

Программное обеспечение для решения комплексных задач геомеханического моделирования (Schlumberger Information Solutions)

Д.С. Шахов (компания Schlumberger)

В настоящее время в разработку вводятся все больше новых месторождений с осложненными условиями залегания продуктивных пластов, глинистыми и слабосцементированными коллекторами, для извлечения углеводородов из которых применяются различные дорогостоящие технологии, например, гидравлический разрыв пласта (ГРП), бурение горизонтальных скважин, термические методы воздействия на пласт и др. При разработке таких месторождений остро стоит вопрос о минимизации рисков на каждом этапе освоения. Геомеханические эффекты на подобных месторождениях могут играть ключевую роль при бурении скважин и добыче углеводородов, поэтому их учет становится неотъемлемой частью планирования разработки.

Современные технологии позволяют проводить различные исследования с целью оценки механических свойств пласта, его напряженного состояния и геомеханических эффектов, происходящих во время эксплуатации месторождения. Компания Schlumberger предлагает программное обеспечение, позволяющее извлекать максимальную пользу из всех имеющихся данных и проводить комплексный геомеханический анализ любой степени сложности и в различных масштабах. Тесная взаимосвязь программных продуктов создает удобство при передаче данных из проекта в проект и способствует эффективному взаимодействию между участниками рабочего процесса (рис. 1).

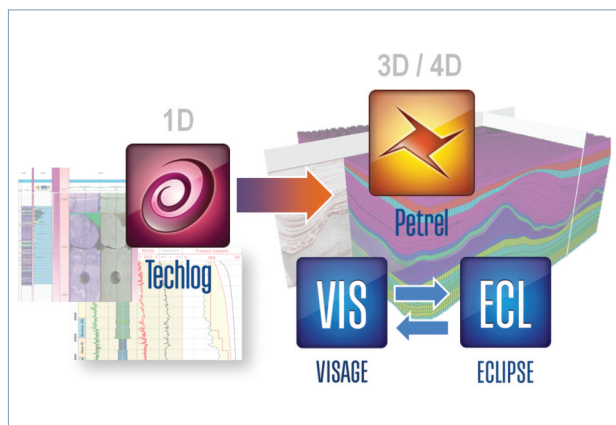


Рис. 1. Комплекс программных продуктов для решения задач геомеханического моделирования

Геомеханический анализ начинается на уровне скважин, где по специализированным методикам на основании данных геофизических исследований скважин (ГИС) рассчитываются механические свойства породы, распределение порового давления и напряжения в пласте. Калибровка рассчитанных величин на замеры порового давления, данные ГРП, мини-ГРП, результаты тестирования керна и другую информацию позволяет получать полноценную одномерную геомеханическую модель, способную воспроизводить различные события, возникающие при бурении скважин: поглощение бурового раствора; выбросы; разрушение породы.

Программная платформа Techlog* располагает широким диапазоном инструментов для загрузки и обработки всех необходимых данных с целью проведения полного геомеханического анализа для отдельно взятой скважины, начиная с прогнозирования порового давления и заканчивая расчетом механических свойств и напряжений. Результаты одномерного геомеханического моделирования могут использоваться как в рамках автономного рабочего процесса для анализа устойчивости ствола скважины в Techlog, так и для дальнейшего построения трехмерной геомеханической модели в Petrel*.

Трехмерная геомеханическая модель позволяет оценить напряженное состояние объекта разработки, а также окружающих пород и может использоваться при планировании бурения и заканчивания новых скважин.

Многофункциональная программная платформа Petrel* располагает инструментами как для геомеханического анализа на геологических и гидродинамических моделях, так и для создания новых 3D и 4D геомеханических моделей. Описание окружающих пород, распространение механических свойств, задание граничных условий и многие другие возможности доступны в рамках единой рабочей среды. Передовой геомеханический симулятор VISAGE*, плавно интегрированный в интерфейс Petrel, позволяет выполнять высокоточные численные расчеты напряжений, деформаций и степени разрушения породы. Функционал VISAGE открывает доступ к широким возможностям по моделированию поведения пород различной степени сложности, а также по включению в геомеханический анализ естественных нарушений, таких как разломы и трещины (рис. 2). VISAGE может работать с моде-

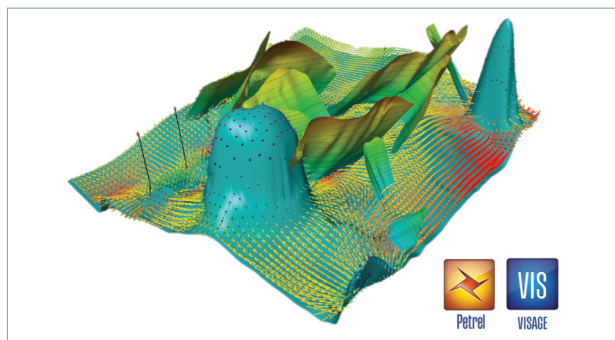


Рис. 2. Пример распределения напряжений на месторождении с разломами и соляными куполами

лями, состоящими из миллионов ячеек, поддерживает локальные измельчения сетки и параллельные расчеты, в том числе на графических процессорах (GPU). Инструменты визуализации и пост-обработки данных в Petrel позволяют проводить детальный анализ результатов геомеханического моделирования и использовать их для решения прикладных задач при планировании бурения, заканчивания скважин и разработки месторождения.

