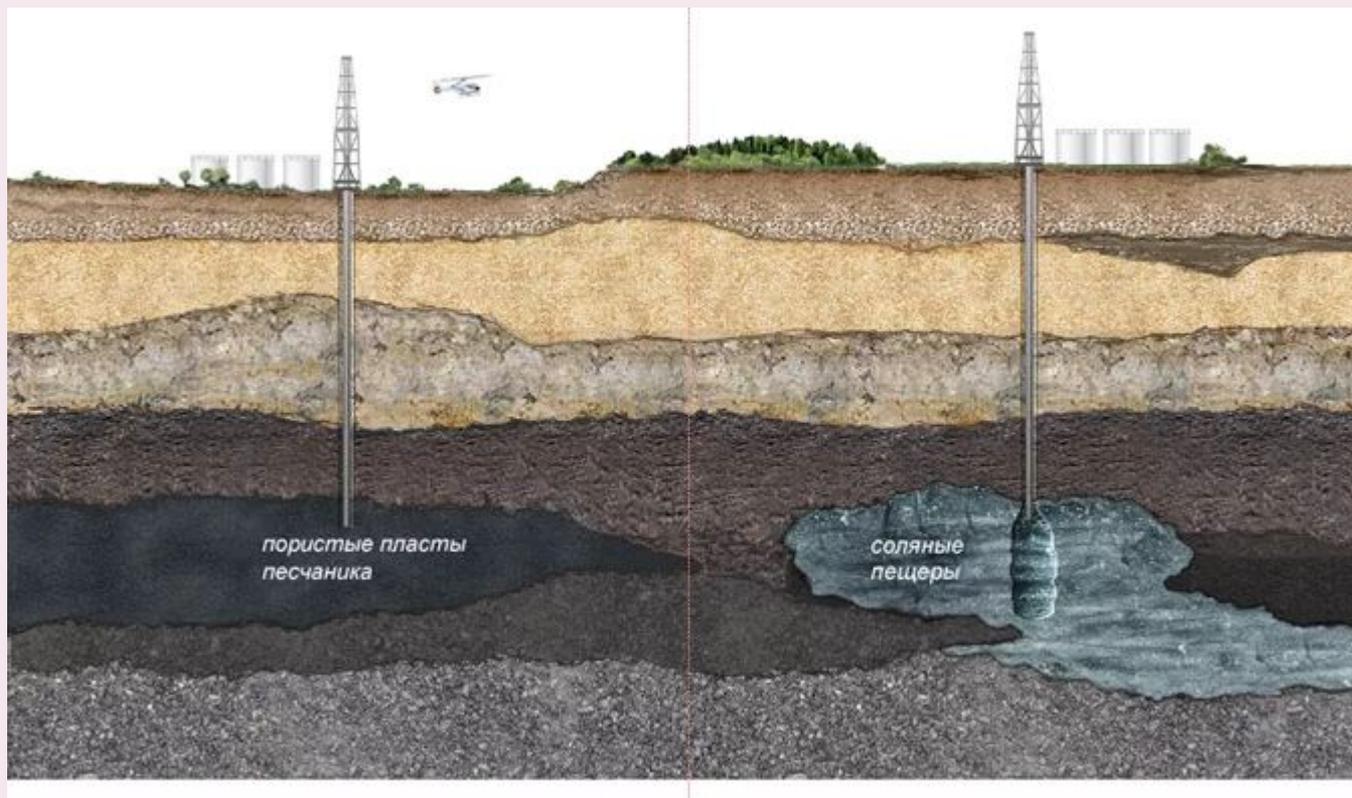


История развития ПХГ



Подземное хранение газа — технологический процесс закачки, отбора и хранения газа в пластах-коллекторах и выработках-емкостях, созданных в каменной соли и в других горных породах.

