

Техническое задание
на выполнение работ по теме
Комплексное геомеханическое и петрофизическое моделирование как средство
повышения эффективности бурения скважин

ВВЕДЕНИЕ

Техническое задание на «Оказание услуг по техническому и технологическому сопровождению бурения горизонтальных скважин» (далее – Техническое задание) определяет требования выполнения работ по геомеханическому моделированию с целью проведения оптимизации процессов бурения паротепловых горизонтальных скважин на месторождении Бока де Харуко, Куба АО Зарубежнефть

Основной целью данной работы является применение геомеханического моделирования с целью оптимизации процесса строительства скважин. Основой процесса оптимизации является проведение полноценных геомеханических расчетов, которые на этапе планирования позволят скорректировать траекторию(и)/конструкцию(и) ствола скважины.

В рамках расчетов на стадии планирования, определяются опорные скважины, основными критериями выбора которых являются:

- близость расположения относительно плановой траектории,
- аналогичность и схожесть в геолого-тектоническом отношении, петрофизических характеристиках пластов,
- покрытость и полнота представленной геолого-геофизической информации, качество данных,
- наличие калибровочной информации, результатов тестирования керна на фильтрационно-емкостные характеристики, механические свойства пород и т.д.

Полный список необходимых данных представлен в Приложении 1.

1. ОБЪЕМ УСЛУГ

Создание геолого-геомеханической модели месторождения Бока де Харуко для решения задач бурения АО НК Зарубежнефть в течение 2019-2021 годов:

- 2020 год. Горизонтальная скважина – 2 ед. (скв.);
- 2021 год. Горизонтальная скважина – 1 ед. (скв.).

Ориентировочная дата оказания услуг: с начала заключения договора по 31.12.2019г.

2. ОПИСАНИЕ УСЛУГ

Закупка определяет возможность Претендента оказывать по поручению Компании услуги по геомеханическому моделированию с целью проведения оптимизация процессов бурения скважин на месторождении Бока де Харуко, Куба, АО Зарубежнефть. Выявление, количественная оценка и минимизация рисков, связанных с механическим поведением горных пород.

По итогам выполненных работ должно быть сделано:

- Этап 1. Анализ исходных данных;
- Этап 2. 1D Модель Механических Свойств геологической среды месторождения;

Перед началом работ АО Зарубежнефть должен быть предоставлен и утвержден список специалистов, задействованных на проекте, включая детальное резюме и их технические компетенции.

Квалификация персонала:

- Исполнитель должен обладать постоянно действующей рабочей группой из инженеров по геомеханике и петрофизике с квалификацией и опытом на территории РФ не менее 5 лет, достаточной для оказания качественных сервисных услуг по геомеханическому сопровождению бурения горизонтальных скважин и боковых горизонтальных стволов, а также для качественной и своевременной интерпретации ГИС;
- Средний опыт работы специалистов по геомеханике должен составлять не менее 5 лет, а для руководителей не менее 10 лет
- Исполнитель должен иметь опыт работы не менее 3 лет и возможности проведения геомеханического и петрофизического сопровождения строительства скважины в режиме реального времени (24/7);

Программное обеспечение:

- Исполнитель должен обладать специализированным отечественным программным комплексом для геомеханики, геонавигации и интерпретации каротажа во время бурения, зарегистрированным в реестре российских программ для ЭВМ и баз данных;
- Для целей проверки качества построенных моделей и мониторинга уровня предоставляемого сервиса, Исполнитель должен предоставить Заказчику на весь период осуществления работ не менее трех неисключительных лицензий на программное обеспечение по геомеханическому и петрофизическому моделированию, используемому Исполнителем для оказания услуг.

Технические задачи:

- Оптимизация режимных параметров бурения, с учетом анализа ранее пробуренных скважин и геомеханической априорной модели, выдача рекомендаций;
- Анализ технической информации и геологического разреза, в месте предполагаемого строительства скважины, на основании данных, представленных Заказчиком.
- Расчет устойчивости ствола скважины с получением численных величин градиента пластового давления, давления осыпания, поглощения и разрыва. Оценка основных рисков при бурении и программа их устранения. Доработка конструкции и процедур бурения скважины в пределах ограничений проектных решений. Подготовка и адаптация расчета устойчивости ствола скважины для обновления, калибровки и пересчета. Выдача рекомендаций по основным параметрам и составу раствора, бурения и процедурам для контроля геологических и эксплуатационных (при паротепловой обработке) осложнений;
- Анализ естественной трещиноватости пород;

- Информация обо всех основных операциях обработки данных, влияющих на методику обработки данных и, соответственно, на конечный результат должна быть представлены Заказчику. Решения о продолжении работ на ключевых этапах принимаются Исполнителем и Заказчиком совместно.
- Исполнитель обязан немедленно информировать Заказчика о каких-либо методологических или технических трудностях, возникающих при выполнении работ. Исполнитель должен предложить возможные решения для преодоления сложившихся обстоятельств.
- Исполнитель не должен передавать какую-либо информацию, полученную от Заказчика, или результаты обработки информации, полученной от Заказчика, или результаты исследования керна Заказчика третьим лицам без письменного согласования с Заказчиком.
- Выполнение этапов работы производить в соответствии с Календарным планом, согласованным с Заказчиком. Отклонения от календарного плана возможны по согласованию с Заказчиком.
- Исполнитель не должен быть каким-либо образом аффилирован с исполнителями по бурению, цементажу скважин, по производству ГРП, материалов для ГРП.

