

Изменение № 1  
к СП 123.13330.2012  
(проект, первая редакция)  
ОКС 93.010

**Изменение № 1 СП 123.13330.2012 «Подземные хранилища, газа, нефти и продуктов их переработки»**

Утверждено и введено в действие Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_

Дата введения xxxx-xx-xx

1. Пункт 3.8 изложить в новой редакции:  
« 3.8 **колонна основная обсадная**: Последняя зацементированная обсадная колонна труб»
2. Пункт 3.10 изложить в новой редакции:  
« 3.10 **кровля выработки-емкости**: Поверхность, ограничивающая выработку-емкость сверху и прилегающий к ней массив горных пород».
3. Пункт 3.11 удалить слова:  
«-При строительстве выработки-емкости в каменной соли газовая» и добавить слово «Газообразная».
4. Пункт 3.13 изложить в новой редакции:  
«3.13 **буферный объем газа**: Минимально допустимое количество газа, не извлекаемое в процессе эксплуатации из подземного резервуара хранилища в каменной соли».
5. Пункт 3.15 **рассолохранилище**: удалить все слова, кроме «Емкость для хранения рассола».
6. Пункт 3.17 **резервуар бесшахтный в каменной соли и многолетнемерзлых породах**: Удалить слово «буровую», дополнить словами «каменной соли» и после слов «разрушение» «многолетнемерзлых».
7. Пункт 3.20 **схема эксплуатации бесшахтного резервуара рассольная**: Дополнить словами: «Технологическая схема ...» в начале абзаца и «-отборе» и конце.
8. Пункт 3.21 изложить в новой редакции:  
«3.21 **схема эксплуатации бесшахтного резервуара безрассольная**: Технологическая схема, позволяющая осуществлять компрессорную закачку газа и его выдачу за счет внутренней энергии в резервуаре, или взаимозамещение продукта хранения и газа при

закачке/отборе, или отбор продукта хранения погружными насосами или другими техническими средствами».

9. Ввести новый пункт 3.25:

«3.25 **общий объем газа**: Максимальное количество газа в подземном резервуаре хранилища в каменной соли».

10. Ввести новый пункт 3.26:

« 3.26 **конвергенция выработки-емкости**: Уменьшение геометрического объема выработки в результате ползучести каменной соли под действием горного давления».

11. В пункте 4.1 удалить слово: «буровые».

12. Пункт 6.3 изложить в новой редакции:

«6.3 При выборе мест размещения подземных хранилищ относительно населенных пунктов, необходимо обеспечить, в соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03, возможность организации вокруг промплощадок и отдельно расположенных технологических установок, являющихся источниками негативного воздействия на окружающую среду, санитарно-защитной зоны».

13. Пункт 6.8 перенумеровать в пункт 6.7 (неправильная нумерация).

14. Пункт 7.1.

В первом абзаце слово «период» заменить на слово «срок».

В конце первого абзаца добавить предложение: «Срок эксплуатации определяется проектом для каждого подземного резервуара».

15. В пункте 7.2.4 удалить слова «с минерализацией, как правило, не менее 35 г/л.»

16. Пункт 7.4.1 изложить в новой редакции

«7.4.1 Резервуары следует размещать в многолетнемерзлых породах, обладающих экранирующей способностью по отношению к хранимому продукту и обеспечивающих устойчивость пройденных в них выработок».

17. Пункт 7.4.2 исключить.

18. Абзац 2 пункта 8.3 заменить слово «эксплуатирующихся» на слово «находящихся».

19. Внести изменение в пункт 10.1.5

«10.1.5 Напряженно-деформированное состояние породного массива и всех конструктивных элементов подземного резервуара следует определять с учетом основных закономерностей деформирования и прочности пород». Абзац с текстом «Для каменной соли и многолетнемерзлых пород при расчетах необходимо учитывать проявления реологических свойств при нелинейной зависимости деформаций от напряжений и времени» удалить.

20. Пункт 10.1.6 изложить в новой редакции:

«10.1.6 Устойчивость выработки-емкости оценивается согласно приложению А».

21. В пункте 10.2.4 удалить «возможность перекрытия сечений подвесных колонн при возникновении аварийных ситуаций на скважине».

22. В пункте 10.2.5 удалить слова «или после выполнения специального обоснования».