Подземное хранилище газа (ПХГ) — это комплекс инженерно-технических сооружений в пластах-коллекторах геологических структур, горных выработках, а также в выработках-емкостях, созданных в отложениях каменных солей, предназначенных для закачки, хранения и последующего отбора газа, который включает участок недр, ограниченный горным отводом, фонд скважин различного назначения, системы сбора и подготовки газа, компрессорные цеха.

ПХГ сооружаются вблизи трассы магистральных газопроводов и крупных газопотребляющих центров для возможности оперативного покрытия пиковых расходов газа. Всего в мире действует более 600 подземных хранилищ газа общей активной емкостью порядка 340 млрд м³. Наибольший объем резерва газа хранится в ПХГ, созданных на базе истощенных газовых и газоконденсатных месторождений. Менее емкими хранилищами являются соляные каверны, есть также единичные случаи создания ПХГ в кавернах твердых пород.



Функции ПХГ

В настоящее время создана развитая система подземного хранения газа, которая выполняет следующие функции:

- регулирование сезонной неравномерности газопотребления;
- хранение резервов газа на случай аномально холодных зим;
- регулирование неравномерности экспортных поставок газа;
- обеспечение подачи газа в случае нештатных ситуаций в ЕСГ;
- Создание долгосрочных резервов газа на случай форс-мажорных обстоятельств при добыче или транспортировке газа

Первая в мире опытная закачка газа в истощенное газовое месторождение была проведена в 1915 г. в Канаде (месторождение Уэлленд-Каунти), первое промышленное ПХГ емкостью 62 млн м³ было создано в 1916 г. в США (газовое месторождение Зоар, район г. Буффало). В России первое ПХГ в истощенном месторождении было создано в 1958 г. на базе мелких выработанных залежей газа месторождений Куйбышевской (ныне Самарской) области. Успешное проведение закачки и последовавший отбор газа способствовали усилению работ в области подземного хранения газа по всей стране. В том же году началась закачка газа в Елшанское (Саратовская область) и в Аманакское (Куйбышевская область) истощенные газовые месторождения. В 1979 г. начато создание крупнейшего в мире хранилища в истощенном газовом месторождении — Северо-Ставропольского (Ставропольский край). Площадь горного отвода ПХГ составляет более 680 км².

Оно создано на основе истощенных одноименных газовых месторождений в зеленой свите (1979 г.) и хадумском горизонте (1984 г.) при аномально низких пластовых давлениях. Данные горизонты являются самостоятельными эксплуатационными объектами, расположенными на глубинах 1000 и 800 м, и существенно отличаются по своим характеристикам и режимам работы. При строительстве Северо-Ставропольского ПХГ в хадумском горизонте создан долгосрочный резерв, который может быть отобран из хранилища после периода отбора, даже если не производилась дополнительная закачка газа.

Подземные хранилища газа в водоносных пластах

Первое ПХГ в водоносном пласте было создано в 1946 г. в США — ПХГ Doe Run Upper (штат Кентукки). В СССР первое газохранилище в водоносном пласте было создано в 1959 г. в районе г. Калуга — Калужское ПХГ (проектный объем активного газа — 410 млн м³). Крупнейшее в мире хранилище

