МИНЭНЕРГО РОССИИ

МЕТОДИКА

определения технологических потерь сжиженных углеводородных газов на газонаполнительных пунктах и автогазозаправочных станциях

2004

gost.e-ecolog.ru

УДК 622.691.24:621.645.32(083.132)
ББК 39.76с
Т 31.354с

М 54 Методика определения технологических потерь сжиженных углеводородных газов на газонаполнительных станциях, газонаполнительных пунктах и автогазозаправочных станциях. — С.: Три А, 2004 – 44 с.

ISBN 5-98002-011-X

Настоящая «Методика определения технологических потерь сжиженных углеводородных газов на газонаполнительных станциях, газонаполнительных пунктах и автогазозаправочных станциях» предназначена для определения технологических потерь в процессе проведения операций слива-налива сжиженных углеводородных газов (СУГ), технического обслуживания и ремонта технологического оборудования данных объектов (независимо от их организационно-правовой формы собственности), предназначенных для обеспечения СУГ потребителей, использующих эти газы в качестве топлива, в том числе автомобильного.

Методику разработал авторский коллектив сотрудников ОАО «Гипрониигаз»: Гордеева Р.П., Крылов Е.В., Лисицына О.Н.

Методика согласована с Министерством экономического развития и торговли Российской Федерации и утверждена приказом Министерства энергетики Российской Федерации от 24 декабря 2003 г. № 504.

УДК 622.691.24:621.645.32(083.132)
ББК 39.76с

Официальное издание

Настоящая методика не может быть полностью или частично воспроизведена, тиражирована и распространена в качестве официального издания без разрешения Минэнерго России.

ISBN 5-98002-011-X

ООО «Три А»
2004 г.

Содержание

1 Общие положения 4

2 Анализ источников технологических потерь сжиженного газа 5

3 Учет технологических потерь СУГ 6

3.1 Газонаполнительные станции 6

3.2 Газонаполнительные пункты 26

3.3 Автогазозаправочные станции 28

4 Суммарные технологические потери СУГ на объекте 28

Приложение А График зависимости плотности жидкой фазы пропан-бутановых смесей от температуры СУГ 29

Приложение Б Пример расчета технологических потерь СУГ 30

Приложение В Библиография 43

МЕТОДИКА

ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ СЖИЖЕННЫХ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ГАЗОВ НА ГАЗОНАПОЛНИТЕЛЬНЫХ СТАНЦИЯХ, ГАЗОНАПОЛНИТЕЛЬНЫХ ПУНКТАХ И АВТОГАЗОЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЯХ

Дата введения 2003-12-25

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика рекомендована для расчета в газораспределительных организациях (ГРО) и других объектах топливно-энергетического комплекса технологических потерь при проведении операций слива-налива СУГ, техническом обслуживании и ремонте технологического оборудования.

На основе настоящей методики с учетом местных условий выполняется расчет технологических потерь для конкретного объекта СУГ (ГНС, ГНП, АГЗС).

1.2 Необратимые технологические потери СУГ возникают при выполнении следующих технологических процессов:

- слив СУГ из железнодорожных цистерн в резервуары базы хранения на ГНС;
- слив СУГ из автоцистерн в резервуары базы хранения на ГНП и АГЗС;
- наполнение автоцистерн из резервуаров базы хранения на ГНС;
- наполнение баллонов СУГ на наполнительных установках ГНС, ГНП;
- внутренний осмотр, техническое освидетельствование и ремонт газовых баллонов, сосудов автоцистерн и резервуаров базы хранения СУГ;
- перемещение СУГ по внутриплощадочным газопроводам, оборудованным запорно-регулирующей и предохранительной арматурой;
- периодическая проверка на срабатывание предохранительных сбросных клапанов, установленных на резервуарах базы хранения, газопроводах и других элементах технологического оборудования объектов.

1.3 В настоящей методике применяют следующие определения терминов и сокращений:

АГЗС – автогазозаправочная станция.

ГНП – газонаполнительный пункт.

ГНС – газонаполнительная станция.

ГРО - газораспределительная организация.

Объекты ГРО – ГНС, ГНП, АГЗС.

СУГ - сжиженные углеводородные газы (смесь пропана и бутана).

2 АНАЛИЗ ИСТОЧНИКОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ СЖИЖЕННОГО ГАЗА

2.1 Технологические потери СУГ на ГНС имеют место при выполнении следующих технологических процессов:

- слив СУГ из железнодорожных цистерн в резервуары базы хранения ГНС;
- хранение СУГ в надземных или подземных резервуарах базы хранения;
- наполнение автоцистерн из резервуаров базы хранения;
- наполнение баллонов объемом 50, 27 и 5 л;
- перемещение СУГ по внутриплощадочным газопроводам паровой и жидкой фаз;
- техническое обслуживание и ремонт технологического оборудования.

2.2 Технологические потери СУГ на ГНП имеют место при выполнении следующих технологических процессов:

- слив СУГ из автоцистерн в резервуары базы хранения;
- хранение СУГ в надземных и подземных резервуарах;
- наполнение баллонов объемом 50, 27 и 5 л;
- перемещение СУГ по внутриплощадочным газопроводам паровой и жидкой фаз;
- техническое обслуживание и ремонт технологического оборудования.

2.3 Технологические потери СУГ на АГЗС имеют место при выполнении следующих технологических процессов:

- слив СУГ из автоцистерн в резервуары базы хранения;

- хранение СУГ в надземных и подземных резервуарах;

- перемещение СУГ по внутриплощадочным газопроводам паровой и жидкой фаз;

- техническое обслуживание и ремонт технологического оборудования.

3 УЧЕТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ СУГ

3.1 Газонаполнительные станции

3.1.1 В процессе слива газа из железнодорожных цистерн в резервуары базы хранения имеют место следующие источники технологических потерь СУГ:

- потери СУГ при опорожнении резинотканевых рукавов по окончании слива;

- потери СУГ с возвратом железнодорожных цистерн;

- потери СУГ при проверке уровня наполнения с помощью контрольных вентилей.

3.1.1.1 Потери СУГ при опорожнении резинотканевых рукавов по окончании слива

Слив СУГ из железнодорожных цистерн производится с использованием трех резинотканевых рукавов:

- один – для паровой фазы;

- два – для жидкой фазы.

Из резинотканевых рукавов через свечу удаляется только паровая фаза, так как жидкая фаза полностью перемещается в резервуары базы хранения.

Количество потерь при опорожнении резинотканевых рукавов СУГ $M_{оп}$, кг, определяется по формуле

$$M_{оп} = \frac{\pi}{4} \cdot d_р^2 \cdot \ell_р \cdot \rho_п \cdot n_{ждц}, \qquad (1)$$

где π - безразмерный коэффициент, равен 3,14;

$d_р$ – диаметр резинотканевого рукава, м;

$\ell_р$ - суммарная длина резинотканевых рукавов, м;

$\rho_п$ – плотность паровой фазы СУГ, кг/м^3.

$n_{жлц}$ – количество опорожняемых за расчетный период железнодорожных цистерн, шт.

Плотность паровой фазы СУГ $\rho_п$, кг/м^3, определяется по формуле [1]

$$\rho_п = \frac{(P_м + 0{,}1)\cdot 10^6}{B_4 \cdot R_{см} \cdot T_1}, \qquad (2)$$

где $P_м$ – избыточное (манометрическое) давление паровой фазы СУГ, МПа;

B_4 – безразмерный коэффициент сжимаемости газа, определяется по графикам, построенным по приведенным температурам и приведенным давлениям [2];

$R_{см}$ – газовая постоянная смеси СУГ, Дж/(кг · К);

T_1 – температура СУГ, К.

Газовая постоянная смеси СУГ $R_{см}$, Дж/(кг · К), определяется по формуле

$$R_{см} = g_{пр} \cdot R_{пр} + g_{бут} \cdot R_{бут}, \qquad (3)$$

где $g_{пр}$ – массовое содержание пропана в смеси в долях единицы;

$g_{бут}$ – массовое содержание бутана в смеси в долях единицы;

$R_{пр}$ – газовая постоянная пропана, $R_{пр}$ = 184,92 [2];

$R_{бут}$ – газовая постоянная бутана, $R_{бут}$ = 140,3 [2].

Избыточное давление паровой фазы СУГ в резинотканевых рукавах принимается равным остаточному давлению в железнодорожной цистерне ($P_м$=0,15МПа).

Температура СУГ принимается равной температуре окружающей среды.

Для проведения осредненных расчетов плотности паровой фазы СУГ можно использовать данные, приведенные в таблицах, в которых компонентный состав СУГ принят в пропорции – 50% пропана, 50% бутана.

Плотность паровой фазы СУГ, удаляемой из резинотканевых рукавов, определена по формуле (2) и приведена в таблице 1.

Таблица 1

Температура СУГ, °С (К)	-40 (233)	-30 (243)	-20 (253)	-10 (263)	0 (273)	+10 (283)	+20 (293)	+30 (303)	+40 (313)
Плотность $\rho_{п}$, кг/м^3	7,25	6,88	6,68	6,42	6,12	5,84	5,58	5,34	5,17

3.1.1.2 Потери СУГ с возвратом железнодорожных цистерн

Потери СУГ с возвратом железнодорожных цистерн $M_{воз}$, кг, определяются при принятом остаточном давлении $P_м$=0,15 МПа по формуле

$$M_{воз} = \rho_{п} \cdot n_{ждц} \cdot V_{ждц}, \quad (4)$$

где $V_{ждц}$ – геометрический объем железнодорожной цистерны, м^3.

