

ПРОГРАММА 1WELL МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОФИЛЬНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ СО СВОБОДНОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ И ИНТЕРПРЕТАЦИИ ОПЫТНЫХ ОТКАЧЕК И НАЛИВОВ

М. В. Лехов

В задачах скважинной гидродинамики почти всегда приходится иметь дело с неоднородностью фильтрационных и емкостных параметров слоистых или зональных систем, нестационарным осушением пород при водопонижении или их подтоплением при наливах. Известные аналитические модели слоистых пластов по сути – модели однородного потока с перетеканием, основанные на предпосылке Дюпюи. При условии корректного применения они могут дать обобщенные параметры неоднородного пласта. Но потребность в изучении неоднородности пласта заставляет искать возможности соответствующего планирования эксперимента и его интерпретации. И тот, и другой этап нуждается в моделировании с учетом разнородных слоев, выявленных при изучении разреза. Возможности опытно-фильтрационного опробования могут существенно расширяться при использовании кустовых длительных опытов, в которых проявляется динамика гетерогенной емкости и перетекания. Неоднородность, емкость и перетекание – те факторы, которые определяют вертикальную составляющую потока. Отсюда – необходимость разработки модели нестационарного потока, двухмерного в разрезе.

Еще одна причина разработки модели – необходимость исследования особенностей гидравлики потока, осложняющих реакцию опытной скважины и, возможно, ближайших наблюдательных. Особенно эти вопросы приобретают актуальность в изыскательской практике, где последнее время для изучения параметров применяются одиночные кратковременные и экспресс откачки и наливы. Кольматация, нависание потока над фильтром, высачивание, несовершенство в неоднородном пласте делают данные необрабатываемыми с помощью известных аналитических приемов. Опасность с собой несет, например, мнимое проявление квазистационарности с прямолинейным участком графика $S-lgt$, расчет по которому дает иногда на порядок заниженную проводимость, поскольку во многих случаях искажен работой емкости ствола. Еще более безысходным видится применение экспресс опытов. Аналитические приемы их обработки исходят из невыполнимых предпосылок, имеет место также ложное проявление характерных участков на графиках, расчет по которым этими приемами дает существенно заниженные параметры. Все одиночные опыты искажены кольматацией фильтра и быстрым осушением ствола.

В основе модели – уравнение фильтрации цилиндрических координатах. Численное моделирование основано на МКЭ. В программе IWELL обеспечено задание параметров по слоям, положения фильтра. Осушение при откачках и подтопление при наливах реализуется с помощью алгоритма автоматической трансформации элементов для периодов опыта и восстановления.

Кроме поиска свободной поверхности в программе реализовано условие реального стока на скважине. При заданном дебите напор для реального стока, участок высачивания, сработка емкости ствола заранее неизвестны, что определяет их итерационный подбор, как и подбор свободной поверхности. Итерации производятся для ГУ на фильтре – 1 или 3 рода, в зависимости от кольматации.

Помимо классических задач модель может использоваться в таких задачах, как влияние инфильтрации-испарения, емкости ствола, задержки реакции наблюдательной скважины, степени вскрытия пласта, изменения дебита и прочих случаях, аналитическое решение для которых найти затруднительно. Из моделирования следует, что одиночные опыты нуждаются в неформальном отношении к их проведению и интерпретации.

В программе имеется блок работы с натурными опытными данными, их обработки на основе известных эталонных решений для схем с перетеканием, упругой и гравитационной емкостью, сравнения с моделью.