз и определять, когда нагрузка влияния противовеса равна нагрузке полированного штока, что видно по кривошипам, имеющими тенденцию оставаться в спокойном состоянии. Оператор должен мгновенно отпускать тормоз примерно через каждые 2 сек. и регистрировать точное время, когда можно полностью отпустить тормоз без перемещения плеча кривошпы. Немедленно блокировать тормоз. На экране будет по-прежнему отображено снижение нагрузки. Если нагрузка влияния противовеса не больше, чем нагрузка нагнетательного клапана, или не меньше чем нагрузка всасывающего клапана, оператор должен смочь получить нагрузку влияния противовеса, используя этот несложный метод.

Оператор получит выбор продолжать анализ или повторить сбор данных. Нажать Enter для продолжения анализа.

Появится линейный вертикальный индикатор. Время с начала графика до позиции линии будет отображено в левой нижней части графика. Использовать клавиши со стрелками для установления индикатора в позицию точного времени, которое было зарегистрировано, когда плечо кривошпы не перемещалось при отпускании тормоза. Нажать Enter для выбора этой точки как соответствующей нагрузке влияния противовеса.

Нажать Enter для сохранения этого обновленного экрана. Экран будет сохранен в файле с наименованием VOGT11.^DC. Оцифрованные данные нагрузки можно сохранить нажатием Enter.

9.0 ЗАМЕРЫ ТОКА ДВИГАТЕЛЯ

Данная программа DOS поставляется компанией Echometer бесплатно. За информацией следует обращаться в компанию. Огромное количество насосных агрегатов приводятся в действие

электромоторами. Для снижения эксплуатационных расходов очень важно убедиться, что мощность приводного агрегата достаточная по сравнению с насосным и объемом работы последнего. КПД насосной системы в целом можно проанализировать, измеряя потребляемое питание по отношению к производимому объему жидкости, например, квт-час/барр. или даже преобразовывая в затраты на баррель, используя конкретную стоимость электричества.

Для проведения такого анализа необходимо измерить действующее значение переменного тока, используемое первичным двигателем. Это измерение осложняется циклическим характером насосной системы и изменяющейся нагрузки, зависящей от механики и эффективности забойного насоса. Это видно по тому факту, что средние значения тока и питания не являются показательными для действительного мгновенного потребления питания и потребностей. В связи с механическим характером насосной системы и использованием противовеса для снижения крутящего момента огромное большинство установок испытывают изменение направления крутящего момента при насосном цикле. Это означает, что на каких-то секторах хода поршня насоса первичный двигатель приводит в действие коробку передач, а на других секторах – коробка передач приводит в действие двигатель. В первом случае двигатель потребляет питание, во втором – генерирует электричество.

Обычно наблюдается «люфт» коробки передач, который является наиболее явным указанием на то, что в насосной системе происходит изменение направления тока. Появляющееся в такой момент лязганье в коробке передач связано с передачей нагрузки с передней части зубчатой передачи на заднюю. Обычные токоизмерительные клещи (трансформатор) не могут установить различие между током из линии к двигателю или наоборот. Для определения действительного потребления тока необходимо провести дополнительные замеры для получения информации о мгновенном коэффициенте мощности и напряжении. Такие замеры обычно не проводились из-за сложности и стоимости дополнительного оборудования. Скважинный анализатор, использующий токовый зонд в сочетании со специально разработанной программой CURRENT способен обрабатывать данные тока двигателя, которые были оцифрованы с большой скоростью (1000 выборок в сек.) с тем, чтобы получить выход активного тока двигателя, по которому рассчитываются коэффициент мощности и действительное потребление питания.

!!!! ОСТОРОЖНО!!!!

Для замеров тока двигателя необходимо открыть распределительную коробку. Таким образом, оператор подвергается риску поражения высоким напряжением. Датчик тока должен быть установлен на одном из электрических проводов. Эта процедура связана с риском, и оператор должен проявлять осторожность и соблюдать рекомендованные правила безопасности, указанные в приложении к датчику тока.

- Эти замеры не должны проводиться, если состояние оператора не позволяет делать это с соблюдением ТБ
- Эти замеры не должны проводиться, если вокруг скважины и/или в распределительной коробке имеется значительная влажность
- Эти замеры не должны проводиться, если оператор не прошел надлежащую подготовку в компании
- Эти замеры не должны проводиться, если оператор не ознакомился с порядком проведения электрических замеров в соответствующем разделе данного Руководства

9.1 Правила электробезопасности

Ток, проходящий через тело человека, является основным поражающим фактором. Большая часть поражений электрическим током, происходящих в США ежегодно, вызвана напряжением менее 440 В, при этом напряжение на месторождении обычно составляет 480 В. Необходимо проявлять большую осторожность в отношении электрооборудования и цепей и соблюдать надлежащие меры предосторожности независимо от уровня напряжения.

В нижеприведенной таблице показано опасное воздействие небольших величин электрического тока, проходящих через тело человека.

Ток (миллиамперы)

2 ма пер. тока или 10 ма пост. тока

Физическое воздействие

Порог ощущения – сильное покалывание

10 ма пер. тока или 60 ма пост. тока	Предельно допустимый ток, выше которого происходит парализующее действие на организм
100 ма пер. тока или 500 ма пост. тока	Смертельный исход из-за асинхронного сокращения сердечной мышцы и паралича дыхания

Для увеличения уровня безопасности на рабочем месте необходимо докладывать обо всех случаях поражения электрическим током и неисправном оборудовании. Если бьет током, это означает наличие неисправностей. Воздействие электрическим током самого незначительного уровня при работе с электрическим устройством в других условиях приводит к немедленному смертельному исходу, если имеется касание какой-либо части тела с землей или заземленным металлическим предметом.

9.1 Установка амперметра двигателя

Токовый зонд двигателя состоит из обычного трансформатора с разъемными вилками, модифицированного для работы со скважинным анализатором. Он подсоединен к дополнительному входу анализатора. Зонд установлен на одном из электрических проводов, питающих двигатель. Если двигатель работает нормально и подсоединен правильно, а источник питания уравновешен, любой электрический провод покажет примерно одно и то же значение тока. Зонд генерирует милливольтный сигнал, который пропорционален мгновенному току, проходящему через провод с закрепленным зондом.

9.11 Доступ к распределительной коробке

Хотя все распределительные коробки, регуляторы частоты вращения и корпуса двигателя обычно заземлены при надлежащей схеме подключения, они могут оказаться под напряжением при сложных условиях. Это также более вероятно для установок на открытом воздухе, которые подвергаются воздействию погодных условий и не проверяются в течение длительного времени. Отказ может произойти при отсутствии персонала, который бы мог заметить возникновение отклонений. Вследствие отказа компонента или другой неисправности металлический корпус может оказаться под напряжением. При этих условиях может не быть внешних указаний на наличие неисправностей. При касании такого устройства незащищенной рукой существует вероятность серьезной травмы.

В соответствии с разумной практикой рекомендуется при обращении с оборудованием, находящимся под напряжением, таким как двигатели, распределительные коробки, блоки управления и т.п., если оператору неизвестно, являются ли они заземленными и исправными, и если оператору необходимо прикоснуться к ним без защитных перчаток, это необходимо делать тыльной стороной ладони. Как указано выше, в разделе по правилам электробезопасности, пер. ток небольшой силы 10 ма вызовет сильное сокращение мускулатуры. Прикосновение к устройству тыльной стороной ладони скорее приведет к сокращению мышц на удалении от устройства, находящегося под напряжением, чем возможный «прихват» руки к ручке переключателя.

9.12 Установка датчика тока

До монтажа соединений необходимо всегда убедиться, что питающий электрод датчика свободен от сырости.

Для получения точных и стыкующихся результатов рекомендуется при присоединении токового зонда держать силовой кабель в пределах осевой линии контактных вилок и, насколько возможно, перпендикулярно к зонду.