23. Пункт 10.2.6 изложить в новой редакции:

«10.2.6 Испытания подземного резервуара на герметичность проводятся после окончания строительства, при проведении технического диагностирования в процессе эксплуатации, после проведения капитального ремонта. При испытаниях на герметичность проверяется герметичность выработки-емкости, эксплуатационной скважины, подвесных колонн, устьевого оборудования.

Испытание бесшахтных резервуаров на герметичность по окончании строительства производится методами, изложенными в соответствии с Приложением Б».

24. Пункт 10.2.9 после слов СУГ дополнить словами:

«-эксплуатируемых по рассольной схеме».

25. Пункт 10.2.10 исключить.

26. Ввести новый пункт 10.2.13:

«10.2.13 Расстояние между стенками соседних подземных резервуаров  $a$ , м, следует определять по формуле

$$a = r(4 + n + k), \quad (1.1)$$

где  $r$  – размер полупролета выработки-емкости резервуара\*, м;

$n$  - коэффициент, учитывающий погрешности формообразовании в зависимости от принятой технологической схемы строительства, принимаемый равным для схемы растворения соли:

сверху вниз .....0,1

то же, 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 5.

Таблица 5 – Значение коэффициента  $k$ .

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

\* Если соседние выработки-емкости имеют разные размеры, то значение  $r$  в формуле (1.1) принимается равным большему.

В мощных соляных залежах расстояние между устьями скважин допускается уменьшать за счет двух- или многоярусного расположения выработок-емкостей резервуаров. При этом величина целика между соседними выработками-емкостями по кратчайшему расстоянию между стенками должна соответствовать требованиям формулы (1.1), а расстояние от стенки выработки-емкости до соседних скважин должно быть не менее 50 м.

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 (1.1) принимается в соответствии с конечной конфигурацией. Увеличение объема выработки-емкости должно быть запланировано на стадии проектирования резервуара в соответствии с потребностями в расширении объема хранения».

#### 27. Ввести новый пункт 10.2.14:

«10.2.14 Проектирование подземного резервуара с заданной вместимостью следует осуществлять на основе расчета объема растворившейся соли, в котором надлежит учитывать:

- значение конвергенции на время окончания сооружения выработки-емкости;
- разрыхление остающихся в выработке-емкости нерастворимых включений, содержащихся в обрабатываемом интервале каменной соли;
- объем рассола, который не может быть извлечен при первоначальном заполнении подземного резервуара хранимым продуктом;
- коэффициент использования вместимости резервуара.

Проектный объем растворившейся соли для обеспечения требуемой вместимости следует определять в соответствии с Приложением В.

Проектом должен предусматриваться контроль за процессами растворения соли и выноса на поверхность нерастворимых частиц, содержащихся в обрабатываемом интервале

соли, вплоть до достижения необходимой вместимости подземного резервуара. Проектирование системы контроля следует осуществлять в соответствии с методикой, приведенной в приложении Г».

28. Пункт 10.3.4 заменить «СП 69.13330» на «СП 91.13330».

29. Ввести новый пункт 10.4.13:

«10.4.13 Расчет устойчивости подземных резервуаров в многолетнемерзлых породах должен производиться в соответствии с приложением А».

30. Пункт 11.1 изложить в новой редакции:

«11.1 При проектировании строительства, реконструкции, эксплуатации и ликвидации подземных хранилищ следует руководствоваться требованиями законодательства и государственных нормативных актов Российской Федерации в области охраны окружающей среды и санитарно-эпидемиологического благополучия населения».

31. Пункт 11.2 исключить

32. Пункт 11.3 изложить в новой редакции:

«11.3 Конструкция всех элементов подземного хранилища, технология его строительства и эксплуатации должны обеспечивать минимальное поступление загрязняющих веществ в окружающую среду, а также минимизацию вредных физических воздействий».

33. Пункт 11.4 исключить

34. Пункт 11.5 изложить в новой редакции:

«11.5 Проектная документация на строительство и эксплуатацию подземных хранилищ должна содержать программу производственного экологического контроля (ПЭК). В рамках ПЭК контролируются:

- соблюдение нормативов выбросов загрязняющих веществ в атмосферу;
- соблюдение нормативов сбросов загрязняющих веществ в поверхностные водные объекты либо в системы канализования;
- соблюдение нормативов образования отходов и выполнения проектных решений по обращению с отходами;

- выполнение природоохранных мероприятий, предусмотренных проектом и требованиями лицензий на недропользование».

