



Подземные хранилища газа в России

Подземные хранилища газа (ПХГ) являются неотъемлемой частью Единой системы газоснабжения России (ЕСГ), поддерживая надёжность ее функционирования. Все подземные хранилища или максимально приближены к основным потребителям, или расположены в узловых точках газотранспортной системы, что даёт возможность оперативно перенаправлять потоки газа, сообразуясь с ситуацией.

Использование ПХГ позволяет, в первую очередь, сгладить негативные последствия неравномерного сезонного газопотребления (базисные, или сезонные хранилища), обеспечивая надёжность поставок газа. Ведь в течение года максимальный суточный отбор газа превышает минимальный более чем в три раза, а подача газа по магистральным газопроводам производится практически с постоянной скоростью.

Кроме того, ПХГ используются для обеспечения дополнительной подачи газа потребителям в аномально холодные зимы и в случае кратковременных аварийных ситуаций в системе газоснабжения (пиковые ПХГ), а также обеспечивают долгосрочный резерв газа на случай непредвиденных экстремальных ситуаций (резервные ПХГ).

Хранилища сооружаются как в проницаемых, так и в непроницаемых горных породах. В проницаемых горных породах создаются подземные хранилища для больших объёмов газа (сезонные и резервные хранилища). Эти ПХГ сооружаются в истощённых газовых, газоконденсатных и нефтяных месторождениях, а также в водоносных горизонтах, которые по структуре близки к газовым месторождениям.

ПХГ в непроницаемых горных породах (в основном, в каменной соли – в естественных или искусственно созданных кавернах) являются самым рациональным источником покрытия пикового спроса на газ. Соляные хранилища (ПХГС) обычно невелики по объёму хранимого газа, но могут эксплуатироваться в «рывковом» режиме – темпы отбора газа из соляных каверн обычно ограничены только мощностью наземных установок осушки отбираемого газа, поэтому по скорости возможного отбора газа (4-11 млн куб.м/сут на скважину) они превосходят хранилища в проницаемых породах примерно на порядок [20, с.112-153; 25].



Наиболее важными показателями, характеризующими работу ПХГ, являются запасы т.н. активного, то есть выкачиваемого, газа и максимальная суточная производительность хранилищ – максимальный объём газа, который может быть выкачан из хранилища за сутки.

Кроме активного газа, в ПХГ находится так называемый буферный газ, который является неотъемлемой частью хранилища и не подлежит реализации. В ПХГС буферный газ составляет 20-25% общего объёма, в подземных хранилищах в пористых структурах – около 50% [23, с.3-4].

Строительство подземных хранилищ газа в истощённых газовых и нефтяных месторождениях наиболее экономично благодаря уже имеющейся инфраструктуре. Особенно экономически и технологически эффективен метод резервирования газа в истощённых нефтяных месторождениях, так как наряду с решением задач обеспечения надёжности газоснабжения это позволяет существенно повысить коэффициент нефтеотдачи. Однако, хотя основные технологические процессы на газовых месторождениях и ПХГ основаны на одних и тех же законах природы, условия реализации этих законов на месторождениях и хранилищах газа совершенно разные. Основным отличием технологии подземного хранения газа от технологии разработки газовых месторождений является скоротечность и нестабильность процессов на ПХГ. Кроме того, наличие цикла закачки газа определяет ряд особенностей при эксплуатации этих объектов – увеличение буферного объёма хранилища, образование в коллекторе переходной зоны, вызываемое частичным уходом газа за пределы залежи. Все эти обстоятельства вызывают специфические трудности создания и эксплуатации ПХГ [24, с.214-223].

Цикличность эксплуатации ПХГ наглядно демонстрируется на примере подземных хранилищ США (рис. 1), где, как и в России, сильно выражена сезонная неравномерность потребления газа. Период заполнения хранилищ в США определяется в 214 дней (с апреля по октябрь), период отбора в отопительный сезон – 151 день (с ноября по март).