Примечание - Потери СУГ с возвратом железнодорожных цистерн учитываются в расчетах, если железнодорожные цистерны наполняются на нефтеперерабатывающем заводе по уровню.

3.1.1.3 Потери при проверке уровня наполнения с помощью контрольных вентилей

При сливе СУГ из железнодорожных цистерн периодически проверяется уровень наполнения с помощью контрольных вентилей, как в самой железнодорожной цистерне, так и в наполняемом резервуаре базы хранения.

Контрольные вентили на железнодорожной цистерне открываются перед началом процесса слива СУГ и при его окончании. Контрольные вентили на резервуарах базы хранения (85% уровня) периодически открываются примерно за 20-30 минут до окончания процесса их наполнения, при этом вначале идет паровая фаза СУГ, затем двухфазная смесь, появление которой сигнализирует о завершении слива.

На железнодорожной цистерне установлено три контрольных вентиля, заканчивающихся трубками: одна – на уровне 85% объема сосуда цистерны, вторая – выше 85% уровня на 50 мм (необходим при наполнении цистерны предприятием-поставщиком СУГ), третья – на уровне нижнего обреза сливоналивных трубок, по которым определяется наличие или отсутствие жидкой фазы в сосуде.

В процессе слива СУГ из железнодорожной цистерны производится разовая проверка ее наполнения по 85% вентилю. Перед окончанием опорожнения железнодорожной цистерны (за 20-30 минут до окончания процесса слива) периодически открывается третий вентиль, через который вначале идет двухфазная смесь, затем – паровая фаза СУГ, что свидетельствует о полном опорожнении железнодорожной цистерны.

Расход СУГ как в двухфазной смеси, так и в паровой фазе, через контрольный вентиль $G_{кв}$, кг/с, определяется по формуле [3, 4, 5]

$$G_{кв} = \frac{1}{\sqrt{1+\xi_{кв}}} \cdot F_{кв} \sqrt{2 \cdot P_{м} \cdot \rho}, \qquad (5)$$

где $\xi_{кв}$ – безразмерный коэффициент гидравлического сопротивления контрольного вентиля, $\xi_{кв} = 13{,}6$ [6];

$F_{кв}$ – площадь проходного сечения контрольного вентиля, м^2;

$P_{м}$ – избыточное (манометрическое) давление СУГ в резервуаре, Па;

ρ - плотность СУГ, истекающего через вентиль (для двухфазной смеси $\rho=\rho_{дф}$, для паровой $\rho=\rho_{п}$), кг/м^3.

Площадь проходного сечения контрольного вентиля $F_{кв}$, м^2, определяется по формуле

$$F_{кв} = \frac{\pi}{4} \cdot d_{кв}^2, \qquad (6)$$

где π - безразмерный коэффициент, равен 3,14;

$d_{кв}$ – диаметр проходного сечения контрольного вентиля, м.

Плотность двухфазной смеси СУГ $\rho_{дф}$, кг/м^3, определяется по формуле

$$\rho_{дф} = \rho_{ж} \cdot (1 - X) + \rho_{п} \cdot X, \quad (7)$$

где $\rho_{ж}$ – плотность жидкой фазы СУГ, кг/м^3;

X – паросодержание выходящего газа (X=0,2).

Избыточное давление СУГ (среднее в процессе слива-налива) в резервуаре железнодорожной цистерны, надземном резервуаре базы хранения и автоцистерне принято: в зимнее время - 0,6 МПа, в летнее время - 1,0 МПа [2, 7, 8, 9].

Избыточное давление СУГ (среднее в процессе слива-налива) в подземном резервуаре базы хранения принято: в зимнее время - 0,4 МПа, в летнее время - 0,6 МПа [10, 11, 12].

Плотность жидкой фазы СУГ в зависимости от температуры определяется по графику согласно приложения А к настоящей Методике. В расчетах плотность жидкой фазы СУГ может быть принята по таблице 2.

Таблица 2

Температура СУГ, °С	-40	-30	-20	-10	0	+10	+20	+30	+40
Плотность $\rho_{ж}$, кг/м^3	609	598	588	577	566	553	540	526	512

Плотность паровой фазы СУГ определяется по формуле (2), и в расчетах может быть принята:

а) для зимнего времени при давлении 0,6 МПа - по таблице 3

Таблица 3

Температура СУГ, °С (К)	-40 (233)	-35 (238)	-30 (243)	-25 (248)	-20 (253)	-15 (258)	-10 (263)	-5 (268)	0 (273)
Плотность паровой фазы, $\rho_{п}$, кг/м^3	26,78	25,86	24,95	24,29	23,63	22,87	22,12	21,57	21,02

б) для зимнего времени при давлении 0,4 МПа - по таблице 4

Таблица 4

Температура СУГ, °С (К)	-40 (233)	-35 (238)	-30 (243)	-25 (248)	-20 (253)	-15 (258)	-10 (263)	-5 (268)	0 (273)
Плотность паровой фазы, $\rho_п$, кг/м^3	16,50	16,06	15,62	15,31	15,00	14,54	14,09	13,67	13,25

в) для летнего времени при давлении 0,6 МПа -по таблице 5

Таблица 5

Температура СУГ, °С (К)	0 (273)	+5 (278)	+10 (283)	+15 (288)	+20 (293)	+25 (298)	+30 (303)	+35 (308)	+40 (313)
Плотность паровой фазы, $\rho_п$, кг/м^3	21,02	20,26	19,5	18,82	18,14	17,42	16,71	16,35	15,99

г) для летнего времени при давлении 1,0 МПа -по таблице 6

Таблица 6

Температура СУГ, °С (К)	0 (273)	+5 (278)	+10 (283)	+15 (288)	+20 (293)	+25 (298)	+30 (303)	+35 (308)	+40 (313)
Плотность паровой фазы, $\rho_п$, кг/м^3	45,05	42,44	39,84	37,68	35,52	33,69	31,89	30,55	29,21

3.1.1.3.1 Потери СУГ через контрольный вентиль железнодорожных цистерн

Потери СУГ через контрольный вентиль железнодорожных цистерн $М_{кв}^{ждц}$, кг, определяются по формуле

$$M_{кп}^{ждц} = M_{кв.дф}^{ждц} + M_{кп.п}^{ждц}, \quad (8)$$

где $M_{кп.дф}^{ждц}$ - потери двухфазной смеси СУГ, кг;

$M_{кв.п}^{ждц}$ - потери паровой фазы СУГ, кг.

Потери двухфазной смеси СУГ через контрольные вентили железнодорожных цистерн $M_{кв.дф}^{ждц}$, кг, составляют

$$M_{кв\cdot дф}^{ждц} = n_{ждц} \cdot G_{кв\cdot дф}^{ждц} \cdot \tau_{кв\cdot дф}^{ждц}, \quad (9)$$

где $G_{кп\cdot дф}^{ждц}$ - расход двухфазной смеси СУГ через контрольный вентиль, кг/с;

$\tau_{кп\cdot дф}^{ждц}$ - суммарное время открытия контрольных вентилей с выпуском двухфазной смеси СУГ из одной железнодорожной цистерны (85% и нулевого уровней), которое может быть принято из расчета времени разового открытия – 5 секунд.

Вентиль 85% уровня открывается 1 раз (проверка заполнения железнодорожной цистерны), вентиль нулевого уровня – пять раз (проверка наличия жидкой фазы). Таким образом, суммарное время открытия контрольных вентилей с выпуском двухфазной смеси СУГ из одной железнодорожной цистерны составляет $\tau_{кв\cdot дф}^{ждц} = 30$ с.

Потери СУГ в паровой фазе через контрольные вентили железнодорожных цистерн $M_{кв\cdot п}^{ждц}$, кг, составляют

$$M_{кв\cdot п}^{ждц} = n_{ждц} \cdot G_{кв\cdot п}^{ждц} \cdot \tau_{кв\cdot п}^{ждц}, \quad (10)$$

где $G_{кп\cdot п}^{ждц}$ - расход СУГ в паровой фазе через контрольный вентиль, кг/с;

$\tau_{кв\cdot п}^{ждц}$ - время открытия контрольного вентиля с выпуском паровой фазы СУГ (вентиль нулевого уровня), которое составляет $\tau_{кв\cdot п}^{ждц} = 5$с.

3.1.1.3.2 Потери СУГ через контрольный вентиль резервуаров базы хранения

Потери СУГ через контрольный вентиль резервуаров базы хранения $M^{px}_{кв}$, кг, определяются по формуле

$$M^{px}_{кв} = M^{px}_{кв.дф} + M^{px}_{кв.п}, \quad (11)$$

где $M^{px}_{кв.дф}$ - потери двухфазной смеси СУГ, кг;

$M^{px}_{кв.п}$ - потери паровой фазы СУГ, кг.

Потери двухфазной смеси СУГ через контрольные вентили резервуаров базы хранения СУГ $M^{px}_{кв.дф}$, кг, составляют

$$M^{px}_{кв.дф} = n_{px} \cdot G^{px}_{кв.дф} \cdot \tau^{px}_{кв.дф}, \quad (12)$$

где n_{px} – количество резервуаров базы хранения, наполняемых в течение расчетного периода, шт.;

$G^{px}_{кв.дф}$ - расход двухфазной смеси СУГ через контрольный вентиль, кг/с;

$\tau^{px}_{кв.дф}$ - время открытия контрольного вентиля 85% уровня с выпуском двухфазной смеси СУГ из одного резервуара, с.

