



УДК 622

**О ЗАКАЧКЕ И ОТБОРЕ ГАЗА ПРИ СОЗДАНИИ
И РАЗВЕДЫВАТЕЛЬНО-ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ
ПОДЗЕМНЫХ ХРАНИЛИЩ ГАЗА**



**ON INJECTION AND WITH DRAWAL OF GAS DURING CREATION
AND EXPLORATORY COMMERCIAL OPERATION
OF UNDERGROUND GAS STORAGE FACILITIES**

Вержбицкий Вячеслав Владимирович
старший преподаватель кафедры
разработки и эксплуатации нефтяных
и газовых месторождений,
Северо-Кавказский Федеральный университет
slavax777@mail.ru

Ливинцев Петр Николаевич
кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры
разработки и эксплуатации нефтяных
и газовых месторождений,
Северо-Кавказский Федеральный университет
rangm26@yandex.ru

Вержбицкая Виктория Владимировна
ассистент кафедры
разработки и эксплуатации нефтяных
и газовых месторождений,
Северо-Кавказский Федеральный университет
v.verzhbitskaya_2020@mail.ru

Аннотация. Проанализированы данные о закачке и отборе газа при создании и разведывательно-промышленной эксплуатации подземных хранилищ газа в 1960–1971 годах.

Ключевые слова: подземное хранение газа, активный и буферный объемы газа, создание и разведывательно-промышленная эксплуатация.

Verzhbitsky Vyacheslav Vladimirovich
Senior Lecturer of the Department
of Development and Operation
of Oil and Gas Fields,
Oil and Gas Institute,
North-Caucasus Federal University
slavax777@mail.ru

Livintsev Petr Nikolaevich
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor,
Associate Professor of the Department
of Development and Operation
of Oil and Gas Fields,
Oil and Gas Institute,
North-Caucasus Federal University
rangm26@yandex.ru

Verzhbitskaya Viktoriya Vladimirovna
Teaching Assistant of the Department
of Development and Operation
of Oil and Gas Fields,
Oil and Gas Institute,
North-Caucasus Federal University
v.verzhbitskaya_2020@mail.ru

Annotation. Data on injection and withdrawal of gas during creation and exploratory commercial operation of underground gas storage facilities in 1960–1971 are analyzed.

Keywords: underground gas storage, working and base gas, creation and exploratory commercial operation.

Потребление газа городами и промышленными предприятиями зимой в 2–3 раза больше чем летом. Для хранения и подачи газа в связи с неравномерностью потребления сооружаются подземные хранилища газа (ПХГ). Для их создания используются небольшие геологические структуры площадью в несколько квадратных километров на глубинах 500–1000 метров. Эксплуатация подземных газохранилищ имеет циклический характер. Летом, когда спрос на газ снижается, его из газопровода закачивают в ПХГ. Зимой потребность в газе возрастает и газ из ПХГ частично извлекают и доставляют в газовую сеть потребителей или возвращают в газопровод.

Газовая полость ПХГ – это область пласта, в которой сосредоточен газ, хранящийся в ПХГ. Газовая полость получается путем замещения пластовой воды, первоначально заполнявшей пласт, газом, закачиваемым в хранилище. Многократное вытеснение воды газом в одном направлении и газа водой в противоположном в капиллярах пластов не бывает полным. В зоне вытеснения образуется газоводная смесь с переменной насыщенностью каждой фазы. При малых насыщенностях как вода, так и газ теряют подвижность и остаются в пласте. Слова – газовая полость хранилища не следует понимать буквально. В этой области насыщенность газом пласта повышенная и возрастает с увеличением числа закачек и отборов, но в нем содержится и невытесненная вода. Формирование газовой полости хранилища ответственная задача. От ее решения зависят результаты последующей эксплуатации ПХГ.



Вытесняющая способность воды газом невелика. Это обусловлено следующим. Даже в условиях пласта газ имеет плотность меньше чем у воды (он легче) и вязкость меньше чем у воды (газ имеет большую подвижность). Газ, как более легкий, стремится занять верхнюю часть пласта (всплывает), а нижняя часть остается заполненной водой, отчего использование порового пространства пласта для газа не полное, а поперечные размеры хранилища увеличиваются. При закачках и отборах (более подвижного) газа образуются длинные газонасыщенные языки, которые вытягиваются вдоль кровли пласта и могут вовсе уйти из хранилища, т.е. вывести газ за пределы геометрической ловушки. А это чревато потерями газа и может явиться угрозой для людей и среды обитания.

Газ в хранилище подразделяют на активный и буферный. Активным называют часть газа, которую извлекают из газохранилища (при повышенном спросе), а затем восполняют извлеченное закачкой газа в хранилище (в сезоны снижения спроса). Буферным называют ту часть газа, которая постоянно находится в подземном газохранилище. Она обеспечивает в хранилище давление, достаточное для подачи активного газа к отбирающим скважинам. Чем больше доля буферного газа в ПХГ, тем меньше разнятся максимальное и минимальное давления, обеспечивающие отбор. Объем активного и буферного газа в подземном газохранилище зависит от геометрических размеров хранилища, от формы и глубины залегания, пористости и проницаемости вмещающих пород, от минимального и максимального давлений в полости ПХГ при эксплуатации, а также от технологии закачек и отборов газа.

В процессе создания ПХГ отношение объемов активного и буферного газа снижается от цикла к циклу за счет накопления газа в хранилище и достигает своего предельного значения при выходе газохранилища на периодический режим работы (так называемый режим предельного цикла). При этом объемы закачиваемого и отбираемого газа сравниваются.

