

ИЗУЧЕНИЕ ПРИНЦИПОВ ГЕОМЕХАНИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ, ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ И ПРАКТИЧЕСКОЙ ЦЕЛЕСОБРАЗНОСТИ

Корецкий В.Э. Email: Koretsky1169@scientifictext.ru

Корецкий Владислав Эдуардович – бакалавр,
специальность: технология вскрытия пласта,
кафедра бурения,
Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Аннотация: современные технологии добычи нефти и газа во многом основаны на бурении наклонных и горизонтальных скважин. Однако с их использованием возникли серьезные проблемы. Оказалось, что устойчивость стволов наклонных скважин существенно зависит от деформационных и прочностных характеристик горных пород, наличия и степени их анизотропии, а также от геометрии скважин и давления на их забое. Осложнения при бурении нефтяных и газовых скважин, связанные с потерей устойчивости ствола, как правило, сопровождаются большими затратами средств на ликвидацию их последствий, в связи с чем прогнозирование и предупреждение данного вида осложнений играет немаловажную роль в снижении себестоимости строительства скважин. Основной целью работы является геомеханический анализ и построение модели горных пород с целью предсказания стабильности ствола при бурении наклонно-направленных и горизонтальных скважин на нефтяном месторождении.

Ключевые слова: геомеханическое моделирование, модели горных пород, бурение горизонтальных и наклонно-направленных скважин.

STUDYING THE PRINCIPLES OF GEOMECHANICAL MODELING, DETERMINING ECONOMIC AND PRACTICAL ACCESSIBILITY

Koretsky V.E.

Koretsky Vladislav Eduardovich – Bachelor,
SPECIALTY: FORMATION TECHNOLOGY,
DEPARTMENT DRILLING,
TYUMEN INDUSTRIAL UNIVERSITY, TYUMEN

Abstract: modern oil and gas production technologies are largely based on the drilling of deviated and horizontal wells. However, serious problems arose with their use. It turned out that the stability of deviated wellbores significantly depends on the deformation and strength characteristics of the rocks, the presence and degree of their anisotropy, as well as on the geometry of the wells and the pressure at their bottom. Complications during drilling of oil and gas wells associated with the loss of wellbore stability, as a rule, are accompanied by high cost of funds to eliminate their consequences, and therefore the prediction and prevention of this type of complications plays an important role in reducing the cost of well construction. The main goal of the work is geomechanical analysis and construction of a rock model in order to predict the stability of the trunk when drilling directional and horizontal wells in an oil field.

Keywords: geomechanical modeling, rock models, drilling of horizontal and directional wells.

УДК 62-1

Геомеханическое моделирование

Построение геомеханической модели описывает основные действующие напряжения и их направление действие, пластовое давление и механические свойства горных пород. Таким образом, нестабильность ствола скважины при бурении является функцией плотности бурового раствора и параметров бурения. При применении геомеханического анализа появляется возможность уменьшить стоимость бурения скважины путем сокращения времени строительства и проектированием новых скважин с целью уменьшения вероятности возможных осложнений и аварий при бурении. Также, если такие осложнения появляются, геомеханический анализ позволяет изучить природу возникновения данных явлений и в кратчайшие сроки выработать эффективную методику устранения последствий данных аварий. Поскольку геомеханические параметры, такие как величины горных напряжений, поровое давление и предел прочности горных пород находятся вне нашего контроля, существует несколько методик для предотвращения аварий при бурении: проектирование конструкции скважины с целью предотвращения возникновения зон осложнений при бурении; изменение плотности бурового раствора, параметров бурения, минимизация механических повреждений горных пород при спуско-подъемных операциях, поддержание необходимого объемного расхода буровыми насосами оптимизация проводки траектории скважины с целью полного или частичного избегания осложнений во время бурения (изменение глубины, азимута и зенитного угла скважины) увеличение максимального давления, при котором происходит развитие трещины ГРП, путем изменения условий в системе скважина-пласт, путем применения специальных реагентов или путем нагрева. Далее мы рассмотрим методические аспекты

геомеханического сопровождения бурения скважины, включая построение предбуровых моделей механических свойств, напряжений и поровых давлений, а также устойчивости ствола скважины. Построение 1D геомеханической модели устойчивости ствола скважины (УСС). 1D геомеханическое моделирование и модель УСС позволяет подобрать оптимальную плотность бурового раствора (БР). Согласно модели УСС подбирается растворная программа, что влияет на итоговую стоимость скважины. Модель УСС позволяет выделить интервалы несовместимого бурения и разделить их различными секциями колонны. Расчеты также показывает интервалы, где следует ожидать потенциального обрушения стенок скважины (при текущей плотности БР), следствием которого являются затяжки, посадки и прихваты при бурении, а также интервалы вероятных поглощений при бурении.