Вентиль 85% уровня открывается 1 раз (в конце процесса наполнения резервуара). Таким образом, время открытия контрольного вентиля с выпуском двухфазной смеси СУГ из одного резервуара составляет $\tau^{px}_{кв.дф}$=5 с.

Потери СУГ в паровой фазе через контрольные вентили резервуаров базы хранения СУГ $M^{px}_{кв.п}$, кг, составляют

$$M^{px}_{кв.п} = n_{px} \cdot G^{px}_{кв.п} \cdot \tau^{px}_{кв.п}, \quad (13)$$

где $G^{px}_{кв.ж}$ - расход паровой фазы СУГ через контрольный вентиль, кг/с;

$\tau^{px}_{кв.ж}$ - время открытия контрольного вентиля 85% уровня с выпуском паровой фазы СУГ из одного резервуара, с.

Вентиль 85% уровня открывается пять раз (в процессе наполнения резервуара). Таким образом, время открытия контрольного вентиля с выпуском паровой фазы СУГ из одного резервуара составляет $\tau^{пх}_{кп\text{-}п} = 25$ с.

3.1.2 Потери при хранении СУГ в надземных или подземных резервуарах

Потери при хранении СУГ в резервуарах характеризуются следующими статьями:

- потери СУГ при проверке срабатывания предохранительных сбросных клапанов;
- потери СУГ при проведении внутреннего осмотра и технического освидетельствования резервуаров базы хранения и сосудов автоцистерн;
- потери СУГ при проведении диагностики или ремонта резервуаров базы хранения и сосудов автоцистерн

3.1.2.1 Потери СУГ при проверке срабатывания предохранительных клапанов

В процессе эксплуатации ГНС на резервуарах базы хранения и сосудах автоцистерн периодически производится проверка срабатывания (подрыв) предохранительных сбросных клапанов (ПСК), которая сопровождается потерями газа при его выбросе в атмосферу.

Потери СУГ за расчетный период, вызванные подрывом предохранительных сбросных клапанов, $M_{ПСК}$, кг, определяются по формуле

$$M_{ПСК} = G_{ПСК} \cdot n_{пск} \cdot \tau_{пск} \cdot \tau_{о} \cdot n_{пр}, \qquad (14)$$

где $G_{ПСК}$ – расход СУГ при проверке срабатывания предохранительных клапанов, кг/с;

$n_{пск}$ – количество предохранительных клапанов, установленных на всех резервуарах и сосудах автоцистерн ГНС, из расчета два клапана на один резервуар, шт.;

$\tau_{иск}$ - время выхода СУГ в атмосферу, может быть принято $\tau_{иск}$=3 с на один клапан;

τ_o – расчетный период для определения потерь СУГ, месяц;

$n_{пр}$ – количество проверок в месяц, 1/месяц.

Расход СУГ при проверке срабатывания предохранительных сбросных клапанов, установленных на резервуарах и сосудах автоцистерн, $G_{иск}$, кг/с, определяется по формуле [1]

$$G_{иск} = \frac{3,16}{3600} \cdot B_3 \cdot \alpha \cdot F \cdot \sqrt{(P_1 + 0,1) \cdot \rho_п}, \qquad (15)$$

где 3,16 – безразмерный коэффициент;

3600 – коэффициент перевода часа в секунды;

B_3 – безразмерный коэффициент, учитывающий физико-химические свойства газов [1], для бутана B_3 = 0,71, для пропана B_3 = 0,72;

α - безразмерный коэффициент расхода предохранительного клапана, должен быть указан в паспорте на предохранительный клапан;

F - площадь сечения клапана, равная наименьшей площади сечения в проточной части, мм^2;

P_1 - избыточное давление перед предохранительным клапаном, МПа;

$\rho_п$ - плотность паровой фазы СУГ перед клапаном при температуре СУГ, равной температуре окружающей среды, и давлении, равном (P_1+0,1) МПа, кг/м^3.

Площадь сечения клапана F, мм^2, определяется [2]:

- для полноподъемных клапанов (при $h \geq 0,25 d_c$) по формуле

$$F = \frac{\pi}{4} \cdot d_c^2 \qquad (16)$$

- для неполноподъемных клапанов по формуле

$$F = 2,22 \cdot d_c \cdot h, \qquad (17)$$

где d_c - диаметр проходного сечения седла клапана, мм;

h – высота подъема клапана, мм.

Плотность паровой фазы СУГ перед клапаном определяется по формуле (2), и в расчетах может быть принята по таблицам 3-6.

3.1.2.2 Потери СУГ при проведении внутреннего осмотра и технического освидетельствования резервуаров базы хранения и автоцистерн

Перед проведением внутреннего осмотра или технического освидетельствования сосудов они полностью освобождаются от СУГ. Жидкая и паровая фазы посредством насосно-компрессорного оборудования ГНС сливаются в другие резервуары базы хранения, оставшийся газ при давлении P_0 сбрасывается через свечу в атмосферу. Исходя из условий нормальной работы компрессоров величина P_0 может быть принята в размере 0,15 МПа, при этом расчетная плотность паров СУГ определяется по формуле (2) и в расчетах может быть принята по таблице 1.

При определении потерь СУГ в этом случае следует принимать следующие нормативные сроки, определенные правилами Госгортехнадзора РФ для сосудов, работающих под давлением - резервуаров базы хранения и сосудов автоцистерн:

- внутренний осмотр – один раз в два года;
- гидравлическое испытание – один раз в восемь лет.

Потери СУГ определяются, исходя из условия равномерного распределения нормативных сроков проведения внутреннего осмотра и гидравлического испытания по продолжительности расчетного периода определения потерь.

Учитывая, что периодичность проведения внутренних осмотров сосудов в четыре раза меньше периодичности проведения гидравлического испытания, а также то, что проведение гидравлического испытания совмещается с внутренним осмотром, потери СУГ, удаляемого из сосудов, $M_{во}$, кг, определяются по формуле

$$M_{во} = n \cdot V \cdot (\rho_п + 1{,}2 \cdot \rho_{пр}) \cdot \frac{\tau_о}{\tau_и}, \qquad (18)$$

где n – количество сосудов, шт.;

V - вместимость сосудов, $м^3$;

1,2 - безразмерный коэффициент, учитывающий расход СУГ на продувку [18];

$\rho_{пр}$ - плотность паровой фазы СУГ при проведении продувки при температуре СУГ, кг/м^3;

τ_o – расчетный период для определения потерь СУГ, месяц.

$\tau_н$ – нормативный срок проведения внутренних осмотров сосудов (2 года = 24 месяца).

3.1.2.3 Потери СУГ при проведении диагностики или ремонта резервуаров базы хранения и сосудов автоцистерн

Перед проведением диагностики или ремонта сосудов они полностью освобождаются от СУГ. Жидкая и паровая фазы посредством насосно-компрессорного оборудования ГНС сливаются в другие резервуары базы хранения, оставшийся газ при давлении P_o сбрасывается через свечу в атмосферу. Исходя из условий нормальной работы компрессоров, величина P_o может быть принята в размере 0,15 МПа, при этом расчетная плотность паров СУГ определяется по формуле (2), и в расчетах может быть принята по таблице 1.

Потери при проведении диагностики или ремонта сосудов $M_{др}$, кг, определяется по формуле

$$M_{др} = n \cdot V \cdot (\rho_п + 1{,}2 \cdot \rho_{пр}) \cdot n_{др}, \qquad (19)$$

где n – количество сосудов, шт.;

V - вместимость сосудов, м^3;

$n_{др}$ - количество ремонтов или проведения диагностик сосудов, выполненных за расчетный период, раз.

3.1.3 Потери СУГ при наполнении автоцистерн из резервуаров базы хранения

При наполнении автоцистерн СУГ на ГНС производится проверка их наполнения по контрольному вентилю 85% уровня.

Расход СУГ через контрольный вентиль 85% уровня определяется по формуле (5). Расчет потерь производится, исходя из следующих условий:

- выход паровой фазы через контрольный вентиль происходит в конце процесса наполнения автоцистерны – пять раз по 3 секунды;

- выход двухфазной смеси СУГ – один раз в течение 3 секунд.

Потери СУГ через контрольный вентиль автоцистерн за расчетный период $M_{кв}^{АЦ}$, кг, составляют

$$M_{кв}^{АЦ} = M_{кв.п}^{АЦ} + M_{кв.дф}^{АЦ}, \quad (20)$$

где $M_{кв.п}^{АЦ}$ - потери паровой фазы СУГ, кг;

$M_{кв.дф}^{АЦ}$ - потери двухфазной смеси СУГ, кг.

