

## РЕЦЕНЗИЯ

на выпускную квалификационную работу магистра  
«Поиск полных напряжений на скважине/трещине в бесконечном пласте в пороупругой постановке»

*(название работы в точном соответствии с заданием)*

выполненную студентом(кой) гр. 3640103/90401 Санкт-Петербургского  
политехнического университета Петра Великого  
Рыбаковской Анастасии Андреевны

*(фамилия, имя, отчество полностью)*

Работа посвящена проблеме моделирования изменений полных напряжений в пласте и предотвращения негативных последствий, вызванных данным изменением. В представленной работе показан вывод интегральной функции Грина, с помощью которой возможен расчет поля напряжений. Актуальность данной темы обусловлена тем, что если не учитывать динамику напряжений в пласте во время разработки, то масштаб проблем и расходов может существенно превзойти предварительные оценки эксплуатирующей компании. Изменения в скелете породы под действием напряжений, возникающих в процессе добычи, могут привести к закрытию пор, дополнительному уплотнению пласта-коллектора, разрушениям различной степени, проявляющимся в скольжении и повороте зерен, пластической деформации, разрушении цемента на контактах между зернами или активации существующих трещин.

Первая глава дипломной работы посвящена литературному обзору по проблематике моделирования напряжений в пласте. В литературном обзоре приводятся основные работы, затрагивающие такие аспекты, как обнаружение и контроль негативных последствий вызванных изменением напряжений в процессе разработки. Детально рассмотрено моделирование следующих осложнений: возникновение трещины автоГРП и потеря устойчивости ствола эксплуатационной скважины. Отдельно рассмотрены базовые статьи по теории пороупругости, имеющей ключевое значение в моделировании напряжённо-деформированного состояния пласта при изменении распределения порового давления.

Вторая глава посвящена решению пороупругой задачи в бесконечном пласте с произвольной системой разработки, включающей добывающие и нагнетательные скважины в стационарном режиме фильтрации. Задача была решена путем нахождения функции Грина для смещений в пласте. Решение было валидировано на результатах расчетов двух симуляторов и аналитической задачи. Пользуясь полученным методом решения было найдено распределение напряжений в пласте с периодической системой разработки и вокруг скважины при плоскорадиальном притоке.

В целом, в проделанной работе достигнута поставленная цель – найдена зависимость изменения напряжений от изменений давлений в пласте с учетом пороупругих эффектов в виде интегральной функции Грина. Используемые в

работе предположения теоретически обоснованы и соответствуют реальным параметрам месторождений. Прделанная работа позволит проводить первичное проектирования системы заводнения месторождения без роста трещин автоГРП, а также контролировать устойчивость стенок скважины во время эксплуатации.

Вопросы по выпускной квалификационной работе:

1. В чем причины большего отклонения предложенного метода от коммерческого симулятора на примере реальной задачи по сравнению с отклонение с методом конечных элементов на FreeFem в модельной задаче
2. Удалось ли достигнут увеличения скорости расчета напряжения в одной точке по сравнению с методом на основе быстрого преобразования Фурье, рассмотренного в литобзоре?
3. Какие практические применения видятся у метода в дальнейшем?

К работе также имеется замечание, связанное с переходом к плоско-напряженной задаче в Главе 2, а именно, в работе не упомянуто, что при таком переходе пренебрегают градиентом гидростатического давления в пласте и изменением полного напряжения по вертикали. Данное приближение приемлемо при мощности пласта, много меньшей глубины залегания пласта, что может быть работоспособным приближением, однако знак равенства следовало сделать приближенным с указанными выше оговорками. Вышеописанное замечание, однако, не является критическим и не влияет на оценку работы.

Выпускная квалификационная работа Рыбаковская А.А. по теме «Поиск полных напряжений на скважине/трещине в бесконечном пласте в пороупругой постановке» соответствует требованиям, предъявляемым к выпускным квалификационным работам и заслуживает оценки «отлично».

Рецензент

Эксперт  
ООО «Газпромнефть НТЦ»



С.А. Калинин

07.06.2021