

КОМПЛЕКС ИССЛЕДОВАНИЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЭКСПЛУАТАЦИИ КАЛУЖСКОГО ПОДЗЕМНОГО ХРАНИЛИЩА ГАЗА

В настоящей работе представлены результаты внедрения нового комплекса дистанционно-геофизических исследований. Уточнено геологическое строение Калужского подземного хранилища газа.

Ключевые слова: подземное хранение/хранилище газа, поровый объем, имитационная модель, газонасыщенная область, неоднородность пласта, ловушка.

Калужское подземное хранилище газа (ПХГ) является первым хранилищем, созданным в нашей стране в водоносном пласте. По результатам разведочного бурения и гидродинамических исследований, проводившихся в 60-е годы, был сделан вывод о возможности создания в гдовском водоносном песчанике Калужского поднятия подземного хранилища газа.

К концу 1963 г. объем хранилища был доведен до 400 млн. м³ газа, завершился процесс опытной эксплуатации и в декабре 1964 г. Калужское газохранилище было переведено в разряд промышленных. В 1964 г. при увеличении объема хранилища свыше 400 млн. м³ было выявлено, что на поднятии, осложненном двумя куполами, образовалось соответственно две газовых залежи: одно в районе основного (1-го) очага объемом свыше 340 млн. м³ и вторая – в районе второго очага (северо-западная часть структуры) объемом около 60 млн. м³.

В 1967 г. после уточнения структурного плана северо-западной части поднятия был разработан технологический проект расширения ПХГ до изогипсы – 800 м и общим объемом 1,050 млрд. м³ и активным 600 млн. м³ газа. Однако расширение газохранилища было приостановлено до ликвидации и локализации перетоков в вышележащие горизонты. В процессе промышленной эксплуатации было уточнено геологическое строение хранилища, которое представляет собой следующее (Рис. 1). Объектом хранения является гдовский пласт-коллектор (1), перекрытый глинистой крышкой (3). Пласт-коллектор имеет связь с кристаллической брекчией (2) через тектоническое нарушение (10). Кристаллическая брекчия в основном также имеет глинистую крышку, которая в районе скважины 76 имеет литологическое «окно» (10). В этом месте осуществляется непосредственный контакт кристаллической брекчии с вышележащим воробьевским горизонтом. Воробьевский горизонт перекрыт глинистой крышкой, которая является резервной, она хорошо выдержана по мощности и не имеет нарушений. Благодаря этому газ, перетекающий из объекта хранения через литологическое нарушение (11) и насыщая брекчию через литологическое окно (10), попадает в воробьевский горизонт, где скапливаясь, образует вторичную залежь газа. Наличие резервной крышки на глубине (560 м) надежно изолирует вышележащие горизонты от проникновения существенных объемов хранимого газа в вышележащие горизонты,

что обеспечивает безопасную эксплуатацию ПХГ. В 1984 г. был принят проект с пиковым режимом эксплуатации общим объемом газа 820 млн. м³ и активным 440 млн. м³. Выход хранилища на проектные показатели осложнился появлением газа за проектным контуром газонности (скв. № 33). По результатам разведочного бурения герметичность разлома в юго-восточной части однозначно не определялась, в результате чего возникла угроза неконтролируемого ухода газа за замок ловушки. В связи с чем, в 1995 г. общий объем газа в хранилище был ограничен до 630 млн. м³.

Таким образом, основным фактором сдерживающим наращивание общего объема хранилища является сложность геологического строения и невозможность построения детальной адекватной геолого-технологической модели эксплуатации Калужского ПХГ на основе материалов разведочного бурения проведенного в 60-е годы.

Применение современных методов разведки геологических структур получивших развитие в последние годы позволяют решить поставленную задачу и создать геолого-технологическую модель Калужского ПХГ нового поколения на уровне мировых стандартов и оценить возможность безопасного увеличения объема хранения.

Для совершенствования технологии и дальнейшего развития хранилища впервые на ПХГ РФ был разработан и в настоящее время реализуется комплекс дистанционных и геофизических исследований (КДГИ) направленный на детальное изучение геологического строения Калужского ПХГ и создание современной технологической модели пластовой части (Рис. 2).

КДГИ оптимален по сочетанию затрат и получаемой геологической информации, так стоимость полученной информации по 3 Д сейсмическим исследованиям о недрах на площади ~20 м² соизмерима со стоимостью бурения одной разведочной скважины.

Комплекс включает в себя наиболее современные и конкурентноспособные разработки не только по методике работ, но и в обработке данных и интерпретации получаемых результатов. Набор методов исследований подобран исходя из минимизации затрат, но без потерь качества получаемой информации для создания геолого-технологической модели ПХГ.