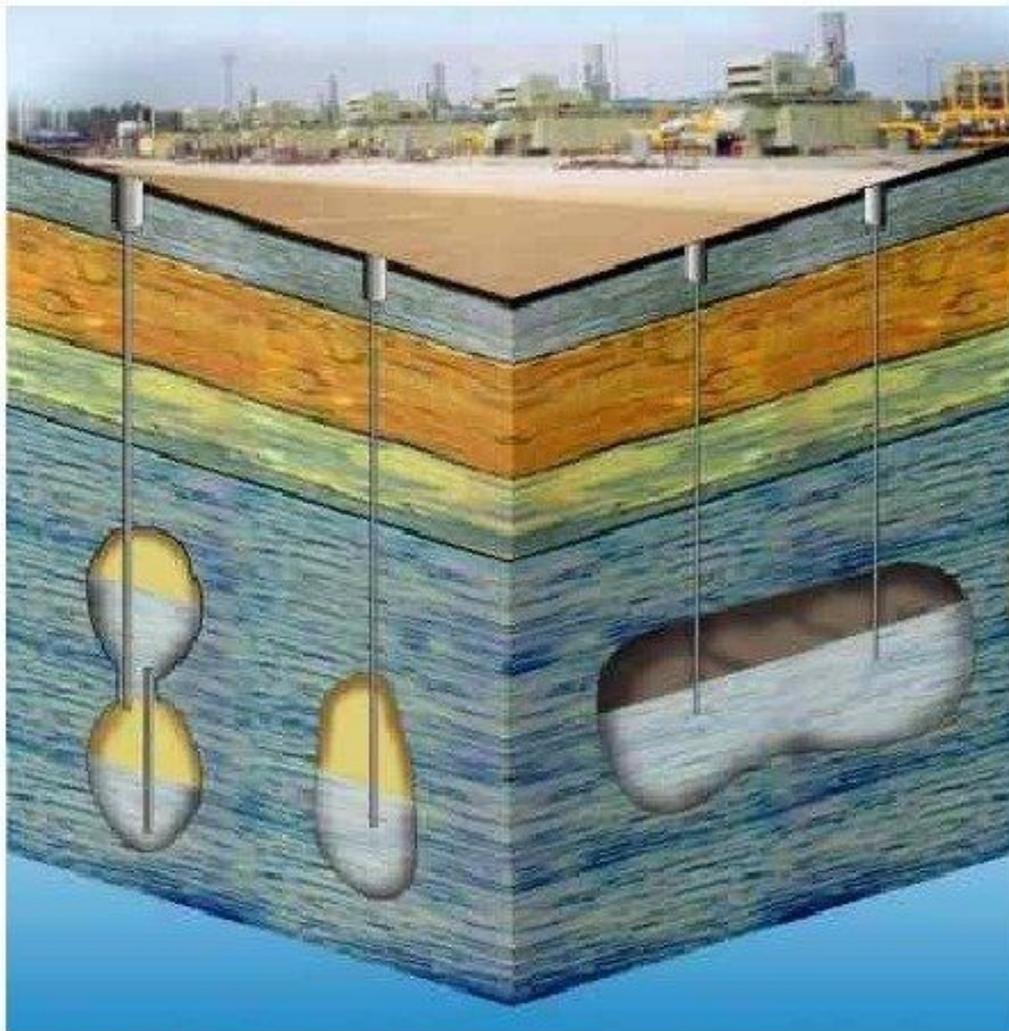
в водоносном пласте — Касимовское ПХГ — было создано в 1977 г. (проектный объем активного газа — 12 млрд м³).



Подземные хранилища газа в соляных кавернах

Подземные хранилища в соляных кавернах используются преимущественно для покрытия пиковых нагрузок, поскольку могут эксплуатироваться в «рывковом» режиме с производительностью отбора, на порядок превышающей производительность отбора из ПХГ в пористых структурах, а количество циклов может достигать до 20 в год. По этим причинам созданию ПХГ в каменной соли уделяется большое внимание в развитых странах. Это также связано и с рыночными условиями функционирования системы газоснабжения, так как ПХГ в каменной соли могут служить для компенсации краткосрочных колебаний газопотребления, предотвращения штрафов за дисбаланс в поставках газа из-за аварий на газопроводах, а также планирования закупок на региональном уровне с учетом ежемесячных или суточных колебаний цен на газ. В мире создано порядка 70 ПХГ в отложениях каменной соли с общей активной емкостью около 30 млрд м³. Наибольшее количество ПХГ в соляных кавернах эксплуатируется в США — 31 ПХГ, общая активная емкость которых составляет порядка 8 млрд м³, а суммарный объем отбора более 200 млн м³/сут. В Германии эксплуатируется 19 ПХГ в соляных кавернах с суммарным объемом активного газа около 7 млрд м³, также планируется расширение действующих и строительство новых ПХГ с общей активной емкостью порядка 8 млрд м³. На территории России в настоящее время строится 3 ПХГ в соляных кавернах: Калининградское (Калининградская область), Волгоградское (Волгоградская область) и Березняковское (Пермская область).

