

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОМУ КОМПЛЕКСУ
 (Госстрой России)

Систематических документов в строительстве

СВОД ПРАВИЛ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ И СТРОИТЕЛЬСТВУ

ПОДЗЕМНЫЕ ХРАНИЛИЩА ГАЗА, НЕФТИ И ПРОДУКТОВ ИХ ПЕРЕРАБОТКИ

UNDERGROUND STORAGE OF NATURAL GAS,
 OIL AND PROCESSING PRODUCTS

СП 34-106-98

УДК 69 + 622.691.24(083.74)

Дата введения 1999-03-01

- РАЗРАБОТАНО научно-исследовательским и проектным предприятием по сооружению и эксплуатации подземных хранилищ ООО "Подземгазпром" ОАО "Газпром"
- ВНЕСЕНО ООО "Подземгазпром" ОАО "Газпром".
- ПОДГОТОВЛЕН КУТВЕРЖДЕНИЮ Управлением проектирования и экспертизы ОАО "Газпром".
- УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом ОАО "Газпром" от 15.01.99 №5.
- ОДОБРЕН Госстроем России (письмо от 15.12.98 № 13-669).
- СОГЛАСОВАНО с ГУГПСМВД России (письмо от 18.12.97 № 70/7.7/7696); Госгортехнадзором России (письмо от 20.06.97 № 10-03/325); Госсанэпиднадзором России (письмо от 07.08.97 № Д01-13/904-111); Министерством природных ресурсов РФ (письмо от 14.08.97 № 21-19/152); Государственным комитетом РФ по охране окружающей среды (приказ от 31.12.97 № 586).
- ВЗАМЕН ВСН 51-5-85.

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящий Свод правил является приложением к СНиП 34-02-99 «Подземные хранилища газа, нефти и продуктов их переработки» и применяется при проектировании и строительстве подземных хранилищ газа, нефти, газового конденсата и продуктов их переработки (далее - подземные хранилища) с резервуарами, сооружаемыми в каменной соли и других горных породах.

2 ПРАВИЛА ПРОЕКТИРОВАНИЯ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ УСТЬЯМИ СОСЕДНИХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СКВАЖИН В БЕСШАХТНЫХ РЕЗЕРВУАРАХ
 В КАМЕННОЙ СОЛИ

2.1 Расстояние между устьями соседних эксплуатационных скважин a , м, следует определять по формуле

$$a = 2a_d + r(4 + n + k), \quad (1)$$

- где a_d - допустимое отклонение оси скважины от вертикали на отметке кровли выработки-емкости, м;
 r - радиус выработки-емкости резервуара, м;
 n - коэффициент, учитывающий погрешности формообразования в зависимости от принятой технологической схемы строительства, принимаемый равным для схемы растворения соли:
 сверху вниз.....0,1
 снизу вверх.....0,5
 для комбинированных и иных схем.....0,2;
 k - коэффициент, учитывающий возможную асимметричность формы выработки-емкости по геологическим условиям, определяемый по таблице 1.

* Если соседние выработки-емкости имеют разные размеры, то значение r в формуле (1) принимается равным большему радиусу.

Таблица 1

Морфологический тип месторождения	Значение коэффициента k при схеме растворения		
	сверху вниз	снизу вверх	комбинированной и иной
Пластовый и пластово-линзовидный	0,2	0,7	0,4
Куполо - и штокообразный	0,5	1,5	1

2.2 В мощных соляных залежах расстояние между устьями скважин допускается уменьшать за счет двух- или многоруного расположения выработок-емкостей резервуаров. При этом величина целика между соседними выработками-емкостями по кратчайшему расстоянию между стенками должна соответствовать требованиям формулы (1), а расстояние от стенки выработки-емкости до соседних скважин должно быть не менее 50 м.

2.3 При необходимости вытеснения продукта из подземного резервуара ненасыщенным рассолом или водой следует произвести расчет увеличения объема выработки-емкости в процессе эксплуатации и определение ее конечной конфигурации. Значение r в формуле (1) принимается в соответствии с конечной конфигурацией. Увеличение объема выработки-емкости должно быть запланировано на стадии проектирования резервуаров в соответствии с потребностями в расширении объема хранения.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ВЫБРОСА СУГ, НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ
 ПРИ АВАРИЙНОЙ АГРЕГЕРМИТИЗАЦИИ УСТЬЯ СКВАЖИНЫ БЕСШАХТНОГО
 РЕЗЕРВУАРА В КАМЕННОЙ СОЛИ

2.4 Объем выброса продукта хранения $V_e, \text{м}^3$, при аварийной разгерметизации устьевого обвязки скважины определяется по формуле

$$V_e = V \Delta P \left[(1 - \epsilon) c_b + \epsilon c_p + \frac{1,5 K_s}{E} \right] + S_1 H \frac{\Delta P}{P_0}, \quad (2)$$

- где ΔP - изменение давления внутри резервуара при разгерметизации устьевого обвязки, Па;
 ϵ - степень заполнения резервуара продуктами (в долях единицы);
 c_b - изотермический коэффициент сжимаемости рассола, 1/Па, для насыщенного рассола допускается принимать равным $2,3 \cdot 10^{-10}$ 1/Па;
 c_p - изотермический коэффициент сжимаемости продукта, 1/Па, допускается принимать равным $(8-12) \cdot 10^{-10}$ 1/Па, где нижние значения коэффициента относятся к дизельным топливам, верхние - к бензинам; c_p для СУГ следует принимать по имеющимся справочным данным;
 K_s - коэффициент концентрации напряжений на контуре выработки-емкости, принимаемый равным: для выработок-емкостей сферической или близкой к сферической формы - 1,5; для выработок-емкостей, вытянутых вдоль оси скважины (цилиндрической или близкой к ней формы) - 2;
 E - модуль деформации каменной соли, Па;
 H - длина скважины, м;
 S_1 - сечение столба рассола, м^2 ;
 P_0 - начальное давление в выработке-емкости, Па.

Примечание. - При расчете вместимости обвалования уровень разлившейся жидкости при максимальном объеме разлива следует принимать ниже верхней отметки гребня обвалования на 0,2 м. Высота обвалования должна быть не менее 1 м и ширина по верху насыпи не менее 0,5 м.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МИНИМАЛЬНОЙ ГЛУБИНЫ ЗАЛОЖЕНИЯ КРОВЛИ ВЫРАБОТКИ-ЕМКОСТИ ПОДЗЕМНОГО РЕЗЕРВУАРА

2.5 Минимальную глубину заложения кровли выработки-емкости подземного резервуара, эксплуатирующегося в условиях избыточного давления, H_{min} , м, при сооружении резервуаров в непроницаемых породах следует определять по формуле

$$H_{\text{min}} = \frac{P_{\text{max}}}{\gamma_f \epsilon \rho_r} + a, \quad (3)$$

- где P_{max} - максимально допустимое эксплуатационное давление, Па, принимаемое: для бесшахтных резервуаров в каменной соли на уровне башмака основной обсадной колонны; для шахтных резервуаров в породах с положительной температурой - на уровне кровли выработки-емкости;
 γ_f - коэффициент надежности по нагрузке, принимаемый: 0,85 - для бесшахтных резервуаров в каменной соли при спокойном или пластово-линзовидном залегании соли, когда надсолевая толща представлена непроницаемыми породами; 0,75 - в остальных случаях;
 a - длина необсаженной части скважины, м (только для бесшахтных резервуаров в каменной соли);
 ρ_r - усредненная плотность пород, залегающих выше башмака основной обсадной колонны (для бесшахтных резервуаров) и выше кровли выработки (для шахтных резервуаров), кг м^{-3} ;
 ϵ - ускорение свободного падения, м/с^2 .

$$\rho_r = \frac{\sum_{i=1}^n \rho_i m_i}{\sum_{i=1}^n m_i}, \quad (4)$$

- здесь n - число слоев;
 ρ_i - плотность пород i -слоя, кг/м^3 ;
 m_i - мощность i -слоя, м.

2.6 В проницаемых породах глубину заложения кровли выработок-емкостей шахтных резервуаров в породах сложной температурой следует выбирать с таким расчетом, чтобы величина подпора подземных вод на кровлю выработок-емкостей превышала внутреннее давление в резервуаре не менее чем на 0,05 МПа.

2.7 Глубину заложения кровли шахтных резервуаров в вечномерзлых породах следует принимать, как правило, ниже слоя сезонных колебаний температуры, либо по условиям герметичности и устойчивости.

2.8 Оценочная классификация горных пород по экранирующей способности приведена в таблице 2.

Таблица 2

Экранирующая способность горных пород	Давление прорыва через водонасыщенную породу, МПа	Коэффициент проницаемости по газу $\epsilon \cdot 10^8$, мкм^2	Коэффициент водонасыщенности породы, м%
Высокая	Более 7	Менее 1	85 и более
Повышенная	Более 4 до 7	Более 10 до 1	
Средняя	Более 1,5 до 4	Более 10^2 до 10	
Пониженная	Более 0,5 до 1,5	Более 10^3 до 10^2	
Низкая	Более 0,1 до 0,5	Более 10^4 до 10^3	
Очень низкая	Более 0,01 до 0,1	Более 10^5 до 10^4	25 и более

Примечания

1. Коэффициенты проницаемости по газу ϵ и водонасыщенности пород определяются при инженерно-геологических изысканиях.
2. Оценку пригодности пород следует производить по величине давления прорыва через водонасыщенную породу, при этом давление прорыва должно быть не менее избыточного давления выработки-емкости.

ОЦЕНКА ЭКРАНИРУЮЩИХ СВОЙСТВ ВЕЧНОМЕРЗЛЫХ ПОРОД

2.9 Экранирующие свойства массивов вечномерзлых пород, предназначенных для строительства подземных резервуаров, рекомендуется оценивать по данным опытных наливов светлых нефтепродуктов, подлежащих хранению, в разведочные скважины.

Допускается в качестве испытательной жидкости использовать керосин и реактивное топливо независимо от видов подлежащих хранению светлых нефтепродуктов.

2.10 Испытываемый интервал в разведочной скважине перед наливом испытательной жидкости должен быть проработан буровым инструментом "всухую". Диаметр бурового инструмента должен быть равен или больше диаметра ствола скважины.

2.11 Замеры глубин забояскважины и уровня жидкости в начальный период следует производить не режеодного раза в сутки, после стабилизации уровня и забоя периодичность измеренийможет быть увеличена, но не реже одного раза в десять суток.

2.12 Вечномерзлые породы испытанном интервале глубин считаются пригодными для размещениявыработок-емкостей, если средняя за период наблюдений скорость понижения уровняиспытательной жидкости в скважине, после стабилизации ее забоя, не превышает0,5 см/сут.

2.13 При скорости пониженияуровня жидкости более 0,5 см/сут., проницаемый пласт следует перекрыть ледянойпробкой, путем налива в скважину воды, до заданной отметки. Объем подаваемой вскважину воды следует определять расчетом.

2.14 При наличии вгеологическом разрезе площадки проницаемых пропластков продолжительностьнаблюдений за уровнем испытательной жидкости в разведочных скважинах должнабыть не менее трех месяцев; при отсутствии таких пропластков - не менее 15суток после стабилизации скважины.

2.15 По окончании опытныхналивов испытательная жидкость из разведочной скважины вытесняется водой,собирается или сжигается на месте.

СРОКИ ХРАНЕНИЯ ТОПЛИВА ВПОДЗЕМНЫХ РЕЗЕРВУАРАХ РАЗЛИЧНОГО ТИПА, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕСОХРАНЕНИЕ КАЧЕСТВА В ПРЕДЕЛАХ ТРЕБОВАНИЙ ГОСТ И ТУ НАМЕСТЕ ПРИМЕНЕНИЯ

Таблица3

Топливо	Типы подземных резервуаров	Срок хранения, лет
Авиационные бензины	Бесшахтные в каменной соли с температурой до 25°С	8
Автомобильные бензины А-72, А-76	Шахтные в вечномерзлых породах	10
	Бесшахтные в каменной соли с температурой, °С, до:	
	25	12
	26-35	9
	36-45	5
Автомобильные бензины АИ-91, АИ-93, АИ-95	Шахтные в породах с положительной температурой (неэтилированные бензины)	15
	Шахтные в вечномерзлых породах	
	Бесшахтные в каменной соли с температурой, °С, до:	
	25	15
	26-35	11
Дизельное топливо всех марок	36-45	6
	Шахтные в породах с положительной температурой	15
	Шахтные в вечномерзлых породах	
	Бесшахтные в каменной соли с температурой, °С, до:	
	25	15
Авиационный керосин	26-35	11
	36-45	7
	Шахтные в породах с положительной температурой	15
	Шахтные в вечномерзлых породах	
	Бесшахтные в каменной соли с температурой, °С, до:	
25	12*	
26-35	9*	
36-45	7*	
Шахтные в породах с положительной температурой	15*	
Шахтные в вечномерзлых породах	15*	

* Сроки хранения,обеспечивающие сохранение качества в пределах норм ГОСТ, но не согласованные организациями, эксплуатирующими авиационную технику (согласованные срокихранения - до 5 лет во всех типах хранилищ).

ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ СХЕМЫ

2.16Бесшахтные резервуары в каменной соли вертикального типа показаны на рисунках 1и 2.

- а) на одном уровне б) на различных уровнях в) двухъярусное на одной вертикальной скважине

Рисунок 1 - Расположение выработок-емкостей

- а) треугольной б) ромбической в) квадратной

а - расстояние междуцентрами выработок-емкостей

г - радиусвыработки-емкости

Рисунок 2 - Расположение выработок-емкостей по сетке

2.17 Шахтные резервуары в породах с положительной температурой и в вечномерзлых породах показаны нарисунках 3-6.

- а) вертикальный ствол б) наклонный ствол в) наклонный спиральный ствол

Рисунок 3 - Вскрывающие выработки

а

б

1 - выработка-емкость; 2- герметичная перемычка; 3 - коллекторная выработка; 4 - ствол

**Рисунок 4 - Выработки-емкости для нескольких видов продукта (а)
и для одного вида продукта (б)**

- а) кровля выработки-емкости ниже почвы подходной выработки;
- б) почва выработки-емкости в одном уровне с почвой подходной выработки;
- в) почва выработки-емкости выше уровня кровли подходной выработки

Рисунок 5 - Узел герметизации выработок-емкостей

- а) прямоугольно-сводчатая с полуциркульным сводом;
- б) прямоугольно-сводчатая с коробовым сводом;
- в) арочная (подковообразная);
- г) трапециевидно-сводчатая;
- д) прямоугольная;
- е) трапециевидная;
- ж) прямоугольно-трапециевидная;
- з) прямоугольно-трапециевидная с наклонной кровлей;
- и) круглая

Рисунок 6 - Формы поперечных сечений выработок-емкостей

ОЦЕНКА ДЛИТЕЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ВЫРАБОТОК-ЕМКОСТЕЙ
ПОДЗЕМНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ В ПОРОДНЫХ МАССИВАХ, ПРОЯВЛЯЮЩИХ
РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Бесшахтные резервуары в каменной соли

2.18 Максимально допустимое эксплуатационное давление P_{\max} , Па, создаваемое в резервуаре на уровне башмака обсадной колонны, определяется по формуле

$$P_{\max} = \gamma_f \rho_r g (H - a), \quad (5)$$

где γ_f - коэффициент надежности по нагрузке, принимаемый по 2.5 СП
 H - расстояние от поверхности земли до кровли выработки-емкости, м;
 a - длина необсаженного участка скважины, м.

2.19 Минимально допустимое давление P_{\min} , Па, на уровне кровли выработки-емкости, создаваемое в резервуаре, определяется по формуле

$$P_{\min} = \gamma_f \rho_r g H - \frac{2c + l}{\sqrt{3c}} \sigma_1^{\infty}. \quad (6)$$

Здесь γ_f - коэффициент надежности по нагрузке, принимаемый равным единице;
 c и σ_i^∞ - параметры уравнения состояния каменной соли, принимаемого в виде:

$$\frac{\sigma_i}{\sigma_i^\infty} = \frac{c}{c-1} \cdot \frac{\varepsilon_i}{\varepsilon_i^\infty} \left[1 - \frac{1}{c} \left(\frac{\varepsilon_i}{\varepsilon_i^\infty} \right)^{c-1} \right]; \quad (7)$$

$$\sigma_v = \frac{E}{1-2\nu} \varepsilon_v; \quad (8)$$

где
$$\sigma_i = \frac{1}{\sqrt{6}} \sqrt{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2}; \quad (9)$$

$$\sigma_v = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3; \quad (10)$$

$$\varepsilon_i = \sqrt{\frac{2}{3}} \sqrt{(\varepsilon_1 - \varepsilon_2)^2 + (\varepsilon_2 - \varepsilon_3)^2 + (\varepsilon_3 - \varepsilon_1)^2}; \quad (11)$$

$$\varepsilon_v = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3; \quad (12)$$

$$c = \frac{1}{1 - 2 \frac{\sigma_i^\infty}{E \varepsilon_i^\infty} (1 + \nu)}. \quad (13)$$

Здесь:

- σ_i - интенсивность касательных напряжений, Па;
- σ_i^∞ - интенсивность касательных напряжений, соответствующая пределу длительной прочности при заданной сумме главных напряжений σ_v , Па;
- ε_i - интенсивность деформации сдвига;
- ε_i^∞ - интенсивность деформации сдвига при $\sigma_i = \sigma_i^\infty$ и бесконечно большом значении времени;
- E - модуль деформации, Па;
- ν - коэффициент Пуассона;
- ε_v - объемная деформация;
- $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ - главные напряжения, Па;
- $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3$ - главные деформации.

