

**Техническое задание
на проведение работ:
«Определение геомеханических свойств пород на месторождении Аксай»**

1. Местоположения объекта:

Объект расположен на территории Республики Казахстан, Кызылординская область, Сырдарьинский район, месторождение Аксай.

2. Цель работ:

Проведение геомеханических исследований с целью изучения устойчивости ствола скважин, планируемых к бурению на месторождении «Аксай», что позволит оценить риски связанные с набором зенитных углов и азимутов и поможет сформулировать программу плотности буровых и цементных растворов и их типов для траекторий скважин. Результаты исследований позволят предотвратить риски с поглощениями и газопроявлениями, а также позволят провести моделирование гидроразрыва пласта в том числе многостадийного (МСГРП) с целью повышения эффективности строительства и интенсификации притока вертикальных и горизонтальных скважин на месторождении «Аксай».

3. Решаемые задачи:

- Создание геомеханических моделей основных пластов для целей контроля за состоянием залежей, оптимизации процессов бурения, интенсификации добычи и мониторинга разработки.
- Оптимизация диаметров ствола для максимальной безопасности, производительности и целостности скважин.
- Уточнение расчётов, подбор оптимальной технологии, в том числе удельного веса для проведения цементажа и подготовки буровых растворов для бурения.
- Оптимизации конструкции и видов закачивания скважин, профиля ствола, глубины спуска башмака обсадных колонн за счёт снижения рисков обрушения ствола, потери циркуляции, поглощения и проявлений, прихватов буровой компоновки.
- Результаты работ должны использоваться для снижения риска выбросов и потери циркуляции, поглощения, проявлений во время бурения скважин.
- Результаты исследований будут использоваться для оценки достижимых параметров трещины ГРП (МСГРП) с учетом рисков проведения ГРП, связанных с геологическими особенностями строения залежей, роста трещины в высоту и прорыва вовмещающие горизонты.
- Результаты работ будут использоваться для проектирования гидравлического разрыва пластов, в том числе для МСГРП в горизонтальных участках. То есть оптимизация параметров трещины ГРП (МСГРП) с целью максимизации добычи, снижения затрат на материалы, используемые при ГРП (МСГРП);
- разработка оптимального дизайна ГРП (МСГРП) с учетом геологических рисков.

4. Ожидаемый объем работ по геомеханическому моделированию:

Углубленное изучение геомеханических свойств пород и определение поля напряжений. Для определения данных параметров Потенциальный поставщик должен будет провести каротажные работы на кабеле в обсаженном стволе скважины то есть провести запись акустического каротажа (АКШ, АКЦ, ГК) с проведением последующей интерпретации для определения азимутальной анизотропии. ГИС необходимо провести в обсаженном стволе скважины. Выбор скважины для ГИС будет проведен после

определения точек бурения горизонтальных скважин с участием Потенциального поставщика.

Потенциальный Поставщик должен создать согласованную и непротиворечивую базу данных ГИС, геологии и бурения, которая будет являться основой для геомеханической модели:

- Загрузка, увязка и проверка качества всех каротажных данных;
- Выявление основных осложнений при бурении, определение их первичных причин;
- Анализ замеров пластоиспытателей, результатов испытаний, мероприятий по интенсификации притока для понимания пластового давления, наличия/отсутствия истощения пласта, магнитуд напряжений;
- Анализ специальных исследований (кросс-дипольной акустической анизотропии);
- Оценка геофизической информации (интерпретация поверхностной сейсмике и ВСП) на предмет возможности использования для геомеханических задач.

По результатам анализа качества, полноты данных и расположения по отношению к плановой скважине должны быть выбраны несколько опорных скважин для проведения 1Д геомеханического моделирования.

Для повышения достоверности прогноза модели механических свойств для проектной скважины, в первую очередь, необходимо откалибровать расчеты упруго-прочностных свойств и напряжений по данным пробуренных/-ой скважин/ы (данные каротажа и осложнений при строительстве).

