

УДК 502/504 : 622.324

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ МОЗЫРСКОГО ПОДЗЕМНОГО ХРАНИЛИЩА ГАЗОВ

Поступила 05.03.2015 г.

© **Т. Ю. Журавлева¹, Е. Ф. Калининко^{2*}, И. В. Новожилова¹**¹ ООО «Газпром Геотехнологии», г. Москва² Коломенский институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения

высшего профессионального образования «Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ)», г. Коломна

* Ответственный автор: kalinichenko-v@yandex.ru

IMPROVING OF OPERATING EFFICIENCY OF THE MOZYR UNDERGROUND GAS STORAGE

Received March 5, 2015

© **T. Yu. Zhuravleva¹, E. F. Kalinichenko^{2*}, I. V. Novozhilova¹**¹ LLC «Gazprom Geotechnologii», Moscow² Kolomna Institute of Moscow State Technical University «MAMI», Kolomna, Russia

* Corresponding author: kalinichenko-v@yandex.ru

В статье описаны способы повышения эффективности эксплуатации Мозырского подземного хранилища газов за счет оптимизации работы уже существующих резервуаров и создания новых объектов подземного хранения. Приведено комплексное решение проблемы с геомеханической, технологической и экономической точек зрения. В статье рассмотрено решение следующих задач: обобщение имеющейся информации о геологическом строении Мозырского соляного купола; изучение и анализ сведений о литологических особенностях, вещественном составе, физических, физико-механических и других свойствах горных пород, слагающих массив; анализ технического состояния подземного резервуара и технологических возможностей его реконструкции; детальное рассмотрение двух основных вариантов реконструкции резервуара и выбор наиболее оптимального. Показано преимущество «доразмыва» уже существующей подземной емкости. Отмечается, что применение технологии «доразмыва» позволяет провести реконструкцию с минимальными финансовыми затратами и минимальными последствиями для экологии региона.

Ключевые слова: подземное хранилище газов, реконструкция, резервуар.

Для повышения эффективности эксплуатации Мозырского подземного хранилища газов (ПХГ) ООО «Газпром геотехнологии» провел ряд исследований с целью оптимизации его работы. Выполнить это предполагалось как за счет оптимизации работы уже существующих резервуаров, так и за счет создания новых объектов подземного хранения.

В настоящее время ОАО «Газпромтрансгаз Беларусь» ведет расширение Мозырского ПХГ. Изначально подземные резервуары были созданы для хранения жидких углеводородов (комбинат «Неман») и не предназначались для резервирования природного газа [1]. В связи с этим были начаты работы по переоборудованию объектов. Одновременно выявилась потребность в увеличении геометрических объемов хранилища в целом. Этот

The article describes the ways to improve the efficiency of operation of the Mozyr underground gas storage by optimizing the work of existing tanks and new underground storage. Provides a complex solution of geomechanical, technological and economic points of view. In the article the following tasks: synthesis of available information on the geological structure of Mozyr salt dome; study and analysis of information about lithological features, material composition, physical, mechanical and other properties of rocks composing the array; the analysis of technical condition of underground reservoir and technological possibilities of its reconstruction; a detailed consideration of two basic variants of reconstruction of the tank and the choice of the most optimal. The conclusion about the superiority of «wash-out» existing underground storage tank. It is noted that the Use of technology «wash-out» allows to carry out reconstruction with minimal cost and minimal impact to the environment.

Keywords: underground gas storage, reconstruction, reservoir.

вопрос можно было решать двумя путями: созданием дополнительных новых подземных резервуаров или увеличением объема уже существующих за счет «доразмыва» старых. Во втором случае появляется возможность использования уже существующего резервуара и всего скважинного оборудования. Но возникает проблема необходимости удаления всего хранимого продукта на период размыва.

Обозначенная проблема решалась комплексно, с геомеханической, технологической и экономической точек зрения.

Основным направлением рассматриваемой работы было проведение оценки возможности и перспективности реконструкции уже эксплуатируемого подземного резервуара Мозырского ПХГ с целью достижения им максимально возможного геометрического объема.