Параметры уравнений (7) и (8), σ_i^∞ ; ε_i^∞ ; E ; ν определяются путем обработки результатов длительных испытаний образцов каменной соли, отобранных в интервале предполагаемой кровли выработки-емкости, привесстороннем неравнокомпонентном сжатии в условиях ползучести для постоянной суммы главных напряжений σ_v , вычисляемой по формуле

$$\sigma_v = 2\gamma_f \rho_r g H. \quad (14)$$

Параметр ε_i^∞ определяется по формуле

$$\varepsilon_i^\infty = \frac{\sigma_i^\infty}{\sigma_i^t} \varepsilon_i^t, \quad (15)$$

где ε_i^t - интенсивность деформации сдвига при разрушении образца для $\sigma_i = \sigma_i^t$ и времени нагружения более 100 ч.

2.20 Пролет кровли выработки-емкости на уровне кровли l , м, определяется по формуле

$$l = 3 \sqrt{\frac{V_{adm}}{V_r}}, \quad (16)$$

- где V_{adm} - допустимый объем области запредельного деформирования (ОЗД) в окрестности кровли, где значение ε_i превысило величину ε_i^∞ , м³;
- V_r - значение объема ОЗД в окрестности кровли резервуара при $l = 1$ м;

$$V_r = \alpha \left(\gamma_f \frac{\rho_r g H - P_e}{\sigma_i^\infty} \right)^\delta, \quad (17)$$

- где γ_f - коэффициент надежности по нагрузке, принимаемый равным единице;
- P_e - эксплуатационное давление, удовлетворяющее условию $P_{\min} \leq P_e \leq P_{\max}$, Па;
- α, β - безразмерные параметры, значения которых приведены в табл. 4 в зависимости от безразмерной величины δ , определяемой по формуле

$$\delta = \frac{1}{1 - 0,0095 / \varepsilon_i^\infty}, \quad (18)$$

и от отношения высоты выработки-емкости h к пролету l .

h/l	δ	$\alpha \cdot 10^5$	β
3 и более	1,105	29,6	4,8
	1,073	19,1	5,13
	1,04	4,9	6,19
1	1,105	22,3	4,63
	1,073	10,0	5,32
	1,04	1,1	7,23
1/3	1,105	4,5	6,41
	1,073	1,5	7,34
	1,04	0,72	7,37

При значениях δ , отличающихся от приведенных в табл. 4, по формуле (17) вычисляются объемы ОЗД для двух ближайших δ , линейной интерполяцией находится необходимое значение V_r , и по формуле (16) определяется пролет выработки-емкости.

На основании опыта эксплуатации бесшахтных резервуаров рекомендуется принимать $V_{adm} = 700 \text{ м}^3$. Если вычисленное по формуле (17) значение V_r меньше $1,37 \cdot 10^{-3}$, то следует принимать $V_r = 1,37 \cdot 10^{-3}$.

2.21 Для оценки длительной устойчивости выработки-емкости бесшахтного резервуара в породном массиве выделяется зона ее влияния, для которой строится геомеханическая модель. Элементами модели являются фрагменты массива, выделенные по характерным для них литологическим признакам. Для каждого элемента определяются параметры уравнения состояния. Методами механики сплошных сред рассчитывается напряженно-деформированное состояние в окрестности выработки-емкости заданной формы при пролете кровли l , минимальном эксплуатационном давлении P_e уравнении состояния пород (7), (8).

Длительная устойчивость выработки-емкости будет обеспечена на весь период эксплуатации, если будут выполнены следующие условия (критерии устойчивости):

- не вся поверхность выработки принадлежит ОЗД;
- объем ОЗД в кровле не превышает величины V_{adm} ;
- максимальный размер ОЗД в направлении, нормальном поверхности выработки-емкости, не превышает $0,04 l$;
- растягивающие напряжения в породном массиве не превышают прочности породы при растяжении.

Взаимовлияние выработок-емкостей не учитывается при оценке их устойчивости, если выполняется условие:

$$b > l + l_1 + l_2, \quad (19)$$

- где b - кратчайшее расстояние между контурами соседних выработок-емкостей, м;
- l - максимальный пролет соседних выработок-емкостей, м;
- l_1, l_2 - наибольший размер ОЗД в глубь целика по нормали к поверхности для каждой из двух соседних выработок-емкостей соответственно, м.

Если критерии устойчивости не выполняются, то значения минимального эксплуатационного давления увеличиваются и расчет повторяется.

Шахтные резервуары вечномерзлых породах

2.22 Для оценки длительной устойчивости системы горизонтальных протяженных выработок пролетом l , высотой h , целиком b , кровля которых располагается на глубине H от поверхности земли, используются уравнения состояния мерзлых пород в виде (7) и (8). Методами механики сплошных сред определяется напряженно-деформированное состояние породного массива в окрестности выработки-емкости шахтного резервуара. Устойчивость выработки-емкости будет обеспечена, если выполняются следующие условия:

- не вся поверхность выработки принадлежит ОЗД;
- максимальный размер ОЗД в направлении, нормальном поверхности выработки, не превышает $0,03 l$;
- растягивающие напряжения в породном массиве не превышают прочности породы при растяжении;
- максимальное опускание кровли не превышает $0,0175 l$.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ СТРОИТЕЛЬСТВА БЕСШАХТНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ В КАМЕННОЙ СОЛИ

2.23 Создание выработок-емкостей бесшахтных хранилищ следует предусматривать, как правило, через одну скважину. Допускается создание выработок-емкостей через несколько скважин.

2.24 При строительстве выработок-емкостей через одну скважину следует принимать одну из следующих технологических схем растворения соли водой:

- снизу вверх с перемещением внешней подвесной колонны на каждом этапе (рисунок 7,а);
- снизу вверх без перемещения внешней подвесной колонны (рисунок 7,б);
- с подачей растворителя через перфорированную подвесную колонну (рисунок 7,в);
- сверху вниз без перемещения внешней подвесной колонны с постепенным накоплением нерастворителя в верхней части растворяемой выработки (рисунок 7,г);
- "комбинированная" схема, когда нижняя часть выработки создается по схеме "снизу вверх", а верхняя - по схеме "сверху вниз" (рисунок 7,д);
- с применением энергии "затопленных струй" с вводом растворителя в нижнюю часть выработки через насадки (рисунок 7,е).

2.25 При строительстве выработок-емкостей через одну скважину допускается создавать подземные выработки одну над другой (двухъярусного типа). Выработки сообщаются друг с другом и с поверхностью земли общей эксплуатационной скважиной.

2.26 При строительстве резервуаров через две скважины (рисунок 7,ж) следует предусматривать как независимую, так и совместную подачу растворителя. Соединение выработок следует предусматривать, как правило, сбойкой гидрорубов или с помощью специальных устройств.

1	2	3	4	5	6	7	8	9

**КОНСТРУКЦИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СКВАЖИН
БЕСШАХТНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ В КАМЕННОЙ СОЛИ**

2.29 Конструкция эксплуатационной скважины должна выбираться, исходя из конкретных горно-геологических условий наличия коррозионно-активных сред и обеспечивать:

условия безопасного ведения работ на всех этапах строительства и эксплуатации скважины и бесшахтного резервуара;

условия охраны недр окружающей среды, в первую очередь, за счет прочности и долговечности крепискважины с учетом перекрытия верхних водоносных горизонтов не менее, чем двумя обсадными колоннами;

максимальную унификацию по типоразмерам обсадных труб и ствола скважины.

Выбор обсадных труб, количества колонн, типа тампонажного материала и решение других вопросов по строительству скважин следует осуществлять в соответствии с требованиями Правил безопасности в нефтяной и газовой промышленности.

2.30 Для уточнения конструкции скважины и интервала заложения выработки-емкости следует предусматривать отбор керна и проведение комплекса геофизических исследований. Количество скважин с отбором керна, интервала отбора и состав комплекса исследований определяются в зависимости от сложности геолого-гидрогеологического строения площадки и могут быть уточнены на стадии строительства хранилища.

2.31 При бурении посоленосным породам следует предусматривать промывочную жидкость, исключая растворение солей (концентрированный хлоридный раствор, концентрированный хлоридно-магниевый раствор при наличии в разрезе калийно-магниевых солей, полимерный раствор и др.).

2.32 Диаметр труб основной обсадной колонны следует определять расчетом, исходя из условий строительства и эксплуатации резервуара.

2.33 Основная обсадная колонна должна заглубляться, как правило, в толщу каменной соли. Между кровлей выработки-емкости и башмаком основной обсадной колонны должна оставаться, как правило, необсаженная часть скважины длиной от 5 до 15 м.

2.34 Основные и промежуточные обсадные колонны должны комплектоваться из труб, удовлетворяющих требованиям ГОСТ 632-80.

2.35 Затрубное пространство всех обсадных колонн должно цементироваться по всей глубине до устья скважины.

В интервале залегания каменной соли для цементирования обсадных колонн следует предусматривать тампонажный раствор на насыщенном растворе хлористого натрия плотностью не менее 1190 кг/м³. При наличии в геологическом разрезе калийно-магниевых солей для цементирования колонн следует подбирать магnezийный цемент. Для цементирования вышележащих интервалов должны применяться тампонажные растворы, коррозионно-стойкие в присутствии вод перекрываемых водоносных горизонтов.

2.36 Эксплуатационные скважины следует оборудовать подвесными колоннами из обсадных или насосно-компрессорных труб (последние комплектуются в соответствии с требованиями ГОСТ 633-80). Диаметр труб подвесной колонны следует определять из условий равенства гидравлических сопротивлений при движении рассола и хранимого продукта или газа в процессе эксплуатации, а диаметр труб подвесных колонн при создании выработки-емкости - из равенства гидравлических сопротивлений при движении воды и рассола.

Скорости движения жидкостей в подвесных колоннах, не оборудованных специальными демпфирующими устройствами, не должны превышать значений, приведенных в таблице 8.

Таблица 8

Диаметр подвесных колонн, мм	Скорость движения жидкости в подвесной колонне, м/с, при длине свободно висающих труб в резервуаре, м		
	100	150	200
114; 127; 140; 146; 168;	3,5	2,5	1,5
178; 194; 219; 245	4,0	3,0	2,0

2.37 Глубину спуска в скважину подвесных колонн перед началом сооружения резервуара следует определять в соответствии с выбранным интервалом заложения выработки-емкости и принятой технологической схемой ее создания.

2.38 Для бесшахтных резервуаров СУГ следует предусматривать спуск двух подвесных колонн. При этом башмак центральной колонны необходимо устанавливать ниже башмака внешней колонны. Межтрубное пространство между подвесными колоннами следует использовать для контроля и предотвращения переполнения резервуара. Расстояние между башмаками подвесных колонн определяется расчетом из условия недопущения переполнения резервуара за время срабатывания контрольной системы и автоматического прекращения закачки продукта.

2.39 Основные обсадные колонны резервуаров для газа следует комплектовать из обсадных труб высокогерметичными соединениями.

Следует предусматривать нанесение на резьбы труб и муфт герметиков, которые должны обладать химической стойкостью по отношению к хранимому продукту и нерастворителю.

2.40 Оборудование устья скважин бесшахтных резервуаров должно обеспечивать:

при строительстве:

- разделную закачку в скважину растворителя (воды, промстоков) и нерастворителя, выдачу рассола, возможность изменения направления потоков жидкостей (прямоток-противоток);

- при эксплуатации:

- резервуаров для СУГ, нефти и нефтепродуктов - взаимозамещение хранимого продукта рассолом, водой или газом, аварийный сброс на свечу через продуктовую или рассольную линии обвязки (только для резервуаров СУГ);

- резервуаров для газа - вытеснение рассола газом при первоначальном заполнении, закачку и отбор газа за счет изменения давления в резервуаре.

При строительстве и эксплуатации оборудование устья должно обеспечивать измерение давлений и температур, отбор проб хранимого продукта и вытесняющего агента, осуществление подбашмачного контроля и геофизических исследований.

2.41 В оборудовании устья скважин резервуаров, отбор продукта из которых осуществляется методом вытеснения газом, следует предусматривать предохранительные клапаны, обеспечивающие сброс паровой фазы из резервуаров при превышении в них рабочего давления более, чем на 10%.

2.42 Оборудование устья скважин должно соответствовать требованиям Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением, утвержденных Госгортехнадзором России.

СПОСОБЫ УДАЛЕНИЯ РАССОЛАС ПЛОЩАДОК СТРОИТЕЛЬСТВА

БЕСШАХТНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ В КАМЕННОЙ СОЛИ

2.43 Удаление рассола с площадок строительства подземных хранилищ следует предусматривать по согласованию с соответствующими органами государственного надзора одним из следующих способов:

передачей рассола потребителям предприятий;

сбросом рассола в разработанные горные выработки;

естественной выпаркой рассола;

передачей рассола в систему заводнения нефтяных месторождений;

сбросом рассола в глубокие водоносные горизонты;

сбросом рассола в поверхностные акватории (моря, соленые озера) и, в порядке исключения, в крупные водотоки.

При соответствующем обосновании допускается предусматривать одновременно несколько способов удаления рассола.

2.44 Естественную выпарку рассола следует предусматривать в районах с аридным климатом при наличии малоценных земель (солонцы, солончаки, развезаемые песками и т.п.) для размещения испарительных карт.

2.45 Сброс рассола в глубокие водоносные горизонты следует предусматривать при невозможности использования иных решений по его удалению.

2.46 Комплекс по удалению рассола включает, как правило, следующие сооружения: рассолопроводы, насосные станции, буферные резервуары, очистные сооружения. В зависимости от способа удаления рассола в комплекс сооружений могут также входить нагнетательные скважины и испарительные карты для рассола.

2.47 Проектирование сооружений по очистке рассола от нерастворимой взвеси следует осуществлять в соответствии с требованиями СНиП 2.04.03 и СН 496.

2.48 Проектирование рассолопроводов должно производиться в соответствии с требованиями СНиП 2.04.03 и СН 550.

2.49 Для сброса рассола в глубокие водоносные горизонты следует использовать как специально пробуренные, так и существующие (разведочные, отработанные нефтегазовые и др.) скважины.

2.50 Конструкция нагнетательной скважины, предназначенной для сброса рассола в глубокие водоносные горизонты, должна обеспечивать:

надежную изоляцию поглощающего водоносного горизонта от вышележащих водоносных горизонтов пресными и другими ценными для народного хозяйства подземными водами;

оптимальное вскрытие поглощающего водоносного горизонта;

возможность проведения работ по восстановлению приемистости нагнетательной скважины;

возможность замера устьевого давления и расхода закачиваемого в скважину рассола.

2.51 Для поддержания фактической приемистости нагнетательных скважин на уровне расчетной в проекте сбросу рассола в глубокие водоносные горизонты следует предусматривать восстановление их приемистости.

Во избежание загрязнения поверхностных и подземных вод и засоления почв у нагнетательных скважин для сброса рассола следует предусматривать проектирование прудов-отстойников с противодиффузионными экранами для сброса рассола, извлекаемого на поверхность при восстановлении приемистости нагнетательных скважин.

2.52 Допускаемое содержание нерастворимой взвеси (НВ) в закачиваемом рассоле рекомендуется определять в зависимости от проницаемости и вида водоносного коллектора поглощающего горизонта в соответствии с данными табл. 9.

Таблица 9

Коллектор водоносного горизонта	Коэффициент проницаемости, $\Sigma \cdot 10^{12}$, м ²	Допускаемое содержание НВ с гидравлической крупностью до 0,02 мм/с в рассоле, мг/л
Трещинный	1,0 и более	150
Поровый сцементированный	0,5-1,0	100
	Менее 0,5	15
	0,5 и более	50
Поровый рыхлый	0,25-0,5	25
	0,5 и более	25
Всех видов	0,25-0,5	15
	Менее 0,25	10

2.53 При выборе способа очистки рассола от НВ следует руководствоваться данными табл. 10.

Таблица 10

Содержание НВ с гидравлической крупностью до 0,02 мм/с в неочищенном рассоле, мг/л	Допускаемое содержание НВ в очищенном (закачиваемом) рассоле, мг/л	Рекомендуемый способ очистки рассола
Св.200	100-150	Отстаивание
125-200	50-100	Отстаивание
125-200	25-50	Коагуляция
65-125	10-25	Отстаивание с фильтрацией
Менее 65	Св.25	Отстаивание
	15-25	Отстаивание
	10-15	Отстаивание с коагуляцией
		коагуляцией

2.54 Средняя концентрация минеральной массы (твердая фаза) в уплотненном шламе δ_m принимается в зависимости от содержания НВ в исходном рассоле по табл. 11.

