

# ШЛЮМБЕРЖЕ: ГЕОМЕХАНИКА КАК ОСНОВА ОПТИМИЗАЦИИ

Использование гидродинамического моделирования в сочетании с геомеханическим — технология достаточно новая, но уже зарекомендовавшая себя как эффективное средство оптимизации разработки месторождений. По сути, это одновременное рассмотрение эффектов изменения пластового давления под воздействием добычи и ГТМ и изменения тектонических и естественных напряжений в самом пласте.

Задача состоит в прогнозировании деформации пород, смещений и, соответственно, разного рода осложнений и аварий на скважинах либо, наоборот, улучшения коллекторских свойств. Упрощенно технология называется «геомеханикой».

**П**роцессы добычи и закачки ведут к изменению напряжений в пластах и перекачивающих породах, что становится причиной большого числа осложнений. К числу последних относятся 1) пескопроявления, 2) резкое падение проницаемости пластов, 3) деформации вдоль напластовывания с нарушением целостности систем заканчивания, 4) изменение градиента разрыва и устойчивости пород, 5) осложнения в связи с проседани-

ем пластов и реактивацией разломов и др.

Все эти изменения так или иначе связаны с изменением направления и значений напряжения, тогда как приток существенным образом зависит от механического состояния коллектора.

Повышенное горизонтальное давление по направлению к добывающим скважинам при закачке воды в пласт в процессе добычи меняется на пониженное. Если посмотреть на геомеханику этого

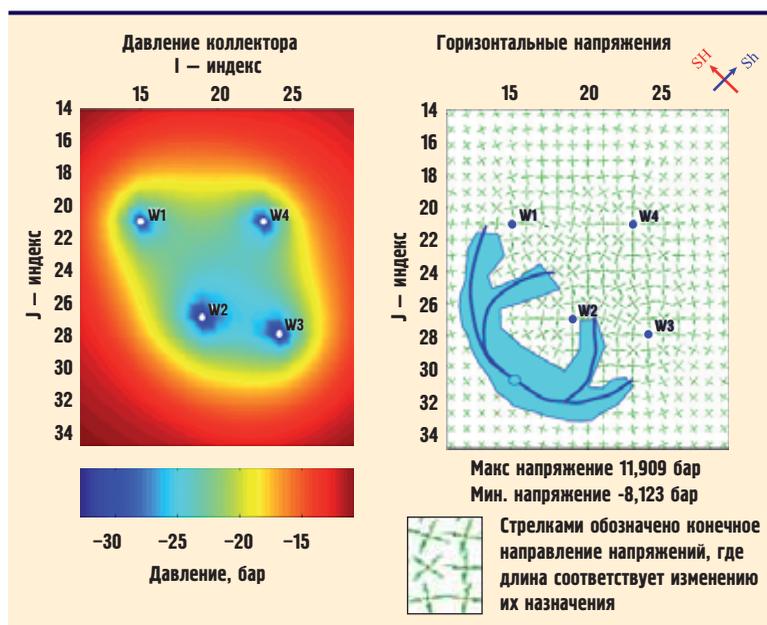
процесса в динамике, то мы увидим, что в стандартном случае после периода вытеснения продукта в направлении добычи фронт заводнения неминуемо «заворачивается» к добывающим скважинам и рано или поздно у нас происходит прорыв воды (см. «Динамическое поведение коллектора»).

Такие ситуации возникают сплошь и рядом, особенно если учитывать, что воду на российских месторождениях фильтровать не принято. В процессе гидроразрыва на стенке образуется налет, портится проницаемость, мы продолжаем свой гидроразрыв вполне бесконтрольно по зоне: в каждом направлении уменьшится сопротивление.

Что же происходит с самой породой? В первое время пласт накачивается под давлением до первоначальных естественных значений напряжения. Далее прикладывается депрессия, и по мере приложения депрессии увеличивается напряжение, что само по себе стимулирует процесс выработки. Далее, с какого-то периода времени напряжение стабилизируется и возвращается к естественным значениям уже в конце процесса.

Проблема же состоит в том, что упавшая проницаемость обратно к исходным значениям не возвращается — при деформации породы меняются как проницаемость, так и пористость.

Динамическое поведение коллектора



**Незнание геомеханики ведет к потере притока**

В Восточной Сибири нередко скважины проходят через высокопроницаемые пропластки. В таких случаях бывает, что до 80% продукта добывается именно из интервалов пересечения скважины с высокопроницаемым пропластком. Через определенное время работы скважины в таком режиме напряжение достигает таких значений, при которых пропласток в районе дренирования скважины может осыпаться, обвалиться, и мы потеряем если не 80% притока, то достаточно серьезную его долю.