В свою очередь

$$M_{кв.п}^{АЦ} = G_{кв.п}^{АЦ} \cdot n_{АЦ} \cdot \tau_{кв.п}^{АЦ}, \quad (21)$$

где $G_{кв.п}^{АЦ}$ - расход СУГ в паровой фазе через контрольный вентиль, кг/с;

$n_{АЦ}$ – суммарное количество автоцистерн, наполняемых на ГНС за расчетный период;

$\tau_{кв.п}^{АЦ}$ - суммарная продолжительность выхода паровой фазы СУГ через один контрольный вентиль в течение одной заправки ($\tau_{кв.п}^{АЦ}$ = 5x3=15 с);

$$M_{кв.дф}^{АЦ} = G_{кв.дф}^{АЦ} \cdot n_{АЦ} \cdot \tau_{кв.дф}^{АЦ}, \quad (22)$$

где $G_{кв.дф}^{АЦ}$ - расход двухфазной смеси СУГ через контрольный вентиль, кг/с;

$\tau_{кв.дф}^{АЦ}$ - суммарная продолжительность выхода двухфазной смеси СУГ через один контрольный вентиль в течение одной заправки ($\tau_{кв.дф}^{АЦ}$ =3 с).

После наполнения автоцистерны в резинотканевых рукавах остается СУГ в паровой фазе при давлении, которое устанавливается в сосуде автоцистерны после

ее наполнения (в расчетах принимается среднее в процессе наполнения значение: для зимнего времени 0,6 МПа, а для летнего времени 1,0 МПа [2, 7, 10, 14, 15]).

Плотность паровой фазы СУГ определяется по формуле (2) и в расчетах может быть принята по таблицам 3 и 6.

Потери при выходе СУГ из резинотканевых рукавов автоцистерн за расчетный период $М_{ш}^{АЦ}$, кг, составляют

$$М_{ш}^{АЦ} = \frac{\pi}{4} \cdot d_{р}^{2} \cdot \ell_{р} \cdot \rho_{п} \cdot n_{АЦ}, \qquad (23)$$

где $d_{р}$ – диаметр резинотканевого рукава, м;

$\ell_{р}$ - суммарная длина резинотканевых рукавов, м;

3.1.4 Потери СУГ при наполнении баллонов

При наполнении баллонов имеют место следующие источники технологических потерь:

- потери СУГ при отсоединении струбцин от вентилей и клапанов баллонов;

- потери СУГ при выбраковке баллонов вследствие утечек из вентилей (клапанов);

- потери СУГ при техническом освидетельствовании баллонов.

3.1.4.1 Потери СУГ при отсоединении струбцин от вентилей и клапанов баллонов

Потери СУГ при отсоединении струбцин от вентилей и клапанов баллонов $М_{ст}^{Б}$, кг, определяются по формуле

$$М_{ст}^{Б} = V_{Б} \cdot \rho_{ж} \cdot n_{Б} \cdot К, \qquad (24)$$

где $V_{Б}$ – объем газа в струбцине и запорном устройстве баллона, $м^3$;

$\rho_{ж}$ – плотность жидкой фазы СУГ при температуре СУГ, $кг/м^3$;

$n_{Б}$–количество баллонов, наполняемых на ГНС за расчетный период, шт.;

К – коэффициент, учитывающий потерю СУГ, вызванную негерметичностью крепления струбцины на запорном вентиле или клапане баллона (К=2 для баллонов объемом 50 л, К=1,5 – для баллонов объемом 27 л и 5 л) [16].

Объем газа в струбцине и запорном устройстве баллона составляет (по размерам [16]):

- $V_б$=1,68 10^{-6} м^3 - для баллонов объемом 50 л;
- $V_б$=1,24 · 10^{-6} м^3 - для баллонов объемом 5 л и 27 л.

3.1.4 2 Потери СУГ при выбраковке баллонов вследствие утечек из вентилей (клапанов)

Запорные устройства наполненных баллонов после снятия с наполнительной установки подвергаются проверке на герметичность, и в случае обнаружения утечки газа через вентиль или клапан направляются в ремонтное отделение ГНС. Перед вывертыванием вентиля (клапана) жидкая фаза СУГ сливается из баллона в резервуар, и оставшаяся в баллоне паровая фаза выпускается через свечу в атмосферу.

Величина потерь СУГ при выбраковке баллонов $М^{б}_{выб}$, кг, может быть определена по формуле

$$М^{б}_{выб} = (0{,}05 \cdot n^{50}_{выб} + 0{,}027 \cdot n^{27}_{выб} + 0{,}005 \cdot n^{5}_{выб}) \cdot \rho_п, \quad (25)$$

где $n^{50}_{выб}$, $n^{27}_{выб}$, $n^{5}_{выб}$ – количество баллонов, направляемых на ремонт с целью замены запорных устройств, объемом соответственно 50 л, 27 л и 5 л, шт.;

0,05, 0,027, 0,005 – объем баллонов, м^3;

$\rho_п$ – плотность паровой фазы СУГ при остаточном давлении в баллоне после слива, равном 0,05 МПа, кг/м^3.

Плотность паровой фазы СУГ определяется по формуле (2) и в расчетах может быть принята по таблице 8.

Таблица 8

Температура СУГ, °С (К)	-40 (233)	-30 (243)	-20 (253)	-10 (263)	0 (273)	+10 (283)	+20 (293)	+30 (303)	+40 (313)
Плотность паровой фазы, $\rho_п$, кг/м^3	4,30	4,08	3,88	3,69	3,52	3,40	3,25	3,14	3,10

3.1.4.3 Потери СУГ при техническом освидетельствовании бытовых баллонов

Бытовые баллоны, находящиеся в эксплуатации, должны подвергаться периодическому техническому освидетельствованию, а также внеочередному техническому освидетельствованию после проведения ремонта с применением сварки.

Периодичность технического освидетельствования составляет:
10 лет – для баллонов с толщиной стенки 3 мм и 5 лет – для баллонов с толщиной стенки 2,5 мм.

Перед проведением технического освидетельствования баллона жидкая фаза СУГ сливается из баллона в резервуар, а оставшаяся в баллоне паровая фаза выпускается через свечу в атмосферу.

Величина потерь СУГ при проведении технического освидетельствования баллонов $M^{б}_{то}$, кг, может быть определена по формуле

$$M^{б}_{то} = (0{,}05 \cdot n^{50}_{то} + 0{,}027 \cdot n^{27}_{то} + 0{,}005 \cdot n^{5}_{то}) \cdot \rho_п, \qquad (26)$$

где $n^{50}_{то}$, $n^{27}_{то}$, $n^{5}_{то}$ – количество баллонов, направляемых на техническое освидетельствование, объемом соответственно 50л, 27л и 5 л, шт.;

3.1.5 Потери СУГ при перемещении по внутриплощадочным газопроводам

Потери характеризуются следующими статьями:

- потери СУГ из-за негерметичности фланцевых соединений и газопроводной арматуры;

- сброс СУГ из предохранительных сбросных клапанов, установленных между запорной арматурой на газопроводах жидкой фазы при проведении испытания на срабатывание (один раз в месяц);

- потери СУГ при проведении текущего ремонта газопроводной арматуры.

3.1.5.1 Потери СУГ из-за негерметичности фланцевых соединений и газопроводной арматуры

Потери СУГ из-за негерметичности фланцевых соединений и газопроводной арматуры $M_{ут}^{пг}$, кг, определяются по формуле

$$M_{ут}^{пг} = G_{ут}^{пг} \cdot 24 \cdot L \cdot 10^{-3} \cdot \tau_o, \qquad (27)$$

где $G_{ут}^{пг}$ – расход СУГ из-за негерметичности фланцевых соединений и газопроводной арматуры, г/ч.

24 - число часов в сутках, ч;

L - количество календарных дней в месяце, день;

τ_o – расчетный период для определения потерь СУГ, месяц.

Расход СУГ из-за негерметичности фланцевых соединений и газопроводной арматуры, $G_{ут}^{пг}$, г/ч, определяется по формуле [19]

$$G_{ут}^{пг} = 3{,}57 \cdot 10^{-2} \cdot \eta \cdot P_{изб} \cdot m \cdot V \cdot \sqrt{\frac{M}{T}}, \qquad (28)$$

где 3,57 - коэффициент, $°C^{1/2} \cdot см^2/(м^3 \cdot ч)$;

η - безразмерный коэффициент запаса, принимаем равным 2 [14];

$P_{изб}$ – среднее за расчетный период избыточное давление в газопроводе, Па;

m - коэффициент негерметичности, принимаем равным 0,001, 1/ч [14];

V – объем внутриплощадочных газопроводов, $м^3$;

T – температура СУГ, К;

М - молярная масса СУГ, кг/кмоль, для пропана М = 44,098, для бутана М = 58,124 [2].

3.1.5.2 Потери СУГ при проверке срабатывания предохранительных сбросных клапанов

Потери СУГ при проверке срабатывания предохранительных сбросных клапанов $M^{г}_{ПСК}$, кг, определяются по формуле

$$M^{г}_{ПСК} = n^{г}_{ПСК} \cdot \tau^{г}_{ПСК} \cdot G^{г}_{ПСК} \cdot \tau_{о} \cdot n_{пр}, \qquad (29)$$

где $n^{г}_{ПСК}$ - количество предохранительных сбросных клапанов на газопроводах жидкой фазы;

$\tau^{г}_{ПСК}$ - время выхода СУГ в атмосферу, может быть принято $\tau_{пск}$=3 с на один клапан;

$G^{г}_{ПСК}$ - расход СУГ через клапан, кг/с;

$\tau_{о}$ – расчетный период для определения потерь СУГ, месяц;

$n_{пр}$ – количество проверок в месяц, 1/месяц.