Необходимо выполнить следующее:

1. Выключить насосный агрегат и подождать останова его и кривошипов.
2. Отключить главный рубильник и осторожно открыть распределительную коробку.
3. Визуально проверить проводку, предохранители, кабели, реле, переключатели и т.п. на возможные неисправности. При наличии сомнений о безопасности проводки не проводить

исследование и доложить о выявленных неисправностях своему супервайзеру или вызвать квалифицированного электрика для устранения проблемы.

4. Подсоединить токовый зонд посредством фиксации его на кабеле, выходящем из линии, и присоединенном к левому прерывателю цепи. Для обеспечения наилучших результатов зонд следует подсоединить к той части провода, которая является прямой и находится в центре зонда.

5. Убедиться, что контактные вилки полностью замкнуты, а провод находится между ними и перпендикулярно к ним. При неправильной установке может иметь место небольшая потеря сигнала.

ПРИМЕЧАНИЕ

Очень важно, чтобы вилки были полностью замкнуты, и зонд был перпендикулярным к шнuru питания. Это обеспечит замер последовательных величин тока

Выходной сигнал зонда оцифровывается скважинным анализатором со скоростью 1000 выборок в сек. и записывается в памяти. Этот сигнал, который пропорционален кажущемуся току, затем обрабатывается программой для определения действительного направления движения тока, чтобы установить, потребляет ли двигатель ток или генерирует электричество.

В предоставляемую информацию входит график активного и кажущегося тока как функции времени при одинарном ходе поршня насоса. Кроме стоимости питания отображены нагрузка двигателя и коэффициент мощности, как показано на следующем рисунке: см. с.204 оригинала.

Одним из главных преимуществ этого анализа является тот факт, что он проводится чрезвычайно быстро и несложно. Один оператор может выполнить замеры и анализ в течение нескольких минут. При наличии опыта и доступа к данным предыдущих измерений по данной скважине возможно установить, произошли ли изменения в эксплуатационных характеристиках и режиме насоса. Если это так, оператор может решить, проводить ли дальнейшие испытания с динамометром и акустические замеры забойного давления для полного установления характера проблемы. Таким образом, замеры тока двигателя могут стать основой системы раннего предупреждения о неисправности насоса или недостаточном КПД. Мощность двигателя может быть также замерена так, как рассматривается ниже. Замеры мощности более точные, но они связаны с бóльшим риском и более дорогие.

9.2 Методика сбора данных по току двигателя

После установки и подсоединения зонда к скважинному анализатору запускается программа CURRENT (ток) в активной директории. Эта программа использует информацию из файлов данных по скважинам, созданных с помощью программ DE или DYN. Поэтому для новой скважины необходимо создать файл данных.

При запуске программы CURRENT отображается каталог данных файла по скважинам, как показано на следующем рисунке: см. с. 205 оригинала.

Необходимо ввести нижеприведенные данные, чтобы анализировать замеры тока двигателя.

- Наименование скважины
- Мощность (напряжение, частота и количество фаз)
- Стоимость питания
- Мощность двигателя в л.с.
- Полная нагрузка двигателя в амперах

У пользователя появится возможность редактирования этой информации при сборе данных на месторождении. Поэтому разрешается ввод некоторых первоначальных оценок, чтобы подготовить файлы данных по скважинам.

Нажатием F1 отображается серия экранов с указанием подробных методов получения данных по току двигателя (см. рисунок на сс. 206-207 оригинала).

Важно, чтобы два получаемых полных насосных цикла данных были аналогичны по величине и форме тока по времени регистрации. Оба цикла должны иметь такие же характеристики и такую же величину. Если это не так, необходимо повторить сбор данных.

ПРИМЕЧАНИЕ:

Поскольку сбор данных производится с очень большой скоростью (1000 в сек.), при этом процессе отображается график. Пользователь должен выполнять указания на экране. Данные будут отображены после получения информации по двум циклам.

Клавиши F1 и F2 используются для начала и заканчивания сбора данных (см. сс. 207-208 оригинала).

Появляется надпись с вопросом о сохранении данных. Впечатать Y (да) и нажать Enter для сохранения данных (см. с. 208 оригинала).

Поскольку объем файла данных довольно большой (чем медленнее работает насосный агрегат, тем больше объем файла), в нижней части экрана отображается линия времени, показывающая ход процесса сохранения данных.

После сбора данных отображается следующий рисунок: см. с. 209 оригинала.

Появляется надпись с просьбой проверить правильность данных, и циклы повторяются. Это можно проверить посредством вертикального индикатора, который можно перемещать по контуру с помощью стрелочных клавиш. В нижней части графика отображен объем кажущегося и активного тока, соответствующий позиции индикатора.

Пользователь должен установить, что нижеприведенные критерии учтены.

Объем аналогичных характеристик должен быть одинаков в обоих циклах.

Минимальная величина кажущегося тока должна совпадать с нулевым значением активного тока.

Когда эти условия выполнены, пользователь должен принять данные в качестве обоснованных. В противном случае данные не должны быть приняты, и необходимо провести сбор нового набора данных.

После этого появляется надпись с просьбой проверить правильность данных по характеристикам двигателя, стоимости питания и т.п., как показано на следующем экране: см. с. 210 оригинала.

У пользователя имеется возможность редактирования данных и внесения поправки величинам по значениям, полученным на скважинном участке (мощность двигателя и параметры тока берутся на паспортной табличке двигателя).

После завершения проверки данных появляется экран анализа тока двигателя (см. с. 210 оригинала).

9.3 Применение результатов анализа тока и мощности двигателя

В прошлом замеры тока двигателя использовались главным образом как средство «уравновешения» насосного агрегата посредством регулировки грузов, пока пик тока при верхнем ходе поршня не будет такой же величины, как и пик тока при нижнем ходе.

Способность анализировать ток двигателя и характеристики мощности более детально, а также получить данные по активному и кажущемуся току позволит иметь лучшее представление о работе двигателя по отношению к гидравлической и механической работе насоса.

В частности, можно изучить следующее:

- Оператор может определить, превышает ли мощность двигателя потребности агрегата или не соответствует им
- Можно сравнивать действительную затраченную мощность с оплаченной

- Отношение колебаний в позиции противовеса к затраченной мощности можно использовать как средство снижения затрат
- Можно проанализировать воздействие откачки на затраты мощности
- Можно определить мощность на единицу прокачиваемого объема для использования в качестве средства КПД при сравнении разных эксплуатационных условий (например, скорость прокачки и длина хода поршня).
- Сведение к минимуму общего потребления арендуемой мощности приведет к снижению потребностей мощности в л.с. для ведомых агрегатов
- Характеристики активного тока при их корреляции с эксплуатационными параметрами забойного насоса могут использоваться как средство определения условий откачки, полно-режимной работы насоса или других рабочих параметров.
- Данные корреляции откачки при активном токе двигателя могут использоваться для установки временных насосных циклов

Очевидными станут дополнительные варианты применения по мере того как пользователь исследует различные возможности и приобретает все большие навыки работы с этим новым мощным средством оптимизации работы насоса. Необходимо также снова отметить, что анализ мощности более точный, чем анализ тока, установка зондов для анализа мощности связана с большим воздействием опасных факторов.

В следующей главе описываются применение и работа системы измерений мощности, которая обеспечивает более точное определение мгновенной мощности при насосном цикле.

10.0 ЗАМЕРЫ МОЩНОСТИ ДВИГАТЕЛЯ

!!!! ОСТОРОЖНО!!!!

Для замеров тока двигателя обычно необходимо открыть распределительную коробку. Таким образом, оператор подвергается риску поражения высоким напряжением. Датчик тока должен быть установлен с датчиками напряжения, прикрепленными к каждому из трех фаз источников напряжения и с двумя токовыми зондами, фиксированными на двух электрических проводах. Эта процедура связана с риском, и оператор должен проявлять осторожность и соблюдать рекомендованные правила безопасности, указанные в приложении к датчикам тока и напряжения, а также пользоваться защитным оборудованием, которое предусмотрено для каждого комплекта датчиков.