Вообще опыт США по использованию подземных хранилищ газа чрезвычайно показателен. В конце 2005 г. в стране насчитывалось 394 ПХГ. Общая мощность подземного хранения газа в США за последнее десятилетие колеблется в очень узком диапазоне (млрд куб.м): 1998 г. – 231,5, 2001 г. – 238,3, 2005 г. – 233,8, поскольку за период 1998-2005 гг. была прекращена деятельность 42 ПХГ как неэ-



кономичных или дефектных, но за этот же период было введено в действие 26 новых хранилищ.

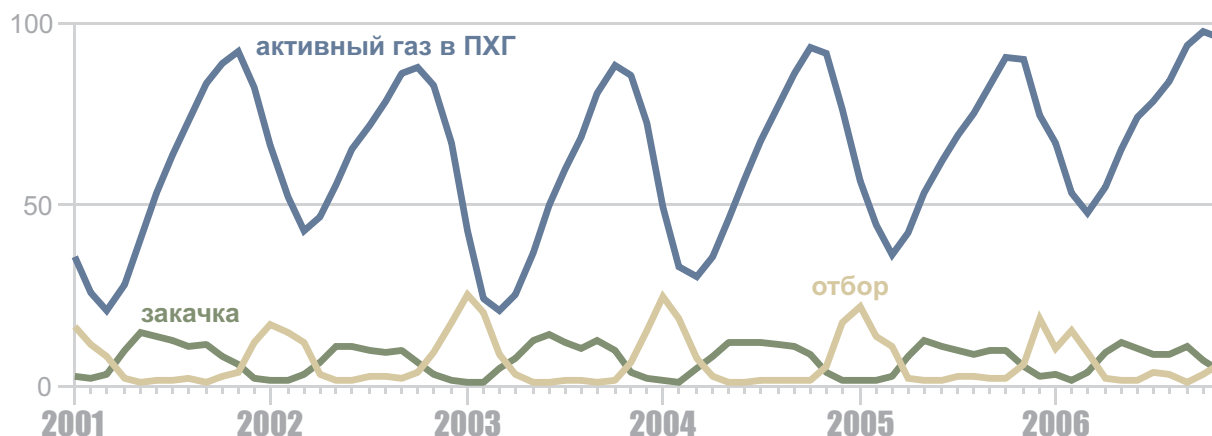


Рис.1. Динамика сезонных колебаний заполненности подземных хранилищ газа в США в 2001-2006 гг., млрд куб.м.

Источник: [34]

В то же время, благодаря вводу новых мощностей, применению более совершенной технологии (бурение горизонтальных скважин в хранилищах в истощенных месторождениях) и увеличению мощностей существующих соляных хранилищ путём создания дополнительных каверн, объём активного газа (working gas capacity) и проектная суточная производительность (design-day withdrawal capability – deliverability) устойчиво возрастают (рис.2, 3). К 2005 г. суммарная мощность активного газа в хранилищах США и суточная производительность достигли рекордных значений – 113,5 и 2,36 млрд куб.м/сут соответственно.

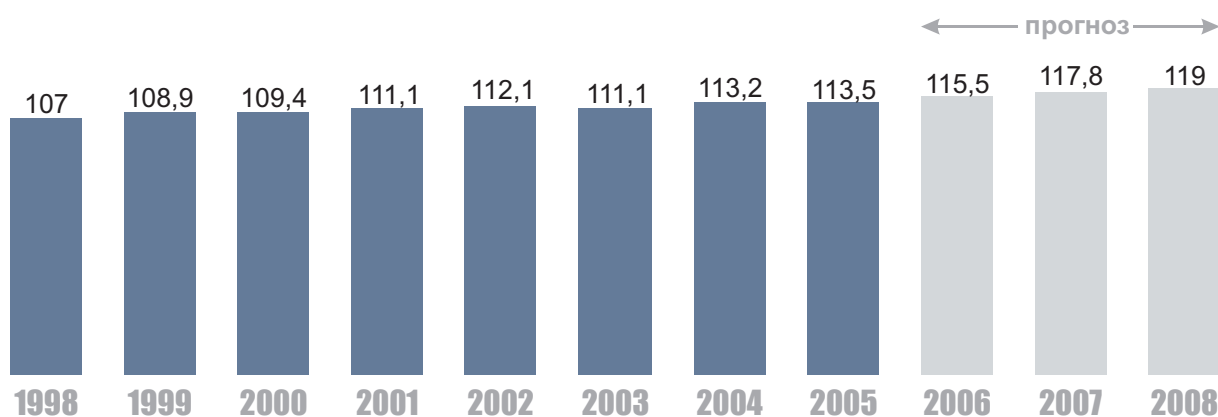


Рис.2. Динамика активных мощностей в подземных хранилищах США, млрд куб.м/сут.