35. Пункт 11.6 исключить

36. Пункт 11.7 изложить в новой редакции:

«11.7 С целью контроля гидрогеодинамических характеристик и химического состава подземных вод в рамках геолого-промыслового контроля при строительстве и эксплуатации подземных хранилищ необходимо предусмотреть организацию сети контрольно-наблюдательных скважин. Сеть контрольно-наблюдательных скважин должна охватывать (в общем случае):

- водоносные горизонты, предназначенные для питьевого водоснабжения;
- водоносные горизонты, предназначенные для технического водоснабжения;
- водоносные горизонты, предназначенные для закачки рассола (пласты-коллекторы);
- первый надсолевой водоносный горизонт.

37. Пункт 11.8 изложить в новой редакции:

«11.8 Для осуществления контроля деформации и сдвижений земной поверхности при строительстве и эксплуатации подземных хранилищ необходимо предусмотреть организацию геодинамического полигона и проведение маркшейдерско-геодезических наблюдений».

38. Пункт 11.9 изложить в новой редакции:

«11.9 Проектные решения должны обеспечивать отсутствие выбросов в атмосферу паровоздушной смеси нефти и нефтепродуктов при первоначальном заполнении и "больших дыханиях" шахтных резервуаров».

39. Пункт 11.10 изложить в новой редакции:

«11.10 Проектные решения подземного хранилища, расположенного на площади развития многолетнемерзлых пород, должны обеспечивать минимальное нарушение почвенно-растительного покрова».

40. Пункт 11.11 исключить

41. Ввести дополнительно пункт 11.12:

«11.12 Геологическое строение участков недр, в которых планируется разместить подземные резервуары, а также конструкция и технология строительства скважин, должны обеспечивать

надежную изоляцию подземных вод, используемых и пригодных для использования в хозяйственных целях от хранимого продукта».

42. Ввести дополнительно пункт 11.13:

«11.13 При строительстве подземных хранилищ в каменной соли должна быть обеспечена надежная изоляция пласта-коллектора от вышележащих горизонтов подземных вод, пригодных для хозяйственного использования».

43. Ввести дополнительно пункт 11.14:

«11.14 Проектная документация на строительство и эксплуатацию подземных хранилищ должна содержать мероприятия по рекультивации земель на участках временного землеотвода и благоустройству территории постоянного землеотвода».

44. Ввести дополнительно пункт 11.15:

«11.15 Для проведения наблюдений за температурой породного массива в зоне расположения подземных резервуаров в многолетнемерзлых породах необходимо предусмотреть организацию сети термометрических скважин».

45. Текст СП 123.13330.2012 дополнить:

« Приложение А

(обязательное)

#### Оценка устойчивости подземных резервуаров

А 1. Под устойчивостью выработок-емкостей подземных резервуаров шахтного и бесшахтного типа в отложениях каменной соли и многолетнемерзлых породах понимается способность выработок-емкостей функционировать в определенных условиях с заданными параметрами в течение требуемого срока эксплуатации.

А 2. Оценка устойчивости выработки-емкости допускается выполнять:

а) с использованием численных методов расчета с применением программ (программных комплексов), реализующих методы конечных элементов (МКЭ), конечных разностей (МКР) и граничных элементов (МГЭ) и имеющих сертификат соответствия нормативным документам в области проектирования, строительства и эксплуатации подземных горных выработок;

б) с использованием замкнутых аналитических решений и эмпирических зависимостей, прошедших апробацию.

А 3. В результате оценки устойчивости выработки-емкости определяются ее геометрическая форма и размеры, а также максимальная и минимальная величины давления хранимого продукта, обеспечивающие равновесное состояние окружающего массива в конкретных инженерно-геологических условиях.

А 4. Оценка устойчивости выработки-емкости выполняется в рамках геомеханической модели, построение которой включает:

- определение границ расчетного фрагмента (при использовании численных методов расчетов);
- определение силовых и кинематических граничных условий;
- выделение в пределах расчетного фрагмента инженерно-геологических элементов со статистически значимым различием в физико-механических свойствах;
- выбор уравнения состояния пород, описывающих их механическое поведение, для каждого из инженерно-геологических элементов;
- формулировку критериев устойчивости выработок-емкостей.