- Эти замеры не должны проводиться, если состояние оператора не позволяет делать это с соблюдением ТБ
- Эти замеры не должны проводиться, если вокруг скважины и/или в распределительной коробке имеется значительная влажность
- Эти замеры не должны проводиться, если оператор не прошел надлежащую подготовку в компании
- Эти замеры не должны проводиться, если оператор не ознакомился с порядком проведения электрических замеров в соответствующем разделе данного Руководства

10.1 Правила электробезопасности

Ток, проходящий через тело человека, является основным поражающим фактором. Большая часть поражений электрическим током, происходящих в США ежегодно, вызвана напряжением менее 440 В, при этом напряжение на месторождении обычно составляет 480 В. Необходимо проявлять большую осторожность в отношении электрооборудования и цепей и соблюдать надлежащие меры предосторожности независимо от уровня напряжения.

В нижеприведенной таблице показано опасное воздействие небольших величин электрического тока, проходящих через тело человека.

Ток (миллиамперы)	Физическое воздействие
2 ма пер. тока или 10 ма пост. тока	Порог ощущения – сильное покалывание
10 ма пер. тока или 60 ма пост. тока	Предельно допустимый ток, выше которого происходит парализующее действие на

организм

100 ма пер. тока или 500 ма пост. тока

Смертельный исход из-за асинхронного сокращения сердечной мышцы и паралича дыхания

Для увеличения уровня безопасности на рабочем месте необходимо докладывать обо всех случаях поражения электрическим током и неисправном оборудовании. Если бьет током, это означает наличие неисправностей. Воздействие электрическим током самого незначительного уровня при работе с электрическим устройством в других условиях приводит к немедленному смертельному исходу, если имеется касание какой-либо части тела с землей или заземленным металлическим предметом.

10.2 Установка зонда для замера мощности

Использование зонда для замера мощности должно быть ограничено установками, на которых:

Максимальное напряжение не превышает 600 В пер. тока

Максимальная сила тока не превышает 300 А

Возможны перегрузка датчика и его неустранимое повреждение, а также возникновение опасного фактора при его использовании в установках, где эти величины превышены.

Перед установкой зонда для замера мощности необходимо задать установочные параметры на скважинном анализаторе; необходимо также произвести пуск программы TWM и выбрать функцию Acquire Mode (режим получения данных). Это необходимо для того, чтобы оператор мог соблюдать рекомендованную последовательность действий по мере их отображения на экране (см. рисунок на с. 213 оригинала).

Зонды для измерения мощности не требуют калибровки, так что следующим шагом является выбор файла по скважинам (см. рисунок на с. 213 оригинала).

После просмотра данных по скважинам необходимо нажать Select Test F4 (выбор режима исследования) и на странице Current/power (ток/мощность) отображается рисунок, где производится выбор варианта Acquire Data (получение данных): см. с. 214 оригинала.

Появляется экран с указаниями и предупреждениями. Пользователю необходимо выполнить действия на последовательных экранах (нажимая Next), что означает согласие с условиями, отображенными на экране (см. с. 214 оригинала).

После нажатия Next (следующий) отображается следующий экран: см. с. 215 оригинала. Экран просит оператора заявить о согласии соблюдать указанные положения посредством выбора Next, что эквивалентно положительному ответу на следующее заявление:

Выполнение программы будет продолжено только, если выбрано Next. В противном случае выполнение программы прекращается и производится возврат на экран Select Test.

10.21 Использование защитного оборудования

Компания Echometer рекомендует ношение при работе с распределительной коробкой, касании каких-либо электрических частей, также монтаже токовых зондов и силовых проводов защитного комплекта линейного рабочего, состоящего из пары изолирующих перчаток и пары кожаных предохранительных фартуков.

Оператор должен всегда соблюдать правила ТБ, установленные в данной компании и, кроме того, выполнять процедуры, указанные в данном Руководстве, и отображаемые программой при проведении замеров.

10.22 Доступ к распределительной коробке

Хотя все распределительные коробки, регуляторы частоты вращения и корпуса двигателя обычно заземлены при надлежащей схеме подключения, они могут оказаться под напряжением

в сложных условиях. Это также более вероятно для установок на открытом воздухе, которые подвергаются воздействию погодных условий и не проверяются в течение длительного времени. Отказ может произойти при отсутствии персонала, который бы мог заметить возникновение отклонений. Вследствие отказа компонента или другой неисправности металлический корпус может оказаться под напряжением. При этих условиях может не быть внешних указаний на наличие неисправностей. При касании такого устройства незащищенной рукой существует вероятность серьезной травмы.

В соответствии с разумной практикой рекомендуется носить защитные перчатки при необходимости касания распределительной коробки, ее рубильника, а также каждый раз, когда приходится обращаться с распределительной коробкой.

В соответствии с разумной практикой рекомендуется также при обращении с электрооборудованием, таким как двигатели, распределительные коробки, блоки управления и т.п., если оператору неизвестно, являются ли они заземленными и исправными, и если оператору необходимо прикасаться к ним без защитных перчаток, первое касание необходимо всегда делать тыльной стороной ладони. Как указано выше, в разделе по правилам электробезопасности, пер. ток небольшой силы 10 ма вызовет сильное сокращение мускулатуры. Прикасание к устройству тыльной стороной ладони скорее приведет к сокращению мышц на удалении от устройства, находящегося под напряжением, чем возможному «прихвату» руки к главному рубильнику.

10.23 Установка датчика тока

До монтажа соединений необходимо всегда убедиться, что питающий электрод датчика и провода, необходимые для проведения испытания, свободны от сырости

Для получения точных и стыкующихся результатов рекомендуется при присоединении двух токовых зондов держать силовой кабель в пределах осевой линии контактных вилок и перпендикулярно к табличке с указаниями (см. с. 216 оригинала).

После пуска программы необходимо выполнить следующие действия:

1. Надеть защитные изолирующие перчатки.
2. Выключить насосный агрегат и подождать остановки его и кривошипов.
3. Отключить главный рубильник и осторожно открыть распределительную коробку.
4. Визуально проверить проводку, предохранители, кабели, реле, переключатели и т.п. на признаки расшатанных соединений, перегрев, повреждение изоляции на кабелях, а также другие признаки неисправностей электросистемы. При наличии сомнений о безопасности проводки не проводить исследование и доложить о выявленных неисправностях своему супервайзеру или вызвать квалифицированного электрика для устранения проблемы.
5. Прикрепить левый датчик тока питания к левому кабелю на нисходящей линии от главного рубильника. Важно установить зонд в правильном направлении. В противном случае замеренные величины будут иметь обратное чтение. Для обеспечения наилучших результатов зонд следует подсоединить к той части провода, которая является прямой и находится в центре зонда. Необходимо проявлять осторожность при наличии контура провода в 360° и убедиться, что конец с меткой «к линии» действительно направлен в сторону силовой линии.
6. Правый датчик тока питания должен быть зафиксирован на правом проводе в направлении, указанном выше. Очень важно установить зонд в правильном направлении.
7. Убедиться, что контактные вилки полностью замкнуты, а соответствующие провода находятся в центре между ними и перпендикулярно к ним. При неправильной установке может иметь место значительная потеря сигнала.

10.24 Монтаж выводов напряжения

Датчики имеют три вывода, считывающих напряжение, которые должны быть подключены к соответствующим фазовым клеммам. Каждый вывод имеет бирку с указанием соответствующей позиции LEFT, CENTER и RIGHT (левый, центральный и правый). Необходимо выполнить соединение к соответствующей клемме и рядом с главным рубильником, подсоединенным к двигателю. На рисунке показаны зонды измерения мощности, правильно установленные в распределительной коробке (см. рисунок на с. 217 оригинала).