ПХГ в соляных пластах



РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина



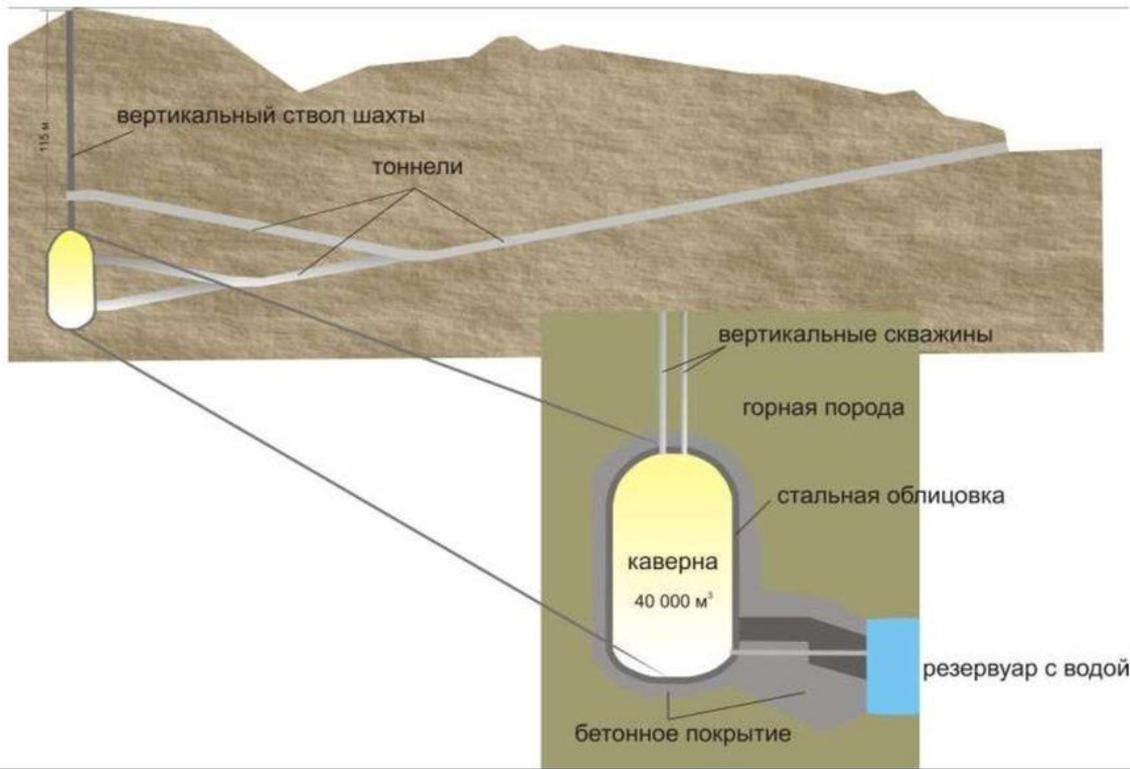
Подземные хранилища газа в твердых горных породах

В мире активно увеличивается спрос на резервные мощности ПХГ, однако не везде существуют оптимальные геологические условия для создания ПХГ на базе истощенных месторождений, в водоносных пластах или в каменной соли. В связи с этим разрабатываются и внедряются технологии создания ПХГ в каменных пещерах и угольных шахтах. Примеры таких хранилищ единичны, но в каждом конкретном случае они являются технически единственно возможным и экономически обоснованным объектом для резервирования необходимого объема природного газа. Наибольший опыт в организации подобных хранилищ имеется у Норвегии, США, Швеции и Чехии, которые рассматривают этот вариант как более экономичную и доступную альтернативу организации ПХГ в солях и наземных хранилищ сжиженного газа.