Размер и границы расчетного фрагмента определяются из условия исключения влияния границ на напряженно-деформированное состояние примыкающего к контуру выработки-емкости породного массива с учетом наличия симметрии. При расчете устойчивости выработки-емкости бесшахтных подземных резервуаров допускается использовать осесимметричную расчетную схему при форме ее контура близкой к фигуре вращения, а для протяженных применять расчетную схему плоской деформации. При длине выработки-емкости в 5 раз и более превышающей ее поперечный размер считается протяженной. Для одиночной выработки-емкости границы расчетного фрагмента принимаются на удалении от оси скважины на расстояние не менее 6 максимальных полупролетов выработки-емкости.

Выбор уравнений состояния пород в выделенных инженерно-геологических элементах осуществляется с учетом закономерностей их деформирования и разрушения, определяемых в результате лабораторных исследований породных образцов.

В ходе лабораторных испытаний образцов горных пород выполняются:

- построение диаграмм деформирования в условиях одноосного и объемного нагружения, по которым определяются деформационные и прочностные характеристики горных пород;
- построение паспортов прочности горных пород, по которым определяются параметры уравнений предельного состояния горных пород, характеризующих условия перехода пород в запредельное деформирование и разрушение;

- построение кривых ползучести горных пород, по которым определяются реологические характеристики горных пород.

А 5. Оценка устойчивости выработки-емкости выполняется из условий:

- недопущения вывалообразования из кровли выработки-емкости, приводящего к разрушению горных пород и цементного камня в интервале башмака основной обсадной колонны, разрушению подвесных колонн и скважинного оборудования;

- недопущения миграции хранимого продукта в подстилающие и перекрывающие проницаемые породы;

- обеспечения максимально допустимого уменьшения геометрического объема выработки-емкости вследствие конвергенции.

А 6. Максимальное эксплуатационное давление  $P_{\max \text{ эксп}}$  принимается на 5 % меньше максимального допустимого давления  $P_{\max}$  в выработке-емкости на уровне башмака основной обсадной колонны, которое определяется по формуле

$$P_{\max} = \gamma_f \times P_{\text{г.д.}}, \quad (\text{A.1})$$

где  $\gamma_f$  – коэффициент надежности по нагрузке, принимаемый в расчете:

0,85 – при спокойном или пластово-линзообразном залегании соли, когда надсолевая толща представлена непроницаемыми породами;

0,75 – в остальных случаях;

$P_{\text{г.д.}}$  – горное давление, Па.

А 7. Горное давление допускается определяться следующими методами:

а) расчет веса от вышележащих горных пород на башмаке основной обсадной колонны, используя результаты геофизических исследований, или по анализу литературных данных плотности горных пород в соответствии с геологическим строением массива по формуле

$$P_{\text{г.д.}} = \Sigma(\rho_{\text{г.д.}} \times g \times h_i), \quad (\text{A.2})$$

$\rho_{\text{г.д.}}$  – плотность  $i$ -ой горной породы, кг/м<sup>3</sup>;

$g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;

$h_i$  – мощность  $i$ -ого слоя горной породы, м.

б) экспериментальных исследований в открытом стволе скважины с применением технологии микрогидроразрыва до начала строительства выработки-емкости;

в) анализа наблюдений на ранее построенных подземных сооружениях в пределах той же геологической формации.

А 8. Минимальное эксплуатационное давление в подземном резервуаре определяется исходя из следующих критериев устойчивости:

а) для бесшахтных резервуаров в каменной соли:

- область запредельных деформаций (ОЗД) в окрестности выработки-емкости не превышает размера охранного целика и не достигает башмака основной обсадной колонны совпадающей с областью обобщенного растяжения;

- конвергенция выработки-емкости за весь срок эксплуатации не превышает 10 %.

Под термином область запредельных деформаций (ОЗД) понимается область породного массива в пределах которой напряженное состояние не удовлетворяет условиям предельного состояния, определяемого паспортом прочности горных пород.