10.3 МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЙ

Необходимо полное соблюдение методики измерения, чтобы получить данные хорошего и воспроизводимого качества. Система замеров мощности предназначена для обеспечения значений мгновенной мощности, находящихся в пределах 5% действительной мощности, потребляемой двигателем. Эта точность достигается при условии проявления пользователем осторожности и соблюдения им рекомендованной методики. В общем, пользователь заинтересован в установлении, как потребляется мощность насосной системой, когда она работает в условиях установившегося режима. В случае, если скважина работает с полным объемом цилиндра, а затем прокачка идет с частичным объемом цилиндра, замеряемая мощность будет иметь колебания и не будет являться представительной для нормальных рабочих условий. Поэтому, целесообразно обеспечить, чтобы исследуемая скважина одновременно давала продукцию при таких же условиях, как и при нормальном рабочем режиме. Это можно легко провести посредством быстрых динамометрических замеров с помощью датчика полированного штока до установки новых датчиков для измерения мощности. Если замеры мощности должны проводиться с целью сравнения КПД при разных вариантах монтажа проводки (например, крутящий момент низкого, среднего или высокого уровня), важно не перемещать токовые датчики после установки, чтобы не изменить относительную позицию проводов внутри токового датчика. Такое изменение вызвало бы небольшие колебания в показаниях, которые могут сделать недействительными заключения по исследованию.

10.31 Начало сбора данных

Инициализация программы POWER происходит после нажатия кнопки Finish. Отображается следующее: см. с. 218 оригинала.

Нижеприведенные данные должны быть введены для обеспечения анализа результатов замера мощности двигателя.

- Наименование скважины
- Мощность (напряжение, частота и количество фаз)
- Стоимость мощности в центах на квт/час
- Мощность двигателя в л.с.
- Данные исследования скважины (дебит нефти и воды)
- Полная нагрузка двигателя в амперах

Пользователь должен проверить правильность данных по характеристикам двигателя, стоимости мощности и т.д., как показано на экране ниже (см. рисунок на с. 219 оригинала).

Пользователь может редактировать эти данные и вносить изменения в величины для обеспечения их соответствия значениям, полученным на скважинной площадке (мощность двигателя в л.с. и характеристики тока указаны на паспортной табличке двигателя).

Сбор данных по мощности

Для проведения анализа мощности двигателя насосной установки необходимы данные по двум полным ходам поршня. Это возможно при начале сбора данных, когда грузы находятся точно в верхней точке вращения. Программа начнет немедленный сбор данных по двум полным циклам. Снова остановить сбор, когда грузы находятся в верхней точке вращения при завершении второго цикла. Это необходимо для обеспечения анализа данных по ходу поршня насоса и скорости откачки.

Очень важно последовательно начать сбор данных, когда грузы находятся непосредственно над коленчатым валом (в позиции 12 часов). Это обеспечивает примерно нулевое воздействие противовеса в начале и конце набора данных, независимо от фазирования противовеса по отношению к кривошипам и позиции полированного штока.

Кнопки Alt-B и Alt_E используются для начала и остановки сбора данных.

Сначала программа только отображает данные и не регистрирует их, чтобы обеспечить пользователю возможность синхронизации с процессом прокачки (см. рисунок на с. 220 оригинала).

Важно обеспечить, чтобы данные, полученные по двум полным насосным циклам, были аналогичны. Это относится к записи величины и формы тока и мощности по времени. Те же функции должны появиться в обоих циклах и показать ту же самую величину. Если дело обстоит не таким образом, необходимо повторить сбор данных.

После сохранения данных программа переходит к варианту Analyze Data (анализ данных): см. с. 221 оригинала.

10.33 Контроль качества данных

После сбора данных отображается следующее:

Пользователь должен проверить правильность данных и симметричность циклов. Это можно выполнить с помощью вертикального индикатора, перемещаемого по контуру с помощью стрелочных клавиш. Величина мощности и тока в соответствии с позицией индикатора отображается в нижней части графика (см. рисунок на с. 222 оригинала).

Пользователь должен определить соответствие следующим критериям:

- Величина аналогичных функций должна быть одинакова для обоих циклов
- Негативные пики, соответствующие процессу генерирования, должны иметь одинаковые амплитуды в обоих циклах
- Минимальное значение тока должно совпадать с нулевой величиной мощности

Когда эти условия обеспечены, пользователь должен принять данные как обоснованные. В противном случае данные отклоняются, и должен быть проведен сбор нового комплекта данных.

После завершения проверки данных программа генерирует экран Motor Power Analysis (анализ мощности двигателя), как рассматривается в следующем разделе.

10.4 Анализ данных по мощности и крутящему моменту

Целью получения данных по мощности является определение КПД насосного агрегата, как с точки зрения потребления энергии, так и механической нагрузки. Появляются два электронных табло, позволяющие оператору анализировать эти факторы.

10.41 Эффективность и потребление мощности

На рисунке ниже представлена информация, относящаяся к потреблению энергии. Слева отображены мощность и ток как функция времени. Необходимо обратить внимание, что в верхней части графика указана позиция полированного штока. Время возрастает слева направо. Таким образом, первая половина графика соответствует верхнему ходу, а вторая половина – нижнему ходу. Горизонтальная пунктирная линия соответствует нулевой мощности и току. Величины под этой линией обозначают генерируемое электричество (см. рисунок на с. 223 оригинала).

На этом экране сведены вместе главные параметры КПД.

Эксплуатационные расходы рассчитываются также на основе объема прокачанной жидкости в баррелях и объем добытой товарной нефти в баррелях. Эти значения рассчитываются по дебиту, который вводится в файл данных по скважинам и основаны на самых последних испытаниях скважин. Необходимо отметить, что часто данные по испытаниям скважин являются не настолько точными, как необходимо. Рекомендуется проведение динамометрии одновременно с замерами мощности с использованием датчика полированного штока, чтобы определить подачу насоса. Эта величина должна быть в достаточной степени близка к объему по результатам испытаний скважин. Если это не так, то производительность скважины, возможно, значительно изменилась или по испытаниям скважины получены неточные данные. В общем, величина подачи насоса по данным скважинной надлежущей динамометрии должна быть, вероятно, более точной, чем результаты испытаний скважины.

Определение эксплуатационных параметров двигателя

Эксплуатационные характеристики индукционного двигателя, связанные с циклической нагрузкой балансирного станка-качалки, описаны с помощью значений, усредненных по одному ходу поршня насоса.

Ток системы дистанционных измерений (RMS) определяется как квадратный корень среднего квадрата тока при насосном цикле. Эту величина также называется допустимый ток по нагреву, так как по нему определяются потери тепла в двигателе. Двигатель – это устройство с параметрами тока, и ток системы дистанционных измерений не должен значительно превышать величину тока при полной нагрузке, указанную на паспортной табличке. Соотношение 60: или менее указывает на то, что двигатель, возможно, имеет чрезмерную мощность.

Коэффициент циклической нагрузки (CLF) выражает колебания мгновенной мощности по отношению к средней мощности. Если бы двигатель работал с постоянной нагрузкой, ток, используемый системой дистанционных измерений, был бы равен среднему току. В балансирной насосной системе циклическая нагрузка приводит к высоким пикам тока, которые могут мгновенно превысить номинальный ток двигателя на 100%. Сложность циклической нагрузки выражается коэффициентом циклической нагрузки, который является отношением тока системы дистанционных измерений к среднему току. Двигатель с постоянной нагрузкой имеет коэффициент циклической нагрузки, равный 1,00. В насосной системе этот коэффициент может варьироваться в пределах от 1,03 до 1,5, в зависимости от типа агрегата, характеристик двигателя, противовеса и быстроты откачки.