Подземные хранилища газа в кавернах горных пород

В Швеции в районе г. Хальмштад вблизи основной магистрали газопровода введен в эксплуатацию демонстрационный проект ПХГ Скаллен в облицованной каверне горных пород. В граните на глубине 115 м построена одна каверна (геометрический объем составляет 40 тыс. м³), стены которой укреплены стальной сеткой.

Схема ПХГ в облицованных кавернах



Подземные хранилища газа в отработанных шахтах

На сегодняшний день эксплуатируются два из четырех ПХГ, организованных в отработанных шахтах, это: ПХГ Бургграф-Бернсдорф (калийная соляная шахта, восточная Германия) и ПХГ Лейден (Лейденская угольная шахта, Колорадо, США). ПХГ Бургграф-Бернсдорф эксплуатируется около 40 лет, с максимальным рабочим давлением более 3,6 МПа (самое высокое для хранилищ подобного рода). Главным фактором для поддержания такого давления является герметизация хранилища при помощи специальных бетонных пробок, свойств окружающих пород (калийная и каменная соль), а также гидравлической и механической систем уплотнения.

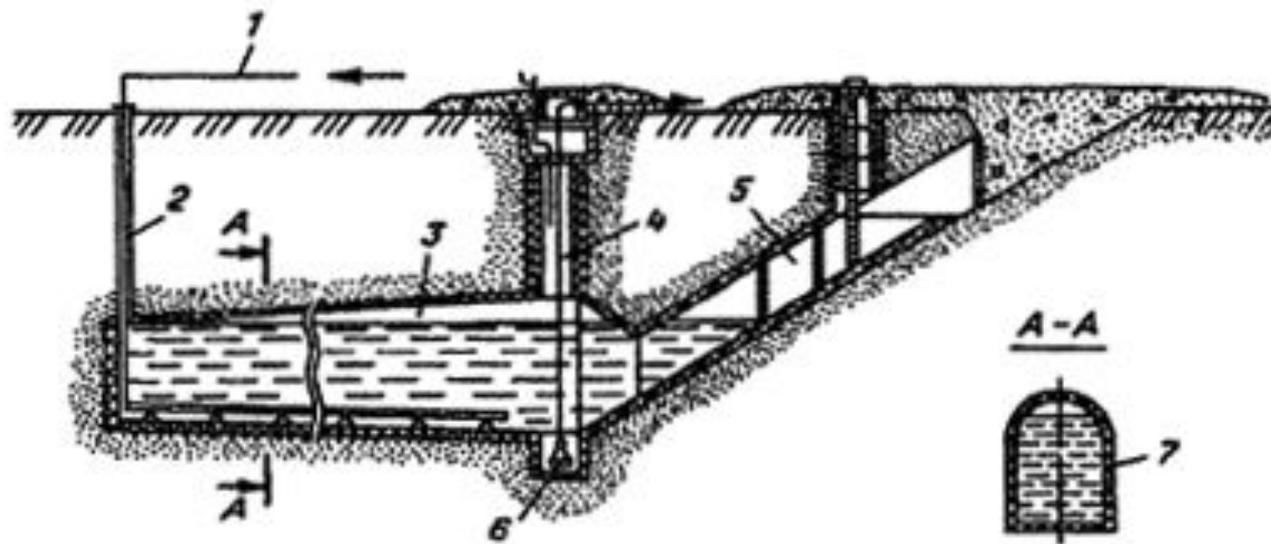


Рис. 7.56. Схема шахтного резервуара в вечномёрзлых породах:

1 — трубопровод; 2 — технологическая скважина для слива нефтепродуктов в подземные выработки-емкости; 3 — выработка-емкость; 4 — технологический колодец; 5 — наклонный ствол; 6 — насос; 7 — ледяная облицовка