В рамках выполнения поставленной цели были выполнены следующие задачи:

- обобщение имеющейся информации о геологическом строении Мозырского соляного купола, в частности, области размещения подземного резервуара;

- изучение и анализ сведений о литологических особенностях, вещественном составе, физических, физико-механических и других свойствах горных пород, слагающих массив, вмещающий выработку-емкость;

- выполнение геомеханических расчетов для определения максимально возможного объема подземного резервуара, интервала его размещения, формы и размеров, значений допустимых в нем эксплуатационных давлений, обеспечивающих его длительную устойчивость и герметичность на протяжении не менее 50 лет;

- анализ технического состояния подземного резервуара и технологических возможностей его реконструкции;

- детальное рассмотрение двух основных вариантов реконструкции резервуара и выбор наиболее оптимального;

- выполнение расчета ожидаемой экономической эффективности предлагаемой разработки.

На основании всех проведенных действий установлено, что и технологически и экономически выгодно произвести «доразмыв» уже существующей подземной емкости, чем создать аналогичную заново. В итоге – сокращение сроков создания подземных резервуаров и уменьшение затрат, требуемых на их строительство.

Изучение Мозырского месторождения каменной соли и прилегающих к нему районов было начато в 1953 году. С 1975 г. до настоящего времени на своде структуры велось эксплуатационное бурение для добычи каменной соли и размыва подземных резервуаров для хранения светлых нефтепродуктов, а в последнее время – природного газа. В 2006 была начата реконструкция резервуаров комбината «Неман», которые были переоборудованы под хранение газа, и на его основе построено Мозырское ПХГ.

Общие сведения о соляных породах района Мозырского ПХГ.

По данным, полученным при бурении, непосредственно на площадке подземного хранилища под строительство подземных резервуаров, вскрытая часть соляного массива фаменского яруса (верхняя соленосная толща) характеризуется слож-

ным строением. Она состоит из чередующихся пластов соли мощностью не более 90 м с прослоями нерастворимых пород карбонатно-глинисто-ангидритового состава мощностью 1...10 м. Пласты соли и несоляных пород залегают с крутыми углами.

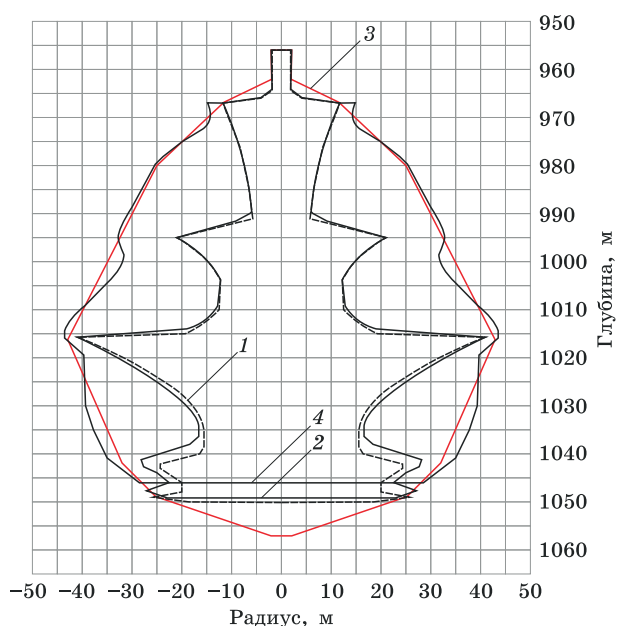
Полностью разрез фаменской соляной толщи ни одной скважиной не пройден. По сейсмическим данным на Мозырской соляной структуре межсолевые отложения отсутствуют и фаменская соль лежит непосредственно на франской соли.

Глубина залегания верхней соленосной толщи колеблется в пределах Мозырской депрессии от 650 до 2310 м. Ее мощность варьируется в пределах 460...2400 м. Представлена толща преимущественно каменной солью с прослойками и пачками соленосных глин и мергелей, глинистых доломитов и доломитизированных известняков. Каменная соль составляет около 80...85 % всего разреза толщи. В нижней части толщи среди несоляных пород преобладают доломиты, ангидриты и известняки, в верхней – глинистые и глинисто-карбонатные породы [2].

Каменная соль – крупнокристаллическая, реже мелко и среднекристаллическая. Встречаются прослои рыхлой разности. Цвет меняется от прозрачного до розоватого и темно-серого в зависимости от количества и состава примесей. Наблюдается сезонная ритмичность. Прослои несоляных пород как правило перемяты, брекчированы, разорваны на отдельные куски и с различными углами залегания к горизонту [3].