Источники: [35, с.5]



Рис.3. Динамика роста среднесуточной производительности подземных газовых хранилищах США, млрд куб.м/сут.

Источники: [35, с.5]

Основу сети подземных хранилищ природного газа в США составляют хранилища в отработанных нефтегазовых месторождениях (85,7% по активной емкости ПХГ и 81,2% по числу хранилищ). Они обеспечивают наибольшую суммарную подачу газа из хранилищ при наибольшей средней суточной производительности, составляющей 74,3% суточной производительности всех ПХГ (рис.4).

Заметно меньше объёмы газа в ПХГ, сооружаемых в водоносных пластах. Отличительными особенностями хранилищ этого типа являются превышение объёма буферного газа над активным, относительно низкие темпы отбора и закачки газа при больших объёмах хранения, высокая инерционность технологических процессов, длительность и сложность изменения режимов. Они обеспечивают наименьшую суточную подачу газа – 236,0 млн куб.м/сут, или 10% суточной производительности всех хранилищ.

ПХГ в отложениях каменной соли составляют 7,6% от числа хранилищ и 4,3% ёмкости по активному газу, однако они надёжно обеспечивают высокие темпы отбора и закачки газа, быстрый переход с режима на режим, а следовательно, и гибкость снабжения газопотребителей. Большинство ПХГС в США запроектированы на отбор активного газа в среднем за 10 суток и пополнение в течение 20 суток.

Доля соляных подземных хранилищ газа в США постоянно растёт (рис.5). Подземные хранилища в США функционируют во всё более напряжённом режиме. В последние годы, с ростом использования хранящегося в них газа, они часто работают на пределе своих возможностей – активный газ, накапливаемый к началу отопительного сезона, к концу его бывает почти полностью отобран из хранилища (рис.6).