Рекомендованная минимальная мощность в л.с. (HP) – это параметр, рекомендованный для двигателей «D» (NEMA), используемых с насосными агрегатами обычной конфигурации, при этом предполагается коэффициент циклической нагрузки, равный 1,375. В общем, для двигателей «C» (NEMA) и многоцилиндровых двигателей потребуется примерно на 38% больше мощности в л.с. Для агрегатов Mark II потребность может быть снижена примерно на 20%. Параметры, указанные на паспортной табличке, в т.ч., если они уже введены в файл данных, должны проверяться по данным, зарегистрированным на месторождении (см. дополнительные данные: Vol. 2 “Artificial Lift”, K.E. Brown)

Входная мощность в л.с. (HP) рассчитывается по замеренному электрическому току с учетом генерируемого. Она представляет мощность, подаваемую на двигатель при одном насосном цикле. Отношение мощности для полированного штока в л.с. к входной мощности есть показатель общего КПД насосного агрегата. Эту величину можно рассчитать только по результатам динамометрии.

Приблизительная выходная мощность в л.с. рассчитывается по входной мощности в л.с. с помощью среднего КПД двигателя 85%. Она считается приблизительной, потому что КПД двигателя изменяется по отношению к частоте оборотов двигателя и зависит в значительной степени от типа используемого двигателя. Двигатель «D» показывает более значительную и однородную степень КПД, чем двигатели Ultra High Slip.

Средний объем кВА рассчитывается посредством умножения величины напряжения, введенной в файл скважин, на средний ток насосного цикла с последующим делением на 1000.

Средний объем кВтА получают посредством суммирования замеренной потребленной величины мощности как функции времени по одному насосному циклу с последующим делением на время, истекшее за один ход. Когда рассматривается генерируемый ток, замеренная генерируемая мощность вычитается из потребленной мощности.

Средний коэффициент мощности представляет собой отношение доли мощности, потребляемой на полезную работу, к общей мощности, используемой двигателем (разница соответствует потерям теплоты из-за намагничивающего тока). Это отношение среднего объема киловатт к среднему объему кВтА.

Скорость откачки выражается в ход/мин. (Strokes per Minute) и рассчитывается, когда программа устанавливает время между максимальными пиками мощности, имеющими место в двух соседних ходах.

Из файла по скважинам получают самые последние данные по испытаниям скважин, которые представлены как BOPD (добыча нефти в баррелях) и BWPD (добыча воды в баррелях).

Нагрузка двигателя

Нагрузка приводного двигателя насосного агрегата зависит от электрических характеристик двигателя, а также от цикла нагрузки на редуктор насосного агрегата.

К электрическим характеристикам двигателей относится следующее:

- Нормальный крутящий момент, нормальное скольжение ротора, нормальный пусковой ток
- Нормальный крутящий момент, нормальное скольжение ротора, низкий пусковой ток
- Высокий крутящий момент, нормальное скольжение ротора, низкий пусковой ток
- Высокий крутящий момент, скольжение ротора = 5-8%, низкий пусковой ток (NEMA D)
- Высокий крутящий момент, скольжение ротора = 8-13%, низкий пусковой ток (NEMA D)
- Сверхвысокое скольжение ротора = 30-40%; высокий, средний, низкий крутящий момент; низкий пусковой ток

Двигатели для насосов нефтяной скважины должны иметь высокий пусковой крутящий момент и низкий пусковой ток для обеспечения позитивного пуска и минимальных затрат в магистральных распределительных линиях.

В большинстве вариантов применения используется конструкция NEMA D, так как эти двигатели имеют наилучшие пусковые характеристики и показывают более высокий КПД (по сравнению с двигателями Ultra High Slip) и более рентабельны.

Двигатели High Slip и Ultra High Slip различаются по скорости с изменением в нагрузке больше, чем двигатели с нормальным скольжением ротора. Более высокое изменение скорости вызывает сохранение большей величины энергии благодаря инерции вращающихся частей при минимальных периодах нагрузки и высвобождение большей величины энергии при пиковых нагрузках. В результате пики входной мощности всегда меньше, чем у двигателей с нормальным скольжением ротора. Несколько спорным является вопрос о том, обосновано ли применение двигателей Ultra High Slip для нормальных условий из-за их высокой стоимости и относительно низкого КПД. Они находят применение в таких условиях, где эквивалентно устранить чрезмерную механическую нагрузку посредством регулировки хода поршня и/или противовеса. При недогрузке двигатель Ultra High Slip показывает примерно те же колебания скорости как и двигатель NEMA D с полной нагрузкой и нормальным скольжением ротора.

10.42 Анализ кривой крутящего момента

Непосредственный замер электропитания двигателя как функции времени при ходе поршня позволяет проводить очень простой расчет крутящего момента, выдерживаемого редуктором коробки передач. Вспомним, что во вращающейся системе мгновенная мощность дается как

$$\text{Мощность} = \text{Крутящий момент, умноженный на количество оборот/мин.}$$

Видно, что мгновенный крутящий момент можно рассчитать по непосредственному замеру мощности и частоте оборотов.

В балансирной насосной системе нас интересует крутящий момент, создаваемый кривошипами коробки передач. Для расчета крутящего момента по мгновенному электрическому току, подаваемому на двигатель, необходимо рассмотреть эффективность преобразования мощности двигателем и силовой передачи через ременную и редуктор коробки передач. Эффективность зависит от установки и нагрузки системы. В общем, она снижается при снижении нагрузки. Для правильно установленной системы с нормальной нагрузкой КПД составляет 80%. Однако, из-за неопределенности этой величины пользователю разрешается ввести значение, которое больше подходит для данной конкретной установки.

Этот расчет также требует знания мгновенной скорости кривошипа. В расчете эта величина предполагается как постоянная и непосредственно относящаяся к скорости прокачки, которая

определяется программой по данным мощности. Оператор может сделать оценку количества мгновенных ходов в минуту при пиковой мощности посредством данных по току и мощности, используя типовые кривые двигателя, показывающие отношение между током/мощностью и количеством об./мин.

Таким образом, мгновенный крутящий момент рассчитывается по следующей формуле:

$$\text{Крутящий момент} = (84484)(\text{кВт})(\text{КПД})/\text{Качаний в мин.}$$

выраженный в дюйм-фунт и представленный графически на экране ниже (см. рисунок на с. 226 оригинала).

В левой половине экрана нанесены две кривые крутящего момента как функции времени: пунктирная линия соответствует действительному расчетному крутящему моменту, а то время как сплошная линия соответствует крутящему моменту, который бы наблюдался, если бы противовес агрегата обеспечивал одинаковую величину пикового крутящего момента при верхнем и нижнем ходе. Необходимо отметить, что отрицательный крутящий момент соответствует части хода, где редуктор коробки передач приводит двигатель в область генерирования.

Анализ табулированных данных крутящего момента дает пик при верхнем и нижнем ходах в тысячах дюйм-фунт, что имеет место при качании. Различие между этими значениями – показатель неуравновешенности системы. Если пик при верхнем ходе выше, агрегат недостаточно уравновешен или «с преобладанием веса штанг». Если пик при нижнем ходе выше, агрегат имеет избыточный дисбаланс или «преобладание нагрузки кривошипов». Крутящий момент, который возникает при регулировке противовесов таким образом, чтобы два пика были равны, отображен как сбалансированная величина пика.

В верхней части графика имеется напоминание пользователю, что эти величины рассчитаны по формуле.

$$T = 84,5 * P * \text{EFF} / (\text{SPM} * \text{SV})$$

Используемое значение EFF (отношение водной мощности двигателя к мощности для кривошипа, которую можно изменять с помощью F3) и расчетное количество качаний в мин. также отображены. Величина SV – это коэффициент, учитывающий изменение частоты вращения двигателя при качании. Это отношение минимальной частоты вращения к средней. Величина 0,9 применяется для двигателей NEMA D. В зависимости от скольжения ротора конкретного двигателя пользователю может потребоваться ввести с помощью F4 другое значение.

