

# Программа CoiCADE

## Программа для проектирования и расчета операций с ГНКТ

### ПРИМЕНЕНИЕ

- Операции с гибкими насосно-компрессорными трубами (ГНКТ)
- Вертикальные, наклонные, горизонтальные скважины
- Необсаженные и обсаженные стволы

### ПРЕИМУЩЕСТВА

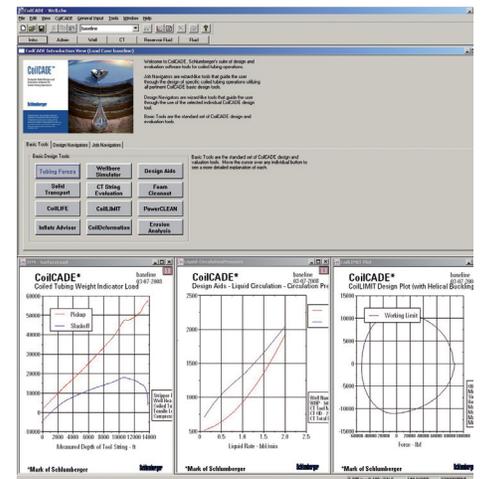
- Более эффективное проектирование операций с ГНКТ
- Точное моделирование и прогнозирование
- Верификация проекта проведения работ

### ХАРАКТЕРИСТИКИ

- Двенадцать модулей
- Возможность моделирования всех аспектов операций с ГНКТ, включая выполнение ремонтных и буровых работ

В целях лучшего понимания процесса циклической усталости и ограничений ГНКТ компания «Шлюмбергер» разработала программу CoiCADE\* для проектирования и расчета ГНКТ. Программа позволяет моделировать все аспекты процесса работ с ГНКТ от его начала до завершения, включая выполнение ремонтных и буровых работ. С помощью модулей, созданных в результате активных исследований и разработок, программа CoiCADE позволяет определить:

- Ожидаемые усилия и нагрузки в ходе работ
- Диапазоны усилий и давлений для повышения безопасности операций
- Проектные работы, требующие приложения специальных тяговых усилий или ослабления на забое скважины
- Дальность действия ГНКТ в скважинах с сильным наклоном
- Оптимальную компоновку ГНКТ
- Прогнозную величину циклической усталости во время внутрискважинных работ
- Прогнозные величины давления при закачке жидкости, азота или нитрифицированных флюидов.



Предварительный экран CoiCADE и примерные графики с выходными данными.

### Модуль Tubing Forces

Модуль Tubing Forces, главный модуль программы CoiCADE, предназначен для моделирования усилий, оказывающих воздействие на компоновку ГНКТ в ходе ее спуска и подъема из скважины. Модуль рассчитывает плавучесть, трение, вес компоновки и инструмента, давление на устье скважины и различные варианты компоновки ГНКТ для прогнозирования эксплуатационных параметров, таких как весовые показатели, винтовое запираение и точки останова. Эти прогнозные данные представляют особую важность для скважин с большим отходом от вертикали, так как размер ГНКТ, толщина стенки, размер КНК и геометрия ствола скважины в совокупности определяют максимально возможную глубину работы ГНКТ.

### Модуль CoiLIMiT

Модуль ограничения давления/натяжения ГНКТ CoiLIMiT\* позволяет определить предельные величины перепада давления (разрыва или смятия) и осевого усилия (натяжение или сжатие), которые могут быть безопасно применены к секции ГНКТ в стволе скважины. Критерии нагрузки по Мизесу для давления, натяжения и сгибания позволяют выявить условия, при которых ГНКТ начинают деформироваться. Модуль также предназначен для расчета давления смятия для ГНКТ имеющих овальность и максимальной сжимающей нагрузки перед винтообразным изгибом и запираением. Система определяет рабочий диапазон, в котором пользователь будет оставаться в ходе работ.

### Модуль CoiLIFE

Модуль расчета долговечности ГНКТ CoiLIFE\* позволяет математически определить долговечность ГНКТ для уменьшения вероятности усталостного разрушения, вызванного силовым воздействием на трубу. Модуль был разработан по результатам проведения программы расширенных лабораторных и полевых испытаний на усталость.

## Модуль Wellbore Simulator

В процессе циркуляции жидкости через НКТ по мере перемещения вверх или вниз в стволе скважины прокачиваются различные флюиды. В любое заданное время может быть три области потока: (1) внутри ГНКТ, (2) в стволе ниже ГНКТ и (3) в затрубном пространстве между ГНКТ и стволом скважины. Каждая область может иметь различные площади поперечного сечения на разной глубине, при этом длина каждой области со временем может измениться.