Организационные задачи:

- Консультирование персонала Заказчика в части оказания услуг;
- Составление отчетов по скважине и обсуждение результатов с Заказчиком;
- Участие в совещаниях, проводимых Заказчиком по вопросам использования модели механических свойств геологической среды в процессе бурения;
- Подготовка необходимой информации и презентаций, участие в составлении регламентов использования модели механических свойств геологической среды на данном лицензионном участке Заказчика.

Индивидуальная программа работ:

- Построение модели механических свойств геологической среды месторождения в пределах заложения скважины, включающая основные напряжения, рассчитанные с учетом паротеплового воздействия, пластовые (поровые) давления, упругие и прочностные механические свойства пород;
- Расчет устойчивости ствола скважины, в том числе при паротепловом воздействии, с получением численных величин градиента пластового давления, давления осыпания, поглощения и разрыва;
- зависимость устойчивости ствола скважин от азимута и зенитного угла;
- Оценка основных рисков при бурении и программа их устранения;
- Подготовка и адаптация расчета устойчивости ствола скважины для обновления, калибровки и пересчета;
- Выдача рекомендаций по основным параметрам и составу раствора, бурения и процедурам для контроля геологических осложнений.
- Этапы создания модели механических свойств геологической среды скважины:
Этап 1: Сбор и анализ данных.
Этап 2: Построение 1D Модели Механических Свойств геологической среды с учетом влияния теплового воздействия;

В рамках 1 этапа необходимо:

- определить потенциальные осложнения в процессе бурения, согласовать с АО Зарубежнефть;

- осуществить сбор всех имеющихся данных бурения, каротажа, замеры пластоиспытателей, наземной и скважинной сейсморазведки, истории добычи/закачки, отчеты и дизайны ГРП;
- определить несколько опорных скважин, для которых в дальнейшем будет проведено детальное моделирование;
- определение возможных осложнений в процессе бурения, которые необходимо учесть при планировании и строительстве скважины и их анализ;
- определить программу механического тестирования керна и предоставить детальные рекомендации по процедурам тестирования – по необходимости.
- обоснование выводов о полноте и состоятельности имеющихся данных. В частности, необходимо рассмотреть вопрос возможности совмещения данных об исследованиях керна, полученных в разное время и в разных лабораториях, либо с отложенных аналогов; Установление зависимостей между статическими и динамическими упругими характеристиками, и прочностными механическими свойствами пород. Поиск корреляционных зависимостей между данными, полученными при механических исследованиях керна, и стандартным комплексом ГИС и ГТИ (поиск связей керн-керн, керн-ГИС).
- Оценка полноты, качества и достаточности исходной информации, выработка плана мероприятий и рекомендаций по наработке недостающих геофизических данных, тестов, замеров (если таковые требуются).
- обоснование методики построения 1D геомеханических моделей;
- ожидаемые погрешности 1D геомеханических моделей по имеющимся данным и при проведении дополнительных работ по изучению геомеханических свойств пород разреза. График чувствительности геомеханической модели к вариациям входных параметров (торнадо-чарт)
- НТС Заказчика принимает решение о продолжении работ. На основании результатов работ необходимо, в частности, определить возможность и вероятную представительность геомеханической модели.

Этап 2:

- Произвести расчленение разреза на механические фации на основании каротажных данных, петрофизического анализа, данных описания и исследования керна и геологической информации с использованием данных по общей пористости и глинистости;
- выполнить расчёт упруго-прочностных динамических и статических механических свойств горных пород по разрезу и определить основные механизмы деформации. В процессе выбора модели должны использоваться данные тестирования керна на механические свойства, имеющиеся геологические данные, текущее представление о коллекторе и бассейне, а также аналоги. Профили тщательно калибруются по данным керна с данного месторождения. Далее проводится оценка изменения давления перехода упругость-хрупкость/пластичность с глубиной.
- на основании данных ГИС и информации по замерам давлений и напряжений определить распределение порового давления по разрезу, профиль градиента горного давления, направление и величину горизонтальных напряжений;
- осуществить расчет равновесного напряжения, возникающего под действием силы тяжести горных пород, горного бокового и порового давлений;
- по результатам анализа имеющихся данных, сделать вывод и рекомендации по проведению дополнительных геофизических исследований включая условия проведения ГИС;
- определить механические изменения в прискважинной зоне, оценить анизотропию напряжений, значения, механические свойства и их соотношения между собой (при условии наличия данных);