Модель УСС это крайний правый трек. Темно-синяя ломаная линия рекомендованная плотность БР. Красная кривая с желтой заливкой - градиент обрушений. В случае, если плотность БР будет ниже этого значения, произойдет обрушение ствола скважины. Светло-синий цвет - градиент начала поглощений. Темно-синий - градиент разрыва породы.

Программное обеспечение для 1D геомеханического моделирования

Лабораторные измерения на керне включают: статические модули упругости, параметры прочности для условий, аналогичных пластовым; Если мы говорим о 3D геомеханическом моделировании, мы понимаем под этим решение трехмерной краевой задачи механики сплошной среды на модели геологической среды, наделенной механическими свойствами. Результатом моделирования является полностью определенное напряженное состояние среды, а именно рассчитанные поля напряжений и деформаций, удовлетворяющие уравнению равновесия (движения). Решение такой задачи в реальной геометрии возможно, конечно, только численными методами. Результатом данного 3D геомеханического моделирования является оценка начального напряженного состояния месторождения до разработки, которая является основой для разработки сценария безопасного бурения скважин.

Экономическое обоснование: По статистике, непроизводительное время при бурении скважин составляет в среднем 25% (от 10 до 40%) Из них, проблемы связанные с неточностью прогноза пластового давления и стабильности ствола скважины составляют 39%. Построение геомеханической модели на раннем этапе строительства скважины позволит существенно снизить аварии и уменьшить непроизводительное время (осложнения по геологическим причинам), тем самым сократиться время на строительство скважины. Также повысится эффективность ГРП и повышение дебита скважин на 15 - 100%, экономический эффект не менее 10 - 20 млн рублей. Правильное ориентирование наклонно-направленных, горизонтальных скважин и боковых стволов по азимуту, с целью оптимизации их добычи. Оптимальное заложение скважин позволит снизить количество скважин с сохранением уровня добычи.

Заключение: Геомеханическое моделирование месторождений стало развиваться сравнительно недавно благодаря повышению качества и информативности полевых и лабораторных исследований. Однако специальные лабораторные исследования для определения параметров, требуемых для геомеханического моделирования, как правило, не входят в запланированный список работ. В данной работе были представлены этапы построения геомеханической модели строительства горизонтальных скважин на основании имеющихся данных, в условиях, когда специальные лабораторные и полевые работы под задачу моделирования не выполнялись. Во-первых, качество геомеханической модели в сильной степени определяет качество модели механических свойств. Поэтому важно уделять внимание специальным керновым исследованиям под задачи геомеханического моделирования. Во-вторых, трехмерное геомеханическое моделирование заключается в решение задачи механики сплошной среды. Методы механики сплошной среды развиты достаточно хорошо, и поэтому целесообразно пользоваться моделями наиболее приближенными к реальной среде: учитывать упруго-пластическую реологию и вязкое течение. Для использования таких моделей также требуется определение специальных параметров на керне. Исследования на керне должны включать одновременное определение скоростей упругих волн и механических характеристик при условиях, аналогичных пластовым. Перечисленные работы требуют дополнительных затрат как финансовых так и временных, но качественная оценка напряженного состояния массива позволит выбрать оптимальный сценарий бурения и позволяет сократить существенные расходы и снизить затраты которые могут вызваны осложнениями в процессе бурения.

Список литературы

1. *Митропольский Ю.И.* Мульти-архитектурные вычислительные суперсистемы. Перспективы развития / Ю.И. Митропольский. Москва: Техносфера, 2016. 147 с.
2. *Некрасова А.П.* О статистике аварий и несанкционированных врезок на магистральных нефтепродуктопроводах и мероприятия по снижению их числа // Транспорт и хранение нефтепродуктов, 2000. № 8-9. С. 9-11.
3. *Шестаков Р.А.* К вопросу о методах обнаружения утечек и несанкционированных врезок на магистральных нефтепроводах // Труды Российского государственного университета нефти и газа имени И.М. Губкина, 2015. № 1. С. 85-94.