Таблица 11

Содержание НВ в исходном рассоле, мг/л	Средняя концентрация уплотненного шлама, кг/м ³ , через	
	24 ч	720 ч
До 100	10	25
100-400	10-20	25-65
400-1000	20-100	65-200
1000-2500	100-400	200-600

2.55 Объем отстойника должен обеспечивать отстаивание рассола продолжительностью не менее 6 ч. Глубина зоньосаждения в отстойниках не должна превышать 1,5 м.

2.56 Очистка рассола коагуляцией производится с помощью поочередного ввода в рассол водных растворов сернистого закисного железа (FeSO_4), силиката натрия (Na_2SiO_3) и полиакриламида (ПАА), при pH рассола в пределах от 6 до 8. При других значениях pH следует предусматривать нейтрализацию рассола.

2.57 Удельную приемистость одиночной нагнетательной скважины q_s , м³/(ч·МПа), следует рассчитывать по формуле

$$q_s = \frac{10^{10} \alpha \varepsilon m}{\eta_b \lg \frac{1,5 \sqrt{\chi_t}}{r_s}}, \quad (20)$$

- где α - коэффициент снижения приемистости нагнетательной скважины за счет кольматации призабойной зоны принимается равным 0,25;
 ε - коэффициент проницаемости водоносного горизонта, м²;
 m - мощность вскрытых водоносных пород, м;
 η_b - динамическая вязкость рассола в пластовых условиях, Па·с;
 χ - коэффициент пьезопроводности, м²/сут;
 t - общая продолжительность закачки рассола, сут;
 r_s - радиус рассолоприемной части скважины, м.

2.58 Допустимый перепад давлений Δ , Па, при нагнетании рассола в одиночную скважину следует рассчитывать по формуле

$$\Delta = 0,8 \rho_r g H_r - P_b, \quad (21)$$

- где ρ_r - усредненная плотность пород над кровлей водоносного горизонта, кг/м³;
 H_r - глубина залегания кровли вскрытого интервала водоносного горизонта, м;
 P_b - статическое пластовое давление в водоносном горизонте, Па.

2.59 При определении расчетного числа нагнетательных скважин в рассолосбросе следует учитывать гидравлическое взаимодействие между ними.

Изменение перепада давлений Δ_{ij} , Па в скважине i от влияния скважины j следует рассчитывать по формуле

$$\Delta_{ij} = \frac{\alpha \Delta \lg \frac{1,5 \sqrt{\chi_t}}{r_j}}{\lg \frac{1,5 \sqrt{\chi_t}}{r_s}}, \quad (22)$$

- где ij - номера скважин;
 r_{ij} - расстояние между скважинами i и j , м.

Расчетное число нагнетательных скважин n в рассолосбросе должно удовлетворять условию

$$10^6 \frac{Q}{q_s} \leq n \Delta - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \Delta_{ij}, \quad (23)$$

- где Q - требуемая производительность закачки рассола, м³/ч.

При $n \leq 2$ следует предусматривать одну резервную нагнетательную скважину.

2.60 Максимально допустимое давление на устье скважины P_h , Па, следует рассчитывать по формуле

$$P_h = \xi(0,8\rho_r - \rho_s)H_r + \rho_s \lambda \frac{H_r v^2}{8r} \quad (24)$$

где λ - коэффициент гидравлического сопротивления, принимаемый равным 0,024;
 v - скорость движения рассола, м/с (принимаемая не более 2 м/с);
 r - гидравлический радиус канала в нагнетательной скважине, по которому ведется закачка рассола, м.

2.61 При проектировании закачки рассола в поглощающие водоносные горизонты, сложенные неустойчивыми горными породами, башмак насосно-компрессорных труб спускается в нижнюю треть рассолоприемной части скважины. В колонне насосно-компрессорных труб следует, как правило, устанавливать муфту-смеситель.

Глубина установки муфты-смесителя определяется расчетом, исходя из технической характеристики подавлению компрессорного оборудования, которое предусматривается для восстановления приемности нагнетательных скважин.

2.62 По окончании строительства подземных резервуаров комплекс сооружений по удалению рассола должен быть передан заказчику или другой заинтересованной организации. Приневозможности использования этих сооружений необходимо их ликвидировать и осуществить рекультивацию нарушенных земель.

2.63 Не допускается применение насосов для закачки рассола в глубокие водоносные горизонты с характеристиками по давлению нагнетания, превышающими расчетные более чем на 15%.

УСТРОЙСТВО РАССОЛОХРАНИЛИЩ

2.64 Проектирование рассолохранилищ следует осуществлять в соответствии с требованиями СНиП 2.02.02, СНиП 2.06.05, СНиП 2.06.06, СНиП 2.06.08 и настоящих правил.

2.65 При проектировании допускается принимать один из следующих типов рассолохранилищ:

открытые наземные - в насыпных дамбах;

полуглубленные - в полувыемках-полунасыпях;

заглубленные - в выемках;

закрытые - в наземных железобетонных или металлических резервуарах;

подземные - в бесшахтном резервуаре в каменной соли или в шахтном резервуаре в каменной соли.

2.66 Объем рассолохранилища следует предусматривать равным, как правило, объему подземного хранилища. Присутствующем технико-экономическом обосновании допускается уменьшать объем рассолохранилища, но во всех случаях он должен быть не менее объема самокрупного подземного резервуара. При кооперировании подземных хранилищ с рассолопромыслом следует предусматривать буферные рассолохранилища, объем которых определяется на основании технико-экономического анализа.

2.67 Уклон откосов рассолохранилищ открытого типа следует рассчитывать в соответствии со СНиП 2.06.05. При этом уклон внутренних откосов рассолохранилища следует назначить 1:2,5 - 1:3, исходя из технологии укладки пленочного экрана. Внутренние откосы дамб должны защищаться от волнового воздействия в соответствии с требованиями СНиП 2.06.04. Ширину гребня дамбы следует устанавливать в зависимости от условий производства работ и эксплуатации, но не менее 3 м.

2.68 Основные размеры рассолохранилища открытого типа следует определять для каждой конкретной площадки в зависимости от климатических условий.

В районах с превышением испарения над осадками или осадков над испарением более чем в 2 раза необходимо выбирать минимальные размеры в плане за счет увеличения глубины рассолохранилища.

2.69 При определении глубины рассолохранилища следует учитывать объем заиливания, а также "мертвый" объем.

2.70 В рассолохранилищах открытого типа следует, как правило, предусматривать отбор разбавленного водой рассола с зеркала его переменного уровня при преобладании осадков над испарением и добавление пресной воды на поверхность зеркала рассола при превышении испарения над осадками.

2.71 При расположении рассолохранилища открытого типа в зоне пустынь или полупустынь для защиты полевых откосов дамб рассолохранилища от ветровой эрозии следует применять специальные технические мероприятия с последующим посевом растительности.

2.72 Рассолохранилища подземного типа следует проектировать аналогично подземным резервуарам для углеводородов в практически непроницаемых породах.

2.73 Рассолохранилища следует оборудовать устройствами, предотвращающими попадание в них нефти, нефтепродуктов и СУГ с рассолом.

2.74 Территория рассолохранилища, как правило, должна быть ограждена.

ПОДЗЕМНЫЕ ВЫРАБОТКИ ШАХТНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ В ПОРОДАХ С ПОЛОЖИТЕЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРОЙ И ИХ ОБУСТРОЙСТВО

2.75 Площадь поперечного сечения вскрывающих выработок подземных резервуаров должна приниматься минимальной, исходя из условий:

размещения постоянного эксплуатационного оборудования;

размещения горнопроходческого оборудования;

пропуска необходимого количества воздуха при скорости его движения не более 8 м/с;

возможности спуска оборудования или его узлов, имеющих наибольшие габариты.

2.76 Сечения вскрывающих выработок при размещении в них стационарного эксплуатационного оборудования следует принимать с учетом:

устройства лестничного отделения для вертикальных и наклонных выработок с углом наклона более 45° или свободного людского прохода для горизонтальных и наклонных выработок с углом наклона до 45° в соответствии с требованиями Единых правил безопасности при разработке рудных, нерудных и россыпных месторождений подземным способом;

устройства грузоподъемного устройства в вертикальных и наклонных выработках;

оставления проема для спуска-подъема длинномерных предметов в вертикальных выработках;

прокладки труб принудительной вентиляции;

проведения ремонтно-восстановительных работ;

прокладки продуктовых и других трубопроводов и кабелей.

2.77 В качестве механического грузоподъемного устройства на период эксплуатации хранилищ сподземными насосными камерами, как правило, должен применяться лифтовый подъемник. Устройство и ввод в эксплуатацию лифтового подъемника должны согласовываться с местными органами Госгортехнадзора России.

Грузоподъемность лифтового подъемника должна определяться наибольшим весом транспортируемого оборудования или его частей, но не менее 3500 Н.

2.78 Околоствольные (коллекторные) и подходные выработки следует проектировать минимальной длины и сечения с учетом размещения в них эксплуатационного оборудования, а также с учетом прохода людей и транспортирования оборудования.

Площадь поперечного сечения коллекторных выработок должна быть проверена на пропуск необходимого для вентиляции количества воздуха при скорости его движения не более 8 м/с.

2.79 Во вскрывающих, коллекторных и подходных выработках и подземных насосных следует предусматривать системы приточной и вытяжной вентиляции с искусственным побуждением. При этом должно быть предусмотрено резервирование всех приточных и вытяжных вентиляторов.

2.80 В хранилищах, предназначенных для нескольких видов продуктов, объединять между собой вытяжные системы вентиляции, обслуживающие подземные насосные камеры для перекачки различных видов продукта, не допускается.

2.81 Часовую кратность воздухообмена следует принимать:

- в подземных насосных камерах и в зонах переемычек - 20;

- в стволах и коллекторных выработках - 6.

При хранении и транспортировании нефтепродуктов указанные кратности воздухообмена должны быть увеличены на 50%.

2.82 Подачу приточного воздуха в подземные насосные камеры следует предусматривать в рабочую зону этих помещений.

В подземных насосных камерах в дополнение к общеобменной вентиляции следует предусматривать устройство местных отсосов в местах возможных утечек паров хранимых продуктов.

2.83 Все вентиляционные установки должны быть обшлюзованы с эксплуатационным оборудованием с тем, чтобы исключить работу последней при недействующей вентиляции.

2.84 Для обеспечения проектных тепловлажностных параметров воздуха в подземных выработках хранилищ следует предусматривать системы подогрева и кондиционирования приточной вентиляции.

2.85 Для прокладки ихательных и эксплуатационных трубопроводов допускается использовать скважины, пробуренные с поверхности земли в выработки.

Продуктовые трубопроводы следует предусматривать внутри обсадных колонн скважин или в трубах большого диаметра, расположенных в стволе.

2.86 Заборные зумфы должны крепиться монолитным бетоном и облицовываться сварными металлическими обечайками.

В резервуарах СУГ материал обечайки следует выбирать с учетом минимальной температуры, которую приобретает подаваемый СУГ при первом заполнении резервуара.

2.87 Для герметизации выработок емкостей следует предусматривать следующие конструкции герметичных переемычек:

бетонная с контурным гидрозатвором (рисунок 8);

двойная бетонная с гидрозатвором (рисунки 9 и 10);

двойная металлическая (рисунки 11 и 12);

одинарная металлическая.

В переемычках, как правило, следует предусматривать проем диаметром в свету не менее 600 мм, перекрываемый герметичным люком.

2.88 Бетоны, используемые для сооружения герметичных перемычек, должны иметь:

класс по прочности на сжатие В35;

класс по прочности на осевое растяжение В_т 2,4;

марку по морозостойкости ниже F100;

марку по водонепроницаемости не ниже W12;

коэффициент проницаемости по газу не более 10^{-8} мкм²;

коэффициент агрессивной стойкости к углеводородным средам не ниже 0,8.

2.89 Для тампонажа затрубного пространства скважин, закрепленного пространства выработок, трещиноватых зон, контура перемычек следует применять растворы, приготовленные на основе цемента, удовлетворяющие следующим требованиям:

прочность при изгибе в возрасте 2 суток - не менее 2,7 МПа по ГОСТ 1581;

коэффициент проницаемости по газу - не более 10^{-7} мкм²;

деформации расширения - не менее 3 и не более 10 мм/м;

коэффициент агрессивной стойкости к углеводородным средам не менее 0,85.

1 - выработка-емкость; 2- напорная стенка, 3 - полость контурного гидрозатвора;
4, 5 - система трубопроводов для залива и перемешивания
изолирующей жидкости; 6- металлический лист

Рисунок 8 - Бетонная перемычка с контурным гидрозатвором

1 - выработка-емкость; 2- напорные стенки герметичной перемычки; 3 - полость гидрозатвора с изолирующей жидкостью; 4 - штроба; 5 - трубопровод для
выпуска воздуха из гидрозатвора; 6 - трубопровод для заполнения гидрозатвора

Рисунок 9 - Двойная бетонная перемычка

1 - выработка-емкость; 2- бетонные стенки герметичной перемычки; 3 - трубопровод для заполнения гидрозатвора; 4 - полость гидрозатвора с изолирующей жидкостью; 5 - зумпф

**Рисунок 10 - Двойная бетонная перемычка с гидрозатвором, расположенная
во вскрываемой выработке**

1, 2 - металлические перемычки в обсадной трубе; 3 - устье ствола;
4 - непроницаемый раствор; 5 - обсадная труба;
6 - выработка-емкость; 7- зумпф

**Рисунок 11 - Двойная металлическая перемычка,
расположенная в верхней части ствола**

- 1 - опорный венец крепиствола; 2 - кольцевые металлические воротники;
 3 - металлическиеперемычки; 4 - продуктонепроницаемый раствор;
 5 - металлическаясварная обечайка; 6 - железобетонная рубашка;
 7 - выработка-емкость; 8- зумпф

Рисунок 12 - Двойная металлическаяперемычка, расположенная во вскрывающей выработке

РАСЧЕТ ТОЛЩИНЫТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СКВАЖИН ШАХТНЫХРЕЗЕРВУАРОВ В ВЕЧНОМЕРЗЛЫХ ПОРОДАХ

2.90 Минимально допустимую(из условия сохранения породы в мерзлом состоянии) толщину теплоизоляцииэксплуатационной скважины d , м, рекомендуется определять согласно уравнению

$$\frac{t_{ph} - t_r}{t_p - t_r} = \left(1 - \operatorname{erf} \frac{d}{b}\right) - \beta \left[\operatorname{erf} \frac{3d}{b} - \operatorname{erf} \frac{d}{b} \right] + \beta \left[\operatorname{erf} \frac{5d}{b} - \operatorname{erf} \frac{3d}{b} \right] + \left[\beta^2 \left(\operatorname{erf} \frac{7d}{b} - \operatorname{erf} \frac{5d}{b} \right) \right], \quad (25)$$

- где t_{ph} - температура фазовых переходов воды в лед, °С;
 t_r - естественная температура вечномерзлой породы, °С;
 t_p - средняя за период заполнения температура продукта, °С;
 $\operatorname{erf} x$ - функция ошибок Гаусса, затабулирована и приводится в справочной литературе

$$x = \frac{d}{b}; \frac{3d}{b}; \frac{5d}{b}; \frac{7d}{b}; \quad (26)$$

b и β - коэффициенты, определяемые формулам

$$b = 2 \sqrt{a_i \frac{V}{Q}}; \quad (27)$$

$$\beta = \frac{1 - \sqrt{\lambda_c c_i / (\lambda_c c_r)}}{1 + \sqrt{\lambda_c c_i / (\lambda_c c_r)}}; \quad (28)$$

- здесь a_i - коэффициент температуропроводности теплоизоляции, м²/с;
 Q - скорость заполнения резервуара, м³/с;
 λ_i - коэффициент теплопроводности теплоизоляции, Вт/(м·°С);
 c_i - объемная теплоемкость теплоизоляции, Дж/(м³·°С);
 λ_r - коэффициент теплопроводности вечномерзлой породы Вт/(м·°С);
 c_r - объемная теплоемкость вечномерзлой породы, Дж/(м³·°С).

2.91 Уравнение рекомендуетсярешать графоаналитическим способом. Задаваясь значениями d , м в диапазоне0,01-0,2 м с шагом 0,02-0,05 м, расчетным путем определяется правая частьуравнения и строится ее график. Расчетом определяется левая часть уравнения и ввиде прямой, параллельной оси абсцисс, наносится на предыдущий график. Точкапересечения графиков левой и правой частей уравнения является его решением,определяющим минимально допустимую толщину теплоизоляции.