Уравновешение насосного агрегата

Целью использования противовеса для насосного агрегата является сведение к минимуму нагрузки редуктора коробки передач и снижения потребляемой энергии посредством уменьшения пиковых значений крутящего момента и уравновешения потребностей мощности в течение полного качания. Совершенное уравновешение балансирной насосной системы невозможно, потому что нагрузка при качании изменяется на величину, соответствующую нагрузке жидкости на насос. Эта нагрузка поддерживается штангами (нагнетательный клапан) при верхнем качании и затем передается на НКТ (нагнетательный клапан) при нижнем качании.

Если предположить на мгновение, что система работает на очень низкой скорости, так что динамический эффект штанги подчеркивает инерцию агрегата и можно не учитывать присущую ему уравновешенность, можно заключить, что единственным, что можно сделать, является уравновешение крутящего момента, который соответствует массе насосных штанг в заполненной жидкостью скважине плюс половина нагрузки жидкости. Таким образом, общая величина крутящего момента на одно качание соответствует образованной при приложении 1 / 2 нагрузки жидкости к нагрузке полированного штока. Это дает приблизительную величину противовеса, которая будет необходима для данного агрегата.

Однако, если учитывается динамика системы, особенно воздействие колебаний быстроты откачки при качании, затрудняется оценка потребностей противовеса без полного знания конфигурации агрегата и характеристик крутящего момента-частоты вращения двигателя.

Как указывалось выше, непосредственная величина замера мощности, подаваемой на электрический двигатель, преобразуется в крутящий момент посредством простых расчетов. Предполагая, что скорость откачки постоянна, можно наложить действительную величину крутящего момента на произвольный синусоидальный крутящий момент, имеющий такую же частоту, что и скорость откачки, и находящийся в согласовании с грузами противовеса (180° вне фазы с замеренным крутящим моментом). Полученный крутящий момент соответствует величине, которая бы имела место при перемещении грузов противовеса на кривошипе на удаление, равное приложенному крутящему моменту, разделенному на массу противовеса. Программа проводит этот расчет автоматически, регулируя противовес с малыми приращениями, пока величины крутящего момента при пике в верхнем и нижнем качании не будут равны.

Полученная в результате величина крутящего момента наносится на график с использованием пунктирных линий. Необходимо обратить внимание на то, что в нижней части рисунка проведены два толстых черных линейных сегмента. Они указывают на те части при верхнем и нижнем качании, на которых программа стремится найти пики крутящего момента для обеспечения уравновешенности. В общем, сегменты качания, выбранные программой, соответствуют, где максимальный крутящий момент происходит на каждой половине качания. Время от времени существует возможность того, что пиковый крутящий момент, который программа должна учитывать, не включен в раздел, который выбирается автоматически. У пользователя имеется возможность изменения отрегулированного крутящего момента с помощью стрелочных кнопок перемещения вверх-вниз. При нажатии каждой кнопки изменяется масса противовеса, и программа повторно рассчитывает противовес и отображает результаты на рисунке и в таблице в правой части. При нажатии кнопки **Note** электронное табло возвращается в автоматически сбалансированное состояние.

Изменение противовеса (CB CHANGE FOR BALANCE) отображается в тысячных долях дюйм-фунтов, указывая, должна эта величина быть увеличена или уменьшена.

Было часто замечено, что в балансирных насосных агрегатах потребление мощности несколько снижается, если на агрегат воздействует несколько ббльшая нагрузка штанг, и он не уравновешен с тем, чтобы точно выровнять пики крутящего момента. Это частично связано с увеличенной скоростью вращения при нижнем качании, при котором в системе сохраняется больше кинетической энергии, чем получено при верхнем качании. Общим результатом может быть снижение суммарного потребления электроэнергии примерно на 5-7%. Реальный режим будет также зависеть от типа используемого двигателя и величины скольжения ротора. Поэтому рекомендуется проверять эту регулировку с результатами замеров на месторождении

10.51 Идентификация контргрузов

Важно правильно идентифицировать размер контргрузов, установленных на агрегате, что позволяет оператору ввести правильное значение перемещаемого контргруза (в фунтах). Это обеспечивается вводом общей массы перемещаемых контргрузов. Например, если у агрегата имеется четыре контргруза по 750 фунтов каждый, общая масса контргрузов составит 3000 фунтов. После этого программа укажет перемещение для каждого из четырех контргрузов.

Текстовый файл базы данных контргрузов хранится в директории ECHO. Его можно увидеть, напечатав CWEIGHT в DOS prompt.

10.52 Перемещение контргрузов

Программа укажет также расстояние и направление перемещения контргрузов, что необходимо для изменения противовеса по указанной величине крутящего момента.

Когда используется много контргрузов, каждый из них необходимо переместить на расстояние, указанное программой. После принятия решения об общей перемещаемой массе пользователь вводит ее величину, как показано на рисунке (см. с. 228 оригинала).

В этом примере в программу была введена общая масса 5324 фунта, и она рекомендовала переместить ее на 10 дюймов вовнутрь, а затем – переместить каждый из контргрузов на 16 дюймов также вовнутрь, к коленчатому валу.

10.53 Проверка результатов

Как указывалось выше, по замерам электрического тока, потребляемого приводным агрегатом, был сделан ряд предположений при обобщении расчетов крутящего момента по редуктору коробки передач. Главным предположением является то, что скорость вращения представлена средней величиной при качании штока насоса, в то время как в действительности ее колебания находятся в пределах 5040%. Кроме того, воздействие изменений в инерции вращения контргрузов не учитывается при расчете изменений крутящего момента противовеса. С другой стороны, считается, что относительная величина пиков крутящего момента, полученная по измерениям тока, более точная, чем по результатам динамометрии из-за трудностей в замере точного влияния противовеса и неопределенности в отношении правильности размеров агрегата, используемых при расчете крутящего момента.

По этим причинам предлагаемое изменение противовеса необходимо интерпретировать в качестве первой лучшей оценки по методу проб и ошибок. Эта регулировка должна проводиться поэтапно, и после перемещения каждого контргруза следует замерить ток, чтобы убедиться в достижении требуемого эффекта.

Изменение противовеса агрегата приведет также к небольшим изменениям в скорости откачки.

Невозможно получить стыкующиеся данные, если насос не работает в установившемся режиме или если скважина откачана. После каждого изменения противовеса должно пройти достаточное время, прежде чем проводить еще одно исследование, чтобы обеспечить возвращение к нормальным характеристикам работы скважины.

Особый случай – частота вращения двигателя

Можно использовать систему замеров электропитания для расчета нагрузки крутящего момента постоянной частоты вращения двигателя, например, приводного двигателя винтового насоса (Мойно) - центробежного насоса. Программа выявляет этот случай посредством регистрации отсутствия изменения сигнала по электропитанию при сборе данных. Затем автоматически появляется экран (см. с. 229 оригинала).

11.0 ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ

11.1 Распечатка данных отчетных экранов

Отчеты с обработанными данными распечатываются с помощью варианта Print в меню File.

11.2 Испытание аппаратных средств

Испытание электронных аппаратных средств и кабелей проводится с помощью Trouble Shoot Wizard (подпрограмма устранения неисправностей) на странице Equipment Check (проверка оборудования) в модуле SYSTEM SETUP (установочная система). Система предназначена для быстрого выявления неисправностей аппаратных средств, а также надлежащей зарядки аккумуляторов, отсутствия замыкания цепей датчиков, кабелей и соединителей или размыкания последних, а также соответствия характеристик работы усилителей скважинного анализатора спецификациям.

11.21 Испытание аппаратных средств с использованием страницы Equipment Check

Перед открытием этой страницы пользователь должен проверить, чтобы все коэффициенты и серийные номера датчиков были введены правильно. Пользователь должен убедиться, что все

значения напряжения находятся в установленных пределах. Несоответствия могут возникать из-за неисправностей электроники или кабелей и соединителей (см. рисунок на с. 230 оригинала).