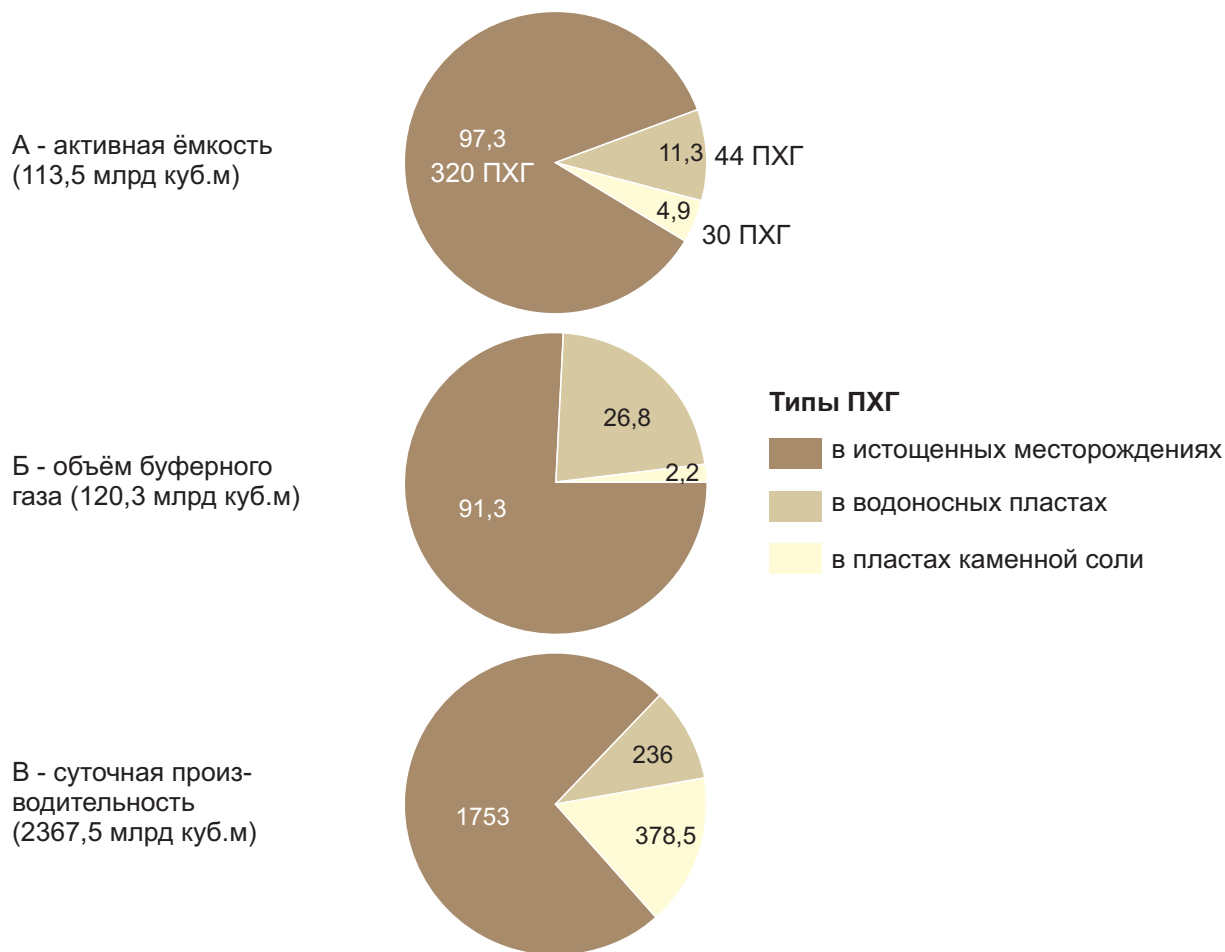


Рис.4. Эксплуатационные характеристики подземных газовых хранилищ США разных типов на 1.1.2006 г.
Источники: [33; 35, с.3]

Наиболее общий показатель, характеризующий уровень развития подземного хранения в стране, – отношение объёма газа, отбираемого из ПХГ, к объёму его потребления. В США этот показатель выдерживается на уровне 11-16% (без учёта собственных нужд газопроводной промышленности).

В России создание подземных хранилищ газа в пористых средах начато в 1958 г. Первое ПХГ было создано на базе истощённой Башкатовской залежи газа (Куйбышевская область). В этом же году началась закачка в Елшанское (около г.Саратов) и в Аманакское (Куйбышевская область) отработанные газовые месторождения. Эти ПХГ предназначались в основном для утилизации попутного нефтяного газа. Первое хранилище природного газа в водоносном пласте в России было создано в 1959 г. близ г.Калуга (Калужское ПХГ). В дальнейшем для обеспечения надёжной эксплуатации ЕСГ создавались всё новые подземные хранилища, в том числе крупнейшие в мире: Касимовское (Рязанская область) – в водоносных



пластах с активным объемом газа 9 млрд куб.м и Северо-Ставропольское – в истощённом газовом месторождении с активным объёмом газа 20 млрд куб.м [16; 19].

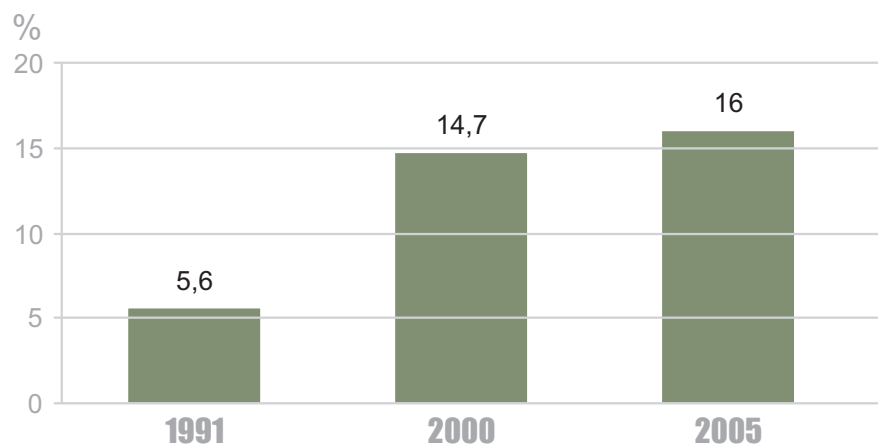


Рис.5. Рост доли ПХГС в суточной производительности подземных хранилищ газа США.