3 ПРАВИЛА ПРОИЗВОДСТВАРАБОТ

СТРОИТЕЛЬСТВОЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СКВАЖИН БЕСШАХТНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ ВКАМЕННОЙ СОЛИ

3.1 В случаях, кодтребуется уточнение (по ядру, геофизическим исследованиям) интерваловзалажения выработок-емкостей по фактическому геологическому разрезу скважин(при наличии в солевой толще многочисленных пропластков нерастворимых пород,при сложном химическом составе каменной соли и т.д.), допускается креплениескважины основной обсадной колонной после проходки ее ствола до конечнойотметки скважины. Цементирование основной обсадной колонны в этом случае должнопроизводиться с обязательным принятием мер, исключающих поступление цементногораствора в нижележащую необсаженную часть скважины.

3.2 Смену бурового раствора промывочную жидкость, исключающую растворение солей, следует проводить, когда забой скважины находится на 50 м выше предполагаемой кровли соли.

3.3 Разгрузка колонн назабой скважины не допускается.

3.4 При использованиисварных основных и промежуточных обсадных колонн сваривание стыков труб должнопроизводиться с использованием агрегатов для автоматической иполуавтоматической сварки. После сваривания должен проводиться контролькачества каждого сварного шва методом дефектоскопии.

3.5 Цементирование скважиныследует производить до выхода цементного раствора на устье скважины.

3.6 Сроки ожиданиязатвердевания цемента (ОЗЦ) при затворении цемента на насыщенном хлорнатриевомрастворе должны быть не менее 72 часов.

Тампонажный раствор дляцементирования обсадных колонн, независимо от наличия паспорта заводскихиспытаний, должен подвергаться проверке о соответствии ГОСТ 1581 вспециализированной лаборатории. Партию цемента, не отвечающую требованиямстандарта по технологическим параметрам, применять не допускается.

3.7 При креплении скважиныосновной обсадной колонной не допускается использование нефти и нефтепродуктовдля приготовления промывочных, буферных жидкостей и тампонажных растворов.

3.8 В процессе проходкискважины должен производиться периодический контроль технического состояния еествола комплексом геофизических методов, включающих инклинометрию, кавернометрию, профилиметрию и другие методы. Инклинометрическиеметоды следует проводить через каждые 100 м проходки скважины при расстоянияхмежду точками измерения 10 м.

Кавернометрию ипрофилиметрию необходимо проводить перед каждым креплением скважины обсаднымиколоннами и после проходки скважины до конечной глубины.

журнале движения нерастворителя и перемещения подвесных колонн труб (ведется по форме, приведенной в таблице 15);

журнале баланса времени по скважине (ведется по результатам работы за одни сутки по форме, приведенной в таблице 16).

3.25 В процессе создания выработки-емкости расчетом определяются: количество выгессенной на поверхность земли соли; фактический объем выработки; объем выработки при условии полного насыщения раствора в ней.

Количество соли, выданной с рассолом из выработки на поверхность земли Q , т, определяется по формуле

$$Q = \sum_{i=1}^n V_i C_i \quad (29)$$

где n - количество отработанных смен;
 V_i и C_i - соответственно объем и концентрация рассола, выданного из выработки в i -ю смену, m^3 и t/m^3 .

Фактический объем выработки на любой момент растворения V_f , m^3 , определяется по формуле

$$V_f = \frac{(Q - 0,7 C_m V_b)}{(\rho_s - 0,7 C_m)} \cdot \frac{(C_2 - n \rho_r)}{C_2 (1 - n)} + \frac{Q C_r}{C_2 C_m} \quad (30)$$

где 0,7 - коэффициент, учитывающий разность между среднесменной и средней концентрацией рассола в выработке;
 C_m - среднесменная концентрация выходящего рассола, t/m^3 ;
 ρ_s - плотность соли, t/m^3 ;
 V_b - объем нерастворителя в выработке, m^3 ;
 C_2 - концентрация нерастворимых включений в осадке, t/m^3 ;
 ρ_r - плотность нерастворимых включений, t/m^3 ;
 C_r - концентрация взвешенных нерастворимых включений в рассоле, t/m^3 ;
 n - среднее объемное содержание нерастворимых включений в массиве каменной соли, m^3/m^3 .

Достижимый объем выработки V_p , m^3 , определяется по формуле

$$V_p = \frac{(Q - c_m V_b)(C_2 - n \rho_r)}{(\rho_s - c_s) C_2 (1 - n)} + \frac{Q C_r}{C_2 C_m} \quad (31)$$

где C_s - концентрация насыщения рассола, t/m^3 .

3.26 Центральная колонна на период эксплуатации резервуара устанавливается, как правило, не менее чем на 1,5 м выше поверхности осадка, выпавшего на почву выработки-емкости.

Таблица 13

Форма

Сменный рапорт о работе скважины № _____

Дата _____

Смена от 8.00 до 16.00

№ п/п	Время замеров, ч/мин	Давление, МПа				Режим работы "противоток" или "прямоток"	Температура, °С		Кол-во нерастворимых см ³ /л	Производительность скважины, м ³ /ч, по		Плотность рассола, т/с м ³	Примечание
		в водяной линии	в обсадной колонне	во внешней подвесной колонне	в центральной подвесной колонне		воды	рассола		воде	рассолу		

Примечание - Заполняется сменным оператором на скважине через каждые 30 минут.

Таблица 14

Форма

Журнал роста выработки по скважине

№ п/п	Дата	Время работы смены, ч	Чистое время работы		Количество подаваемой воды в скважину, м ³				Количество полученного из скважины рассола, м ³				Среднесменная концентрация, т/м ³	Количество добытой соли в смену, т		Вынос нерастворимых включений, м ³		Объем выработки, м ³		Положение подвесных колонн от планшайбы обсадной колонны, м	
			от смен	от начала растворения, ч/мин	в смену		от начала растворения		в смену		от начала растворения			в смену	от начала смену	в смену	от начала смену	в смену	от начала смену	внешней	внутренней
			всего	через подвесную колонну	всего	через подвесную колонну	всего	через подвесную колонну	всего	через подвесную колонну	всего	через подвесную колонну		всего	через подвесную колонну	всего	через подвесную колонну	всего	через подвесную колонну	всего	через подвесную колонну

Примечание - Заполняется по результатам работы каждой смены на основании показаний расходомеров и среднесменной пробы концентрации рассола

Таблица 15

Форма

Движение нерастворителя и перемещение подвесных колонн по скважине № _____

№ п/п	Дата	Положение подвесных колонн от планшайбы обсадной колонны, м		Уровень нерастворителя от планшайбы обсадной колонны, м	Нерастворитель (наименование)		Уровень нерастворителя в момент отбивки контакта, м	Общее количество нерастворителя в момент отбивки контакта, м	Причина изменения количества нерастворителя	Примечание	
		внешней	внутренней		плотность, г/см ³	изменение количества, м ³					
		закачка	отбор			общее количество					отбор

Примечание - Заполняется сменным мастером после каждой очередной закачки или отбора нерастворителя, а также после изменения положения подвесных колонн или уровня нерастворителя.

Журнал баланса времени по скважине № _____

№ п/п	Дата	Продолжительность создания выработки, ч/мин				Продолжительность непредвиденных работ, ч/мин			Простой, ч		Примечание
		чистое время растворения	спускоподъемные операции	подкачка нерастворителя	подбашмачный контроль	геофизические работы	спускоподъемные операции	геофизические работы	прочие	всего	

Примечание - Заполняется старшиммастером по результатам работы за одни сутки.

УДАЛЕНИЕ РАССОЛА СПЛОЩАДОК СТРОИТЕЛЬСТВА

3.27 Перед началом удалениярассола со строительной площадки подземного хранилища весь технологическийкомплекс наземных сооружений по удалению рассола должен быть заполнен водой, промыт и проверен на работоспособность. Приемка комплекса наземных сооружений кудалению рассола должна осуществляться рабочей комиссией и оформляться актом.

3.28 Освоение нагнетательныхскважин следует производить по окончании их бурения и обустройства, какправило, до начала работ по удалению рассола со строительной площадкиподземного хранилища.

3.29 Освоение нагнетательныхскважин независимо от типа водоносного коллектора и способа его вскрытия должнаназначаться с откачки подземных вод.

3.30 В процессе откачки водыпри освоении нагнетательной скважины необходимо:

замерять расход,температуру и плотность откачиваемой воды через час;

замерять количествонерастворимой взвеси в откачиваемой воде через час;

отбирать передокончанием откачки пробу пластовой воды объемом не менее двух литров дляхимического анализа;

производить наблюденияза восстановлением статического уровня пластовых вод.

Освоение нагнетательнойскважины следует прекращать после достижения полного осветления откачиваемойводы (прекращения выноса минеральных частиц с водой).

Указанные данные должнзаносятся в журнал освоения нагнетательной скважины.

3.31 По данным освоениянагнетательной скважины рассчитываются:

параметр проводимости - в м³;

коэффициентпроницаемости - в м²;

общий дебит скважины - в м³/ч;

удельный дебит скважины- в м³/ч·МПа.

Материалы расчетауказанных показателей отражаются в журнале освоения нагнетательной скважины.

3.32 В процессе закачкирассола в глубокие водоносные горизонты необходимо:

определять содержаниенерастворимой взвеси в рассоле на входе и выходе из очистных сооружений не режеодного раза в сутки;

замерять устьеоведавление и приемимость каждой нагнетательной скважины не реже одного раза внеделю;

определять температуру иплотность закачиваемого рассола;

рассчитывать общеколичество закачанного рассола.

3.33 При изменении давленияна выходе из насоса более чем на 0,25 МПа в смену необходимо:

в случае падениядавления проверить исправность рассолопроводов от насосной станции до всехработающих нагнетательных скважин; выявленные разрывы рассолопроводовустранить; при исправных рассолопроводах следует измерить давление на устье иприемимость каждой работающей нагнетательной скважины; нагнетательнуюскважину, увеличившую приемимость, следует отключить и провести ееобследование (в первую очередь проверить на герметичность обсадную колонну);

в случае повышениядавления следует проверить исправность рассолопроводов по изменению разностидавлений на выходе из насоса и на устьях нагнетательных скважин; выявленнуюисправность рассолопроводов - устранить; при исправных рассолопроводахзамерить устьеые давления и приемимость каждой работающей нагнетательнойскважины; скважину, уменьшившую приемимость, отключить и подключить в работурезервную скважину.

3.34 Восстановлениеприемимости нагнетательной скважины следует производить после того, какфактическая ее приемимость при максимально допустимом давлении станет меньшерасчетной.

3.35 Восстановлениеприемимости нагнетательной скважины независимо от принятого в проекте способадолжно заканчиваться откачкой из нее пластовой воды (рассола) до полного ееосветления.

3.36 При откачке пластовойводы (рассола) в процессе восстановления приемимости нагнетательной скважинынеобходимо осуществлять комплекс мероприятий и производить обработку данныхоткачки в соответствии с 3.30 и 3.31.

3.37 При компрессионномспособе откачки пластовой воды (рассола) из нагнетательной скважины,вскрывающей неустойчивый водоносный коллектор, башмак насосно-компрессорныхтруб следует спускать в рассолоприемную часть скважины во избежание образования в ней породной пробки.

3.38 В процессе естественнойвыпарки рассола на выпарных картах необходимо осуществлять:

замер (расчет) объема иконцентрации рассола, закачанного в выпарную карту в течение суток;

замер уровня иконцентрации рассола в выпарной карте в сутки;

замер уровня и отборпроб воды из гидронаблюдательных скважин, расположенных у выпарных карт, а также определение других показателей, заданных проектом.

СООРУЖЕНИЕ НАЗЕМНЫХРАССОЛОХРАНИЛИЩ

3.39 Рассолохранилища,рассолоотстойники, выпарные карты следует сооружать в соответствии с требованияминормативных документов: СНиП 3.02.01, СНиП 2.06.05, СНиП 2.06.06, СНиП 3.04.03и СН 551.

3.40 Вводы технологическихтрубопроводов следует устанавливать по окончании земляных работ до укладкигидроизоляционного экрана.

3.41 Внутреннюю грунтовуюповерхность рассолохранилища перед укладкой гидроизоляционного экрана изрулонного материала следует планировать, разрыхлять боронованием ипротравливать гербицидами (для подавления растительности) и родентицидами (дляуничтожения грызунов). Основание рассолохранилища должно быть ровным, безвыступов, углублений и выступающих острых частиц, которые могут вызвать проколыгидроизоляционного покрытия.

Для обеспеченияустойчивости и долговечности дамб их, как правило, следует выдерживать доукладки экрана не менее одного сезона, в течение которого происходитестественная усадка грунта.

3.42 Необходимо учитыватьвозможность просадки или пучения грунтов и капиллярного поднятия грунтовых вод.Рассолохранилища на просадочных грунтах сооружают с учетом ВСН П-23-75.

3.43 Подстилающий слой, какправило, должен выполняться из мелкозернистых однородных грунтов, а егоповерхность должна быть как можно более ровной. Все посторонние предметы вподстилающем слое, которые могут повредить гидроизоляционный экран, должны быть удалены. В качестве подстилающего слоя гидроизоляционного экрана может бытьиспользован рулонный кровельный материал. Листы подстилающего слоя должнукладываться вналестку и соединяться холодной мастикой или приклепляться коснованию временными штырями. Укладка подстилающего слоя допускается только насухое основание.

3.44 Укладываемыйгидроизоляционный экран должен непрерывно перекрываться рулонным кровельнымматериалом, а также защитным слоем грунта, как правило, в течение той же смены.

3.45 Участкигидроизоляционного экрана, укладываемый в течение одной смены, в зависимости отпринятого материала, должен закрываться слоем рулонного кровельногоматериала и защитным слоем грунта, как правило, в течение той же смены.

3.46 По защитному слою недопускается движение строительных машин.

3.47 После окончаниястроительства рассолохранилища следует испытать на герметичность водой втечение трех суток с замерами уровней через каждые 4 ч. Изменение уровня воды врассолохранилище с учетом величин испарения и атмосферных осадков за периодиспытания должно отвечать требованиям системы стандартов в области охраныприроды применительно к утежкам концентрированного рассола.

ГЕОДЕЗИЧЕСКО-МАРКШЕЙДЕРСКОЕ,ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ

И ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЕОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРИ

СТРОИТЕЛЬСТВЕ ШАХТНЫХРЕЗЕРВУАРОВ

3.48Геодезическо-маркшейдерское обеспечение работ по строительству подземныхвыработок должно осуществляться в соответствии с правилами, установленными СНиП3.02.03, и Инструкцией по производству маркшейдерских работ, утвержденнойГосгортехнадзором России.

По окончании проходкивыработок-емкостей маркшейдерская служба строительства должна произвести съемкуфактического внутреннего очертания выработок-емкостей и составить калибровочныетаблицы с интервалами по высоте через каждые 200 мм.

Калибровочные таблицыдля шахтных резервуаров в вечномерзлых породах следует составлять до и посленамораживания ледяной облицовки на внутренней поверхности выработок-емкостей.

3.49 При проведениигеологических и гидрогеологических наблюдений в горных выработках должнустанавливаться случаи несоответствия фактических геологических и гидрогеологических условий проходки проектным данным для внесения корректив впроектную документацию.

В процессе геологическими гидрогеологических наблюдений в выработках следует проводить:

фотодокументацию или зарисовки горных пород в забоях, по стенкам, почве и кровле выработок солисанием этих пород, а также всех нарушений залегания и монолитности пород;

зарисовки источников выхода воды с замером ее дебитов;

систематический замер суммарных притоков воды в каждую выработку и в целом по подземному резервуару;

отбор проб подземных вод горных пород для лабораторных исследований;

оценку экранирующей способности веномерзлых пород в процессе проходки горных выработок в соответствии с требованиями 2.9-2.15 настоящих правил;

замеры температуры в веномерзлых породах в процессе строительства резервуара вплоть до начала его эксплуатации;

определение мощностей трещиноватой зоны по периметру выработки в местах сооружения герметичных перемычек.

3.50 Мощность трещиноватой зоны определяется нагнетанием жидкости или газа в шпур.

Параллельные парные шпуры пробуриваются на глубину 2 м с расстоянием между их стенками 5-10 см (не менее 4 пар в одном поперечном сечении). Один из парных шпуров (нагнетательный) предназначен для нагнетания в массив жидкого (вода) или газообразного (азот, воздух) флюида, другой - наблюдательный.

Устья наблюдательных шпуров должны быть тщательно загерметизированы. Давление нагнетания должно превышать в 1,5 рабочее давление в выработках-емкостях, предусмотренное проектом.

Нагнетание флюида следует производить многократно через пакер при закреплении его в шпуре на различном заглублении в направлении от поверхности выработки в глубь массива.

Одновременно с подачей флюида в нагнетательный шпур в наблюдательном шпуре необходимо регистрировать расход флюида.

Границу трещиноватой зоны следует проводить на глубине, за пределами которой в течение суток не происходит фильтрации между шпурами.

Результаты определения мощности трещиноватой зоны вокруг выработки должны быть зарегистрированы в журнале и оформлены актом.

3.51 В процессе контроля за эффективностью выполнения работ по водоподдавлению при проходке горных выработок породах с положительной температурой геологическая и гидрогеологическая службы должны руководствоваться следующим:

приток воды в вскрытые выработки, пересекающие водопроницаемые породы, допускается не более $1 \text{ м}^3/\text{ч}$ на каждые 100 м длины;

- в горизонтальных горных выработках источники выхода воды с дебитом $0,01 \text{ м}^3/\text{ч}$ и выше должны подаваться методами тампонажа водопроводящих каналов.

