УДК 519.876.5

ЦИФРОВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЕКТАХ РАЗМЕЩЕНИЯ В ПЛАСТАХ ГОРНЫХ ПОРОД ПОПУТНО ДОБЫВАЕМЫХ ВОД

DIGITAL MODELING IN HYDROGEOLOGICAL PROJECTS FOR THE PLACEMENT OF PRODUCED WATER IN ROCK LAYERS

Галимова Индира Раисовна
магистрант кафедры разработка и эксплуатация газовых и нефтегазоконденсатных месторождений,
Уфимский государственный нефтяной технический университет
galimovaindira559@gmail.com

Аннотация. Оценена перспектива применения гидродинамических моделей в проектах по гидрогеологии на примере размещения попутных вод в пластах горных пород. В ходе решения задачи по оценке контуров растекания размещаемой воды были построены цифровые модели пласта и проведено сравнение результатов моделирования с результатами, полученными аналитическим методом расчета. Выявлены и представлены преимущества метода трехмерного моделирования, заключающиеся, главным образом, в возможности учета всех геологических неоднородностей пласта и взаимовлияния скважин окружения.

Ключевые слова: размещение, попутные воды, область растекания, аналитический расчет, гидродинамическое моделирование.

Galimova Indira Raisovna
Master's Student of the Department Development and operation of Gas and Oil and Gas Condensate Fields,
Ufa State Petroleum Technological University
galimovaindira559@gmail.com

Annotation. The prospects for using hydrodynamic models in hydrogeology projects are assessed using the example of the placement of associated waters in rock layers. In the course of solving the problem of assessing the spreading contours of placed water, digital models of the reservoir were built and the modeling results were compared with the analytical calculation method. The advantages of the three-dimensional modeling method are identified and presented, consisting mainly in the ability to take into account all geological heterogeneities of the formation and the mutual influence of surrounding wells.

Keywords: associated, produced water, the spreading area, analytic calculations, hydrodynamic simulation.

Размещение попутно добываемых вод в поглощающих горизонтах является одним из видов пользования недрами, имеющим целью предотвращение загрязнения земной поверхности, открытых водоемов и пресных подземных вод жидкими промышленными, сельскохозяйственными и коммунально-бытовыми отходами.

При размещении попутных вод в поглощающие горизонты необходимо прогнозировать растекание попутных вод в недрах. Расчет контуров растекания осуществляется с помощью аналитического выражения для условий поршневого вытеснения.

Другим методом оценки контуров растекания закачиваемых вод является гидродинамическое моделирование в симуляторе, основанном на уравнениях баланса массы жидкости [1–7].

Поглощающий горизонт должен удовлетворять следующим требованиям:

– отсутствие пресных вод питьевого качества;

– насыщенность солеными и рассольными водами, не используемыми в настоящее время и не планируемыми к использованию для лечебных целей, технического водоснабжения, извлечения ценных компонентов на расстоянии ближе расчетного радиуса влияния растекания закачиваемых вод за весь период эксплуатации системы захоронения;

– соответствие фильтрационно-емкостных свойств пластов-коллекторов приему запланированных объемов попутных вод;

– надежная изоляция поглощающих горизонтов выдержанными по мощности, регионально протяженными водоупорами от вышележащих водоносных горизонтов с пресными водами;

– залегание поглощающих горизонтов на приемлемых в технико-экономическом отношении глубинах;

– совместимость пластовых вод и пород поглощающего горизонта с промышленными попутными водами, при исключении образования нерастворимых осадков и (или) новых токсичных соединений;

– отсутствие тектонических нарушений в зоне залегания поглощающих горизонтов [8].

В данной работе в качестве объекта исследования был выбран визей-башкирский водоносный комплекс одного из нефтяных месторождений Республики Башкортостан и построена гидродинамическая модель объекта размещения. Для оценки контуров растекания закачиваемых вод в 2D и 3D гидродинамических моделях используется индикатор для нагнетаемой воды. Радиус растекания закачиваемой воды определялся концентрацией индикатора в пласте, на рисунке 1 концентрация индикатора отражена изменением цвета палитры и изменяется в пределах от 0 до 1. По результатам расчета гидродинамической модели (рис. 1) выявлено, что размещаемая вода уже к 13-ому году после

начала закачки достигает границ контуров растекания, что соответствует радиусу растекания, рассчитанному аналитическим методом на 20-летний срок размещения.

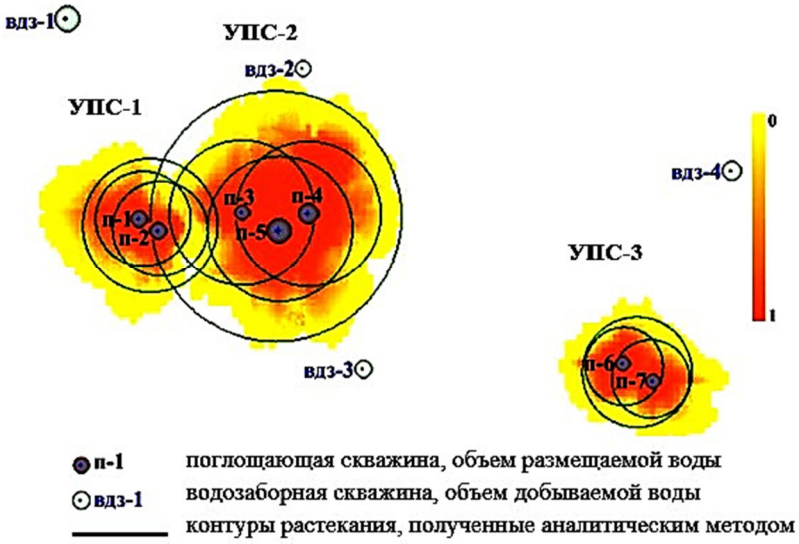

Рисунок 1 – Прогнозные контуры растекания

Также была смоделирована ситуация, когда исключено влияние водозаборных скважин и соседних участков. При отсутствии отбора воды водозаборными скважинами происходит изменение площади контуров растекания (рис. 2 а). На форму и размер областей растекания оказывают влияние водозаборные скважины. Из рисунка 2 б можно сделать вывод о том, что начиная с 2034 года прогнозируется увеличение дебита закачиваемой воды (рис. 2 б).