Источники: [2, с.106; 35, с.3]

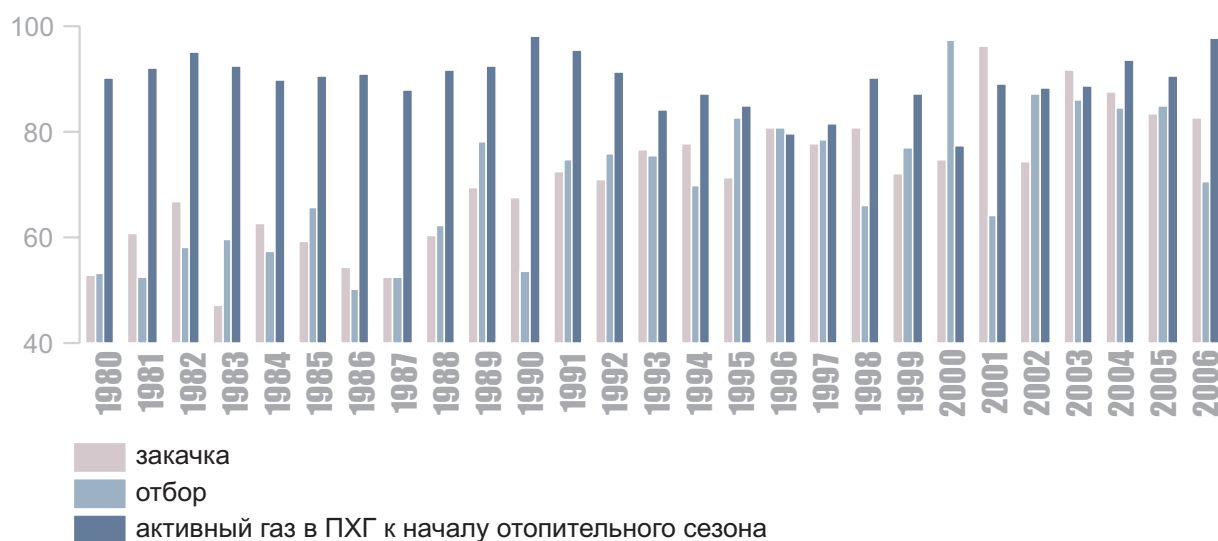


Рис.6. Динамика отбора и закачки газа в подземные хранилища в США в 1980-2006 гг., млрд куб.м.

Источник: [34]

К началу отопительного сезона 2006 г. на территории РФ в эксплуатации находилось 25 объектов подземного хранения газа с объёмом товарного газа 63 млрд куб.м и была обеспечена максимальная суточная производительность



ПХГ – 600 млн куб.м и среднесуточная в декабре-феврале – 488 млн куб.м [8, с.39].

Семь ПХГ сооружены в водоносных структурах, 18 – в истощённых газовых и газоконденсатных месторождениях. Подземных хранилищ в каменной соли в России в настоящее время нет. Практически нет и хранилищ в истощённых нефтяных месторождениях. Хранилища этих типов только строятся или проектируются.

Хранилища в водоносных пластах сооружаются в местах расположения крупнейших потребителей (Центр и Северо-Запад России), где отсутствуют нефтегазовые залежи. Одной из особенностей таких хранилищ газа в России является малая амплитуда поднятий (во многих хранилищах она не превосходит нескольких метров). Так, под Санкт-Петербургом функционирует единственное в мире небольшое подземное хранилище газа (Гатчинское), созданное в пологозалегающем водоносном пласте. Между тем, по критериям некоторых зарубежных фирм, поднятия с амплитудой меньше чем 30-40 м считаются непригодными для создания ПХГ.