б) для бесшахтных резервуаров в многолетнемерзлых породах:

- размер области чрезмерных деформаций по нормали к контуру выработки в окрестности ее кровли, не должен превышать  $\Omega$ ;

- величина оседаний поверхности не превышает  $0,025h$  (где  $h$  – глубина башмака основной обсадной колонны);

- зона растягивающих напряжений на контуре выработки не должна превышать величин  $\Omega$ .

Под термином чрезмерная деформация подразумевается суммарная составляющая компонентов деформаций по характеру деформирования вмещающих горных пород превышающая 20 %, т.е.

$$\varepsilon_o = \varepsilon_{elastic} + \varepsilon_{plastic} + \varepsilon_{creep} > 20 \%, \quad (A.3)$$

где  $\varepsilon_{elastic}$  – упругая деформация, д.е.;

$\varepsilon_{plastic}$  – пластическая деформация, д.е.;

$\varepsilon_{creep}$  – деформация ползучести, д.е.

Параметр  $\Omega$  определяется выражением

$$\Omega = 0,04 \cdot \frac{H}{R} \cdot h, \quad (A.4)$$

где  $H$  – глубина заложения башмака основной обсадной колонны, м;

$R$  – максимальный полупролет выработки (радиус), м;

$h$  – высота выработки, м.»

46. Текст СП 123.13330.2012 дополнить:

«Приложение Б

(обязательное)

Методы испытания бесшахтных резервуаров в каменной соли и их эксплуатационных скважин на герметичность

Б.1 Испытание скважин

Б.1.1 Испытание на герметичность кондукторов и промежуточных колонн следует проводить в соответствии с Правилами безопасности в нефтяной и газовой промышленности [5].

Б.1.2 Испытания на герметичность основной обсадной колонны производятся по окончании времени ОЗЦ до разбуривания в ней цементного стакана, а ее затрубного пространства и незакрепленной части ствола эксплуатационной скважины производятся после разбуривания цементного стакана и ее проводки до конечной глубины.

Б.1.3 В качестве испытательной жидкости при испытании основной обсадной колонны следует использовать рассол, пресную или минерализованную воду.

При испытании основной обсадной колонны испытательное давление на устье должно быть равным 1,1 эксплуатационного давления. Основная обсадная 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 приустьевую часть основной обсадной колонны вместе с колонной головкой следует испытать инертным газом на то же давление.

Б.1.4 Испытание на герметичность затрубного пространства основной обсадной колонны и незакрепленной части ствола скважины производится в два этапа.

На первом этапе испытания производятся рассолом.

На втором этапе в качестве испытательной среды могут быть использованы, в зависимости от продукта, хранимого в резервуаре, жидкие нефтепродукты или газы.

Б.1.5 Скважины резервуаров для хранения нефтепродуктов допускается испытывать жидким нерастворителем или продуктом, подлежащим хранению.

Скважины резервуаров для хранения газа следует испытывать газом, подлежащим хранению, допускается производить испытания газом, нейтральным по отношению к хранимому продукту.

Б.1.6 Величина испытательного давления на отметке башмака основной обсадной колонны  $P_{иб}$  определяется соотношением

$$P_{иб} = 1,05 P_{эб} \quad (Б.1)$$

где  $P_{эб}$  – максимальное эксплуатационное давление на отметке башмака основной обсадной колонны.

Б.1.7 При испытаниях скважины жидкой испытательной средой (рассолом, жидким нерастворителем или продуктом, подлежащим хранению), определяется соответствующая величина соотношения  $e_c$  ( $\text{м}^3/\text{Па}$ ), характеризующая сжимаемость скважины, вычисляемая по формуле:

$$e_c = \Delta V / \Delta P, \quad (\text{Б.2})$$

где  $\Delta V$  - объем порции закачанного в резервуар или выпущенного из резервуара при соответствующих испытаниях рассола, жидкого нерастворителя или продукта, подлежащего хранению, м<sup>3</sup>;

$\Delta P$  - соответствующее закачанной порции изменение давления, Па.

Величину соотношения  $e_c$  рекомендуется определять при давлении, близком к испытательному.

Б.1.8 После доведения давления до испытательного скважина выдерживается под этим давлением, после чего, при необходимости, через 1 и 2 часа производится подкачка испытательной жидкости для восстановления испытательного давления.