Расход СУГ при проверке срабатывания предохранительных клапанов, установленных на газопроводах жидкой фазы, $G^{г}_{ПСК}$, кг/с, определяется по формуле [1]

$$G^{г}_{ПСК} = \frac{5,03}{3600} \cdot \alpha \cdot F \cdot \sqrt{(P_1 - P_2) \cdot \rho_{ж}}, \qquad (30)$$

где α - безразмерный коэффициент расхода предохранительного клапана, указан в паспорте на предохранительный клапан;

F - площадь сечения клапана, равная наименьшей площади сечения в проточной части, мм^2;

P_1 – избыточное давление перед предохранительным клапаном, МПа;

P_2 - избыточное давление за предохранительным клапаном, МПа, принимается равным нулю;

$\rho_ж$ - плотность жидкой фазы перед клапаном при температуре СУГ.

3.1.5.3 Потери СУГ при проведении текущего ремонта газопроводной арматуры

В соответствии с требованиями "Правил безопасности для объектов, использующих сжиженные углеводородные газы" ремонт газопроводной арматуры разрешается проводить только после освобождения газопровода от СУГ. При этом СУГ из участка газопровода, на котором установлена арматура, выпускается в атмосферу через свечу. После ремонта газопроводы необходимо продуть паровой фазой СУГ.

Потери СУГ в процессе проведения текущего ремонта газопроводной арматуры, установленной на газопроводе жидкой фазы, $M^г_{тр.ж}$, кг, определяются по формуле

$$M^г_{тр.ж} = V^г_ж \cdot (\rho_ж + 1{,}2 \cdot \rho_{пр}) \cdot \frac{\tau_о}{\tau_р}, \qquad (31)$$

где $V^г_ж$ - объем газопроводов жидкой фазы, освобождаемых от газа при проведении ремонта, $м^3$;

$\rho_ж$ - плотность жидкой фазы при температуре СУГ, $кг/м^3$;

1,2 - безразмерный коэффициент, учитывающий расход СУГ на продувку [18];

$\rho_{пр}$ - плотность паровой фазы СУГ при проведении продувки при температуре СУГ, $кг/м^3$;

$\tau_о$ - расчетный период для определения потерь СУГ, месяц;

$\tau_р$ - нормативная продолжительность времени между ремонтами, месяц.

Потери СУГ в процессе проведения ремонта газопроводной арматуры, установленной на газопроводе паровой фазы, $M^{г}_{тр.п}$, кг, определяются по формуле

$$M^{г}_{тр.п} = V^{г}_{ж} \cdot (\rho_{п} + 1{,}2 \cdot \rho_{пр}) \cdot \frac{\tau_{о}}{\tau_{р}}, \qquad (32)$$

где $V^{г}_{п}$ - объем газопроводов паровой фазы, освобождаемых от газа при проведении ремонта, м^3;

$\rho_{п}$ – плотность паровой фазы СУГ, кг/м^3, при давлении перед демонтажем запорного устройства.

3.1.6 Потери СУГ при проведении технического обслуживания и ремонта насосов и компрессоров

Согласно производственным инструкциям завода-изготовителя осмотр насосов и компрессоров без их вскрытия проводится один раз в месяц, при этом предполагается отсутствие потерь СУГ.

Сроки проведения текущего ремонта насосов и компрессоров устанавливаются заводами-изготовителями.

После вскрытия из полости насоса или компрессора СУГ в объеме от входной до выходной задвижек удаляется в атмосферу через свечу при давлении внутри корпуса агрегата, которое может быть принято как осредненное (от входа до выхода) значение: для зимнего времени 0,6 МПа, а для летнего времени 1,0 МПа.

Потери СУГ на проведение текущих ремонтов насосов $M_{н}$, кг, определяются по формуле

$$M_{н} = K^{н}_{ут} \cdot V_{н} \cdot n_{н} \cdot (\rho_{ж} + 1{,}2 \cdot \rho_{пр}) \cdot \frac{\tau_{о}}{\tau^{н}_{р}}, \qquad (33)$$

где $K^{н}_{ут}$= 1,05-1,1 – поправочный коэффициент, учитывающий потери СУГ через сальниковые уплотнения насосов при их эксплуатации [17];

$V_{н}$ – объем внутренней полости каждого насоса, м^3, может быть принят 0,011 м^3;

$n_н$ – количество насосов, шт.;

$\rho_ж$ - плотность жидкой фазы при температуре СУГ, кг/м^3;

$\tau_о$ – расчетный период для определения потерь СУГ, месяц;

$\tau_р^н$ – нормативный межремонтный срок для насосов, месяц.

Потери СУГ на проведение текущих ремонтов компрессоров $М_к$, кг, определяются по формуле

$$М_к = К_{ут}^к \cdot V_к \cdot n_к \cdot (\rho_п + 1{,}2 \cdot \rho_{пр}) \cdot \frac{\tau_о}{\tau_р^к}, \qquad (34)$$

где $К_{ут}^к$ = 1,1-1,15 – поправочный коэффициент, учитывающий потери СУГ через сальниковые уплотнения компрессоров [17];

$V_к$ – объем внутренней полости каждого компрессора, м^3, может быть принят 0,04 м^3;

$n_к$ – количество компрессоров, шт.;

$\rho_п$ – плотность паровой фазы СУГ, кг/м^3, при давлении перед демонтажем компрессоров;

$\tau_о$ – расчетный период для определения потерь СУГ, месяц;

$\tau_р^к$ – нормативный межремонтный срок для компрессора, месяц.

3.2 Газонаполнительные пункты

3.2.1 Потери СУГ при сливе из автоцистерн в резервуары базы хранения возникают при осуществлении следующих операций:

- опорожнение резинотканевых рукавов автоцистерны после слива СУГ;
- сброс СУГ через контрольные вентили уровня жидкости.

3.2.1.1 Потери СУГ при опорожнении резинотканевых рукавов после слива жидкой фазы из автоцистерны определяются аналогично п. 3.1.3

При сливе СУГ из автоцистерны в резервуары базы хранения в резинотканевых рукавах остается СУГ в паровой фазе при остаточном давлении в автоцистерне 0,15 МПа

3.2.1.2 Потери СУГ при сбросе газа из контрольного вентиля автоцистерны и резервуара базы хранения определяются аналогично п. 3.1.3.

Время открытия контрольного вентиля:

$\tau^{АЦ}_{кв.дф}$ =25с – время выхода двухфазной смеси СУГ из контрольного вентиля автоцистерны;

$\tau^{АЦ}_{кв.п}$ =5 с- время выхода паровой фазы СУГ из контрольного вентиля автоцистерны;

$\tau^{рх}_{кв.дф}$ =5с – время выхода двухфазной смеси СУГ из контрольного вентиля резервуара;

$\tau^{рх}_{кв.п}$ =25 с- время выхода паровой фазы СУГ из контрольного вентиля резервуара.

Если слив СУГ производится из большегрузных автоцистерн, оборудованных поплавковыми указателями уровня, то $М^{АЦ}_{кв}$= 0, так как в них не предусмотрен контрольный вентиль 85% уровня.

В расчетах давление при сливе СУГ из автоцистерны в резервуары принимается средним в процессе слива и равным: для зимнего времени 0,6 МПа, для летнего времени 1,0 МПа.

3.2.2 Потери СУГ при хранении в резервуарах базы хранения

Потери СУГ при хранении в резервуарах базы хранения определяются аналогично п. 3.1.2.

3.2.3 Потери СУГ при наполнении баллонов определяются аналогично п. 3.1.4.

3.2.4 Потери СУГ при перемещении по внутриплощадочным газопроводам определяются аналогично п. 3.1.5.

3.2.5 Потери СУГ при ремонте насосов и компрессоров определяются аналогично п. 3.1.6.

3.3 Автогазозаправочные станции

3.3.1 Рассматриваются потери СУГ для автономных автогазозаправочных станций, не относящихся к ГНС и ГНП, имеющих свои резервуары базы хранения и свои технические средства для проведения сливо-наливных операций [10].

3.3.2 Потери СУГ при сливе из автоцистерн в резервуары базы хранения определяются аналогично п.3.2.1.

3.3.3 Потери сжиженного газа при хранении в резервуарах базы хранения определяются аналогично п. 3.1.2.

3.3.4 Потери СУГ при перемещении по внутриплощадочным газопроводам определяются аналогично п. 3.1.5.

3.3.5 Потери СУГ при ремонте насосов и компрессоров определяются аналогично п. 3.1.6.