В последнее десятилетие запасы газа в подземных хранилищах нашей страны поддерживаются, по данным ОАО «Газпром», на достаточно стабильном уровне (рис.7, 8).

Помимо ежегодно закачиваемого, а затем откачиваемого товарного газа, хранилища содержат более 20 млрд куб.м газа долгосрочного резерва, основная масса которого сосредоточена в Северо-Ставропольском ПХГ [3, с.14-15; 19; 28].

Отношение объёма газа, отбираемого из ПХГ в течение года, к объёму его годового потребления (без учёта затрат газа на технологические нужды газопроводной системы) в последние годы в России выдерживается на уровне 10-12% (немного меньше, чем в США).

Сеть ПХГ обеспечивает в отопительный период до 20% поставок газа российским потребителям, а в дни резких похолоданий эта величина достигает 27% [8, с.39].

ОАО «Газпром» хранит газ в ПХГ и за рубежом, являясь акционером зарубежных компаний, эксплуатирующих подземные хранилища в Латвии, Армении, Австрии, Германии (где «Газпром» является совладельцем крупнейшего в Европе ПХГ «Реден» с объёмом хранения более 4 млрд куб.м), а также на контрактных условиях на территории Украины, Германии, Австрии, Великобритании. Это по-



вышает надёжность и гибкость поставок российского газа европейским потребителям [4; 12; 17; 32].

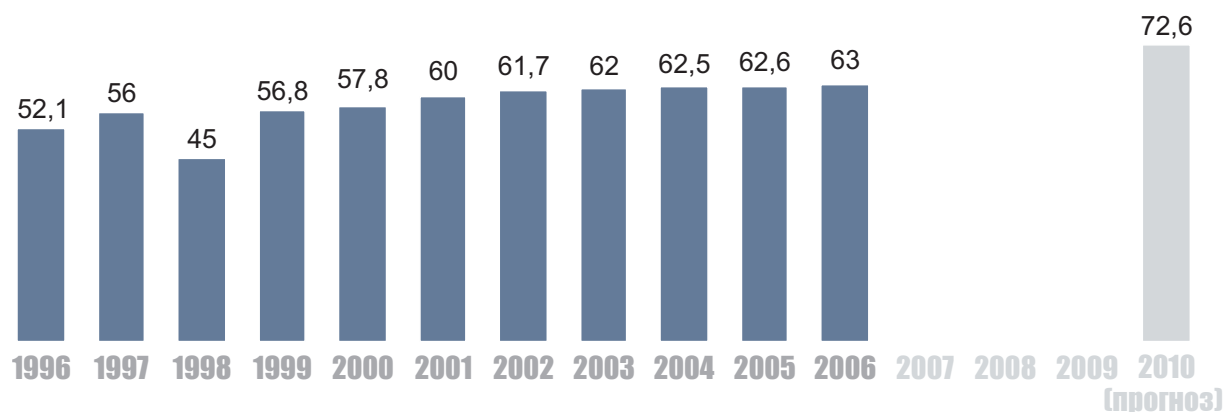


Рис.7. Динамика объёмов товарного газа в российских ПХГ (к началу отопительного сезона), млрд куб.м

Источники: [5; 6; 8, с.39; 9; 15; 20, с.115; 29, с.16; 30; 31]

Несмотря на высокий уровень развития ПХГ, в России есть регионы с недостаточной обеспеченностью подземными хранилищами, прежде всего – Северо-Западный, Центральный и Уральский (табл.), на которые приходится 60% газопотребления страны и по территориям которых проходят основные магистральные газопроводы.

Тем не менее, считается, что суммарная ёмкость ПХГ России вполне достаточна для поддержания надёжности газоснабжения страны и нет необходимости в значительном наращивании объёма активного газа. Однако строительство новых подземных хранилищ газа всё же необходимо, прежде всего для перераспределения активного объёма газа по территории страны, с целью приближения ПХГ к основным потребителям, а также для решения проблем, которые возникнут при подключении к единой системе газоснабжения новых регионов (Восточная Сибирь, Дальний Восток).