Затем скважина выдерживается под испытательным давлением в течение суток с регистрацией давления на устье скважины.

Если за последние сутки испытаний произошло падение давления на величину  $\Delta P_{\text{сутс}}$  (Па), рассчитывается величина утечки из скважины за сутки  $V_{\text{сутс}}$  (м<sup>3</sup>) по формуле:

$$V_{\text{сутс}} = \Delta P_{\text{сутс}} \cdot e_c \quad (\text{Б.3})$$

Скважина считается выдержавшей испытание на герметичность, если величина утечки испытательной жидкости за сутки не превышает 0,02 м<sup>3</sup>.

Б.1.9 При проведения испытаний газом в межтрубное пространство основной обсадной и внешней подвесной колонн закачивают газ с одновременным вытеснением рассола из скважины по межтрубному пространству подвесных колонн и (или) по центральной подвесной колонне. Закачка газа в межтрубное пространство обсадной и внешней подвесной колонн продолжается до тех пор, пока граница раздела "газ-рассол" после увеличения давления до испытательного не окажется ниже отметки башмака основной обсадной колонны.

Момент достижения контактом «газ-рассол» необходимой отметки устанавливается по объему вытесненного рассола.

После этого система выдерживается под испытательным давлением в течение 48 часов с регистрацией давления на устье скважины через каждый час.

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

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

## Б.2 Испытания резервуаров

Б.2.1 Испытания производятся путем создания избыточного давления испытательной среды в два этапа.

На первом этапе испытания производятся рассолом.

На втором этапе в качестве испытательной среды могут быть использованы, в зависимости от продукта, хранимого в резервуаре, жидкие нефтепродукты или газы.

Б.2.2 Бесшахтные резервуары для хранения нефтепродуктов допускается испытывать жидким нерастворителем или продуктом, подлежащим хранению.

Бесшахтные резервуары для хранения СУГ следует испытывать бензином прямой гонки или допускается производить испытания хранимым продуктом.

Бесшахтные резервуары для хранения газа следует испытывать газом, подлежащим хранению, допускается производить испытания газом, нейтральным по отношению к хранимому продукту.

Б.2.3 При испытаниях бесшахтных резервуаров на герметичность величина испытательного давления в резервуаре на отметке башмака последней зацементированной обсадной колонны Риб определяется соотношением (Б.1).

Б.2.4 Для измерения давления следует использовать манометры с классом точности не хуже 0,15.

Б.2.5 При испытаниях рассолом определяется величина соотношения  $e_p$  ( $\text{м}^3/\text{Па}$ ), характеризующая сжимаемость подземного резервуара, вычисляемая по формуле:

$$e_p = \Delta V / \Delta P, \quad (\text{Б.4})$$

где  $\Delta V$  - объем порции закачанного в резервуар или выпущенного из резервуара рассола,  $\text{м}^3$ ;

$\Delta P$  - соответствующее закачанной порции рассола изменение давления, Па.

Величину соотношения  $e_p$  рекомендуется определять при давлении, близком к испытательному.

Б.2.6 После доведения давления рассола до испытательного подземный резервуар выдерживается в течение суток, после чего, при необходимости, производится подкачка рассола для восстановления испытательного давления.

Затем подземный резервуар выдерживается под испытательным давлением не менее 72 ч с регистрацией давления на устье скважины.

Если за последние сутки испытаний произошло падение давления на величину  $\Delta P_{\text{сутр}}$  (Па), рассчитывается величина утечки рассола за сутки  $V_{\text{сутутр}}$  ( $\text{м}^3$ ) по формуле:

$$V_{\text{сутутр}} = \Delta P_{\text{сутр}} \cdot e_p. \quad (\text{Б.5})$$

Б.2.7 На втором этапе испытательная среда закачивается в таком количестве, чтобы уровень раздела «испытательная среда – рассол» при испытательном давлении был ниже

отметки башмака последней зацементированной обсадной колонны. После доведения давления испытательной среды до испытательного подземный резервуар выдерживается в течение суток, после чего, при необходимости, производится подкачка испытательной среды для восстановления испытательного давления.

Затем подземный резервуар выдерживается под испытательным давлением не менее 72 ч с регистрацией давления на устье скважины.