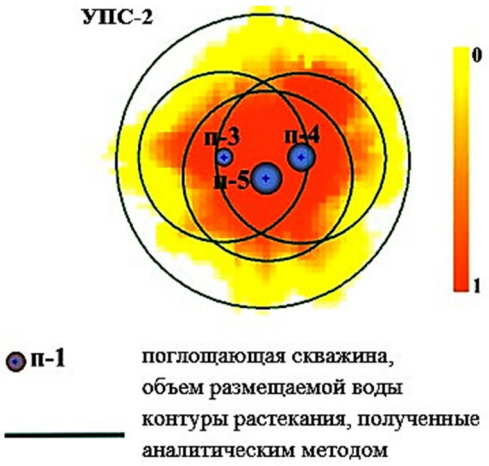

Рисунок 2 а – Прогнозные контуры растекания по участку УПС-2

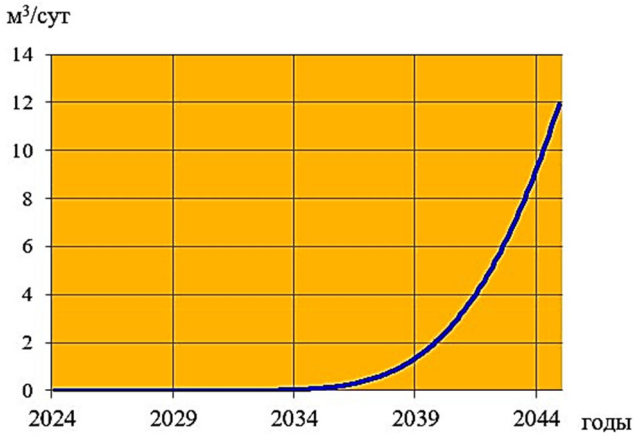

Рисунок 2б – Добыча размещенной воды

Таким образом, возможности учета геологических неоднородностей пласта, взаимовлияния скважин и соседних участков при цифровом моделировании позволяют получать детальное представление о динамике распространения воды в пласте.

Список литературы:

1. Методические рекомендации по обоснованию выбора участков недр для целей, не связанных с добычей полезных ископаемых. – М. : ФГУ «ГКЗ», 2007. – 13 с.
2. Гольдберг В.М. Подземное захоронение промышленных сточных вод / В.М. Гольдберг, Н.П. Скворцов, Л.Г. Лукьянчикова. – М. : Недра, 1994. – 282 с.
3. Грабовников В.А. Гидрогеологические исследования для обоснования подземного захоронения промышленных стоков. – М. : Недра, 1993. – 335 с.
4. Требования к геологическим материалам по обоснованию подземного захоронения жидких отходов. 1-ая редакция. – М. : ГИДЭК, 2003. – 20 с.
5. Боревский Б.В. Методика определения параметров водоносных горизонтов по данным откачек / Б.В. Боревский, Б.Г. Самсонов, Л.С. Язвин. – М. : Недра, 1978. – 304 с.
6. Боревский Б.В. Оценка запасов подземных вод / Б.В. Боревский, Н.И. Дробноход, Л.С. Язвин. – К. : Выща школа, 1989. – 407 с.
7. Биндеман Н.Н. Оценка эксплуатационных запасов подземных вод. – Л. : Госгеолтехиздат, 1963. – 204 с.
8. Ильченко В.П. Гидрогеоэкологический контроль на полигонах закачки промышленных сточных вод: методическое руководство. – М. : ООО «ИРЦ Газпром», 2000.

List of references:

1. Methodological recommendations for justifying the selection of subsoil areas for purposes not related to mining. – M. : FGU «GKZ», 2007. – 13 p.
2. Goldberg V.M. Underground disposal of industrial wastewater / V.M. Goldberg, N.P. Skvortsov, L.G. Lukyanchikova. – M. : Nedra, 1994. – 282 p.
3. Grabovnikov V.A. Hydrogeological studies to justify underground disposal of industrial wastewater. – M. : Nedra, 1993. – 335 p.
4. Requirements for geological materials to justify underground disposal of liquid waste. 1st edition. – M. : GIDEK, 2003. – 20 p.
5. Borevsky B.V. Methodology for determining the parameters of aquifers based on pumping data / B.V. Borevsky, B.G. Samsonov, L.S. Yazvin. – M. : Nedra, 1978. – 304 p.
6. Borevsky B.V. Assessment of groundwater reserves / B.V. Borevsky, N.I. Drobnokhod, L.S. Yazvin. – K. : Vyshcha School, 1989. – 407 p.
7. Bindeman N.N. Assessment of operational reserves of groundwater. – L. : Gosgeoltekhizdat, 1963. – 204 p.
8. Ilchenko V.P. Hydrogeoecological control at industrial wastewater injection sites: methodological guidance. – M. : LLC «IRC Gazprom», 2000.