Построение модели механических свойств вдоль ствола опорной скважины должно включать в себя несколько основных стадий:

- оценка упруго-прочностных свойств на основе акустических характеристик, плотности, пористости, механической стратиграфии и внутренних наработок;
- расчет вертикального напряжения путем интегрирования плотностей вышележащих толщ пород;
- расчет пластового давления по данным акустического каротажа, каротажа сопротивления и калибровка на данные бурения и прямых замеров пластового давления пластоиспытателями на кабеле;
- определение направлений горизонтальных напряжений по интерпретации данных азимута распространения быстрых и медленных поперечных волн по скважинной акустике и данных о структурной геологии.
- расчет горизонтальных напряжений; калибровка профиля минимального напряжения на данные тестов на приемистость, целостность (FIT) и поглощений и проявлений во время бурения/цементирования, а также на результаты ГРП.
- расчет устойчивости стенок скважины и калибровка на фактические данные: модель должна точно указывать на интервалы осложнений, идентифицированные в процессе бурения (затяжки/посадки при хождении инструмента, скачки давления и момента, интервалы обвалообразования, проявления или поглощения раствора).
- после подтверждения достоверности модели механических свойств для опорной/-ых скважин эта методология должна быть применена для прогноза расчета устойчивости проектируемых скважин.

Расчет Устойчивости Ствола проектной скважины производить с учетом траектории, упруго-прочностных характеристик пород и профилей напряжений вдоль ствола скважины по критерию разрушения Мора-Кулона, результатом чего является безопасное окно веса бурового раствора, а именно:

- Градиент пластового давления;
- Градиент осыпания стенок скважины;
- Градиент поглощений бурового раствора;

- Градиент гидроразрыва пласта

На основе расчета должны быть определены основные зоны неустойчивости и возможных поглощений, выбросов раствора, газопроявлений и выданы рекомендации по безаварийному бурению, включающие оптимальный удельный вес бурового раствора, предел ЭЦП во время бурения и цементирования, траекторию ствола, оптимальную конструкцию и глубину спуска обсадных колонн.

Следующие данные должны быть предоставлены для планирования ГРП:

- Оптимальный азимут горизонтального ствола для проведения многостадийного ГРП;
- Профиль напряжений (стресс-барьеры, направления максимальных и минимальных стрессов);
- Профиль статического модуля Юнга;
- Профиль градиента гидроразрыва.

5. Основные требования к Потенциальному поставщику:

- Наличие оборудования, метрологическое обеспечение скважинных приборов (АКШ, АКЦ, ГК). Возможность полевой проверки и калибровки приборов перед началом работ и подтверждение корректности данных по окончании работ;
- Возможность выдачи полевого материала на скважине по окончании работ с учетом поправки за скважинные условия, в цифровом виде и на бумажном носителе;
- Наличие источников нейтронных и гамма излучений (РВ), которое подтверждается представлением санитарного паспорта на работу с источниками ионизирующего излучения (ИИИ);
- Обязательное использование двух датчиков натяжения (в компоновке приборов и на поверхности) для контроля, предоставить техспецификацию замерных приборов;
- Наличие комплексных модульных приборов позволяющих за 1 спуск провести исследования в обсаженном стволе скважины, предоставить техспецификацию оборудования. Общая длина компоновки не должна превышать 31 м, и диаметр приборов 73 мм;
- Возможность записи каротажа в обсаженном стволе в режиме высокого разрешения (шаг квантования 0.1), для определения интервалов тонкого переслаивания пластов, предоставить техспецификацию оборудования;
- Предоставление цифровых данных в международном формате API, гарантирующее загрузку в международные программы по интерпретации данных;
- Инженеры, специалисты, задействованные на проекте по геомеханическому моделированию должны быть квалифицированными и обязаны иметь опыт работы не менее трех лет по предмету проводимой закупки, предоставить копии дипломов, сертификатов;
- Потенциальный поставщик обязан располагать программным обеспечением, позволяющим обрабатывать и визуализировать всю необходимую информацию для геомеханического моделирования (предоставить соответствующие документы);
- Возможность непрерывной консультационной поддержки по вопросам проведенных интерпретаций и геомеханического анализа;
- Возможность интерпретации ГИС методами комплексного петрофизического анализа с использованием системы кросс-плотов и региональных зависимостей;
- Возможность предоставления отчетов по результатам исследований на английском языке с учетом пожеланий заказчика к объему и форме предоставляемых данных;