СТРОИТЕЛЬСТВО ВЫРАБОТОК И ГЕРМЕТИЧНЫХ ПЕРЕМЫЧЕК ШАХТНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ В ПОРОДАХ С ПОЛОЖИТЕЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРОЙ

3.52 При вскрытии толщ пород, вмещающей выработку-емкости, двумя стволами или стволом и специальной скважиной, их следует использовать для целей вентиляции при проходке выработок-емкостей. В этом случае, в первую очередь, следует проводить выработку, обеспечивающую создание сквозной вентиляции.

3.53 Буровзрывные работы при сооружении выработок-емкостей следует вести, как правило, методом контурного (гладкого) взрывания. Допускается одновременная проходка параллельных выработок-емкостей с отставанием забоя на величину, не меньшую расстояния между выработками.

Сооружение выработок-емкостей горным способом в отложениях каменной соли следует вести, как правило, применением проходческих комбайнов.

3.54 Проходка врубов герметичных перемычек, подходов выработок и стволов в зоне примыкания перемычек (по 5 м в обе стороны от места примыкания), а также рассечкокопоствольных выработок, если она попадает в эту зону, должны производиться преимущественно, без применения взрывчатых веществ, а при высокой крепости пород (7 и выше по шкале М.М. Протодьяконова) с использованием ослабленных зарядов взрывчатых веществ.

Разработку породы при разделке врубов герметичных перемычек шахтных резервуаров в каменной соли следует осуществлять без применения буровзрывных работ. Для этого следует применять комбайны, отбойные молотки, обуривание врубов короткими скважинами последующей разработкой соли между ними отбойными молотками.

3.55 Возведение герметичных перемычек в подземных выработках должно выполняться после окончания горнопроходческих работ. Порядок и технология производства работ по сооружению перемычек должны быть определены проектом производства работ.

Возведение кольцевого воротника металлической перемычки в нижней части стволов должно осуществляться одновременно с возведением крепи на этом участке и до начала работ по рассечкокопоствольных выработок.

Производство работ по возведению крепи стволов в месте примыкания перемычки должно осуществляться в направлении снизу вверх в следующей очередности:

монтаж стальной изоляции (обечайки) на сварке с проверкой швов на герметичность;

армирование внутренней железобетонной "рубашки" и кольцевого воротника, монтаж тампонажных труб на стальной обечайке на сварке с проверкой швов на герметичность;

установка опалубки и бетонирование внутренней железобетонной "рубашки";

тампонаж закрепного пространства.

3.56 Монтаж и сварка металлических конструктивных элементов перемычек следует производить в соответствии с Правилами устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением, утвержденными Госгортехнадзором России.

3.57 При сооружении герметичной перемычки размеры врубов, принятые в проекте, должны уточняться по фактической мощности трещиноватой зоны, образующейся по периметру выработок в процессе ведения взрывных работ, из условий перекрытия перемычкой этой зоны.

Мощность трещиноватой зоны следует определять нагнетанием жидкости или газа в шпур, пробуренной по контуру перемычки в месте ее сооружения в соответствии с 3.50.

3.58 В качестве материала для сооружения герметичных перемычек следует предусматривать бетон, железобетон (в случае необходимости - в комбинации с листовой сталью) и металл.

3.59 Для возведения герметичных перемычек следует, как правило, использовать металлическую опалубку, которую допускается оставлять как часть конструкции перемычки.

Опалубка и поддерживающие ее конструкции должны выдерживать давление свежесжатой смеси не допускать вытекания цементного молока через швы между отдельными ее элементами.

Для лучшего сцепления материала перемычки с горной породой перед укладкой бетона поверхность врубов следует очистить от грязи и пыли с помощью сжатого воздуха и промыть водой, не выравнивая.

Создание непроницаемого контакта тела перемычки с каменной солью обеспечивается за счет образования совместной с солью и бетоном прокладки из затворенного на рассолоторкре-бетона, который наносится на очищенную поверхность врубов механизованным способом. Бетон в тело перемычки укладывается только после создания прокладки.

3.60 Одновременно с возведением опалубки должны устанавливаться и жестко закрепляться закладные детали и металлические части конструкции перемычки. Отклонение местоположения закладных деталей от проектного положения не допускается.

Для лучшего сцепления материала перемычки с технологическими трубопроводами в месте прохода через тело перемычки их следует очистить от ржавчины, краски, масел и других посторонних покрытий и зачистить до металлического блеска.

3.61 Для приготовления бетона в качестве вяжущего следует применять портландцемент, шлакопортландцемент марки 400, 500.

Допускается применять расширяющийся гипсоглиноземистый цемент и напрягающий цемент марки 400, 500, а также бетоны и растворы, приготовленные на основе или с введением различных химических добавок при соблюдении требований, изложенных в 2.88. Заполнитель бетона должен отвечать ГОСТ 26633.

Для приготовления бетона перемычек в каменной соли в качестве жидкости затворения следует применять насыщенный раствор хлористого натрия плотностью 1190 кг/м^3 , а в других породах - воду, соответствующую требованиям ГОСТ 26633.

3.62 Все материалы (вяжущие и заполнители) перед началом работ по сооружению герметичных перемычек должны быть подвергнуты лабораторным испытаниям в соответствии с действующими ГОСТ 26633, ГОСТ 310.1, ГОСТ 26798.0, ГОСТ 1581, ГОСТ 8269, ГОСТ 8735 и ТУ 57034-072-02495.336 независимо от наличия паспортов.

Заполнители для бетона допускается хранить в подземных условиях на бетонных площадках или деревянных настилах.

3.63 Дозирование материалов для бетонной смеси должно производиться по массе с точностью:

цемента и воды $\pm 2 \%$;

заполнителя $\pm 2,5 \%$.

При приготовлении бетонных смесей необходимо осуществлять контроль за их подвижностью, в соответствии с ГОСТ 10181.0.

Песчаный бетон (нарыз-бетон) для торкретирования должен характеризоваться подвижностью 6 см. растворной смеси - 4-8 см.

Мелкозернистый бетон должен характеризоваться подвижностью 6 см.

3.64 Приготовление бетонной смеси на напрягающем цементе должно производиться методом частичной гидратации в соответствии с требованиями ТУ 57034-072-02495.336.

Допускается также приготовление вяжущего материала непосредственно на строительной площадке. Для приготовления используется расширяющийся портландцемент, состоящий из гипсоглиноземистого цемента марки 400, 500 с содержанием SO_3 в пределах от 11 до 16% и среднеалюминатного портландцемента марки 400, 500 путем тщательного смешивания их в количестве соответственно 75-85% (масс.) и 25-15% (масс.).

3.65 При производстве работ по сооружению герметичных перемычек и тампонажу следует отбирать контрольные пробы бетонов и растворов для испытания их в соответствии с ГОСТ 10180 и ГОСТ 1581.

Физико-механические свойства бетонов и растворов допускается определять по результатам испытания образцов, выбуренных из тела перемычки.

3.66 Для заполнения полостей гидрозатворов следует применять воду или изолирующие жидкости, как правило, на основе глинистого раствора из бентонитового порошка ПБВ по ТУ 39-01-08-658.

В качестве добавок изолирующей жидкости допускается применять жидкое стекло, карбоксиметилцеллозу, щелочь, гипан и другие добавки, обеспечивающие стабильность раствора.

Реагенты-стабилизаторы следует растворять отдельно и вводить в глинистый раствор после его перемешивания до образования однородной массы.

Для приготовления изолирующей жидкости следует использовать воду из хозяйственно-питьевого водопровода.

В качестве изолирующей жидкости в гидрозатворах перемычек в каменной соли следует использовать насыщенный раствор хлористого натрия плотностью 1190 кг/м^3 .

Дозировка глины, воды и стабилизирующих добавок должна осуществляться по массе с точностью до 2%.

3.67 Давление изолирующей жидкости в полости гидрозатвора должно превышать на 0,05-0,1 МПа давление хранимых продуктов в выработках-емкостях.

3.68 При заполнении полостей гидрозатвора следует отбирать пробы изолирующей жидкости для последующего определения ее водоотдачи, стабильности, условной вязкости и статического напряжения сдвига.

3.69 Испытание бетонов перемычек с гидрозатвором (одинарных и двойных) производится после завершения работ по строительству выработок-емкостей, но не ранее приобретения бетоном проектной прочности.

3.70 Опрессовку полостигидрозатвора следует выполнять под давлением на 0,1 МПа превышающим рабочеедавление продукта.

3.71 Перекрышка гидрозатвором принимается в эксплуатацию, если падение давления в полостигидрозатвора не происходит или происходит незначительное падение давления, позволяющее эксплуатировать перекрышку с постоянной или периодической подкачкойизолирующей жидкости.

3.72 При возведениигерметичных перекрышек должна быть обеспечена непрерывность бетонирования.

При укладке бетона в замковой части стенок герметичных перекрышек бетонирование следует проводитьодновременно с двух сторон к замку.

Бетон после укладки вконструкцию необходимо содержать во влажном состоянии - закрывать мокрымирогожами, матами и т.п. и поливать водой в течение 15-20 суток после снятияопалубки.

Распабливвать бетонныеконструкции герметичных перекрышек следует не ранее чем через 14 суток послебетонирования.

3.73 Нагнетание раствора для тампонажа трещиноватых пород следует осуществлять через тампонажные трубки, которые по окончании работ должны зачеканиваться расширяющимся быстротвердеющимцементом, а торцы их - завариваться.

Нагнетание раствора по контуру герметичных перекрышек следует производить через шпурты или скважины, пробуренные через тепло бетона до контакта его с породой, не раньше, чем бетон вконструкции перекрышек достигает 85-90% проектной прочности.

3.74 Для тампонажных работдолжны применяться насосы, обеспечивающие равномерность режима нагнетания иисключающие резкие пульсации давления.

Нагнетание цементныхрастворов должно производиться при давлении не ниже 1 МПа и не выше величиныдавления гидроразрыва пород, определяемого проектом.

Нанесение бетонной ирастворной смеси при торкретировании должно производиться механизированно спомощью пневморастворнонасосов. Толщина наносимого набрызг-бетона на вертикальные и наклонные поверхности (под углом 40° к горизонтали) составляет 1-1,5 см на один слой. Расстояние сопла от рабочей поверхности 0,6-0,8 м.

СТРОИТЕЛЬСТВО ШАХТНЫХРЕЗЕРВУАРОВ
В ВЕЧНОМЕРЗЛЫХ ПОРОДАХ

3.75 К проходке выработокследует приступать после промерзания сезонно-талого слоя.

Гидроизоляцию игерметизацию стволов, шурфов и скважин следует завершить до сезонного таянияснега.

3.76 Шурфы и скважиныгерметизируются путем засыпки песка в закрепное пространство и полногонасыщения его водой. Высота слоя засыпки не должна превышать 2 м. Засыпкакследующего слоя производится после промерзания предыдущего. Контроль запромерзанием осуществляется по датчикам температуры.

3.77 При проходке выработокследует предусматривать вентиляцию по нагнетательной схеме. Не следуетдопускать поступление в выработки воздуха с положительной температурой.

3.78 Герметизация устьянаклонного ствола производится по окончании проходческих работ и обустройствасмотрового шурфа путем установки опорной перекрышки с гидроизоляцией и послойнойзасыпки устья мерзлой породой с последующей ее трамбовкой.

3.79 Герметичные перекрышки вподходных выработках, расположенных ниже почвы выработок-емкостей, сооружаютсяпутем послойного намораживания воды или водогрунтовой смеси.

Допускается возведениегерметичных перекрышек путем послойной укладки в опалубку мелкодробленой мерзлойпороды (песка), либо ледяных или ледопородных блоков, пролива водой до полногонасыщения и замораживания. Высота отдельного слоя должна быть не более 0,2 м.Вытекание воды через опалубку не допускается.

При намораживанииследует применять подачу холодного воздуха в место сооружения перекрышки.

Контроль намораживанияведется по датчикам температуры.

3.80 Ледяную облицовку навнутренней поверхности выработок-емкостей следует создавать путем их заполненияпресной водой до появления зеркала воды в стволе на проектной отметке. Водуследует откачать непосредственно по истечении расчетного периода времени t , с, определяемого в зависимости от предусмотренной в проекте толщины ледянойоблицовки, температуры воды и теплофизических свойств по формуле:

$$t = \frac{\pi \alpha_r}{4} \left[\frac{b w K S + V_w C_w (t - t_p)}{S \lambda_r (t_p - t_r)} \right]^2, \quad (32)$$

где α_r - коэффициент температуропроводности вечномерзлых пород, м²/с;
 b - толщина ледяной облицовки, м;
 w - скрытая теплота замерзания воды, Дж/м³;

$$K = \frac{\rho_i}{\rho_w}, \quad (33)$$

ρ_i - плотность льда, кг/м³;
 ρ_w - плотность воды, кг/м³;
 S - поверхность теплообмена воды с породой, м²;
 V_w - объем воды, сливаемой в выработки-емкости, м³;
 C_w - объемная теплоемкость воды, Дж/(м³·°C);
 t - температура воды, сливаемой в выработку-емкость, °C;
 t_p - температура фазового перехода воды в лед, °C;
 λ_r - коэффициент теплопроводности вечномерзлых пород, Вт/(м·°C);
 t_r - естественная температура вечномерзлых пород, °C.

Максимально допустимуютемпературу воды t_{\max} , °C, сливаемой выработки-емкости для намораживания ледяной облицовки, следует определять поформуле

$$t_{\max} = t_p + \frac{2 \lambda_r (t_p - t_r) \left(S_q + \frac{2}{3} S_w \right)}{C_w \sqrt{\pi \alpha_r V}}, \quad (34)$$

где S_q - площадь почвы выработок-емкостей, м²;
 S_w - суммарная площадь стен выработок-емкостей, м²;
 V - производительность заполнения выработок-емкостей водой, м³/с;
 V - объем выработок-емкостей, м³.

3.81 Продолжительностьзаполнения выработки-емкости водой для намораживания ледяной облицовки должнабуть не более трех суток. Следует предусмотреть меры, исключающие возможностьгидравлического разрушения породы.

Откачку воды посленамораживания ледяной облицовки следует осуществлять непрерывно.

3.82 При откачке воды посленамораживания ледяной облицовки следует произвести тарировку резервуара.

3.83 Для сокращения периодавозстановления естественной температуры вечномерзлых пород после намораживанияледяной облицовки, в условиях заполнения резервуара продуктом с положительнойтемпературой, следует обеспечить принудительную вентиляцию выработок-емкостейатмосферным воздухом, как правило, с температурой ниже минус 20°С.

Объем воздуха Q_a , м³, подаваемого в выработки-емкости за период его вентиляции (из условиявозстановления естественной температуры вечномерзлых пород), следует определятьпо формуле

$$Q_a = \frac{V C_w (t_{\max} - t_p) + w S b}{C_a (t_r - t_m)}, \quad (35)$$

где C_a - объемная теплоемкость воздуха, Дж/(м³·°C);
 t_m - средняя за период вентиляции температура атмосферного воздуха, °C.

3.84 Передвижение техники наплощадке строительства должно осуществляться по снежному покрову или по слоюотсыпки высотой не менее 1 м.

ИСПЫТАНИЕ НА ГЕРМЕТИЧНОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ
СКВАЖИН БЕСШАХТНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ В КАМЕННОЙ СОЛИ

- 4.1 Испытание на герметичность кондукторов и промежуточных колонн следует проводить в соответствии с Правилами безопасности в нефтяной и газовой промышленности.
- 4.2 Перед спуском трубосной обсадной колонны в скважину на поверхности следует производить гидравлические испытания под давлением, на 5 % превышающем давление на устье скважины при испытании обсадной колонны на герметичность. Трубы под давлением следует выдерживать не менее 30 с. При этом давление не должно превышать величин, предусмотренных ГОСТ 632.
- 4.3 Испытания на герметичность основной обсадной колонны производятся по окончании времени ОЗЦ до разбухания в ней цементного стакана, а ее затрубного пространства после разбухания цементного стакана в колонне и породы на 1-3 м ниже башмака основной колонны. Испытания незакрепленной части ствола скважины производятся после ее проводки до конечной глубины.
- 4.4 В качестве испытательной жидкости при испытании основной обсадной колонны следует использовать насыщенный рассол, пресную или минерализованную воду.

При испытании основной обсадной колонны испытательное давление на устье должно быть равным 1,1 эксплуатационного давления и при этом не должно превышать значения, допускаемого по условиям прочности обсадных труб в соответствии с ГОСТ 632 и быть не ниже значений, приведенных в табл. 17.

Основная колонна считается выдержавшей испытания, если по образцовому манометру в течение одного часа не фиксируется падение давления после трехкратной доводки его до испытательного.

В скважинах подземных резервуаров, предназначенных для хранения газа, после завершения гидравлических испытаний при устье скважины следует испытать инертным газом на то же давление.