Основная цель дальнейшего развития подземного хранения газа на территории Российской Федерации состоит, главным образом, в увеличении суточной производительности ПХГ [29, с.24], что позволило бы повысить надёжность и маневренность их работы. Хотя максимальная суточная производительность российских ПХГ с 1990 г. (277 млн куб.м) возросла более чем вдвое, она до сих пор остаётся неудовлетворительной. Так, с большим трудом удалось избежать энергетического кризиса зимой 2005-2006 гг., когда в европейской части России средне-



суточная температура опускалась ниже нормы на 12-20°. Подземные хранилища тогда работали в режиме пиковых нагрузок, буквально за пределами своих возможностей. Была превышена считавшаяся к тому времени предельной мощность ПХГ по откачке – 568 млн куб.м; 19 января 2006 г. максимум суточного отбора из ПХГ достиг 573,2 млн куб.м [19].



Рис.8. Динамика функционирования российских ПХГ в 2000-2006 гг., млрд куб.м
Источники: [6; 7; 8, с.39; 10; 11]

Таблица

Подземные хранилища газа в Северо-Западном, Центральном и Уральском федеральных округах

Федеральный округ	Субъект федерации	ПХГ	Объем активного газа, млрд куб.м
Северо-Западный	Ленинградская обл.	Гатчинское	0,2
	Новгородская обл.	Невское	1,3
Центральный	Калужская обл.	Калужское	13
	Рязанская обл.	Касимовское	
		Увязовское	
	Московская обл.	Щелковское	
Уральский	ХМАО	Пунгинское	2,3

Источники: [1; 3, с.13; 13; 16; 18; 21; 22]

В ОАО «Газпром» разработана «Программа работ на 2005-2010 годы по подземному хранению газа в Российской Федерации», в соответствии с которой компания планирует к сезону отбора 2010-2011 г. увеличить потенциальную суточную производительность ПХГ до 758 млн куб.м [14].



Эффективность работы системы российских ПХГ серьезно страдает как по причине морально и физически устаревшего оборудования, так и из-за отсутствия в стране «пиковых» соляных ПХГ. Сейчас на территории России ведётся строительство двух объектов подземного хранения газа в каменной соли – Калининградского и Волгоградского ПХГ. Волгоградское ПХГ будет крупнейшим в Европе и первым в России подземным хранилищем в солях с объёмом активного газа 800 млн куб.м и суточной производительностью 70 млн куб.м [25; 27]. Строительство других ПХГС пока не начиналось. По-видимому, ОАО «Газпром» пока не располагает достаточно детальной программой дальнейшей деятельности в области совершенствования подземного хранения газа. По крайней мере, представленная в феврале 2007 г. стратегия развития подземных хранилищ газа до 2030 г. не получила одобрения совета директоров госкорпорации и была отправлена на доработку. Глава Минпромэнерго Виктор Христенко назвал этот документ слишком упрощённым и не учитывающим интересы энергетической отрасли. Правлению было рекомендовано доработать стратегию развития ПХГ в России и за рубежом, детализировать её и просчитать затраты на строительство дополнительных мощностей [26].

Л.Л.Япаскурт

Источники информации:

1. Бузинов С.Н., Михайловский А.А., Соловьев А.Н. и др. Щёлковское подземное хранилище газа: проблемы, решения, перспективы. М.: ООО «ИРЦ Газпром», 2003 (Транспорт и подземное хранение газа).
2. Вольский Э.Л., Новикова Л.И., Кабачник Л.Я. и др. Газовая промышленность США: Информационно-аналитический обзор / ВНИИГаз. М., 2001.
3. Газовая промышленность. 2006. № 2.
4. Газовая промышленность. <http://www.gazprom.ru>. 2007, апрель.
5. Газпром. Годовой отчет 1999. Подземное хранение. <http://www.gazprom.ru>. 29.06.2000.
6. Газпром. Годовой отчет 2004. <http://www.gazprom.ru>. 2005.
7. Газпром. Годовой отчет 2005. <http://www.gazprom.ru>. 2006.
8. Газпром. Годовой отчет 2006. <http://www.gazprom.ru>. 2007, июнь.
9. Газпром. Годовой отчет за 1997 год. <http://www.gazprom.ru>. 1998.
10. Газпром. Годовой отчет за 2001 год. <http://www.gazprom.ru>. 2002.
11. Газпром. Годовой отчет за 2003 год. <http://www.gazprom.ru>. 2004.
12. Газпром. Новости. «Газпром», RAG и WINGAS открывают крупнейшее в Австрии подземное газохранилище. <http://www.gazprom.ru>. 24.05.2007.
13. Газпром. Новости. Алексей Миллер и Валентина Матвиенко обсудили ход выполнения меморандума о сотрудничестве. <http://www.gazprom.ru>. 18.07.2003.
14. Газпром. Новости. Совет Директоров рассмотрел стратегию в области подземного хранения газа. <http://www.gazprom.ru>. 5.02.2007.
15. Газпром. Новости. Состоялось заседание Совета директоров ОАО «Газпром». <http://www.gazprom.ru>. 17.06.2003.
16. Газпром. Новости. Состоялось празднование 40-летия Гатчинского ПХГ. <http://www.gazprom.ru>. 20.06.2003.



17. Газпром. Транспортировка. <http://www.gazprom.ru>. 2007.
18. Золотое кольцо: Ярославская областная газета. У истоков магистрального транспорта газа. <http://www.goldring.ru>. 21.07.2006.
19. Институт проблем естественных монополий. Комментарии. Подземелья газовой империи. <http://www.ipem.ru>. 13.06.2006.
20. Казарян В.А. Подземные хранилища газа и нефтепродуктов - необходимый элемент функционирования ТЭК / ООО "Имперал". М., 2006.
21. Мособлгаз. Новости. Газовые новости Московской области. Увязовское ПХГ принимает поздравления. <http://www.mosoblgaz.ru>. 21.01.2004.
22. Мособлгаз. Новости. Под Усть-Волму закачают газ. <http://www.mosoblgaz.ru>. 14.09.2004.
23. Наука и техника в газовой промышленности. 2002. № 4.
24. Наука о природном газе. Настоящее и будущее: Сб.науч.трудов / РАО "Газпром", ВНИИГаз. М., 1998.
25. Научная Сеть. Геология. Проблемы деформирования геологической среды в зоне подземных хранилищ газа (ПХГ) в каменной соли и их контроль. <http://nature.web.ru>. 14.03.2002.
26. Нефть России. Новости. "Коммерсант": "Газпром" пересчитает подземные мощности. <http://www.oilru.com>. 6.02.2007.
27. Новости Волгограда.RU. В Волгограде Газпром проводит совещание по вопросам подземного хранения газа. <http://www.novostivolgograda.ru>. 11.04.2006.
28. Особенности эксплуатации Северо-Ставропольского подземного хранилища газа: Обзорная информация. Газовая промышленность / ОАО "Газпром", ООО "ИРЦ Газпром". М., 2002 (Геология и разведка газовых и газоконденсатных месторождений).
29. Подземное хранение газа. Проблемы и перспективы: Сб.науч.трудов / ОАО "Газпром", ВНИИГаз. М., 2003.
30. РАО "Газпром". Годовой отчёт за 1996 год. М., 1997.
31. РАО "Газпром". Ежегодный доклад-95 / ИРЦ газовой промышленности. М., 1996.
32. РИА ТЭК. Газ. "Газпром" получил доступ к подземному газовому хранилищу Humbly Grove в Великобритании. <http://www.riatec.ru>. 4.08.2005.
33. US Energy Information Administration. Natural Gas Annual 2005. Underground Natural Gas Storage Capacity by State, December 31, 2005 (Table 14). <http://www.eia.doe.gov>. 2006, November.
34. US Energy Information Administration. U.S. Underground Natural Gas Storage by All Operators. <http://tonto.eia.doe.gov>. 2006, November.
35. US Energy Information Administration. U.S. Underground Natural Gas Storage Developments: 1998-2005. <http://www.eia.doe.gov>. 2006, October.