Разрушение коллекторов в Западной Сибири, в Восточной Сибири и на Сахалине — не новость. С этой задачей на данном этапе нужно бороться не только путем промывки скважин, но и с помощью внедрения оптимальных режимов эксплуатации скважин и оптимальных направлений перфорации, закачки и дренирования.

Осложнения в виде проседания пластов и активации разломов несколько менее распространены в России и, в частности, в Восточной Сибири, но и эти нюансы необходимо просчитывать при планировании, особенно учитывая темпы разработки месторождений.

Что же касается контролируемости ГРП, то эта задача универсальна для всех регионов добычи. Необходимо знать, куда этот разрыв пойдет. Если мы планируем заводнение, необходимо четко представлять текущее состояние и направления напряжения, для того чтобы контролировать этот процесс. То есть, в целом, существует огромная зависимость притока от механических свойств — ведь проницаемость зачастую зависит не только от пористости.

**Прогнозирование дешевле ремонтов**

Одно из наиболее печальных осложнений, возникающих по причине геомеханических изменений в пласте, — остановка скважины в связи со смятием колонны (см. «Изменение напряжений в пласте и смятие колонны»). Полбеда, если месторождение

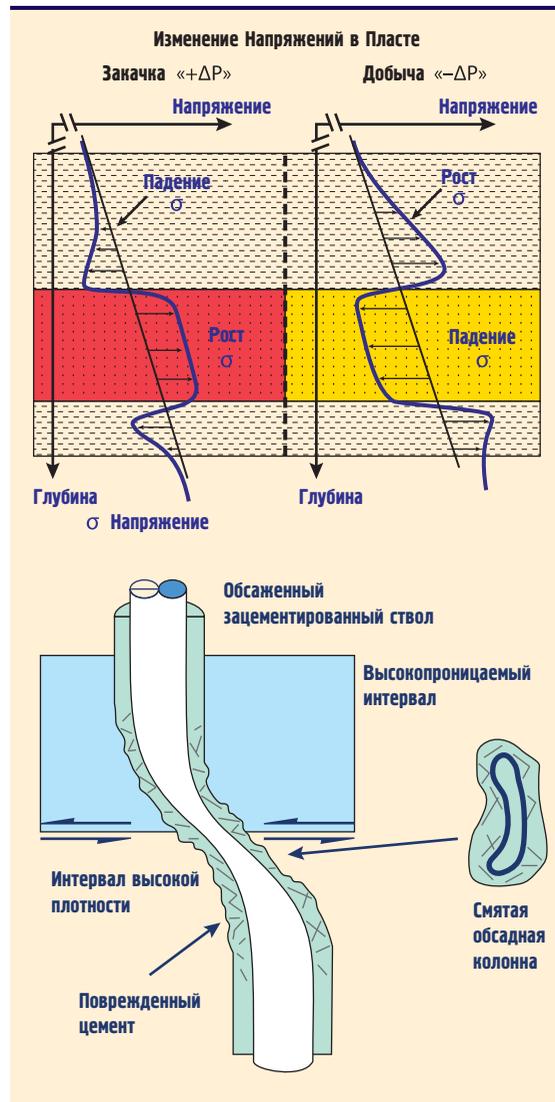
расположено на суше. Восстановление же морских скважин в подобных случаях стоит колоссальных денег.

Подобных проблем можно избежать, соотнося строительство скважин и применение технологий стимулирования притока с динамическим геомеханическим моделированием, в которое закладывается большое число параметров, определяющих деформацию пород. Сегодняшние возможности 4D-геомеханики никак не ограничены.

Используется очень сложная геология, сложное соотношение движений, деформаций и коллекторских свойств. Можно строить большие модели, для того чтобы оценить крупномасштабный эффект движения от основных разломов, можно усложнять и приближать модель к скважинам. Таким образом, удастся заранее с большой долей вероятности предсказать дороговизну осложнения (см. «Процесс совмещенного моделирования»).

Основной же задачей остается оптимизация разработки месторождений — от планирования ГТМ и режимов эксплуатации. При разработке месторождений Восточной Сибири, которые начали свою жизнь, использование всех возможностей геофизических исследований и моделирования представляется наиболее актуальным. 

**Изменение напряжений в пласте и смятие колонны**



**Процесс совмещенного моделирования**