При зафиксированном падении давления в этот период следует установить место утечки, выполнить ремонтные работы и повторить испытание.

Таблица 17

Минимальное давление при испытании на герметичность
основных обсадных колонн

Наружный диаметр колонны, мм	377-508	273-351	219-245	178-194	168	141-146	114-127
Давление, МПа	6,6	7,5	9	9,5	11,5	12,5	15

- 4.5 Испытание на герметичность затрубного пространства основной обсадной колонны незакрепленной части ствола скважины производится концентрированным рассолом.

Величина испытательного давления рассола на устье скважины P_t , Па, определяется по формуле

$$P_t = K_1 P_{ec} - \rho_b g L, \quad (36)$$

где K_1 - коэффициент превышения испытательного давления, равный 1,05;
 P_{ec} - максимальное проектное эксплуатационное давление на отметке башмака основной обсадной колонны, Па;
 ρ_b - плотность рассола, кг/м³;
 g - ускорение свободного падения, м²/с;
 L - глубина спуска основной обсадной колонны, м.

Если величина P_{ec} проектом не задана, то она определяется по формуле

$$P_{ec} = P_{es} + \rho_p g L - \Delta P_{fp}, \quad (37)$$

где P_{es} - проектная величина максимального эксплуатационного давления хранимого продукта, измеряемого на устье скважины, Па;
 ρ_p - средняя по скважине плотность хранимого продукта при максимальном проектном давлении, кг/м³;
 ΔP_{fp} - гидравлическое сопротивление межтрубного пространства обсадной и внешней подвесной колонн при закачке хранимого продукта в скважину, Па.

На всех этапах испытания должна быть исключена утечка испытательной жидкости через соединительные элементы, детали устьевого обвязки, арматуру.

В процессе испытаний определяется соотношение e , м³/Па.

$$e = \frac{\Delta V}{\Delta P}, \quad (38)$$

Для этого в подготовленную к испытаниям скважину закачивается порция рассола объемом ΔV , м³ и измеряется соответствующее изменение давления рассола на устье скважины ΔP , Па. Закачка рассола производится порциями для определения не менее трех значений e .

В качестве расчетной величины принимается среднее арифметическое.

Допускается определение величины e путем выпуска порции рассола и измерения соответствующего падения давления.

Испытания производятся следующим образом.

В скважину закачивают концентрированный рассол до достижения испытательного давления.

Через 1 и 2 ч подкачивают (при необходимости) рассол, и доводят давление до испытательного без разрядки скважины от давления.

Затем фиксируют значение давления в течение суток каждый час.

Расчетную величину утечки ΔV_d , м³, определяют по формуле

$$\Delta V_d = e \Delta P_d, \quad (39)$$

где ΔP_d - падение давления за сутки, Па.

Система "основная обсадная колонна - затрубное пространство основной обсадной колонны - незакрепленная часть ствола скважины" считается выдержавшей испытание на герметичность, если суточная расчетная утечка не превышает 0,02 м³.

- 4.6 После оборудования скважины для строительства подземной выработки следует проводить испытания на герметичность основной обсадной колонны, ее затрубного пространства и внешней подвесной колонны.

4.7 При использовании жидкого неагглютирующего пространства между основной обсадной и внешней подвесной колоннами труб заполняется неагглютирующим до башмака внешней подвесной колонны вытеснением рассола из скважины по межтрубному пространству подвесных колонн. Количество закачанного неагглютирующего тщательно замеряется.

После установления контакта неагглютирующего с рассолом на уровне башмака внешней подвесной колонны следует зафиксировать давление на устье скважины в межтрубном пространстве основной обсадной и внешней подвесной колонн, а затем давление в указанном пространстве необходимо поднять до значения испытательного, определяемого в соответствии с 4.5 и поддерживать его в течение 48 часов подкачкой насыщенного рассола в центральную подвесную колонну с измерением его количества.

В период закачки неагглютирующего и выдержки скважины под давлением проверяется герметичность внешней подвесной колонны по перетоку неагглютирующего из пространства между основной обсадной и внешней подвесной колоннами в пространство между внешней и центральной подвесной колоннами.

Внешнюю подвесную колонну следует считать герметичной, если переток неагглютирующего через нее при испытании отсутствует. При негерметичности внешней подвесной колонны негерметичность устраняют и испытания повторяют.

После двухсуточной выдержки скважины под давлением подкачки рассола в центральную подвесную колонну следует прекратить.

Чтобы снизить давление в межтрубном пространстве обсадной и внешней подвесной колонн до гидростатического, т.е. до нулевого значения на устье скважины, следует выпустить рассол из центральной подвесной колонны. Затем необходимо закачать дополнительно в межтрубное пространство основной обсадной и внешней подвесной колонн неагглютирующего в количестве V_1 порциями объемом по 0,5-1,0 м³ до доведения контакта "неагглютирующего-рассол" до

башмака внешнейподвесной колонны. Объем порций измеряют с точностью не менее $0,005 \text{ м}^3$. Измеряют температуру T_1, K , закачиваемойпорции. После окончания закачки дополнительной порции выдерживают систему 2-4 часа для всплытия нерастворителя через рассол.

Всплывший во внешнейподвесной колонне нерастворитель извлекают, вытесняя его при необходимостизакачкой рассола в центральную подвесную колонну, а количество отобранногонерастворителя V_2 замеряют с точностью не менее $0,005 \text{ м}^3$. Измеряют температуру T_2, K , отобранногонерастворителя.

Разность объемовзакачанного и отобранного нерастворителя $\Delta V_r, \text{ м}^3$, вычисляетсяпо формуле

$$\Delta V_r = \frac{V_1 \rho_1 - V_2 \rho_2}{\rho_3} \quad (40)$$

где ρ_1, ρ_2, ρ_3 - плотность нерастворителя при температуре T_1, T_2 и в скважине соответственно.

Основная обсадная колонна и ее зацементированное затрубное пространство считаются выдержавшими испытание, если разность в объемах дополнительно закачанной и отобранной порции нерастворителя за двое суток испытания не превышает $0,04 \text{ м}^3$.

4.8 При использованиигазообразного нерастворителя испытания скважины на герметичность производятсяметодом компенсации масс газа над границей раздела "газ-рассол".

В скважину опускаетсяподвесная колонна труб, имеющая в нижней части, на расстоянии 15-20 м от еебашмака, отверстие диаметром около 10 мм. Подвесная колонна трубустанавливается так, чтобы это отверстие находилось ниже башмака основнойобсадной колонны. Расстояние до башмака основной обсадной колонны подбираетсятаким образом, чтобы граница раздела "газ-рассол" при увеличениидавления до испытательного оставалась ниже башмака основной обсадной колонны.

Испытательный газнагнетается в межтрубное пространство, пока он не начнет проходить черезотверстие в подвесную колонну.

Переток газа в отверстиеуказывает, что уровень границы раздела "газ-рассол" установлен наотметке расположения отверстия.

Скважина при испытаниина герметичность выдерживается под испытательным давлением в течение 48 часов срегистрацией давления на устье скважины через каждый час. Затем в скважинузакачивается газ до прежнего уровня (до отверстия), с регистрацией масс закачиваемогои вышедшего через подвесную колонну газа.

Скважина считаетсявыдержавшей испытание на герметичность, если разность масс дополнительнозакачанного и отобранного газа после двух суток выдержки скважины поднаблюдательным давлением не превышает 100 кг, а темп падения давления впроцессе испытаний снижается, стремясь к постоянной величине.

4.9 При невозможностипроведения испытаний в соответствии с требованиями п. 4.8 по обоснованномурешению проектной организации испытания следует проводить следующим образом. В межтрубное пространство обсадной и внешней подвесных колонн закачивают скатыйгаз с одновременным вытеснением рассола из скважины по межтрубному пространствуподвесных колонн и (или) по центральной подвесной колонне. Закачка газа в межтрубное пространство обсадной и внешней подвесной колонн продолжается до техпор, пока граница раздела "газ-рассол" после увеличения давления доиспытательного не окажется на отметке не менее, чем на 0,5 - 1 м ниже башмакаосновной обсадной колонны.

Момент достиженияконтактом "газ-рассол" необходимой отметки устанавливается по объемувытесненного рассола, а также геофизическими методами контроля.

Затем выпуск рассолапрекращается и осуществляется подкачка газа до достижения на устье скважиныдавления, равного испытательному.

После этого системавыдерживается под испытательным давлением в течение 48 часов с регистрациейдавления на устье скважины через каждый час.

Вычисляется темпизменения давления на устье скважины в межтрубном пространстве обсадной ивнешней подвесной колонн, равный разности показаний манометра за один час.

Система считаетсявыдержавшей испытание на герметичность, если темп падения давления снижается,стремясь к постоянной величине, а среднее падение давления за час в течениепоследних 12 часов выдержки не превышает $0,05 \%$ испытательного давления.

4.10 Испытания нагерметичность оформляются актами.

ИСПЫТАНИЕ НА ГЕРМЕТИЧНОСТЬ БЕСШАХТНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ В КАМЕННОЙ СОЛИ

4.11 Испытания бесшахтныхрезервуаров на герметичность производятся с целью установления их пригодности кэксплуатации после окончания строительства, капитального ремонта илиаварийно-восстановительных работ, а также по мере необходимости в периодэксплуатации.

4.12 Испытания производятсяпутем создания избыточного давления испытательной среды, в качестве котороймогут быть использованы, в зависимости от продукта, хранимого в резервуаре, жидкие нефтепродукты, газы или рассол.

4.13 При испытаниипроверяется раздельно герметичность подвесных колонн труб, устьевого обвязкискважины с зацементированной обсадной колонной и выработки-емкости.

4.14 Герметичность устьевогообвязки устанавливается по отсутствию утечек испытательной среды в ее элементах период проведения испытаний. При наличии таких утечек дефектные элементыподлежат замене или ремонту.

4.15 Герметичность подвесныхколонн устанавливается по отсутствию перетоков испытательной среды междутрубными пространствами в период проведения испытаний. При этом испытательнаясреда должна быть закачана в скважину на глубину, соответствующую длине испытуемогоучастка труб.

4.16 После установлениягерметичности устьевого обвязки и подвесных колонн труб осуществляются испытанияна герметичность скважины с зацементированной обсадной колонной и резервуара в целом.

4.17 Для испытания скважиныбесшахтного резервуара следует использовать компенсационный метод, основанныйна сохранении количества нерастворителя в системе или метод контроля уровняжидкости в межтрубном пространстве. Необходимым условиемприменения указанных методов является освобождение выработки-емкости отнерастворителя или хранимого продукта и отсутствие притока их остатков вскважину.

4.18 Испытаниекомпенсационным методом допускается производить после окончания строительстварезервуара перед сдачей его в эксплуатацию, при этом требуется установитьвнешнюю подвесную колонну таким образом, чтобы отметка башмака колонны быларазположена на 0,5-1,0 м ниже башмака обсадной колонны и не менее 1,0 м вышеотметки кровли выработки.

Испытание методомконтроля уровня допускается производить в период окончания строительства и впроцессе эксплуатации, при этом не требуется перемещать внешнюю подвеснуюколонну в положение выше отметки кровли выработки.

4.19 Скважины бесшахтныхрезервуаров для хранения нефтепродуктов допускается испытывать жидкимнерастворителем или продуктом, подлежащим хранению.

Скважины бесшахтныхрезервуаров для хранения СУГ следует испытывать бензином прямой гонки илидопускается производить испытания хранимым продуктом.

Бесшахтные резервуарыдля СУГ, нефти и нефтепродуктов в целом следует испытывать рассолом, при этомдопускается наличие в межтрубье обсадной и внешней подвесной колонниспытательной среды, используемой для испытания скважины бесшахтногорезервуара.

Бесшахтные резервуарыдля хранения газа следует испытывать газом, подлежащим хранению, допускаетсяпроизводить испытания газом, нейтральным по отношению к хранимому продукту.

4.20 На проведение испытанийна герметичность бесшахтных резервуаров разрабатывается специальный проект.

4.21 При испытаниибесшахтных резервуаров на герметичность величина испытательного давления врезервуаре на отметке башмака основной обсадной колонны $P_{тс}$ определяетсясоотношением

$$P_{тс} = K_1 P_{дс}, \quad (41)$$

где K_1 - коэффициентпревышения испытательного давления, равный 1,05.

Величина испытательногодавления, измеряемая на устье скважины, вычисляется по формуле

$$P_t = P_{тс} - \rho_f g L, \quad (42)$$

где ρ_f - средняя поскважине плотность испытательной среды, кг/м^3 .

4.22 Испытательное давлениена устье скважины не должно превышать значения, допустимого по условиямпрочности элементов устьевого обвязки и обсадных труб в соответствии с ГОСТ 632.

4.23 При испытании нагерметичность обсадных колонн скважин бесшахтных резервуаров компенсационнымметодом допускается использовать для проведения испытания подвесные колонны,использовавшиеся в процессе создания выработки-емкости (рисунок 13).

- 1 - выработка-емкость; 2 - внутренняя подвесная колонна; 3 - внешняя подвесная колонна;
 4 - обсадная колонна; 5- насос для закачки рассола; 6 - мерная емкость; 7 - термометр;
 8 - манометр; 9 - насос для закачки испытательной среды; 10 - мерная емкость

Рисунок 13 - Схема испытаний на герметичность обсадных колонн скважин бесшахтных резервуаров компенсационным методом

Пространство между обсадной и внешней подвесной колоннами труб следует заполнить нерастворителем до башмака внешней колонны с вытеснением рассола из скважины и проводить испытания в соответствии с 4.7 настоящих правил.

4.24 При испытании на герметичность обсадных колонн скважин методом контроля уровня жидкости в межтрубном пространстве резервуар должен быть оборудован двумя подвесными колоннами труб (внешней и центральной). Башмак подвесных колонн должен быть установлен ниже кровли выработки-емкости.

Допускается применять для проведения испытаний подвесные колонны, использовавшиеся в процессе создания выработки.

Испытание следует проводить, как правило, не ранее чем через 1,5 мес. после окончания сооружения выработки-емкости.

Для проведения испытаний используются приборы и оборудование, представленные на рисунке 14.

Дифманометр должен быть рассчитан на испытательное давление и иметь цену деления не более $5 \cdot 10^{-4}$ МПа.

Мерная емкость должна быть рассчитана на прием рассола в количестве, равном объему закачиваемой испытательной жидкости.

Напорное устройство для закачки испытательной среды в скважину должно обеспечивать ее подачу под давлением не ниже испытательного.

Насос для закачки рассола в скважину должен обеспечивать его подачу под давлением не ниже P_b , Па, в соответствии с формулой

$$P_b \geq P_i - (\rho_b - \rho_f) g L \quad (43)$$

Количество испытательного флюида для проведения испытаний должно быть равно объему межтрубных пространств внешней и внутренней подвесных и обсадной колонн в интервале до кровли выработки.

При неустойчивой погоде (режим изменения температуры, осадки) следует укрыть устье скважины от прямых солнечных лучей и осадков для предотвращения искажений, вносимых его неравномерным охлаждением или нагревом.

Перед испытанием следует провести ревизию всех сальников и уплотнений, проверить герметичность подвесных колонн.

- 1 - выработка-емкость; 2 - внутренняя подвесная колонна;
 3 - внешняя подвесная колонна; 4 - обсадная колонна;
 5 - напорное устройство для закачки испытательной среды;
 6 - расходомер; 7 - дифманометр; 8 - манометр; 9 - насос;
 10 - мерная емкость

Рисунок 14 - Схема испытаний на герметичность обсадных колонн скважин бесшахтных резервуаров методом контроля уровня жидкости в межтрубном пространстве

Дифманометр должен быть установлен следующим образом: патрубок со знаком "минус" для среды с меньшим давлением присоединяется к межтрубному пространству обсадной и внешней подвесных колонн, патрубок со знаком "плюс" для среды с большим давлением присоединяется к межтрубному пространству подвесных колонн, перемычка дифманометра должна быть перекрыта.

В начале испытаний следует закачивать испытательную среду в межтрубные пространства обсадной, внешней и внутренней подвесных колонн, вытесняя при этом рассол в мерную емкость. При этом перемычка между трубными пространствами должна быть открыта.

Количество испытательной жидкости, закачиваемой в скважину, должно быть таким, чтобы уровень границы раздела "испытательная жидкость-рассол" при проведении испытаний был на 1-5 м ниже башмака основной обсадной колонны и выше отметки кровли выработки-емкости.

Контроль глубины заполнения трубных пространств и отметки границы раздела ведут по объему рассола, вытесненного в мерную емкость, а также геофизическими методами.

После закачки испытательной среды, при необходимости, на всех подводных технологических трубопроводах, кроме трубопровода, подающего рассол в центральную подвесную колонну, должны быть установлены заглушки.

После закачки заданного количества испытательной жидкости увеличивают давление жидкости в резервуаре до испытательного закачки насыщенного рассола в центральную колонну.

Перекрывают перемычки, соединяющие межтрубные пространства обсадной, внешней и центральной подвесных колонн, и открывают перемычку дифманометра.