Если за последние сутки испытаний произошло падение давления на величину  $\Delta P_{сутис}$  (Па), рассчитывается величина утечки испытательной среды за сутки.

Объем утечки жидкой испытательной среды  $V_{сутис}$  (м<sup>3</sup>) рассчитывается по формуле:

$$V_{сутис} = \Delta P_{сутис} \cdot e_p \quad (Б.6)$$

Масса утечки газообразной испытательной среды  $M_{сутис}$  (кг) рассчитывается по формуле:

$$M_{сутис} = \Delta P_{сутис} \cdot e_p \cdot \rho_{ис}, \quad (Б.7)$$

где  $\rho_{ис}$  – плотность газообразной испытательной среды при условиях, соответствующих отметке башмака последней зацементированной обсадной колонны, кг/м<sup>3</sup>.

Б.2.8 Критерием оценки герметичности подземного резервуара служит расчетная величина потери массы или объема испытательного флюида за период испытаний, устанавливаемая для конкретного подземного резервуара.

Подземный резервуар считается герметичным, если потеря испытательного флюида не превышает величины, установленной комиссией с учетом пожаровзрывоопасности, экологических последствий и экономического ущерба из-за возможных утечек хранимого продукта.

Комиссия создается организацией-заказчиком подземного резервуара с привлечением представителей территориальных контрольных органов.

Комиссия по результатам испытания на герметичность устанавливает допустимую величину потери испытательного флюида в случае, если расчетная величина потери испытательного флюида превышает рекомендуемые величины потерь.

Рекомендуются следующие величины потерь испытательного флюида на подземных резервуарах, признаваемых герметичными:

- а) 50 кг/сут – для газообразного испытательного флюида;
- б) 20 л/сут – для жидкого испытательного флюида.

47. Текст СП 123.13330.2012 дополнить:

## «Приложение В

(обязательное)

Расчет проектного объема растворившейся соли, обеспечивающего заданную вместимость подземного резервуара

Проектный объем растворившейся соли  $V_{пр}$  ( $m^3$ ) определяют по соотношению:

$$V_{пр} = V/k_{ив} + V_p + V_k + (k_{рнв} - 1)V_{нвв} - V_{нвп}, \quad (B.1)$$

где  $V$  – максимально возможный геометрический объем, занимаемый хранимым продуктом в подземном резервуаре,  $m^3$ ;

$k_{ив}$  – коэффициент использования вместимости резервуара, определяемый по п. 9.2.3;

$V_p$  – объем рассола, который не может быть извлечен при первоначальном заполнении подземного резервуара хранимым продуктом.

$V_k$  – уменьшение геометрического объема выработки-емкости вследствие **конвергенции,  $m^3$  определяемое по Приложению А;**

$k_{рнв}$  – коэффициент разрыхления нерастворимых включений;

$V_{нвв}$  – объем содержащихся в обрабатываемом интервале и остающихся в выработке-емкости нерастворимых включений,  $m^3$ ;

$V_{нвп}$  – объем вынесенных на поверхность земли нерастворимых включений,  $m^3$ .

Содержание нерастворимых включений в каменной соли, содержащихся в обрабатываемом интервале, и коэффициент их разрыхления определяются при исследовании керна.

Объемы нерастворимых включений, остающихся в выработке-емкости и выносимых на поверхность, определяются при проектировании.

Объем рассола, который не может быть извлечен при первоначальном заполнении подземного резервуара хранимым продуктом, принимается равным:

- при хранении жидких углеводородов:

- объему рассола в выработке-емкости, находящемуся ниже башмака центральной подвешной колонны, используемой для отбора рассола (при отсутствии внешней подвешной колонны);
- объему рассола в выработке-емкости, находящемуся ниже башмака внешней подвешной колонны (при наличии внешней подвешной колонны);

- при хранении природного и других газов:

- объему рассола в выработке-емкости, находящемуся ниже башмака центральной подвешной колонны, используемой для отбора рассола».

48. Текст СП 123.13330.2012 дополнить:

«Приложение Г

(обязательное)

Методика расчета объема растворившейся соли и вынесенных на поверхность нерастворимых включений

Г.1. Расчет объема растворившейся соли.

Г.1.1. Расчет объема растворившейся соли базируется на измерениях:

- содержания соли в подаваемой в выработку воде;
- содержания соли в извлекаемом из выработки рассоле;
- количества подаваемой в выработку воды.