- расчет устойчивости стенки скважины, где в каждой точке стенки по всей окружности ствола и вдоль всей траектории определяются напряжения, действующие на породу, и рассчитывается риск разрушения;
- определение безопасного окна плотности бурового раствора и расчет градиентов: пластового давления, обрушения стенок ствола скважины с образованием вывалов (широкий, узкий) и сколовые разрушения, начало поглощения и гидроразрыва пласта (эшелонные трещины и трещины разрыва);

Формы отчетности:

- По результатам каждого этапа работ составляется промежуточный информационный отчет, содержащий описание результатов работ данного этапа.
- На заключительном этапе работ составляется итоговый отчет, содержащий:
 - ✓ описание методики геолого-геомеханического моделирования;
 - ✓ результаты определения динамических упругих параметров пластов и характера их связи со статическими параметрами (инверсия);
 - ✓ результаты 1D геомеханического моделирования, рекомендации по безаварийному бурению;
- Отчеты (информационные и итоговый) рассматриваются на геолого-техническом совещании Заказчика.
- Для защиты работ должны быть сформированы соответствующие презентации. По запросу Заказчика, Исполнитель должен предоставлять дополнительный презентационный материал при рассмотрении вопросов, связанных с осложнениями/инцидентами/авариями при бурении скважин.
- Все систематизированные данные, модели, исполняемое ПО, созданное при выполнении работ, и все вспомогательные файлы должны содержать их подробное описание и передаваться Заказчику на электронных носителях.
- Язык докладов и отчетных материалов – русский. При формировании цифровых файлов допускается использование общепринятых английских аббревиатур и терминов при условии предоставления списка используемых сокращений/терминов с их переводом на русский язык.
- Отчеты о работах передаются Заказчику в 2 экз. на бумажном и электронном носителях.

Приложение 1. Полный список необходимых исходных данных

Геолого-геофизическая информация:

- «Зоны повышенного интереса»: лицензионный участок, координаты существующих и проектных скважин (добывающих, разведочных, поисковых).
- Сводный стратиграфический разрез отложений.
- Структурные карты с элементами тектоники по кровле основных стратиграфических комплексов и горизонтов.
- Отчеты по петрофизическим исследованиям керна продуктивной части разреза скважин.
- Отчеты по геомеханическим исследованиям керна.
- Данные (отчеты и исходные данные) о результатах исследований керна (ОФП, ФЕС, геомеханические свойства, и др.).
- Результаты геофизических исследований скважин (заключения, планшеты, LAS файлы), включая данные метода сопротивлений, волнового акустического каротажа, плотностного, гамма, гамма-спектрометрии, нейтронного каротажа, профилометрии и инклинометрии, микросканирования стенок скважины.
- Прямые замеры пластового давления (MDT, RFT).
- Тесты на приемистость, данные об опрессовке пластов (LOT, FIT). С записями скорости закачки, давлений в зависимости от времени, а также параметров раствора.
- Керновый материал с привязкой по глубине описанием.
- Геологические модели лицензионных участков.

Данные бурения по скважинам:

- Высота стола ротора (Air Gap), конструкция скважин, траектория скважины и карта рельефа поверхности, с отмеченными положениями скважин (достаточно в отсканированном или печатном виде).
- Суточные и конечные отчеты по бурению скважин, суточные и конечные отчеты по растворам, данные о возникших осложнениях при бурении скважин, связанных с АВПД (из буровых отчетов).
- Записи давлений во время бурения (прибором APWD либо его аналогами).
- ГТИ (все механические параметры бурения + газовый каротаж + шламограмма).
- Данные по ГРП и микро-ГРП, с записями давлений, скоростей закачки, параметров и объемов раствора.
- Промысловая информация:
 - Данные испытания и исследования скважин (разведочных и эксплуатационных).
 - Данные о фактической работе эксплуатационных скважин (дебит, обводненность, газовый фактор, забойные давления и т.п.)
 - Результаты определения пластовых давлений в продуктивной части разреза скважин.
 - Данные о процессе бурения существующих скважин (данные ГТИ о темпах проходки, о работе бурового станка, параметры бурового раствора, суточные рапорта по бурению скважин).
- **Сейсмические данные:**
 - Результаты обработки и интерпретации материалов сейсмоки 3D во временном и глубинном масштабах, принятые скоростные законы.
 - Материалы ВСП, зависимости глубина-время по данным ВСП.
 - Карты по кровле основных сейсмических горизонтов с нанесенными разломами.

Кубы сейсмических атрибутов (по согласованию с Заказчиком).