Через 24 и 48 часов после начала испытаний подкачивают, при необходимости, насыщенный рассол для поддержания давления на уровне испытательного.

Фиксируют ежечасные показания дифманометра в течение 3-х суток после начала испытаний.

В случае изменения давления фиксируемого дифманометром рассчитывают величину (объем) утечки ΔV_d , м³, по формуле

$$\Delta V_d = \frac{\pi(D_1^2 - D_2^2)}{4g(\rho_i - \rho_s)} \Delta P_d, \quad (44)$$

где D_1 - внутренний диаметр обсадной колонны (или необсаженного участка скважины), м;
 D_2 - диаметр внешней подвесной колонны, м;
 ΔP_d - изменение давления на дифманометре после последней подкачки, Па;
 ρ_i - плотность испытательной жидкости, кг/м³.

Испытанный участок скважины считается герметичным, если величина ΔV_d , рассчитанная за третьи сутки испытаний, не превышает 0,02 м³.

Допускается измерение величины ΔV_d с использованием дозирования насоса в качестве напорного устройства для закачки испытательной среды.

Для этого в межтрубное пространство обсадной и внешней подвесной колонны закачивают испытательную среду в конце каждого суток испытаний до тех пор, пока не восстановятся показания дифманометра, соответствующие началу испытаний.

Объем испытательного флюида, закаченный в конце третьих суток, принимается за величину суточной утечки и не должен превышать 0,02 м³.

При наличии утечки необходимости ее локализации осуществляют поинтервальные испытания. Для этого закачивают по описанной выше схеме такое количество испытательной среды, чтобы обеспечить заданный уровень границы контакта ее и рассола. Определяемая приток утечка соответствует интервалу вышеуказанного уровня.

Начальная величина испытательного интервала составляет, как правило, 100 м.

При наличии в данном интервале утечки, ее точное местонахождение может быть найдено при проведении, в соответствии с изложенным способом, поинтервальных испытаний путем деления данного интервала на меньшие участки длиной 10 - 20 м.

4.25 При испытании на герметичность скважин бесшахтных резервуаров газом резервуар должен быть оборудован подвесной, непроницаемой для газа колонной труб. Подвесная колонна труб в нижней части, на расстоянии 15-20 м от башмака колонны, должна иметь отверстие диаметром около 10 мм. Подвесная колонна труб устанавливается так, чтобы ее отверстие находилось ниже башмака основной обсадной колонны, но выше кровли выработки на таком расстоянии, чтобы граница раздела "газ-рассол" при увеличении давления до испытательного оставалась ниже башмака основной обсадной колонны. Дальнейшие испытания проводятся в соответствии с 4.8.

4.26 Испытание бесшахтных резервуаров на герметичность насыщенным рассолом производится при положительных результатах оценки герметичности скважины.

Допускается наличие жидкой испытательной среды, использовавшейся для испытаний закрепленной и незакрепленной частей скважины, в затрубном пространстве внешней подвесной колонны.

Для проведения испытаний используется насос для закачки рассола, мерная емкость для замера объема закачиваемого и отбираемого рассола, манометры (рисунок 15), термометры, денсиметры.

Измерение давления рассола на устье скважины производится образцовым манометром, устанавливаемом на внутренней подвесной колонне.

Мерная емкость должна обеспечивать измерение объема с точностью не менее 0,05 м³.

С целью исключения влияния недонасыщения рассола в резервуаре испытание выработки следует начинать ранее, чем через 1,5 месяца после окончания работ по сооружению выработки-емкости.

До начала испытаний определяется соотношение ϵ в соответствии с формулой (38).

Количество насыщенного рассола ΔV_i , м³, необходимое для проведения испытаний, определяется по формуле

$$\Delta V_i = 1,1 \epsilon \Delta P_i, \quad (45)$$

где 1,1 - коэффициент запаса;
 ΔP_i - величина изменения давления на устье скважины на продуктовой линии от первоначального до испытательного, Па.

Испытание производится следующим образом:

в выработку закачивают насыщенный рассол до достижения испытательного давления, величина которого определяется в соответствии с формулой (41);

затем закачка рассола прекращается и фиксируется изменение давления на устье скважины в подвесной колонне в течение трех суток через каждый час.

Вычисляется ежечасовой темп изменения давления на устье скважины в межтрубном пространстве обсадной и внешней подвесной колонн, равный разности показаний манометра за предыдущий и текущий час.

1 - выработка-емкость; 2 - подвесная колонна; 3 - обсадная колонна;
4 - насос; 5 - мерная емкость; 6 - манометр

Рисунок 15 - Схема испытаний на герметичность бесшахтного резервуара рассолом

Бесшахтный резервуар считается выдержавшим испытание на герметичность, если темп ежечасового падения давления со временем снижается, стремясь к постоянной величине, а среднее падение давления за час в течение последних 12 часов выдержки не превышает 0,05% испытательного давления.

В случае, если темп ежечасового падения давления со временем снижается, а среднее падение давления в течение последних 12 часов превышает вышеуказанную величину, испытания продолжают до стабилизации темпа падения давления. Окончательное решение о герметичности бесшахтного резервуара принимается по установившемуся темпу падения давления, если он не превышает 0,05% от испытательного давления за час в течение последних 12 часов испытаний.

УТВЕРЖДАЮ

 Руководитель организации-заказчика
 М.П. (подпись)

 Ф.И.О.
 " ____ " _____ 199
 г. _____

АКТ
 испытания на герметичность бесшахтного
 резервуара в каменной соли

_____ (место составления акта)

" ____ " _____ 199 г.

Мы, нижеподписавшиеся, представители:

исполнителя работ _____

(должность, ф.и.о.)

заказчика _____

(должность, ф.и.о.)

проектной организации _____

_____ (должность, ф.и.о. и наименование привлеченной организации)

составили настоящий акт о том, что в период с « ____ » по « ____ » 199 г. проведено испытание бесшахтного резервуара № _____ на герметичность при следующих исходных данных:

1. Глубина расположения почвы выработки-емкости..... м
 2. Вместимость бесшахтного резервуара..... м³
 3. Диаметр основной обсадной колонны (наружный)..... м
 4. Глубина спуска основной обсадной колонны (длина колонны)..... м
 5. Диаметр (наружный) внешней подвесной колонны..... м
 6. Глубина спуска внешней подвесной колонны..... м
 7. Диаметр (наружный) центральной подвесной колонны..... м
 8. Глубина спуска центральной подвесной колонны..... м
 9. Компоновка основной обсадной колонны, по маркам стали и толщина стенок в интервалах..... м
 10. Тип смазки резьб на заводе и при спуске колонн..... м
 11. Уровень подъема тампонажного раствора за основной обсадной колонной..... м
 12. Глубина кровли подземной выработки-емкости..... м
- Работы по испытанию проводились при следующих условиях:
 - испытания скважины производились методом.....
 - испытания выработки производились методом.....
- вид продукта, используемого в качестве испытательного флюида и его плотность..... г/м³
 - давление испытательного флюида на устье в межтрубном пространстве между обсадной и внешней подвесной колоннами следовало поднять до..... Па,
 фактически поднято до..... Па
 - время выдержки системы "скважина-выработка" под давлением..... ч
 Па
 - объем и плотность рассола, закачанного в подземный резервуар для поддержания испытательного давления..... м³ и..... кг/м³
 - расчетная величина коэффициента сжимаемости системы "выработка-емкость - скважина"..... м³/Па
 - давление испытательного флюида на устье в межтрубном пространстве между обсадной и внешней подвесной колоннами в процессе подкачки рассола поддерживалось в пределах..... Па
 - после достижения испытательного давления зафиксировано следующее:

Время, ч	Давление рассола в центральной подвесной колонне, Па	Давление в межтрубном пространстве между обсадной и внешней подвесной колоннами, Па	Показания дифманометра, установленного между межтрубными пространствами основной и внешней, внешней и центральной подвесных колонн, Па
Через 1 час			
Через 2 часа			
Через 3 часа			
Через 24 часа			
Через 48 часов			
Через 72 часа			

Средний темп падения давления в межтрубном пространстве за последние 12 час..... Па/ч.

Масса дополнительной порции испытательного флюида, закачанного и отобранного из скважины в процессе проведения испытаний на герметичность компенсационным методом..... кг..... кг соответственно. Разность масс..... кг соответствующий объем..... м³.

Объем утечки, установленный по изменению показаний дифманометра за последние сутки..... м³.

Результаты испытаний показали, что:

- разность в объемах дополнительной порции испытательного флюида (не) превышает 0,04 м³;
- среднее падение давления в течение последних 12 часов (не) превышает 0,05% испытательного давления за час;
- объем утечки за сутки, вычисленный по изменению показаний дифманометра за последние сутки испытаний, (не) превышает 0,02 м³.

Подземный резервуар (не) выдержал испытания и комиссией признан (не) герметичным и (не) пригодным к эксплуатации.

Подписи

ИСПЫТАНИЕ НА ГЕРМЕТИЧНОСТЬ ШАХТНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ
В ПОРОДАХ СПОЛОЖИТЕЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРОЙ

4.28 Контроль за герметичностью шахтных резервуаров должен осуществляться по результатам наблюдений за уровнем подземных вод в гидронаблюдательных скважинах до проходки выработок, на протяжении всего периода строительства резервуаров и после завершения строительства.

4.29 Резервуары считаются выдержавшими испытания на герметичность, если в результате наблюдений в скважинах установлено, что после завершения строительства резервуаров положение статического или пьезометрического уровня водоносного горизонта, залегающего над кровлей выработок-емкостей, обеспечивает напор на кровлю, превышающий максимальное проектное давление хранимых продуктов в резервуаре не менее чем на 0,05 МПа.

При несоблюдении этого условия по специальному проекту проводятся мероприятия по повышению давления в водоносном горизонте.

4.30 По результатам испытаний составляется акт, приведенный ниже.

Форма

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель организации-заказчика

М.П. (подпись) _____

Ф.И.О.

" ____ " _____ 19 ____ г.

АКТ

испытания на герметичность шахтного резервуара в породах с положительной температурой

(место составления акта)

" ____ " _____ 19 ____ г.

Мы, нижеподписавшиеся, представители: _____

исполнителя работ _____

(должность, ф.и.о.)

заказчика _____

(должность, ф.и.о.)

проектной организации _____

(должность, ф.и.о. и наименование

привлеченной организации)

составили настоящий акт о том, что в период с " ____ " _____ 19 ____ г. по " ____ " _____ 19 ____ г. проведено испытание на герметичность подземного резервуара

(название)

Резервуар предназначен для хранения _____

(вид продукта)

Рабочее давление в резервуаре ____ МПа, наибольшая абсолютная отметка кровли выработок-емкостей _____ м.

Гидронаблюдательная скважина № _____

оборудованы на _____ водоносный горизонт (комплекс), вмещающий выработки-

(название)

емкости.

Гидронаблюдательная скважина № _____

оборудованы на _____ водоносный горизонт (комплекс), залегающий над кровлей

(название)

выработок-емкостей.

Результаты наблюдений за уровнем _____ водоносного (ых)

(название)

горизонта (ов) комплекса (ов) приведены в таблице.

№ п/п	Дата наблюдений	Абсолютная отметка уровней воды, м						Примечание
		подпор воды на кровлю выработок-емкостей, м						
		скв. №	скв. №	скв. №	скв. №	скв. №	скв. №	
								До начала строительства После окончания строительства

Результаты наблюдений показывают, что подпор подземных вод на кровлю выработок-емкостей наМПа превышает рабочее давление продукта в подземном резервуаре.

Подземный резервуар признан герметичным (не герметичным).

Подписи

ИСПЫТАНИЕ НА ГЕРМЕТИЧНОСТЬ ШАХТНЫХ
РЕЗЕРВУАРОВ В ВЕЧНОМЕРЗЛЫХ ПОРОДАХ

4.31 Контроль загерметичностью шахтных резервуаров осуществляется по данным опытных наливов светлых нефтепродуктов и по изменению уровня воды во вскрываемой выработке.

4.32 Опытные наливки светлых нефтепродуктов производятся в шпур глубиной не менее 2,0 м, закладываемые в почве выработки до намораживания ледяной облицовки. На участках с однородным геологическим строением на 50 м выработки следует закладывать один шпур, а на участках с неоднородным строением - один шпур на 25 м.

Вечномерзлые породы, вмещающие выработки-емкости, следует считать непроницаемыми, если понижение уровня испытательной жидкости в контрольном шпуре за 10 сут., не считая первых двух, составило менее 0,05 м.

4.33 В период намораживания ледяной облицовки следует осуществлять контроль за уровнем воды во вскрываемой выработке. Выработки-емкости следует считать герметичными, если за период намораживания ледяной облицовки, не считая первых двух суток после заполнения водой, понижение уровня воды во вскрываемой выработке не происходит.

4.34 По результатам испытаний составляется акт по форме, приведенной ниже.

Форма

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель организации-заказчика

М.П. (подпись) _____

Ф.И.О.

" ____ " _____ 19 ____ г.

АКТ

испытания на герметичность шахтного резервуара
в вечномерзлых породах

" ____ " _____ 19 ____ г.

(место составления акта)

Мы, нижеподписавшиеся, представители:

исполнителя работ _____

(должность, ф.и.о.)

заказчика _____

(должность, ф.и.о.)

проектной организации _____

(должность, ф.и.о.)

составили настоящий акт в том, что в период с " ____ " _____ 19 ____ г. по " ____ " _____ 19 ____ г. проведено испытание подземного резервуара № _____ на герметичность.

Резервуар предназначен для хранения _____

(вид продукта)

Наибольшая и наименьшая отметки почвы выработок-емкостей _____ м

Опытные наливки произведены в шпур:

№ _____ глубиной _____ м; № _____ глубиной _____ м.

В шпур заливалось _____

(испытательная жидкость)

Размещение шпуров в выработках-емкостях показано на прилагаемой схеме.

Результаты наблюдений за уровнем испытательной жидкости за _____ приведены в табл. 1.

(период)

Таблица 1

№ п/п	Дата наблюдений	Отметка уровня испытательной жидкости						Примечания
		Шпур						
		№	№	№	№	№	№	

По результатам наблюдений установлено, что понижение уровня испытательной жидкости в контрольных шпурах за 10 суток, не считая первых двух, составило.....см.

Результаты наблюдений за уровнем воды во вскрываемой выработке приведены в табл.2.

Таблица 2

№ п/п	Дата наблюдений	Отметка уровня воды во вскрывающей выработке	Примечание
-------	-----------------	--	------------

По результатам наблюдений установлено, что изменение уровня воды во вскрывающей выработке, не считая первых двух суток, составило.....см.

Подземный резервуар признан герметичным (негерметичным).

Подписи

5 ПРАВИЛА ПРИЕМКИ РАБОТ

5.1 При приемке работ в составе исполнительной документации должны быть:

рабочие чертежи сподписями о соответствии выполненных в натуре работ этим чертежам и внесенным в них изменениям или исполнительные чертежи;
для бесшахтных резервуаров в каменной соли - исполнительная схема конфигурации выработки-емкости по локационным измерениям или расчетным данным;
для шахтных резервуаров - калибровочные таблицы (с указанием толщины ледяной облицовки для резервуаров вечномерзлых породах);
документы, удостоверяющие качество примененных материалов, конструкций и деталей;
акты на скрытые работы;
журнал учета работ и авторского надзора;
журнал роста выработки по скважине при создании бесшахтного резервуара в каменной соли;
журналы опытных закачек поглощающий коллектор и отчек из водоносного горизонта с графиками установления постоянства состава и отбора проб воды на сокращенный и полный химический анализ;
журнал пробных и опытных закачек из водоносных горизонтов в разведочных и водозаборных скважинах;
графики установления постоянства состава по хлору и бромю;
журнал опытных закачек в поглощающий коллектор;
геологическая и гидрогеологическая документация учета уровней воды по гидронаблюдательным скважинам;
ведомости и акты испытаний контрольных образцов;
протоколы лабораторных анализов пород, подземных вод и материалов;
документация по развитию геодезической основы на поверхности, каталоги координат и высотных отметок, эскизы расположения реперов;
для бесшахтных резервуаров в каменной соли - дела эксплуатационных скважин, буровые журналы, технологические паспорта скважин;
для шахтных резервуаров первичная маркшейдерская документация - полевые и вычислительные журналы по ориентированию выработок, передаче высотных отметок, разбивке осей вскрывающих выработок, съемке и нивелированию горных выработок, каталоги координат подземных выработок, эскизы расположения маркшейдерских точек, материалы замеров и вычислений по калибровке резервуаров, журналы зарисовок сечений и обмеров прочих горных выработок, материалы по водоподдавлению в горных выработках, включающие: эскизы мест водоподдавления с расположением тампонажных скважин, расходы тампонажного раствора, результаты водоподдавления - приток до и после поддавления;
отчет по результатам выполнения в период строительства документации, отражающий геологические и гидрогеологические условия;
акты испытаний скважин и герметичных перемычек под давлением;
акты на приемку специальных работ по тампонажу или замораживанию, если таковые имели место;
акты о приеме оборудования, трубопроводов и КИП;
акты об испытании герметичности подземных резервуаров;
акты о приеме законченного строительством хранилища;
паспорта на подземные резервуары;
для рассолохранилищ:
документы, удостоверяющие качество примененных материалов;
акты на скрытые работы;
журнал учета работ и авторского надзора;
протоколы физико-механических испытаний примененных гидроизоляционных материалов и их соединений в соответствии с ГОСТ 10345;
журнал результатов осмотров территории возле рассолохранилища и состояния стенок и ложа рассолохранилища.