- Наличие сертифицированного по API-стандарту оборудования по контролю за давлением, подтвержденное соответствующими документами согласно законодательству РК;
- Потенциальный поставщик должен установить на всех видах автотранспорта опознавательные знаки (логотипы, таблички и пр.) для оперативного определения принадлежности автотранспорта определенной подрядной организации;
- Наличие у потенциального поставщика: а) лицензия на работы с источниками ионизирующего излучения (РВ), б) лицензия на производство работ по геофизическим и промыслово-геофизическим исследованиям скважин,
- Учитывая, что на проведение геофизических работ могут оказать воздействие непредвиденные обстоятельства, в объемах и интервалах работ могут быть изменения;
- Потенциальный поставщик в течение 30 дней с момента заключения договора должен предоставить информацию по доле местного содержания в закупаемых товарах, работах и услугах. Местное содержание в товарах, работах, услугах рассчитывается в соответствии с Единой Методикой, утвержденной Постановлением Правительства Республики Казахстан.

6. Исходная информация для моделирования

Информация по пробуренным скважинам:

- Координаты устья
- Траектории
- Конструкции

Данные бурения скважин

- Суточные сводки по бурению, по раствору, ГТИ
- Результаты проведения тестов на целостность (FIT) - отчеты, исходные данные
- Финальные отчеты по скважине
- Данные буровой механики (механический каротаж)
- Шламограмма, фото шлама, описание

Данные ГИС и петрофизической интерпретации

- Интервальное время пробега Р- волны
- Интервальное время пробега S- волны
- Гамма каротаж
- Электрический каротаж, УЭС
- Плотностной каротаж
- Нейтронный каротаж
- Кавернометрия (одно-, многорычажная)
- Объемное содержание глинистого материала
- Общая и эффективная пористость

- Объемная модель
- Специальные исследования ГИС
- Отчет об интерпретации кросс-дипольного акустического каротажа
- Промысловая информация:
- Прямые замеры порового давления (ГДИС на кабеле MDT, ХРТ)
 - Результаты испытаний, гидродинамических исследований скважин, исследований профиля притока
 - Данные о проведенных мероприятиях по интенсификации притока (ГРП и т.д)
- Данные о геологии
- Пластовые отбивки
 - Информация о тектонике района, разломах
 - Структурные карты с расположением скважин
- Сейсмические данные:
- Структурные поверхности основных горизонтов и разломов по глубине
 - Результаты обработки ВСП
 - Результаты сейсмической инверсий (профили интервальных скоростей)
 - Отчеты по обработке поверхностной сейсмике

7. Состав работ:

- Анализ имеющихся ГИС на скважинах рассматриваемых лицензионных участков, включая данные о профиле притока и термобарические эпюры.
- Учитывать результаты исследований кернового материала
- Учитывать результаты ГДК и ОПИ (типа ХРТ и MDT)
- Описание методики разработки расчетных и корреляционных соотношений, анализ и предварительное сравнение рассматриваемых методик.
- Обоснование выбора рекомендуемой методики.
- Формирование рекомендаций по изучению механических свойств пород разреза и напряжённого состояния пород разреза в условиях залегания для того, чтобы Заказчик имел возможность оперативно корректировать процесс строительства скважин и набор методов исследования.
- Анализ доступных данных о механических свойствах пород разреза на предмет полноты и достаточности.
- Анализ целесообразности проведения мини ГРП на интервальном пластоиспытателе типа MDT с двухпакерной компоновкой для получения дополнительной информации о геомеханических свойствах разреза. Должен включать явное указание интервалов испытания и программу выполнения миниГРП.
- Анализ результатов проведения лабораторных исследований керна (в т.ч. механических, фильтрационно-емкостных и др.).
- Поиск корреляционных зависимостей между данными, полученными при механических исследованиях керна и стандартным комплексом ГИС с целью дальнейшего использования полученных зависимостей для решения задач геомеханического моделирования.
- Разработка методики расчет и расчёт на основе акустических характеристик, плотности и пористости, механической стратиграфии и соответствующей 1D модели среды. Должны в полном объёме использоваться результаты исследования кернового материала, геологические данные, текущее представление о коллекторе и бассейне.
- 1D геомеханические модели должны быть откалиброваны по данным керна с данного месторождения.