Впервые для уточнения тектонического строения хранилищ на Калужском ПХГ были использованы космичес-

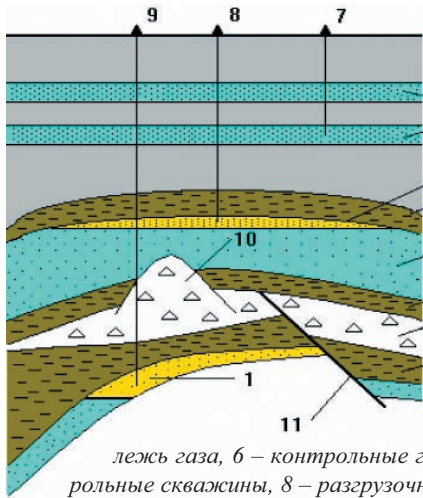


Рис. 1. Геологическое строение Калужского ПХГ. Условные обозначения: 1 – объект хранения газа (гдовский горизонт), 2 – кристаллическая брекчия, 3 – глинистая покрывка, 4 – воробьевский горизонт, 5 – техногенная залежь газа, 6 – контрольные горизонты, 7 – контрольные скважины, 8 – разгрузочные скважины, 9 – эксплуатационные скважины, 10 – литологическое окно, 11 – тектоническое нарушение.

кие исследования. Космические исследования являются начальной стадией комплекса КГДИ, результаты которых используются при проектировании сейсмических исследований Калужского ПХГ. Основными задачами комплексных космических исследований являются:

- уточнение тектонического строения Калужского ПХГ;
- оптимизация и повышение эффективности проектирования сейсмических исследований.

При помощи программных комплексов Erdas Imagine 8.7 и WinLessa 2.1 были обработаны космические снимки площади Калужского ПХГ в результате чего были выяв-



Рис. 2. Схема комплекса исследований по созданию современной технологической модели Калужского ПХГ.

ны новые тектонические нарушения, ранее не определявшиеся по результатам разведочного бурения (Рис. 3).

В дальнейшем изучение площади Калужского ПХГ при помощи космических исследований будут продолжены в радиолокационном диапазоне частот.

Для последующего уточнения геологического строения хранилища в июле 2006 г. были проведены сейсмические исследования, на площади первого очага закачки ~15 км².

Наличие лесов I категории расположенных на площади Калужского ПХГ, естественных и искусственных водоёмов, развитой техногенной инфраструктуры не позволяли провести 3D исследования по методике регулярных стандартных сейсмических наблюдений. В связи, с чем впервые на ПХГ применялась современная технология адаптированных к местности сейсмических исследований 3D, которая



Рис. 3. Результаты дешифрирования космических снимков Калужского ПХГ.

предназначена для проведения объёмных исследований в сложных поверхностных условиях местности. Сейсмические исследования в комплексе с электроразведкой планируется продолжить, охватив площадь 2 очага закачки.

По предварительным результатам первичной обработки сейсмических исследований геологическое строение Калужского ПХГ является более сложным чем по результатам разведочного бурения. Был выявлен ряд неизвестных тектонических нарушений на площади 1 очага закачки, что позволит существенно уточнить геологическую и технологическую модель хранилища.

Полученная информация в совокупности с промышленными данными в последующем используется для разработки геологической и технологической модели Калужского ПХГ.

Реализация разработанного комплекса исследований позволит:

- провести доразведку Калужского ПХГ и уточнить особенности геологического строения хранилища, используя современные методы исследований;
- получить наиболее достоверную исходную информацию для создания геологической модели хранилища;
- создать гидродинамическую модель Калужского ПХГ на уровне мировых стандартов и в комплексе с реконструкцией наземного обустройства обеспечить дальнейшее развитие и совершенствование технологии эксплуатации Калужского подземного хранилища газа.

S.G. Soldatkin. **Complex of researches for creation of hydrodynamic model of operation Kaluga UGS.**

In this article the results of new multidiscipline remote geophysical measurements are presented and the geological structure of Kaluzhskoye UGS is determined.

Keywords: underground storage/storehouse of gas, imitating model, heterogeneity of a layer, a trap.

Сергей Григорьевич Солдаткин
к.т.н., начальник лаборатории ООО «Газпром ВНИИГАЗ». Научные интересы: вопросы эксплуатации ПХГ в водоносных пластах, методы контроля и диагностики герметичности ПХГ.



142717, РФ, Пос. Развилка, Ленинский р-н, Московская область. Тел.: (495)355-93-93.