С помощью уравнений сохранения массы и импульса модуль Wellbore Simulator осуществляет моделирование переходного многофазного потока и гидравлических характеристик ствола, возникающих в процессе циркуляции. Моделирование также охватывает захват и транспортировку твердых частиц для определения необходимой скорости циркуляции и давления. Кроме того, выполняется расчет возможного поглощения пластом жидкости разрыва или притока флюидов для моделирования процессов перемешивания и течения всех твердых частиц, жидкостей и газов в кольцеобразном потоке. Модуль позволяет осуществить оценку целесообразности проведения работ по промывке, освоении азотом и буровых работ с ГНКТ как для горизонтальных, так и для наклонных скважин. При необходимости может быть выполнена количественная оценка выхода твердых частиц и флюидов на поверхность.

Модель Wellbore Simulator охватывает данные перемещения ГНКТ, захвата песка, песчаных напластований в наклонных и горизонтальных скважинах, притоков и поглощений в пластах, отслеживания перемещения флюидов, перепадов давления и штуцера на обратной линии. Имея эти сведения, инженеры получают возможность осуществить проверку проекта выполнения работ и проанализировать неясные ситуации перед фактической мобилизацией оборудования и материалов.

## Модуль Design Aids

Инструменты модуля Design Aids дополняют ранее названные функциональные возможности программы CoilCADE, позволяя более точно спроектировать циркуляционную обработку в стволе скважины с использованием ГНКТ. Результатом работы модуля является группа графиков чувствительности, демонстрирующих влияние на ход операции измененных рабочих параметров. Данные графики могут быть использованы при изучении влияния вводных параметров, таких как величины давления, номинальные величины и данные по флюидам, на выходные параметры, представляющие особую важность для выполнения операций. Графики также могут быть использованы для определения подходящих параметров обработки.

Модуль позволяет выполнять расчеты по циркуляции жидкостей, пены, нитрифицированных флюидов и по подъемным операциям

с использованием жидкостей, газа и азота. При необходимости могут быть выполнены расчеты концентраций твердых частиц, величин скорости в затрубном пространстве, давления на устье и форм потока для имеющихся вводных данных.

## Модуль CT String Evaluation

Модуль CT String Evaluation используется для оптимизации конструкции компоновки ГНКТ или для оценки существующей компоновки с учетом заданных условий эксплуатации и заканчивания скважин. Модуль призван гарантировать, что предельные механические параметры для ГНКТ не будут превышены.

## Промывка с ГНКТ

Удаление песка или другого материала из ствола скважины с помощью ГНКТ предполагает циркуляцию жидкости через НКТ до вскрытой поверхности в песчаном пласте, где осуществляется захват песка с помощью струйных насадок. Затем материал перемещается на поверхность по затрубному пространству между ГНКТ и НКТ или обсадной колонной.

Модуль Wellbore Simulator позволяет выполнить моделирование этого процесса, включая прокачку многофазных жидкостей, пластовое взаимодействие, перемещение ГНКТ и транспортировку песка в наклонных скважинах. Дополнительно в модуле Design Aids содержатся указания по проектированию операций промывки. В программе CoilCADE предусмотрено три модуля для особых процедур очистки:

## Модуль Solids Transport

Модуль Solids Transport позволяет выбрать оптимальную жидкость, минимальную скорость нагнетания и прохождения с помощью ГНКТ для удаления твердых частиц из ствола скважины. Модуль особенно эффективен при моделировании направления движения твердых частиц в наклонных скважинах

## Модуль Foam Cleanout

Модуль Foam Cleanout используется для определения номинальных величин и объемов жидкости и газа, необходимых для достижения требуемого качества пены на забое и давления устьевого штуцера для поддержания технического состояния ствола скважины.

В дополнение к вышеупомянутым модулям программа CoilCADE включает также:

- Модуль Inflate Advisor, содержащий указания по проектированию надувных пакеров CoilFLATE\*, спускаемых через ГНКТ
- Модуль CoilDEFORMATION\* для моделирования относительного удлинения ГНКТ и раздувания, вызванного усталостной нагрузкой
- Модуль Erosion Analysis для прогнозирования изменения толщины стенки ГНКТ в зависимости от параметров операции.