4D геомеханическое моделирование является передовой технологией, позволяющей оценивать геомеханические эффекты с учетом времени в процессе разработки месторождения. Такой подход открывает доступ к решению следующих задач геомеханического моделирования:

- расчет изменений пористости и проницаемости вследствие уплотнения горных пород;
- расчет проницаемости трещин и разломов при изменении пластовых условий;
- изменения в поле напряжений, вызванные истощением пластовой энергии или закачкой воды для ее поддержания;
- оценка величины уплотнения и проседания поверхности с течением времени;
- анализ целостности породы, устойчивости разломов, изменения раскрытости естественных трещин;
- прогноз вероятности пескопроявления;
- анализ целостности покрышки при проектировании мероприятий по подземному хранению газа, поддержанию пластового давления и закачки бурового шлама.
- разрушение породы на забое нагнетательных скважин (автоГРП).

Для решения этих и других задач Petrel предоставляет уникальную двустороннюю связь между геомеханическим симулятором VISAGE и гидродинамическим симулятором ECLIPSE*. При проведении совместных расчетов на выбранные временные шаги ECLIPSE передает в VISAGE данные о давлении, температуре и насыщенности флюидов в модели. На основании этого VISAGE рассчитывает поле напряжений, а также деформацию и разруше-

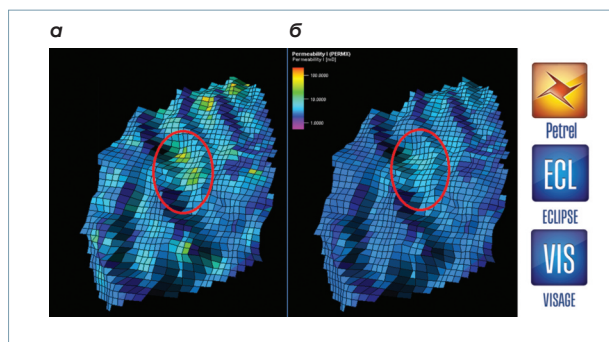


Рис. 3. Пример обновления проницаемости трещиноватого коллектора:

а, б – проницаемость соответственно в начале и конце разработки

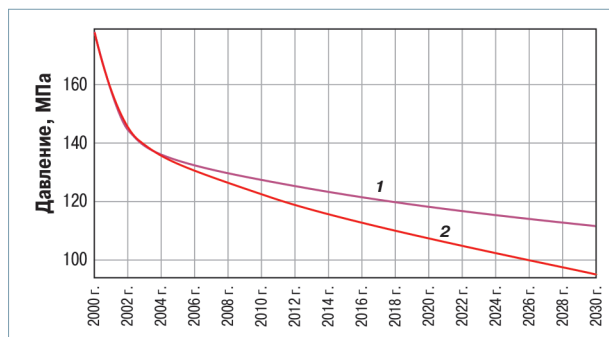


Рис. 4. Пример динамики снижения пластового давления в трещиноватом пласте без учета (1) и с учетом (2) обновления проницаемости

ние пород и естественных нарушений, затем возвращает в ECLIPSE обновленную информацию о пористости и проницаемости для дальнейшего гидродинамического расчета (рис. 3). Это позволяет улучшить качество адаптации гидродинамических моделей и повысить точность при прогнозировании добычи (рис. 4).

Программное обеспечение Schlumberger для геомеханического моделирования предназначено для использования специалистами как в области геомеханики, так и других профессиональных областях (разработка, геофизика, геология, петрофизика).

Schlumberger предлагает следующие курсы по обучению пользованию программным обеспечением для геомеханического моделирования:

- Techlog Geomechanics. Продолжительность: 3 дня.
- Petrel Reservoir Geomechanics. Продолжительность: 3 дня.

Кроме курсов по программному обеспечению, Schlumberger предлагает многочисленные теоретические и практические курсы по дисциплине «Геомеханика». С более подробной информацией можно ознакомиться на сайтах www.software.slb.com и www.nexttraining.net

www.sis.slb.ru

г. Москва, Ленинградское шоссе, 16А, стр. 3. Тел.: +7(495)935-8200, факс: +7(495)935-8780
e-mail: sis-qa-ru@slb.com