4 СУММАРНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОТЕРИ СУГ НА ОБЪЕКТЕ

4.1 Суммарные технологические потери СУГ на объекте за расчетный период $M_{пот}$, кг, определяются по формуле

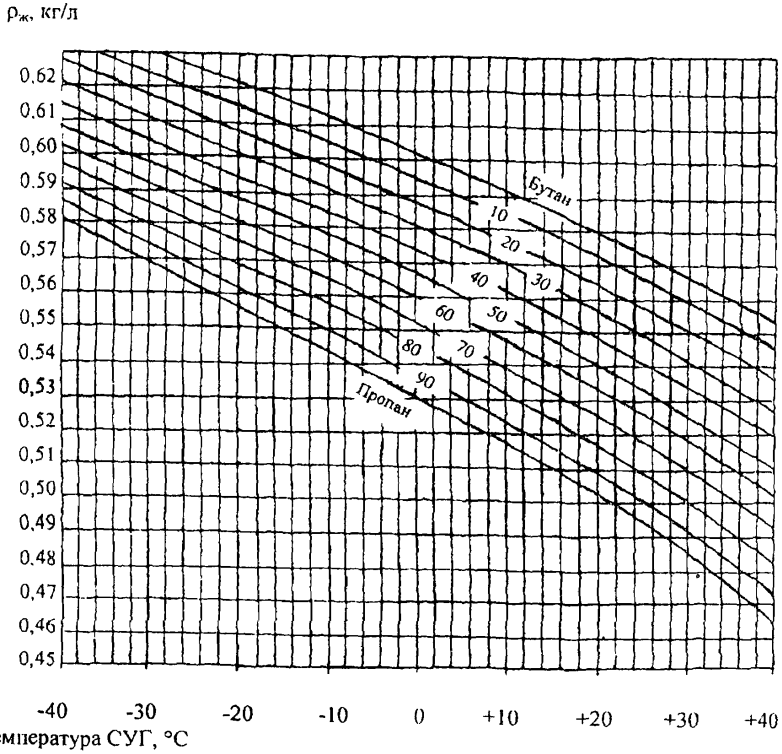
$$M_{пот} = K_{пу} \cdot \sum M_i , \qquad (35)$$

где $K_{пу}$ – коэффициент, учитывающий неучтенные потери газа: внеплановые работы, погрешность весовых устройств, осредненные значения физико-химических свойств (давление и температура) СУГ, по которым определяются потери. В расчетах рекомендуется принимать $K_{пу}$ в пределах от 1,15 до 1,20 [17];

$\sum M_i$ – общие потери СУГ на ГНС, ГНП или АГЗС, рассчитанные по рекомендациям раздела 3.

Пример расчета технологических потерь СУГ приведен в приложении Б к настоящей Методике.

Приложение А
(рекомендуемое)



Цифры на кривых – содержание пропана в жидкой фазе в % по массе.

Рисунок 1 – График зависимости плотности жидкой фазы пропан-бутановых смесей от температуры СУГ

Приложение Б
(рекомендуемое)

Пример расчета технологических потерь СУГ

Б.1 Исходные данные для расчета

Температура окружающего воздуха - минус 20 °С
Массовый состав СУГ - 50% бутана, 50% пропана.
Расчетный период – 1 месяц
Производительность ГНС – 10000 т/год

Железнодорожная эстакада

Резинотканевый рукав: диаметр – $d_р$ =0,04 м;
суммарная длина – $\ell_р$=32 м

Железнодорожная цистерна:
- геометрический объем – $V_{ждц}$ =75,5 м^3;
- диаметр контрольного вентиля – $d_{кв}$ =0,014 м;
- количество цистерн, опорожняемых за расчетный период – $n_{ждц}$ =20 шт.

База хранения

Резервуары - подземные:
- геометрический объем – $V_{рх}$ =50 м^3;
- количество – n =12 шт.;
- диаметр контрольного вентиля – $d_{кв}$ =0,014 м;
- диаметр проходного сечения седла предохранительного клапана $d_с$ = 50 мм;
- высота подъема клапана – h=2 мм;
- коэффициент расхода предохранительного клапана - α = 0,6;

Количество резервуаров, наполняемых в течение расчетного периода - $n_{рх}$=20шт.;
Количество резервуаров, ремонтируемых за расчетный период – 1 шт.

Наполнение автоцистерн

Автоцистерна ЦППЗ-16-771- n_1 = 5 шт.:
- геометрический объем – $V_{АЦ1}$ =16 м^3;
- количество цистерн, наполняемых за расчетный период – $n_{АЦ1}$ =40 шт.;
- диаметр контрольного вентиля – $d_{кв}$ =0,006 м;
- диаметр проходного сечения седла предохранительного клапана $d_с$ = 40 мм;

- высота подъема клапана – h=2 мм;
- коэффициент расхода предохранительного клапана - α = 0,6;
- диаметр резинотканевого рукава – $d_р$ =0,04 м;
- суммарная длина резинотканевых рукавов – $\ell_р$ =18 м.

Автоцистерна АЦТ8-130М – n_2=5 шт.:
- геометрический объем – $V_{АЦ2}$ =8 м^3;
- количество цистерн, наполняемых за расчетный период – $n_{АЦ2}$ =60 шт.;
- диаметр контрольного вентиля – $d_{кв}$ =0,006 м;
- диаметр проходного сечения седла предохранительного клапана $d_с$ = 40 мм;
- высота подъема клапана – h=2 мм;
- коэффициент расхода предохранительного клапана - α = 0,6;
- диаметр резинотканевого рукава – $d_р$ =0,04 м;
- суммарная длина резинотканевых рукавов – $\ell_р$ =18 м.

Наполнение баллонов

Количество баллонов, наполненных за расчетный период:
- 50 л – $n_{Б\,50}$ =10000 шт.;
- 27 л – $n_{Б\,27}$ =7000 шт.;
- 5 л – $n_{Б\,5}$ =1000 шт.

Количество баллонов, направляемых на ремонт:
- 50 л – $n^{50}_{выб}$ =50 шт.;
- 27 л – $n^{27}_{выб}$ =35 шт.;
- 5 л – $n^{5}_{выб}$ =25 шт.

Количество баллонов, направляемых на техническое освидетельствование:
- 50 л – $n^{50}_{то}$=60 шт.;
- 27 л – $n^{27}_{то}$=30 шт.;
- 5 л – $n^{5}_{то}$ =30 шт.

Внутриплощадочные газопроводы

Газопроводы жидкой фазы:
- DN 50 – 400 м;
- DN32 – 100 м.

Газопроводы паровой фазы:
- DN 50 – 200 м;
- DN32 – 100 м.

Предохранительный клапан:
- диаметр проходного сечения седла клапана $d_с$ = 50 мм;
- высота подъема клапана – h=2 мм;
- коэффициент расхода предохранительного клапана - α = 0,6;
- количество – $n^{г}_{ПСК}$ =7 шт.

Насосно-компрессорное отделение

Насосы:

- количество - $n_н$ =2 шт.;
- объем внутренней полости каждого насоса $V_н$ =0,011м^3.

Компрессоры:

- количество - $n_к$ =2 шт.;
- объем внутренней полости каждого компрессора $V_к$ = 0,04 м^3.

Б.2 Расчет технологических потерь

Б.2.1 Потери СУГ при сливе из железнодорожных цистерн в резервуары базы хранения

Б.2.1.1 Потери СУГ при опорожнении резинотканевых рукавов по окончании слива определяются по формуле 1

$$M_{оп} = \frac{\pi}{4} \cdot d_р^2 \cdot \ell_р \cdot \rho_п \cdot n_{ждц}$$

Расчетная плотность паровой фазы СУГ $\rho_п$ =6,68 кг/м^3 (таблица 1).

$$M_{оп} = \frac{3,14}{4} \cdot 0,04^2 \cdot 32 \cdot 6,68 \cdot 20 = 5,4 \text{ кг}$$

Б.2.1.2 Потери СУГ с возвратом железнодорожных цистерн определяются по формуле 4

$$M_{воз} = \rho_п \cdot n_{ждц} \cdot V_{ждц}$$

$$M_{воз} = 6,68 \cdot 20 \cdot 75,5 = 10086,8 \text{ кг}$$

Б.2.1.3 Потери СУГ при проверке уровня наполнения с помощью контрольных вентилей

Б.2.1.3.1 Железнодорожная цистерна

Площадь проходного сечения контрольного вентиля определяется по формуле 6

$$F_{кв} = \frac{\pi}{4} \cdot d_{кв}^2$$

$$F_{кв} = \frac{3,14}{4} \cdot 0,014^2 = 0,00015 \text{м}^2$$

Расход паровой фазы СУГ определяется по формуле 5

$$G_{кв} = \frac{1}{\sqrt{1+\xi_{кв}}} \cdot F_{кв}\sqrt{2 \cdot P_{м} \cdot \rho}$$

Плотность паровой фазы СУГ $\rho_{п}$ =23,63 кг/м^3 (таблица 3).

$$G^{ждц}_{кв.п} = \frac{1}{\sqrt{1+13,6}} \cdot 0,00015 \cdot \sqrt{2 \cdot 600000 \cdot 23,63} = 0,21 \text{ кг/с}$$

Потери паровой фазы СУГ при проверке уровня наполнения с помощью контрольного вентиля определяются по формуле 10

$$M^{ждц}_{кв.п} = n_{ждц} \cdot G^{ждц}_{кв.п} \cdot \tau^{ждц}_{кв.п}$$

$$M^{ждц}_{кв.п} = 20 \cdot 0,21 \cdot 5 = 21,0 \text{ кг}$$

Расход двухфазной смеси СУГ определяется по формуле 5

$$G_{кв} = \frac{1}{\sqrt{1+\xi_{кв}}} \cdot F_{кв}\sqrt{2 \cdot P_{м} \cdot \rho}$$

Плотность жидкой фазы СУГ $\rho_{ж}$ =588 кг/м^3 (таблица 2).