5.2 При составлении исполнительных документов следует использовать рабочие чертежи, данные исполнительных съемок и контрольных геодезическо-маркшейдерских, геофизических и других измерений, которые производятся и систематизируются в течение всего периода строительства.

5.3 Паспорт подземного резервуара должен содержать следующие сведения:

принадлежность резервуара;
номер резервуара;
назначение резервуара;
глубина заложения резервуара;
полный и полезный объем резервуара;
емкость резервуара;
сечения резервуара;
конструкция эксплуатационных скважин (для бесшахтных резервуаров в каменной соли);
перечень установленного оборудования;
перечень установленных КИП;
наименование проектных и строительных организаций, выполнявших работы по сооружению резервуара;
дату начала и окончания строительства;
дату испытания резервуара;
дату ввода в эксплуатацию;
состав приемочной комиссии;
отклонения от проекта, допущенные при строительстве;
дату составления паспорта.

5.4 В паспорт бесшахтных резервуаров в каменной соли должны быть внесены также:

данные о виде нераспорителя, его первоначальном количестве, неизвлекаемом остатке и максимальном количестве, закачанном при создании выработки;
первоначальное состояние от верхней кромки фланца обсадной колонны до почвы выработки-емкости резервуара;
паспорта и журналы эксплуатации нагнетательных и водозаборных скважин.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

1. СНиП 34-02-99. Подземные хранилища
2. СНиП 21-01-97. Пожарная безопасность зданий и сооружений.
3. СНиП 2.01.02-85*. Противопожарные нормы.
4. СНиП 2.01.09-91. Здания и сооружения на подрабатываемых территориях и просадочных грунтах.
5. СНиП 2.01.07-85*. Нагрузки и воздействия

6. СНиП 2.02.02-85. Основания гидротехнических сооружений.
7. СНиП 2.02.04-88. Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах.
8. СНиП 2.03.11-85. Защита строительных конструкций от коррозии.
9. СНиП 2.04.01-85*. Внутренний водопровод и канализация зданий.
10. СНиП 2.04.02-84*. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.
11. СНиП 2.04.03-85. Канализация. Наружные сети и сооружения.
12. СНиП 2.04.05-91*. Отопление, вентиляция и кондиционирование.
13. СНиП 2.04.07-86*. Тепловые сети.
14. СНиП 2.04.08-87*. Газоснабжение.
15. СНиП 2.04.09-84. Пожарная автоматика зданий и сооружений.
16. СНиП 2.05.06-85*. Магистральные трубопроводы.
17. СНиП 2.06.09-84. Туннели гидротехнические.
18. СНиП 2.06.04-82*. Нагрузки и воздействия на гидротехнические сооружения (волновые, ледовые и от судов).
19. СНиП 2.06.05-84*. Плотины из грунтовых материалов.
20. СНиП 2.06.06-85. Плотины бетонные и железобетонные.
21. СНиП 2.06.08-87. Бетонные и железобетонные конструкции гидротехнических сооружений.
22. СНиП 2.07.01-89*. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений.
23. СНиП 2.09.02-85*. Производственные здания.
24. СНиП 2.09.03-85. Сооружение промышленных предприятий.
25. СНиП 2.09.04-87*. Административные и бытовые здания.
26. СНиП 2.11.01-85*. Складские здания.
27. СНиП 2.11.03-93. Склады нефти и нефтепродуктов. Противопожарные нормы.
28. СНиП 3.01.01-85*. Организация строительного производства.
29. СНиП 3.01.04-87. Приемка в эксплуатацию законченных строительством объектов. Основные положения.
30. СНиП 3.02.01-87. Земляные сооружения, основания и фундаменты.
31. СНиП 3.05.02-88*. Газоснабжение.
32. СНиП 3.05.04-85*. Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации.
33. СНиП 3.05.05-84. Технологическое оборудование и технологические трубопроводы.
34. СНиП II-35-76. Котельные установки.
35. СНиП II-89-80*. Генеральные планы промышленных предприятий.
36. СНиП II-94-80. Подземные горные выработки.
37. СНиП III-10-75. Благоустройство территорий.
38. СНиП III-42-80*. Магистральные трубопроводы.
39. СНиП 11-01-95/Инструкция о порядке разработки, согласования, утверждения и составе проектной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений.
40. СП 11-101-95. Порядок разработки, согласования, утверждения и состав обоснований инвестиций в строительство предприятий, зданий и сооружений.
41. СН 452-73. Нормы отвода земель для магистральных трубопроводов.
42. СН 459-74. Нормы отвода земель для нефтяных и газовых скважин.
43. СН 496-77. Временная инструкция по проектированию сооружений для очистки поверхностных сточных вод.
44. СН 550-82. Инструкция по проектированию технологических трубопроводов из пластмассовых труб.
45. СН 512-78. Инструкция по проектированию зданий и помещений для электронно-вычислительных машин.
46. ВСН II-23-75. Инструкция по проектированию оросительных систем на просадочных грунтах.
47. ВУП СН-9-87. Ведомственные указания по проектированию железнодорожных сливо-наливных эстакад ЛВЖ, ГЖ и СУГ.
48. НПБ 101-95. Нормы проектирования объектов пожарной охраны.
49. НПБ 105-95. Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной и пожарной опасности.
50. НПБ 201-96. Пожарная охрана предприятий. Общие требования.
51. УПАУТН-96. Указания по проектированию автоматизированных установок тактового налива светлых нефтепродуктов в железнодорожные и автомобильные цистерны.
52. ВУПТ-88. Ведомственные указания по противопожарному проектированию предприятий, зданий и сооружений нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности.
53. Правила пожарной безопасности при эксплуатации ГТЗ. Миннефтепром, 1981.
54. ПБ-08-83-95. Правила обустройства и безопасной эксплуатации подземных хранилищ природного газа в толжах каменной соли. Утв. Госгортехнадзором России Постановлением № 2 от 11.01.95.
55. РД 34.21.122-87. Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений.
56. ГОСТ 1.5-93. Государственная система стандартизации РФ. Общие требования к построению, изложению, оформлению и содержанию стандартов.
57. ГОСТ 12.0.003-74. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
58. ГОСТ 12.1.004-91. ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования.
59. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
60. ГОСТ 12.1.010-76. ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования.
61. ГОСТ 12.2.016-81. Оборудование компрессорное. Общие требования безопасности.
62. ГОСТ 12.2.041-79. Оборудование буровое. Общие требования безопасности.
63. ГОСТ 12.2.115-86. Оборудование противовибросовое. Требования безопасности.
64. ГОСТ 12.4.009-83. Пожарная техника для защиты объектов. Основные виды. Размещение и обслуживание.
65. ГОСТ 17.0.0.04-90. Охрана природы. Экологический паспорт промышленного предприятия. Основные положения.
66. ГОСТ 17.1.3.05-82. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных и подземных вод от загрязнения нефтью и нефтепродуктами.
67. ГОСТ 17.1.3.06-82. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране подземных вод.
68. ГОСТ 17.1.3.12-86. Охрана природы. Гидросфера. Общие правила охраны вод от загрязнения при бурении добыче нефти и газа на суше.
69. ГОСТ 17.2.3.02-78. Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями.
70. ГОСТ 17.4.3.02-85. Почвы. Требования к охране плодородного слоя почвы при производстве земляных работ.
71. ГОСТ 17.5.3.04-83. Земли. Общие требования к рекультивации земель.
72. ГОСТ 17.5.3.05-84. Охрана природы. Рекультивация земель. Общие требования к землепользованию.
73. ГОСТ 305-82. Топливодизельное. Технические условия.
74. ГОСТ 310.1-76. Цементы. Методы испытаний. Общие положения.
75. ГОСТ 632-80. Трубы осядные и муфты к ним. Технические условия.
76. ГОСТ 633-80. Трубы насосно-компрессорные и муфты к ним.
77. ГОСТ 1581-91. Портландцементы тампонажные. Технические условия.
78. ГОСТ 2084-77. Бензины автомобильные. Технические условия.
79. ГОСТ Р 5057-93. Паспорт безопасности вещества (материала). Основные положения.
80. ГОСТ 8269.0-97. Щебень и гравий из плотных горных пород и отходов промышленного производства для строительных работ. Методы химического анализа.
81. ГОСТ 8735-88. Песок для строительных работ. Методы испытаний.
82. ГОСТ 10180-90. Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам.
83. ГОСТ 10181.0-81. Смеси бетонные. Общие требования к методам испытаний.

84. ГОСТ 10227-86. Топливо для реактивных двигателей. Технические условия.
85. ГОСТ 13686-85. Сольповаренная. Методы испытаний.
86. ГОСТ 26633-91. Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия.
87. ГОСТ 27751-88. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения по расчету.
88. ГОСТ 26798.1-96. Цементы тампонажные. Методы испытаний.
- Земельный кодекс РСФСР. Утв. ВС РСФСР 25.04.91.
- Водный кодекс Российской Федерации. Принят Государственной Думой 18 октября 1995 г.
- Федеральный закон от 3 марта 1995 г. № 27-ФЗ "О внесении изменений и дополнений в Закон Российской Федерации "О недрах".
- Федеральный закон от 23 ноября 1995 г. № 174-ФЗ "Об экологической экспертизе".
- Положение о федеральном горном и промышленном надзоре России. Утв. 18.02.93 Указом Президента РФ № 234.
- Положение о порядке лицензирования пользования недрами. Утв. ВС РСФСР 15.07.92. М., 1992.
- Инструкция о порядке предоставления горных отводов для разработки газовых и нефтяных месторождений. Утв. Постановлением Госгортехнадзора России от 11.09.96 г. № 35.
- Закон РФ "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения", 1991 г.
- Положение о Федеральной службе России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Утв. 08.09.94 Постановлением Правительства № 10035.
- Положение о Комитете РФо геологии и использовании недр. Утв. 12.09.94 Постановлением Правительства РФ № 932.
- Положение о Комитете РФпо водному хозяйству. Утв. 12.09.94 Постановлением Правительства РФ № 941.
- О рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы. Утв. 23.02.94 Постановлением Правительства РФ № 140.
- Временные методические указания на ведение геофизических работ при проектировании, сооружении и эксплуатации подземных хранилищ в отложениях каменной соли (БУМГ-ГХС-79). Утв. 13.05.80 Мингазпромом и Мингеологии СССР.
- Основы экологической безопасности объектов топливно-энергетического комплекса. М., 1995 г.
- Правила безопасности нефтяной и газовой промышленности. 1998 г.
- Единые правила безопасности при разработке рудных, нерудных и россыпных месторождений подземным способом. Утв. постановлением Госгортехнадзора России от 31.08.71.
- Инструкция по производству маршейдерских работ. Утв. Госгортехнадзором России.
- Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением. Утв. Госгортехнадзором России.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

ТЕРМИНЫ И ИХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Башмак колонны	- нижний торец обсадной или подвесной колонны.
Вместимость	- максимально возможный объем заполнения подземного резервуара продуктом хранения.
Выработка: вскрывающая	- подготовительная выработка, используемая для создания подземного резервуара, в отдельных случаях может частично или полностью использоваться для хранения продукта.
выработка-емкость	- подземная горная выработка, часть подземного резервуара, предназначенная для хранения продукта.
коллекторная	- вспомогательная выработка, предназначенная для доступа людей и доставки оборудования при проходе обособленных выработок-емкостей, в период эксплуатации хранилища продуктом не заполняется.
подходная	- вспомогательная выработка малого сечения, где устанавливается герметичная перемычка.
специальные	- выработки, предназначенные для размещения эксплуатационного оборудования, например насосные камеры.
Вода подтоварная	- в шахтных резервуарах в породах с положительной температурой солей, состоящий из подземной воды, поступающей в выработку-емкость и воды, выделившейся из хранимого продукта.
Гидровруб	- подготовительная выработка бесшахтного резервуара, создаваемая методом растворения массива каменной соли в нижней части выработки-емкости, для обнажения активно растворяемой горизонтальной поверхности, приема нерастворимых включений и начала образования проектной формы.
Гидронаблюдательная скважина	- скважина, вскрывающая горные породы в интервале водносных горизонтов, используемая для наблюдения за режимом подземных вод.
Звуколокатор	- ультразвуковой прибор для определения формы и оценки объема подземной выработки.
Зумпф	- донная часть выработки-емкости, в бесшахтных резервуарах - заполненная осадком, нерастворенными материалами и остатками солевого раствора; в шахтных резервуарах - углубление в почве выработки-емкости для аккумуляции хранимого продукта и подтоварной воды, где располагается всасывающий патрубок насоса.
Колонна основная обсадная	- последняя обсадная колонна бесшахтного резервуара, заглубленная в толщу соли, через которую осуществляется строительство выработки-емкости и эксплуатация резервуара.
подвесная	- колонна труб, закрепленная на устье скважины и предназначенная для закачки и отбора жидкостей и газов при создании и эксплуатации бесшахтных резервуаров.
Контроль подбашмачный	- контроль уровня контакта "нерастворитель-рассол" в процессе формирования выработки-емкости в каменной соли; осуществляется путем наблюдения за появлением нерастворителя на устье скважины в межтрубном пространстве подвесных колонн, что соответствует положению контакта "нерастворитель-рассол" на уровне башмака внешней подвесной колонны.
Муфта-смеситель	- устройство, обеспечивающее компрессорную откачку без подъема подвесной колонны при восстановлении приемистости сбросных скважин; устанавливается на подвесной колонне и представляет собой муфту с отверстиями, оборудованными клапанами.
Нерастворитель	- газовая или жидкая среда между основной обсадной колонной и внешней подвесной колонной; используется для предохранения горизонтальных поверхностей каменной соли от растворения, т.е. для управления формообразованием выработок-емкостей подземных резервуаров.
Объем продукта буферный	- минимально допустимый остаток жидкого или газообразного продукта в резервуаре, не извлекаемый в процессе эксплуатации.
Рассол: концентрированный	- хлориднонатриевый рассол с концентрацией не менее 300 г/л.
строительный	- хлориднонатриевый рассол, образующийся при растворении каменной соли в процессе создания выработки-емкости бесшахтного резервуара.
Рассолоприемная часть скважины	- интервал нагнетательной скважины, оборудованный для закачки строительного рассола в пласт-коллектор.
Рассолохранилище	- емкость для хранения концентрированного рассола, используемого при рассольной схеме эксплуатации.
Режим подачи растворителя прямоточный	- создание подземной выработки в солях, когда вода подается по центральной подвесной колонне, а рассол отбирается по межтрубному пространству внешней и центральной подвесных колонн.
противоточный	- создание подземной выработки, когда вода подается в скважину по межтрубному пространству внешней и центральной подвесных колонн, а рассол отбирается по центральной колонне.
Резервуар	

подземный	- система горных выработок в непроницаемых породах, оборудованная для закачки, хранения и выдачи жидкостей и газов и состоящая из вскрывающих, вспомогательных горных выработок и выработок-емкостей.
бесшахтный	- резервуар, выработка-емкость которого создается путем растворения каменной соли через обсаженную буровую скважину, оборудованную подвесными колоннами.
шахтный	- резервуар в породах, выработки которого сооружаются буровзрывным, комбайновым или щитовым способами проходки.
Схема эксплуатации бесшахтного резервуара рассольная	- взаимовытеснение хранимого продукта рассолом при закачке-выдаче.
безрассольная	- компрессорная закачка газа и его выдача за счет внутреннего давления в резервуаре, взаимозамещение продукта и газа при закачке-выдаче, отбор продукта погружными насосами.
Степень растворения	- этап отработки подземной выработки, в массиве каменной соли, методом растворения водой для формирования выработки-емкости проектной формы и объема.
Устьевое оборудование	- наземное оборудование, предназначенное для герметизации устья эксплуатационных скважин при строительстве и эксплуатации подземных резервуаров, включающее колонные головки, клиньевую подвеску обсадных и подвесных колонн, фонтанную арматуру.
Целик	- часть массива горных пород, не извлекаемая при строительстве и предназначенная для обеспечения устойчивости и герметичности выработок и предотвращения прорыва в них подземных вод.
Целик барьерный	- целик, разделяющий поля размещения подземных резервуаров и соседнего горнодобывающего предприятия.
Экранирующая способность горных пород	- свойство горной породы, определяющее ее фактическую непроницаемость по отношению к продуктам, хранимым под избыточным давлением.
Эксплуатационная скважина	- в бесшахтном резервуаре скважина, оборудованная для строительства выработки-емкости и эксплуатации резервуара; в шахтном резервуаре - для его эксплуатации.