Предназначение подпрограммы Communication Wizard (Alt-1) – определение проблем, связанных с передачей данных между компьютером и аналого-цифровой электроникой.

Предназначение подпрограммы Trouble Shoot Wizard - Alt-1 (подпрограмма устранения неисправностей) – локализация неисправности в датчиках или в электронике.

11.22 Подпрограмма Communication Wizard

Каждый раз, когда выбирается страница Equipment Check, программа проверяет обмен данными с аналого-цифровой электроникой. При невозможности установить связь появляется сообщение, а после нажатия ОК отображается следующее: см. с. 231 оригинала.

Следующий шаг – использование Communication Check Wizard для локализации проблемы. Выбрать подпрограмму нажатием Alt-1 или щелчком по соответствующей кнопке, после чего появится следующая последовательность экранов: см. с. 232 оригинала.

Это наиболее частая причина проблем. Необходимо убедиться, что Master Switch (главный рубильник) переустановлен каждый раз, когда программа заканчивается в аномальном режиме. (аварийно) и подождать, прежде чем запускать программу TWM, пока свет не изменится с желтого на зеленый.

Проверка кабелей

После переустановки переключателя электропитания выбрать Next: см. сс. 233-234 оригинала.

Подробные данные о порте Communications можно получить, перейдя в режим Experienced User (опытный пользователь) и выбрав Communication Parameters. Эти параметры должны быть совместимыми с Communication Parameters соответствующего порта, в соответствии с уставками Windows для папки Control Panel's System (см. рисунки на с. 234 оригинала).

После восстановления связи появляется следующий экран (см. с. 235 оригинала).

Подпрограмма Trouble Shoot Wizard

Когда связь между скважинным анализатором и компьютером нормальная, функции сбора данных проверяются с использованием подпрограммы Trouble Shoot Wizard (устранение неисправностей).

Проверка напряжения

На экране появляются величины напряжения аккумулятора скважинного анализатора и напряжения для запитывания датчиков. Если эти величины не находятся в приемлемых пределах, необходима подзарядка аккумулятора с последующим проведением испытания (см. рисунок на с. 236 оригинала).

Проверка датчика

Если напряжение аккумулятора находится в приемлемых пределах, а напряжение возбуждения – нет, или последнее значительно снижается, когда соответствующий датчик подсоединен к скважинному анализатору (используя главный кабель), существует значительная вероятность того, что датчик неисправен. В этом случае пользователь должен продолжать устранение неисправностей, описанную в данной главе (см. рисунок на с. 236 оригинала).

Проверка усилителя

Усилители скважинного анализатора проверяются с помощью встроенного тестера (для более ранних моделей использовались съемные усилители), доступ к которому осуществляется через гнездо на верхней панели. Соответствующие кабели подсоединены к испытательному гнезду и соответствующим входам. Сигналы генерируются вручную нажатием красной кнопки. Если нет

регистрируемого сигнала, важно убедиться, что проблема не связана с неисправным кабелем или соединителем. Необходимо либо использовать запасной кабель, либо проверить сомнительный кабель посредством контроля непрерывности и заземления с помощью омметра до того, как прийти к выводу о неисправной работе усилителей. Необходимо выполнять указания на экранах ниже, чтобы проверить как кабели, так и усилители (см. рисунок на сс. 237-238 оригинала).

Испытательный выход акустического канала

Это используется для испытания как коаксиального кабеля, так и усилителя акустического канала. При нажатии испытательной кнопки должно появиться электронное табло с постоянной частотой сигнала 20 гц, как показано на следующем рисунке: см. с. 239 оригинала.

Проверка кабелей, усилителей и аналого-цифрового преобразователя

Эта проверка необходима, чтобы убедиться в надлежащем функционировании главного кабеля датчика и аналого-цифрового преобразователя. Необходимо повторить испытание с использованием каждого кабеля отдельно, а также всех кабелей, подсоединенных последовательно с тем, чтобы проверить также и соединители. Каждый раз при нажатии испытательной кнопки сигнал должен увеличиться от нуля до 1 мВ/В, как показано ниже: см. с. 240 оригинала.

Руководство по эксплуатации

1. Вставить соединительную часть заправляющего элемента № GG42 к баллону с углекислым газом
2. Закрывать клапан газового пистолета
3. Заправить камеру путем вталкивания соединительной части заправляющего элемента № GG42 в баллон с углекислым газом. Вытащить когда давление достигнет 150 Пси. Смотри руководство для подробных инструкций.

Руководство по заправке газом

Не заправлять, если баллон поврежден, резьбы нарушены, или существуют другие признаки ухудшения состояния баллона.

1. Опустошить баллон и вытащить соединительную часть заправляющего элемента № GG42
2. Взвесить пустой баллон
3. Соединить баллон к соединительной части заправляющего элемента № GG44 которая вставлена в большой сифон с CO₂ после первого смазывающего кольца на части № GG44.
4. Открыть клапан баллона с CO₂ на 30 сек затем закрыть клапан.
5. Убрать баллон
6. Взвесить заправленный баллон. Если вес превышает вес пустого баллона более чем на 7.5 унций (212 грамм) , стравить баллон через соединительную часть № GG42 на газовый пистолет (с открытым клапаном) или стравливающую часть № GG45 пока оставшийся вес в баллоне не будет 7.5 унций (212 грамм) или меньше.

Примечание : Охлаждение баллона перед заправкой может быть необходимым для получения полного объема 7 .5 унций. Баллон может быть охлажден в холодильнике или путем быстрой продувки через стравливающую часть № GG45.

НЕ ПЕРЕЗАПРАВЛЯТЬ

Баллон с углекислым газом

Осторожно

- Содержимое под давлением
- Не вдыхать газ и не допускать попадания на кожу. Газ становится холодным во время использования и может вызвать обморожение или другие повреждения.
- Металлические части баллона могут стать очень холодными во время использования. Предохраняйте руки и другие части тела от прямого контакта с металлическими частями баллона во время использования.
- Содержит углекислый газ под давлением. Не протыкать и не поджигать баллон. Не оставлять у источника тепла и не хранить при температуре более 76 гр. Держать подальше от детей.
- Подробности смотри в руководстве по эксплуатации.
- Опрессовывать баллон или заменять после двух лет эксплуатации.

ВНИМАТЕЛЬНО ЧИТАЙТЕ ИНСТРУКЦИИ НА ЗАДНЕЙ ПАНЕЛИ

Важные инструкции для перезаряжаемых батарей

1. Зарядить перед эксплуатацией. Прочитать руководство на предмет инструкций по зарядке. Использовать только то зарядное устройство которое прилагается к данному оборудованию .
2. Когда батарея не находится в эксплуатации вытащить из оборудования и хранить в сухом прохладном месте.
3. Не замыкать между собой концы батарей. Некоторые батареи защищены внутренними само – устанавливающимися предохранителями, но короткие замыкания могут вызвать серьезные повреждения батарей.
4. Держать подальше от огня и не поджигать даже при уничтожении батареи может взорваться.
5. Ни при каких обстоятельствах не вскрывать оболочку батареи.
6. Не допускать попадания влаги или дождя.
7. Не бросать, не ударять или подвергать неправильной эксплуатации батарею – она сломается и может вытечь электролит, а также содержимое ячеек, которое очень коррозивно.