В нашей стране создание ПХГ началось в конце пятидесятых годов двадцатого столетия. К 1970 году эксплуатировалось 7 хранилищ, созданных в основном в истощенных газовых залежах. Началось сооружение ПХГ и в водоносных пластах (Калужское, Щелковское, Гатчинское и другие). Сооружение и выведение подземных хранилищ газа на эффективную работу сложный высокозатратный и длительный процесс (5–10 лет).

В [1] приведены данные по величинам закачек и отборов газа в подземные хранилища газа СССР в 1958–1971 годах, но без желательного анализа. Мы дополнили таблицу результатами некоторых расчетов и построили графики (табл., рис. 1–3).

Таблица – Сведения о закачках и отборах в подземные хранилища газа

Годы	Закачено газа в хранилища, млрд м ³	Отобрано газа из хранилища, млрд м ³	Превышение величины закачки над отбором, млрд м ³	Величина отношения объемов закачки газа к отбору
1960	0,197	0,046	0,151	4,283
1961	0,389	0,123	0,266	3,163
1962	0,633	0,184	0,449	3,440
1963	0,946	0,444	0,502	2,131
1964	1,282	0,837	0,445	1,532
1965	1,778	1,013	0,765	1,755
1966	2,24	1,442	0,798	1,553
1967	3,244	1,776	1,468	1,827
1968	3,767	2,666	1,101	1,413
1969	4,103	3,289	0,814	1,247
1970	5,473	3,643	1,830	1,502
1971	5,59	5,029	0,561	1,112
Итого	29,642	20,492	9,150	

Из анализа следует.

С 1960 по 1971 в ПХГ страны закачено 29,642 млрд м³ газа, а отобрано из них только 20,492 млрд м³; превышение объемов закачек газа над отборами составило 9,15 млрд м³ (таблица); часть этой величины пошла на создание в хранилищах необходимого объема буферного газа, а другая часть видимо ушла за пределы ловушек газохранилищ.

С 1960г. по 1971г. величины закачек и отборов газа из подземных хранилищ нашей страны последовательно увеличивались; причем, в каждом из годов величина закачек газа превышали отборы газа (табл., рис. 1).

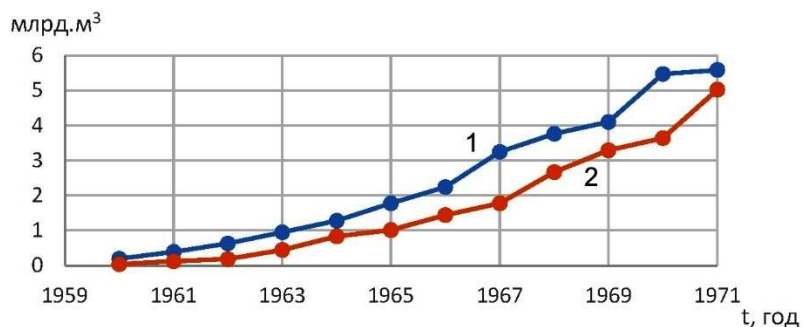


Рисунок 1 – Увеличение закачек и отборов газа по хранилищам СССР с течением времени: 1 – закачка, 2 – отбор

С 1960 г. по 1966 г. абсолютные величины превышений закачек газа над отборами возрастали почти равномерно; затем они изменялись скачкообразно (рис. 2).



Рисунок 2 – Изменения абсолютных величин превышений закачек газа в хранилища над отборами с течением времени

Величина относительного превышения закачек над отборами последовательно уменьшалась от 4,28 в 1960 г. до 1,53 в 1964 г., а затем уменьшение шло медленнее (рис. 3). В 1971 году рассматриваемое превышение приблизилось к единице, то есть к желательной величине равенства объемов закачек газа в хранилища страны и отборов из них.

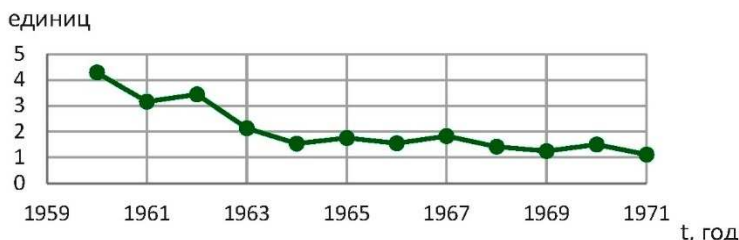


Рисунок 3 – Уменьшение с течением времени величины отношения объемов закачек газа и отборов

В [2] отмечается, что в стране до 2000 г. создано больше 20 ПХГ с общим объемом, хранившегося в них газа больше 120 млрд м³ и максимальным суточным отбором газа больше 450 млн м³. Производится расширение действующих и сооружение новых ПХГ. Планируется создание пиковых хранилищ, из которых будет возможен ускоренный отбор активного газа не за 120–150, а за 50–60 суток.

Литература

1. Левыкин Е.В. Технологическое проектирование хранения газа в водоносных пластах. – М. : Недра, 1973. – 208 с.
2. Лурье М.В. Механика подземного хранения газа в водоносных пластах. – М. : ГУП Издательство «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2001. – 350 с.

References

1. Levykin E.V. Technological design of gas storage in aquifers. – M. : Nedra, 1973. – 208 p.
2. Lurie M.V. Mechanics of underground gas storage in aquifers. – M. : State unitary enterprise publishing house «Neft i gaz» of I.M. Gubkin Russian State University of Oil and Gas, 2001. – 350 p.