

## 3D КОМПЬЮТЕРНАЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КАСИМОВСКОГО ПХГ.

В.А. Зайцев

Построение трехмерных (3D) геологических моделей является на сегодняшний день единственным методом, позволяющим комплексно оценить внутреннее строение земной коры. Существующее программное обеспечение предоставляет возможность в одном пакете хранить и визуализировать все (!) имеющиеся данные об исследуемой территории, а при необходимости проводить локальное обновление модели. Стандартизация программ делает общедоступными результаты моделирования для решения самого широкого круга геологических задач. В данной работе показано использование 3D моделирование для изучения Касимовского подземного хранилища газа.

Центральные районы России испытывают серьезный дефицит в подземных газовых хранилищах (ПХГ), которые необходимы для регулирования сезонных колебаний потребления газа. Главным образом, под ПХГ на Русской платформе используют антиклинальные структуры в изначально водоносных пластах. Такой способ хранения газа требует принятия целого ряда ответственных решений. Важнейшими из которых, являются оценка максимально возможного объема закачиваемого газа и оценка герметичности экранируемых горизонтов. Решение столь ответственных задач возможно только с помощью методов трехмерного компьютерного моделирования, которые открывают новые возможности в понимании поведения газонасыщенного порового пространства ПХГ и позволяют прогнозировать поведение газа в поровом пространстве. Особенно актуальны данные методы при проектировании расширения объема хранимого газа. В этом случае, определяющим является точность оценки предельного объема газа, которое может быть закачено в ПХГ, без риска его утечки за пределы геологической структуры. Для решения этого вопроса недостаточно использовать только структурно-геологические данные, необходимо учитывать динамические особенности газонасыщенного порового пространства, связанные с неоднородностью фильтрационных и емкостных свойств коллектора. Специфической особенностью ПХГ является изменение во времени фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) коллектора, связанное с циклическим режимом эксплуатации и высоким темпом отбора и закачки газа.

В данной работе, на примере одного из наиболее крупных ПХГ России – Касимовского, показаны возможности метода трехмерного моделирования в условиях заполнения газом геологической структуры близкой к предельному объему. Объектом хранения газа на Касимовском ПХГ является верхняя часть щигровского горизонта верхнего девона, залегающая на глубине 760-820 м. Отложения щигровского горизонта представлены глинистыми, алевролитовыми и песчаными породами и характеризуются значительной изменчивостью

фильтрационно-емкостных свойств. Основу геологического моделирования Касимовского ПХГ составляла комплексная интерпретация данных геологических, скважинных, сейсмических и других наземных и дистанционных методов исследований. Основу структурной модели составил каталог из 445-ти скважин, и данным, полученным по 26 сейсмическим профилям. Применяемый на ПХГ комплекс геофизических исследований скважин (ГИС) позволил выполнить отбивки основных стратиграфических горизонтов и оценить их фильтрационные и емкостные характеристики.

Детальная модель пласта-коллектора Касимовского ПХГ создана на основе регулярной сетки, которая ограничена сверху кровлей щигровского горизонта, а снизу его подошвой. Размеры ячеек по латерали 50 на 50 метров, количество слоев сетки по вертикали 462, что составляет в среднем 0.4 метра. Сетка имеет размерность 589x288x462, что соответствует 78369984 ячейкам. Покрышка над объектом хранения представлена глинами, содержащими прослой алевролитов и песчаников мощностью от 1 до 7 м. Мощность самой покрышки крайне не выдержанная, меняется от 22 до 45 метров. Длительный опыт эксплуатации газохранилища (с 1977 г.), а также постоянный промысловый контроль герметичности покрышки в наблюдательных и в эксплуатационных скважинах свидетельствует об отсутствии газодинамической связи объекта хранения и проницаемых пропластков в породах покрышки.

Построенная геологическая модель позволила оценить Касимовское ПХГ с точки зрения гидродинамики (расчёты проводились Рошиной И.В.). Были выполнены оценки поведения газовой полости в течении всего периода эксплуатации. Расчёты показали, что газонасыщенная область ПХГ имеет сложное геометрическое строение с крайне неравномерным распределением газонасыщенности, как по разрезу, так и по площади. Фильтрационная неоднородность пласта-коллектора способствует крайне неравномерному вытеснению воды газом по разрезу и площади. Газ, вытесняя воду, перемещается по наиболее проницаемым и выдержанным пропласткам, с образованием целиков воды и целиков газа в низкопроницаемых породах. Таким образом, не весь закаченный газ в период отбора будет выходить на поверхность. При таком соотношении геологической структуры и динамической формы газонасыщенности ПХГ, требуется особая осторожность при рассмотрении вопроса о дальнейшем наращивании объема хранимого газа.

Результаты, полученные в работе на основе использования детальной 3D геологической и газогидродинамической модели ПХГ, позволяют выявить направления распространения газовой полости, предложить технологию наиболее оптимального режима работы эксплуатационных скважин и провести анализ возможностей и перспектив расширения объема хранимого газа.