Все пласты глинисто-карбонатных пород несут следы тектонического воздействия (в том числе галокинеза): они сильно трещиноваты, перемяты, разорваны. Увязать отдельные пласты терригенных пород по всем скважинам не представляется возможным. В связи с этим можно предположить, что они слагают в толще соли блоки, глыбы, куски, а также внутриформационные брекчии. Первоначально они слагали соли и прослои, которые образовались в процессе накопления осадка в соляном бассейне, а затем были разорваны и перемяты в процессе формирования и движения Мозырской соляно-купольной структуры. В связи с этим необходимо еще более внимательное и детальное изучение объекта, в том числе дистанционными методами, так как при строительстве резервуара можно легко встретить подобный блок. Особенно это важно для рассматриваемого резервуара, так как он находится вблизи крыла

Мозырской структуры и вероятность встретить фрагменты не соляных пород очень высока.



Формы и размеры подземного резервуара до и после «доразмыва»: 1 – контур по локации; 2 – контур после вытеснения газа; 3 – проектный контур; 4 – контур после «доразмыва»

Угол падения пород на своде структуры составляет $70...85^\circ$, то есть каждая скважина вскрывает очень небольшую часть разреза по истинной мощности. Корреляция разрезов соседних скважин отсутствует. Тем не менее при наличии 39 скважин, вскрывших верхние соленосные отложения на площади $2,5 \text{ км}^2$, достаточно определенно можно считать, что скважинами вскрыт и изучен полный разрез верхних соленосных пород, слагающих свод Мозырской соляной структуры. Ни в одной скважине быстрорастворимых прослоев не обнаружено. Цвет пластовой каменной соли – белый, светло- и темно-серый, очень редко – розовый. Жилки красно-оранжевой соли присутствуют в трещинах не соляных пород (это галит, что подтверждается опробованием). По химическим анализам примесь калия в галите нигде не превышает $0,03 \%$.

Наличие среди каменной соли мало-мощных не соляных пропластков не является препятствием для создания подземных резервуаров и хранения газа. При течении соли не соляные прослои испытывают как пликативные, так и дизъюнктивные дислокации. В процессе выщелачивания прослои не соляных пород разрушаются и в виде обломков разного размера падают на дно резервуара [4]. В тоже

время в толще каменной соли несоляные пропластки с разрывами и трещинами, «залеченными» солью, являются непроницаемыми для газа.

Выводы

На основании полученных результатов может быть произведена разработка регламента реконструкции подземного резервуара № 9э с практическим применением.

Результаты работ по модернизации Мозырского ПХГ показаны на рисунке, где представлено изменение реальных размеров резервуара. Применение технологии «доразмыва» ПХГ в рамках соляного пласта позволило увеличить полезный объем резервуара в $<2,3$ раза при ресурсе хранилища не менее 20 лет.

Применение технологии «доразмыва» позволяет провести реконструкцию ПХГ с минимальными финансовыми затратами в кратчайшие сроки при минимальных последствиях для экологии региона.

В связи с необходимостью реконструкции и увеличения объема всего объекта Мозырского ПХГ, имеет смысл рассмотреть аналогичных вариантов реконструкции («доразмыва») на других подземных резервуарах, принадлежащих объекту. Это позволит существенно сократить сроки строительства и финансовые затраты. Но ввиду из-за уникальности каждого конкретного резервуара все варианты «доразмыва» подземных емкостей должны быть рассмотрены очень внимательно и индивидуально.

Библиографический список

1. Подземные хранилища в системе государственного резервирования нефтепродуктов / А. А. Григорьев [и др.]. – М.: ОПК, 2006. – 384 с.
2. Инженерная геология СССР. В 8-ми томах. Русская платформа: монография / И. С. Комаров [и др.]. – Т. 1. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1978. – 528 с.
3. Геологический обзор месторождений каменной соли и других пород, развитых на территории СССР, пригодных для строительства подземных хранилищ сжиженного газа, нефти и нефтепродуктов / А. А. Луйк, Г. В. Белоцерковская. – Т. 1. – Л.: ВНИГРИ, 1962.
4. Проведение научно-исследовательских работ и оказание научно-методической помощи при строительстве подземных резервуаров в каменной соли для предприятия: отчет о НИР: п/я Р-6699. – М.: ВНИИПРОМГАЗ, 1983 г.