Несколько примечаний по использованию батарей (аккумуляторов)

1. Абсолютно нормальным является нагревание батареи, ощутимое на ощупь во время зарядки и разрядки.
2. Время эксплуатации зависит от требуемой энергии. Маркировка такая как “2часа “ работы соответствует лабораторному испытанию при обычной постоянной работе оборудования. Использование специальных характеристик и приспособлений требует дополнительной энергии и сокращает срок эксплуатации. В случае использования характеристик переносных компьютеров, которые требуют дополнительной энергии и сокращают время работы батареи, включая жесткие диски, программы которые используют аудио звучание или музыку, а также усиление яркости экрана.
3. Срок работы батареи при нормальных условиях может составлять 1000 циклов зарядки - разрядки.
4. Новым батареям может потребоваться 4 – 5 циклов зарядки, перед тем как они начнут работать на полную мощность
5. Никеле кадмиевые батареи могут храниться от 2 до 3 лет без вреда. Но тем не менее лучше их периодически перезаряжать и хранить в сухом прохладном месте.
6. Закрытые свинцово кислотные аккумуляторы могут храниться от 12 до 18 месяцев. Но тем не менее лучше их перезаряжать после 8 месяцев и хранить в сухом прохладном месте.
7. Является нормальным если батарея само-разряжается во время хранения. Всегда полностью заряжайте батарею перед использованием, если она хранилась более одной недели.

Стабилизатор дифференциального давления с фиксированным выходом

Для исследований КВД с использованием дистанционного газодинамического источника звуковых сигналов удобно применять систему, которая автоматически поддерживает давление в объемной камере на фиксированном уровне дифференциального давления (200 фунтов/кв.дг) выше, чем скважинное давление.

На диаграмме ниже показано, как автоматический стабилизатор давления (поставляется дополнительно) используется совместно с дистанционным газодинамическим источником сейсмических сигналов (см. с. 241 оригинала).

Эхолот – прибор Анализатор скважин

Анализатор скважин это объединенная система сбора данных по механизированной добыче жидкости и система диагностики, которая позволяет оператору максимально увеличить дебит нефти и газа и снизить эксплуатационные расходы. Производительность скважин, пластовое давление, общая эффективность, нагрузка на оборудование и производительность скважины вычитаются из комбинации замеров устьевого давления, акустического уровня жидкости, динамометрии, ответного сигнала мощности и давления. Эта переносная система основана на точном аналоге цифрового преобразователя контролируемая переносным компьютером на основе программы Windows. Анализатор скважин собирает, сохраняет, обрабатывает, отображает на экране и управляет данными на устье скважины чтобы предоставить немедленный анализ рабочего состояния скважины.

Акустические замеры уровня жидкости

Эхолот анализатор скважин используется совместно с газовым источником сигнала / микрофоном для определения уровня жидкости в скважине. Обычно, глубина уровня жидкости определяется в затрубном пространстве, но также уровень жидкости может быть замерен и в НКТ на газовых скважинах. Акустический импульс вырабатывается на устье скважины. Акустический импульс проходит через газ и отражается при изменениях проходимой поверхности, включая муфты НКТ и уровень жидкости. Программное обеспечение автоматически обрабатывает эти акустические данные и определяет уровень жидкости. Одновременно с замером акустического уровня жидкости, производятся первоначальный и после двух минут восстановления замеры давления в колонне. Замер при восстановлении давления в колонне позволяет подсчитать дебит притока газа в колонне и градиент газированной колонны жидкости, если свободный газ проходит через жидкость. Программное обеспечение подсчитывает рабочее забойное давление, максимальный дебит, всасывающее давление насоса, дебит притока газа в затрубное и другие параметры. Одиночный прострел акустического сигнала для замера уровня жидкости отображается на экране таким образом, что оператор может видеть работу скважины.

Импульсный измеритель давления

Анализатор скважин может использоваться со специальным программным обеспечением для получения данных восстановления давления. Оператор программирует анализатор скважин для сбора данных в определенном режиме либо по количеству выстрелов в минуту либо по временному циклу записи. Усовершенствованным аналогом цифровых преобразователей являются точные датчики давления, и надежные дистанционные горючие источники сигнала которые позволяют сбор точных данных, которые используются для подсчета забойных давлений. В наличии имеется многочисленное количество диагностических и аналитических схем замеров, включая затрубное давление по времени, уровень жидкости по времени, замеры с производными, схему Горнера и радиальные кривые притока. Фактическое наблюдение за прибором во время сбора данных обеспечивает своевременное возвращение скважины в работу после завершения исследования.

Динамометр

Анализ данных динамометрии позволяет оператору определить нагрузку и работу балансира и насосной системы. Можно определить нагрузки на штанги, балансир, редуктор, производительность работы насоса и газового якоря. Легкий в установке, компактный датчик полированного штока прикрепляется к нему ниже несущей балки через несколько секунд. Датчик полированного штока позволяет безопасный и надежный сбор данных по нагрузке и месторасположению с достаточной точностью для большинства анализов. Подковообразный груз, устанавливаемый между несущей балкой и зажимом полированного штока дает возможность сбора данных с предельной точностью. Акселерометр с датчиками дает надежную технологию для определения положения полированного штока. С обеими динамограммами, устьевого и забойной производятся расчеты и отображаются на экране. Можно произвести исследование всасывающего и нагнетательного клапана. При использовании подковообразного датчика можно получить разрешимую диаграмму нагрузки и вращения. Датчик напряжения тока мотора позволяет сбор данных по силе тока мотора и совместно с данными динамометрии для выравнивания и установления размера мотора и анализа производительности мотора.

Анализ мощности мотора

Датчик мощности/ напряжения измеряет оба параметра. Данные мощности и напряжения обрабатываются для определения стоимости электричества, электрического КПД, вращения редуктора, фактора мощности, нагрузки насоса и других электрических параметров. Рекомендуется минимальный размер насоса. Чтобы выровнять противовесы на скважине оператор просто вводит вес противовесов и компьютер подсчитывает расстояние на которое необходимо сдвинуть противовесы.

Газодинамический источник сигналов с микрофоном

Анализатор скважин компании Эхометр может быть использован с различными газодинамическими источниками сигналов с микрофоном. Источник вырабатывает акустический импульс, который проходит через газ в затрубном и отражается от муфт и уровня жидкости. Отраженный акустический импульс переводится в электрический сигнал микрофоном источника. Дистанционный газовый источник обычно поставляется с анализатором скважин и необходим для мгновенного сбора данных. Источник газа 1500 пси ручного управления может работать во взрывном и внутренне взрывном режиме. Газ высокого давления из скважины может входить в источник для создания начального импульса таким образом, чтобы не требовался наружный источник газа. Для работ с высоким давлением имеются источники мощностью 5000 и 15000 пси. Точные датчики давления имеются в наличии с различными типами калибровки.

Обработка данных

Все данные по скважине и собранные данные хранятся в переносном компьютере Анализатора скважин. Собранные данные извлечены, отображены на экране и проанализированы совместно с историческими данными по скважине для проведения полного анализа скважины. Анализ может быть распечатан. Программное обеспечение может быть установлено на компьютер в офисе для просмотра данных привезенных с промысла. Программное обеспечение может быть загружено с сайта в интернет при желании.

Семинары и техническая документация

На семинарах по обучению обсуждается использование прибора для оптимизации работы скважины. Множество технической литературы имеется в наличии по анализу акустики, динамограмм и мощности/напряжения моторов. Список тем семинаров и технической литературы может быть выслан по заявке.

Спецификации и размеры

Анализатор скважин современный прибор, использующий сигма – дельтовый аналог к цифровым преобразователям, точные датчики, защищенные провода и доступное программное обеспечение. Общий вес всего прибора с приложениями 35 кг. Полный комплект поставляется в двух коробках имеющих размер 20 x 20 x 20 дюймов. Прибор компактный, прочный и предназначен для использования в горячих, холодных, влажных и сухих климатических условиях.

Дополнительная информация по размерам и весу может быть предоставлена по заявке для каждой модели.

Датчик для полированного штока

Краткое содержание

Новый датчик для полированного штока позволяющий быстрый и легкий съем данных динамограмм был недавно разработан. Цель этой разработки