

Построение адаптивных РЕВІ-сеток

Д. Д. Филиппов^{1,2}, Б. В. Васекин^{1,2}, Д. А. Митрушкин^{1,2}

¹Инжиниринговый центр МФТИ по трудноизвлекаемым полезным ископаемым

²Московский физико-технический институт (государственный университет)

В настоящее время для увеличения нефтеотдачи пласта широко применяются технологии наклонного (горизонтального) бурения скважин с проведением гидроразрыва пласта (ГРП), в том числе и многостадийного (МГРП). При гидродинамическом моделировании необходимо корректно рассчитывать приток к таким скважинам, а также с высокой точностью разрешать естественные структурные особенности месторождения. При расчете на регулярных сетках их локальное измельчение необходимо проводить вплоть до характерного размера особенности, что в свою очередь сильно увеличивает вычислительные затраты.

Для получения адекватного решения расчет следует проводить на сетке, определяемой геометрией самих особенностей. Для этих целей в гидродинамическом моделировании широко используются неструктурированные (нерегулярные) сетки. Вычисления на таких сетках требуют усложнения аппроксимирующих выражений для потоков флюидов, что в свою очередь приводит к увеличению расчетного времени для сохранения физической корректности решения. Поэтому для под областей вдали от структурных особенностей необходимо использовать разреженную регулярную сетку, для которой можно использовать простые аппроксимации потоков.

Одним из наиболее оптимальных типов сеток, которые могут быть построены с учетом вышеуказанных требований, являются сетки Вороного, называемые также РЕВІ-сетками (perpendicular-bisectional) [1]. В данной работе помимо генерации самой РЕВІ-сетки (рис. 1), разработаны алгоритмы переноса начальных свойств пласта на РЕВІ-сетку, расчет геометрических свойств РЕВІ-ячеек и связей между ними, подготовка данных для гидродинамического моделирования. Основными преимуществами гидродинамического моделирования на сетках Вороного являются [2]:

- локальное измельчение сетки для разрешения неоднородностей расчетной области;
- задание трещин и разломов на расчетной сетке набором граней ячеек для расчета течения в них;
- учет радиального (псевдорadiaльного) характера притока к различным типам скважин;
- использование разреженной регулярной сетки на областях без структурных особенностей для ускорения расчета.

Реализованное построение РЕВІ-сетки состоит из нескольких последовательных этапов. Изначально задаются все объекты резервуара (граница расчетной области, различные типы скважин, трещины ГРП/МГРП и разломы), рассчитываются первоначальные области влияния неоднородности, затем происходит обработка взаимного пересечения всех под областей и заполнение их точками, которые в дальнейшем будут являться центрами ячеек Вороного.

Начальные свойства резервуара (проницаемость, пористость, насыщенности, распределение давления) содержат информацию в узлах, не совпадающих с центрами ячеек расчетной сетки. Для решения возникающей задачи интерполяции используются различные методы [3]: метод обратных расстояний, билинейная интерполяция, метод взвешенных по объему и кригинг. Дополнительно проводится проверка качества переноса свойств: сохранение геологических запасов, сохранение среднего значения величины, сохранение формы гистограммы распределения величины по площади области построения.

На последнем этапе генерации расчетной сетки осуществляется поиск связей между ячейками и расчет их геометрических свойств. Полученная сетка и кубы начальных свойств используются в гидродинамическом расчете.

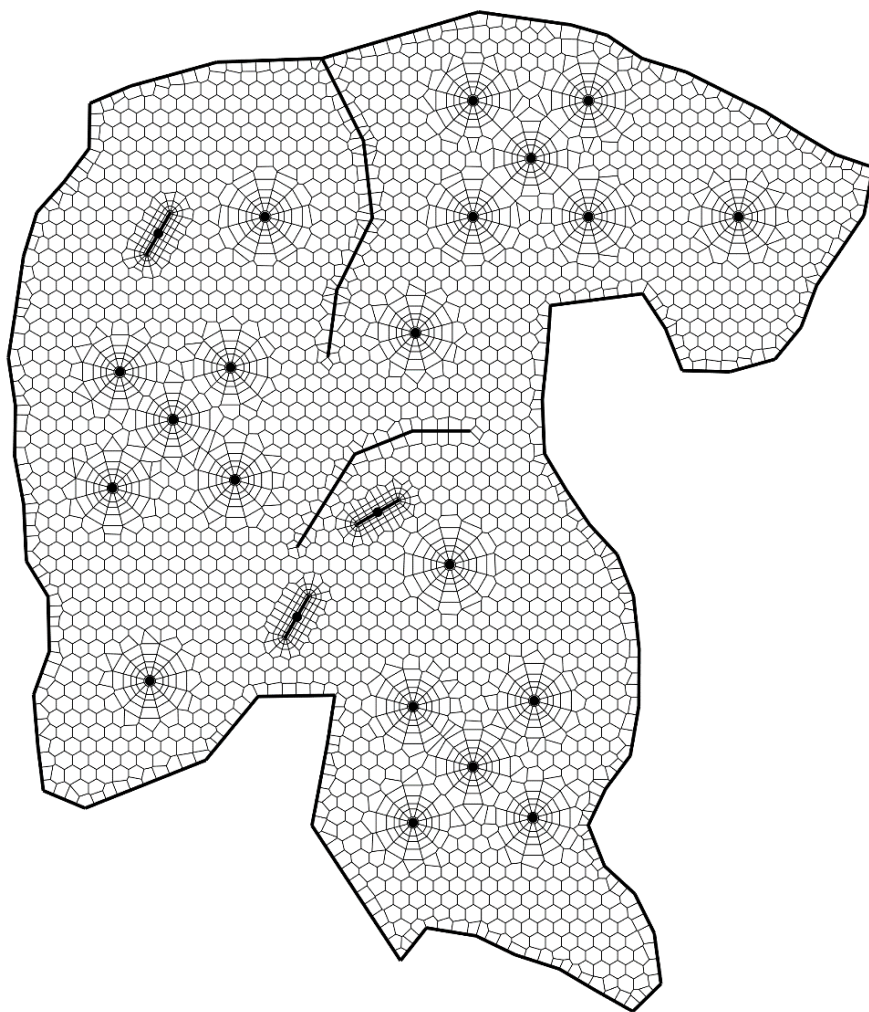


Рис. 1. Пример РЕВИ-сетки для коллектора сложной формы с естественными разломами, вертикальными скважинами с и без ГРП

Литература

1. *Aurenhammer, F.* Voronoi Diagrams – A Survey of a Fundamental Geometric Data Structure // *ACM Computing Surveys*. 1991. V. 23, N. 3, P.345-405.
2. *Syihab, Z.* Simulation of Discrete Fracture Network Using Flexible Voronoi Gridding // *Dissertation, Texas A&M University*. 2009.
3. *Durlofsky, L.J.* Upscaling and gridding of fine scale geological models for flow simulator // *8th International forum on reservoir simulation*. 2005.