Г.1.2. Расчет объема **растворившейся** соли за каждые сутки  $V_c^{сут}$  ( $m^3$ ) производится по формуле:

$$V_c^{сут} = V_v (\rho_v \cdot C_p - \rho_p \cdot C_v) / [\rho_c \cdot (\rho_p - C_p)], \quad (Г.1)$$

где  $V_v$  – объем закачанной воды за сутки,  $m^3$ ;

$\rho_v$  – среднесуточная плотность воды,  $kg/m^3$ ;

$C_p$  – среднесуточная концентрация соли в рассоле,  $kg/m^3$ ;

$\rho_p$  – среднесуточная плотность рассола,  $kg/m^3$ ;

$C_v$  – среднесуточная концентрация соли в воде,  $kg/m^3$ ;

$\rho_c$  – плотность каменной соли,  $kg/m^3$ .

Г.1.3. Определение концентрации соли по измеренной плотности следует производить по таблицам стандартных справочных данных\*.

Г.1.4. Расчет общего объема растворенной соли  $V_c^{общ}$  ( $m^3$ ) через  $n$  суток с начала растворения производится по формуле:

$$V_c^{общ} = \sum_{1}^n V_c^{сут} \quad (Г.2)$$

Г.2. Расчет объема вынесенных на поверхность нерастворимых включений.

Г.2.1. Расчет объема вынесенных на поверхность нерастворимых включений базируется на измерениях **их содержания в извлекаемом из выработки рассоле**.

Г.2.2. Расчет объема вынесенных на поверхность нерастворимых включений за каждые сутки  $V_{нвп}^{сут}$  ( $m^3$ ) производится по формуле:

$$V_{нвп}^{сут} = [M_{нв}^{сут} / (\rho_{нв} \cdot V_{п}^{сут})] \cdot [V_v (\rho_v - C_v) / (\rho_p - C_p) - V_c^{сут}], \quad (Г.3)$$

где  $M_{нв}^{сут}$  – суммарная масса нерастворимых включений в пробах рассола, отобранных за сутки,  $kg$ ;

$\rho_{нв}$  – плотность нерастворимых включений,  $kg/m^3$ ;

$V_{п}^{сут}$  – суммарный объем проб рассола, отобранных за сутки,  $m^3$ ;

Г.2.3. Расчет общего объема вынесенных на поверхность нерастворимых включений  $V_{\text{нвп}}^{\text{общ}}$  ( $\text{м}^3$ ) через  $n$  суток с начала растворения производится по формуле

$$V_{\text{нвп}}^{\text{общ}} = \sum_1^n V_{\text{нвп}}^{\text{сут}} \quad (\text{Г.4})$$

Г.2.4. Допускается определять общий объем вынесенных на поверхность нерастворимых включений непосредственным измерением в рассолоотстойнике или на очистных сооружениях.»

49. Дополнить библиографию:

[4] СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 Таблицы стандартных справочных данных ГСССД 134-89 Растворы NaCl в воде. Удельный объем при температурах 273...873 К, давлениях 0,1...400 МПа, концентрациях 0,1...22,0 моль/1000 г  $\text{H}_2\text{O}$  в области жидкой фазы[5].

[5] Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности» (утверждены приказом Ростехнадзора от 12.03.2013 № 101)

УДК 622.621

ОКС

93.010

---

Ключевые слова: каменная соль, рассол, подземные резервуары, обсадная колонна, подвесная колонна, нерастворитель, рассолохранилище, выработки-емкости, шахтные резервуары, многолетнемерзлые породы, напряженно-деформированное состояние, газ, нефть, горное давление

---

Руководитель организации-разработчика

НИИСФ РААН

Директор

И.Л.Шубин

Руководитель организации-соисполнителя

ООО «Газпром геотехнологии»

Генеральный директор

В.Г.Хлопцов

Руководитель

разработки

Заведующий сектором

В.Б. Сохранский

Исполнители

Начальник отдела

М.А. Бабаян

Начальник отдела

О.И. Савич

Начальник отдела

А.А. Скворцов

Начальник отдела

Ю.Л.Филимонов

Начальник отдела

И.И. Чуднявцева