Плотность двухфазной смеси СУГ определяется по формуле 7

$$\rho_{дф} = \rho_{ж} \cdot (1 - X) + \rho_{п} \cdot X$$

$$\rho_{дф} = 588 \cdot (1 - 0,2) + 23,63 \cdot 0,2 = 475 \text{ кг/м}^3$$

$$G^{ждц}_{кв.дф} = \frac{1}{\sqrt{1+13,6}} \cdot 0,00015 \cdot \sqrt{2 \cdot 600000 \cdot 475} = 0,93 \text{ кг/с}$$

Потери двухфазной смеси СУГ при проверке уровня наполнения с помощью контрольного вентиля определяются по формуле 9

$$M^{ждц}_{кв.дф} = n_{ждц} \cdot G^{ждц}_{кв.дф} \cdot \tau^{ждц}_{кв.дф}$$

$$M^{ждц}_{кв.дф} = 20 \cdot 0,93 \cdot 30 = 558 \text{ кг}$$

Суммарные потери СУГ через вентили контроля уровня определяются по формуле 8

$$M^{ждц}_{кв} = M^{ждц}_{кв.дф} + M^{ждц}_{кв.п}$$

$$M^{ждц}_{кв} = 558+21=579 \text{ кг}$$

Б.2.1.3.2 Резервуары базы хранения

Площадь проходного сечения контрольного вентиля определяется по формуле 6

$$F_{кв} = \frac{\pi}{4} \cdot d_{кв}^2$$

$$F_{кв} = \frac{3,14}{4} \cdot 0,014^2 = 0,00015 м^2$$

Расход паровой фазы СУГ определяется по формуле 5

$$G_{кв} = \frac{1}{\sqrt{1 + \xi_{кв}}} \cdot F_{кв} \sqrt{2 \cdot P_м \cdot \rho}$$

Плотность паровой фазы СУГ $\rho_п$ =15,0 кг/м^3 (таблица 4).

$$G_{кв.п}^{рх} = \frac{1}{\sqrt{1 + 13,6}} \cdot 0,00015 \cdot \sqrt{2 \cdot 400000 \cdot 15,0} = 0,14 кг/с$$

Потери паровой фазы СУГ при проверке уровня наполнения с помощью контрольного вентиля определяются по формуле 13

$$M_{кв.п}^{рх} = n_{рх} \cdot G_{кв.п}^{рх} \cdot \tau_{кв.п}^{рх}$$

$$M_{кв.п}^{рх} = 20 \cdot 0,14 \cdot 5 = 70.0 \ кг$$

Расход двухфазной смеси СУГ определяется по формуле 5

$$G_{кв} = \frac{1}{\sqrt{1 + \xi_{кв}}} \cdot F_{кв} \sqrt{2 \cdot P_м \cdot \rho}$$

Плотность жидкой фазы СУГ $\rho_ж$ =588 кг/м^3 (таблица 2).

Плотность двухфазной смеси СУГ определяется по формуле 7

$$\rho_{дф} = \rho_ж \cdot (1 - X) + \rho_п \cdot X$$

$$\rho_{дф} = 588 \cdot (1 - 0,2) + 15,0 \cdot 0,2 = 473,4 \ кг/м^3$$

$$G_{кв.дф}^{рх} = \frac{1}{\sqrt{1 + 13,6}} \cdot 0,00015 \cdot \sqrt{2 \cdot 400000 \cdot 473,4} = 0,76 кг/с$$

Потери двухфазной смеси СУГ при проверке уровня наполнения с помощью контрольного вентиля определяются по формуле 12

$$M_{кв.дф}^{рх} = n_{рх} \cdot G_{кв.дф}^{рх} \cdot \tau_{кв.дф}^{рх}$$

$$M_{кв.дф}^{рх} = 20 \cdot 0,76 \cdot 30 = 76 \ кг$$

Суммарные потери СУГ через вентили контроля уровня определяются по формуле 11

$$M_{кв}^{рх} = M_{кв.дф}^{рх} + M_{кв.п}^{рх}$$

$$M_{кв}^{рх} = 76+70=146 \ кг$$

Б.2.2 Потери СУГ при хранении СУГ в резервуарах базы хранения

Б.2.2.1 Потери СУГ при проверке срабатывания предохранительных клапанов, установленных на резервуарах

Площадь сечения предохранительного клапана определяется по формуле 16

$$F = \frac{\pi}{4} \cdot d_c^2$$

$$F = \frac{3.14}{4} \cdot 50^2 = 1962{,}5 \text{ мм}^2$$

Коэффициент, учитывающий физико-химические свойства газов [1]
$B_3 = 0{,}715$

Плотность паровой фазы СУГ $\rho_п$=15,0 кг/м^3 (таблица 4)

Расход СУГ при проверке срабатывания клапана определяется по формуле 15

$$G_{ПСК} = \frac{3{,}16}{3600} \cdot B_3 \cdot \alpha \cdot F \cdot \sqrt{(P_1 + 0{,}1) \cdot \rho_п},$$

$$G_{ПСК}^{рх} = \frac{3{,}16}{3600} \cdot 0{,}715 \cdot 0{,}6 \cdot 1962{,}5 \sqrt{(0{,}4 + 0{,}1) \cdot 15{,}0} = 2{,}02 \text{ кг/с}$$

Потери СУГ при проверке срабатывания клапана определяются по формуле 14

$$M_{ПСК} = G_{ПСК} \cdot n_{пск} \cdot \tau_{пск} \cdot \tau_o \cdot n_{пр}$$

$$M_{ПСК}^{рх} = 2{,}02 \cdot 24 \cdot 3 \cdot 1 \cdot 1 = 145{,}4 \text{ кг}$$

Б.2.2.2 Потери СУГ при проверке срабатывания предохранительных клапанов, установленных на автоцистернах ЦППЗ-16-771

Площадь сечения предохранительного клапана определяется по формуле 16

$$F = \frac{\pi}{4} \cdot d_c^2$$

$$F = \frac{3.14}{4} \cdot 40^2 = 1256 \text{ мм}^2$$

Коэффициент, учитывающий физико-химические свойства газов [1]
$B_3 = 0{,}715$

Плотность паровой фазы СУГ $\rho_п$=23,63 кг/м^3 (таблица 3)

Расход СУГ при проверке срабатывания клапана определяется по формуле 15

$$G_{ПСК} = \frac{3{,}16}{3600} \cdot B_3 \cdot \alpha \cdot F \cdot \sqrt{(P_1 + 0{,}1) \cdot \rho_п},$$

$$G_{ПСК}^{АЦ} = \frac{3,16}{3600} \cdot 0,715 \cdot 0,6 \cdot 1256\sqrt{(0,6+0,1) \cdot 23,63} = 1,92 \text{ кг/с}$$

Потери СУГ при проверке срабатывания клапана определяются по формуле 14

$$M_{ПСК} = G_{ПСК} \cdot n_{пск} \cdot \tau_{пск} \cdot \tau_{о} \cdot n_{пр}$$

$$M_{ПСК}^{АЦ} = 1,92 \cdot 10 \cdot 3 \cdot 1 \cdot 1 = 57,6 \text{ кг}$$

Б.2.2.3 Потери СУГ при проверке срабатывания предохранительных клапанов, установленных на автоцистернах АЦТ8-130М

Площадь сечения предохранительного клапана определяются по формуле 16

$$F = \frac{\pi}{4} \cdot d_c^2$$

$$F = \frac{3.14}{4} \cdot 40^2 = 1256 \text{мм}^2$$

Коэффициент, учитывающий физико-химические свойства газов [1]
$B_3 = 0,715$

Плотность паровой фазы СУГ $\rho_п$=23,63 кг/м^3 (таблица 3)

Расход СУГ при проверке срабатывания клапана определяется по формуле 15

$$G_{ПСК} = \frac{3,16}{3600} \cdot B_3 \cdot \alpha \cdot F \cdot \sqrt{(P_1 + 0,1) \cdot \rho_п},$$

$$G_{ПСК}^{АЦ} = \frac{3,16}{3600} \cdot 0,715 \cdot 0,6 \cdot 1256\sqrt{(0,6+0,1) \cdot 23,63} = 1,92 \text{ кг/с}$$

Потери СУГ при проверке срабатывания клапана определяются по формуле 14

$$M_{ПСК} = G_{ПСК} \cdot n_{пск} \cdot \tau_{пск} \cdot \tau_{о} \cdot n_{пр}$$

$$M_{ПСК}^{АЦ} = 1,92 \cdot 10 \cdot 3 \cdot 1 \cdot 1 = 57,6 \text{кг}$$

Суммарные потери СУГ при проверке срабатывания клапанов, установленных на автоцистерне

$$M_{ПСК}^{АЦ} = 57,6+57,6=115,2 \text{ кг}$$

Б.2.2.4 Потери СУГ при проведении внутреннего осмотра

Б.2.2.4.1 Потери СУГ при проведении внутреннего осмотра резервуаров базы хранения определяются по формуле 18

$$M_{во} = n \cdot V \cdot (\rho_п + 1,2 \cdot \rho_{пр}) \cdot \frac{\tau_о}{\tau_п}$$

Плотность паровой фазы СУГ $\rho_п$ =6,68 кг/м^3 (таблица 1).

Плотность паровой фазы СУГ при проведении продувки $\rho_{пр}$=15,0 кг/м^3 (таблица 4)

$$M_{во}^{рх} = 12 \cdot 50 \cdot (6{,}68 + 1{,}2 \cdot 15{,}0) \cdot \frac{1}{24} = 61{,}7 \text{ кг}$$

Б.2.2.4.2 Потери СУГ при проведении внутреннего осмотра автоцистерн определяются по формуле 18

$$M_{во} = n \cdot V \cdot (\rho_п + 1{,}2 \cdot \rho_{пр}) \cdot \frac{\tau_о}{\tau_н}$$

Плотность паровой фазы СУГ $\rho_п$ =6,68 кг/м^3 (таблица 1).