- Построение модели геомеханических свойств в прискважинной зоне по данным стандартного комплекса ГИС (При наличии спец ГИС: плотностного и кросс-дипольного акустического каротажа).
- Разработка рекомендаций по увеличению эффективности, учитывающие особенности пласта и обеспечивающие построение одномерных геомеханических моделей для исследуемых лицензионных участков, применительно к задачам ГРП и строительства скважин.
- Разработка рекомендаций подрядным организациям по используемым значениям геомеханических свойств и параметрам ГРП.

8. Результаты работ и основные требования

- 1D геомеханические модели;
- Сопоставление данных каротажа и механических свойств пород разреза, учитывающее все доступные данные (т.н. механическая стратиграфическая модель);
- Прогнозные значения параметров бурения по стволу проектных скважин, относящихся к зоне повышенного интереса (типа рисков обрушения, рисков прихвата инструмента, глубин спуска обсадных колонн, параметров цементации);
- Прогноз осложнений при строительстве скважин, относящихся к зоне повышенного интереса, с указанием конкретных признаков приближения к осложнённым участкам во время углубления скважин;
- Построенные одномерные геомеханические модели для ряда скважин исследуемых лицензионных участков, позволяющие:
 - Обосновать оптимальные углы вскрытия неустойчивых пород горизонта М-I и М-II-5 при бурении пологих и горизонтальных скважин;
 - Обосновать плотности бурового и цементного раствора поинтервально (если потребуется, то для каждого горизонта в отдельности);
 - Разработать технологические мероприятия по бурению в условиях горизонта М-II-4 (горизонтальный участок)
 - Выделить зоны несовместимости условий бурения.
 - Определить оптимальную конструкцию скважины
- Геомеханические свойства пород, необходимые для разработки дизайнов ГРП.
- Методика построения одномерных геомеханических моделей.
- Работа должна быть выполнена с использованием основных законов физики пласта, механики многофазных сред, принципов разработки залежей УВ, с использованием имеющегося опыта и существующих инструментов оперативного прогноза показателей разработки и технологического режима работы скважин, а также с использованием математического и компьютерного моделирования. В работе должна быть максимально использована информация, передаваемая Заказчиком. В частности, но не исключая: исследования ОФП на керне, исследования ФЕС на керне.
- Потенциальный Поставщик должен предоставить рекомендации по строительству скважины, а именно оптимальные глубины спуска обсадных колонн, оптимальные необходимые плотности раствора (для предотвращения обрушения стенок ствола) и оптимальные пределы эквивалентной циркуляционной плотности раствора (для избежания потерь раствора во время бурения и цементирования, для предотвращения газопроявлений и выбросов) для каждой секции на основании расчетов устойчивости как вертикальных так и горизонтальных скважин. Рекомендации по оптимальной конструкции и заканчиванию скважин, по

оптимальному профилю ствола, по глубинам спуска башмака обсадных колонн как в вертикальных так и в горизонтальных скважинах

- Результаты работ предоставлять в виде отчетов в электронном и бумажном виде. Компоненты отчёта (таблицы, рисунки) должны быть доступны для редактирования в соответствующем ПО. Разработанные модели (программы, макросы) должны быть доступны для редактирования и быть работоспособными.
- Информация обо всех основных операциях обработки данных, влияющих на методику обработки данных и, соответственно, на конечный результат должна быть представлены Заказчику.
- Потенциальный поставщик обязан немедленно информировать Заказчика о каких-либо методологических или технических трудностях, возникающих при выполнении работ..
- Потенциальный поставщик 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.

9. Форма и порядок отчетности

- Отчеты (информационные и итоговые) рассматриваются на геолого-техническом совещании Заказчика.
- Для защиты работ должны быть сформированы соответствующие презентации. По запросу Заказчика, Потенциальный поставщик 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
- Результаты работ должны быть предоставлены в виде презентаций и отчетов в электронном и бумажном виде в 2 экземплярах на русском языке, а также в электронном виде (результатирующие файлы в формате .las) и на CD/DVD 2 копии.

**Директор департамента
геологии и разработки**

**Зам. директора департамента
геология и разработки**



Гиземани К



Шэнь Жэньфу