Плотность паровой фазы СУГ при проведении продувки $\rho_{пр}$=15,0 кг/м^3 (таблица 4)

$$M_{во}^{АЦ} = (5 \cdot 16 + 5 \cdot 8) \cdot (6{,}68 + 1{,}2 \cdot 15{,}0) \cdot \frac{1}{24} = 123{,}4 \text{ кг}$$

Б.2.2.4.3 Потери СУГ при проведении диагностики или ремонта резервуаров базы хранения определяются по формуле 19

$$M_{др} = n \cdot V \cdot (\rho_п + 1{,}2 \cdot \rho_{пр}) \cdot N_{др}$$

$$M_{др} = 1 \cdot 50 \cdot (6{,}68 + 1{,}2 \cdot 15{,}0) \cdot 1 = 1234 \text{ кг}$$

Б.2.3 Потери СУГ при наполнении автоцистерн из резервуаров базы хранения

Б.2.3.1 Потери СУГ через контрольный вентиль

Площадь проходного сечения вентиля определяется по формуле 6

$$F_{кв} = \frac{\pi}{4} \cdot d_{кв}^2$$

$$F_{кв} = \frac{3{,}14}{4} \cdot 0{,}006^2 = 0{,}00003 \text{ м}^2$$

Расход паровой фазы СУГ определяется по формуле 5

$$G_{кв} = \frac{1}{\sqrt{1 + \xi_{кв}}} \cdot F_{кв} \sqrt{2 \cdot P_м \cdot \rho}$$

Плотность паровой фазы СУГ $\rho_п$ =23,63 кг/м^3 (таблица 3).

$$G_{кв.п}^{АЦ} = \frac{1}{\sqrt{1 + 13{,}6}} \cdot 0{,}00003 \cdot \sqrt{2 \cdot 600000 \cdot 23{,}63} = 0{,}04 \text{ кг/с}$$

Потери паровой фазы СУГ при проверке уровня наполнения с помощью контрольного вентиля определяются по формуле 21

$$M^{\text{АЦ}}_{\text{кв.п}} = G^{\text{АЦ}}_{\text{кв.п}} \cdot n_{\text{АЦ}} \cdot \tau^{\text{АЦ}}_{\text{кв.п}}$$

$$M^{\text{АЦ}}_{\text{кв.п}} = 0{,}04 \cdot 100 \cdot 15 = 60 \text{ кг}$$

Расход двухфазной смеси СУГ определяется по формуле 5

$$G_{\text{кв}} = \frac{1}{\sqrt{1+\xi_{\text{кв}}}} \cdot F_{\text{кв}} \sqrt{2 \cdot P_{\text{м}} \cdot \rho}$$

Плотность жидкой фазы СУГ $\rho_{\text{ж}}$ =588 кг/м^3 (таблица 2).

Плотность двухфазной смеси СУГ определяется по формуле 7

$$\rho_{\text{дф}} = \rho_{\text{ж}} \cdot (1 - X) + \rho_{\text{п}} \cdot X$$

$$\rho_{\text{дф}} = 588 \cdot (1 - 0{,}2) + 23{,}63 \cdot 0{,}2 = 475 \text{ кг/м}^3$$

$$G^{\text{АЦ}}_{\text{кв.дф}} = \frac{1}{\sqrt{1+13{,}6}} \cdot 0{,}00003 \cdot \sqrt{2 \cdot 600000 \cdot 475} = 0{,}19 \text{ кг/с}$$

Потери двухфазной смеси СУГ при проверке уровня наполнения с помощью контрольного вентиля определяются по формуле 22

$$M^{\text{АЦ}}_{\text{кв.дф}} = G^{\text{АЦ}}_{\text{кв.дф}} \cdot n_{\text{АЦ}} \cdot \tau^{\text{АЦ}}_{\text{кв.дф}}$$

$$M^{\text{АЦ}}_{\text{кв.дф}} = 0{,}19 \cdot 100 \cdot 3 = 57 \text{ кг}$$

Суммарные потери СУГ через вентили контроля уровня определяются по формуле 20

$$M^{\text{АЦ}}_{\text{кв}} = M^{\text{АЦ}}_{\text{кв.п}} + M^{\text{АЦ}}_{\text{кв.дф}}$$

$$M^{\text{АЦ}}_{\text{кв}} = 60 + 57 = 117 \text{ кг}$$

Б.2.3.2 Потери СУГ из резинотканевых рукавов автоцистерны определяются по формуле 23

$$M^{\text{АЦ}}_{\text{ш}} = \frac{\pi}{4} \cdot d^2_{\text{р}} \cdot \ell_{\text{р}} \cdot \rho_{\text{п}} \cdot n_{\text{АЦ}}$$

$$M^{\text{АЦ}}_{\text{ш}} = \frac{3{,}14}{4} \cdot 0{,}04^2 \cdot 18 \cdot 23{,}63 \cdot 100 = 53{,}42 \text{ кг}$$

Б.2.4 Потери СУГ при наполнении баллонов

Б.2.4.1 Потери СУГ при отсоединении струбцины от вентилей и клапанов баллонов определяются по формуле 24

$$M^{\text{Б}}_{\text{ст}} = V_{\text{Б}} \cdot \rho_{\text{ж}} \cdot n_{\text{Б}} \cdot K$$

Плотность жидкой фазы СУГ $\rho_ж$ =588 кг/м^3 (таблица 2).

$$M^{Б}_{ст1} = 1{,}68 \cdot 10^{-6} \cdot 588 \cdot 10000 \cdot 2 = 19{,}76 \text{ кг}$$

$$M^{Б}_{ст2} = 1{,}24 \cdot 10^{-6} \cdot 588 \cdot (7000 + 1000) \cdot 1{,}5 = 8{,}75 \text{ кг}$$

$$M^{Б}_{ст} = 19{,}76 + 8{,}75 = 28{,}51 \text{ кг}$$

Б.2.4.2 Потери СУГ при выбраковке баллонов вследствие утечек из вентилей (клапанов) определяются по формуле 25

$$M^{Б}_{выб} = (0{,}05 \cdot n^{50}_{выб} + 0{,}027 \cdot n^{27}_{выб} + 0{,}005 \cdot n^{5}_{выб}) \cdot \rho_п$$

Плотность паровой фазы СУГ $\rho_п$ =3,88 кг/м^3 (таблица 8).

$$M^{Б}_{выб} = (0{,}05 \cdot 50 + 0{,}027 \cdot 35 + 0{,}005 \cdot 25) \cdot 3{,}88 = 13{,}85 \text{ кг}$$

Б.2.4.3 Потери СУГ при техническом освидетельствовании бытовых баллонов определяются по формуле 26

$$M^{Б}_{то} = (0{,}05 \cdot n^{50}_{то} + 0{,}027 \cdot n^{27}_{то} + 0{,}005 \cdot n^{5}_{то}) \cdot \rho_п$$

Плотность паровой фазы СУГ $\rho_п$ =3,88 кг/м^3 (таблица 8).

$$M^{Б}_{то} = (0{,}05 \cdot 60 + 0{,}027 \cdot 30 + 0{,}005 \cdot 30) \cdot 3{,}88 = 15{,}36 \text{ кг}$$

Б.2.5 Потери СУГ при перемещении по внутриплощадочным газопроводам

Б.2.5.1 Потери СУГ из-за негерметичности фланцевых соединений и газопроводной арматуры

Объем внутриплощадочных газопроводов (по исходным данным)

$$V = \frac{3{,}14}{4} \cdot 0{,}05^2 \cdot 600 + \frac{3{,}14}{4} \cdot 0{,}032^2 \cdot 200 = 1{,}364 \text{ м}^3$$

Молярная масса СУГ [2]

$$M = \frac{1}{\frac{0{,}5}{44{,}097} + \frac{0{,}5}{58{,}124}} = 50{,}15 \text{ кг/кмоль}$$

Расход СУГ из-за негерметичности фланцевых соединений и газопроводной арматуры определяется по формуле 28

$$G_{уг}^{нг} = 3{,}57 \cdot 10^{-2} \cdot \eta \cdot P_{изб} \cdot m \cdot V \cdot \sqrt{\frac{M}{T}}$$

$$G_{ут}^{г} = 3{,}57 \cdot 10^{-2} \cdot 2 \cdot 600000 \cdot 0{,}001 \cdot 1{,}34 \sqrt{\frac{50{,}15}{253}} = 25{,}56 \text{ г/ч}$$

Потери СУГ из-за негерметичности определяются по формуле 27

$$M_{ут}^{нг} = G_{ут}^{нг} \cdot 24 \cdot L \cdot 10^{-3} \cdot \tau_о$$

$$M_{ут}^{г} = 25{,}56 \cdot 24 \cdot 30 \cdot 10^{-3} \cdot 1 = 18{,}4 \text{ кг}$$

Б.2.5.2 Потери СУГ при проверке срабатывания сбросных предохранительных клапанов, установленных на газопроводах жидкой фазы

Площадь сечения предохранительного клапана определяется по формуле 17

$$F = 2{,}22 \cdot d_э \cdot h$$

$$F = 2{,}22 \cdot 50 \cdot 2 = 222 \text{ мм}^2$$

Плотность жидкой фазы СУГ $\rho_ж = 588$ (таблица 2)

Расход СУГ при проверке срабатывания клапана определяется по формуле 30

$$G_{ПСК}^{г} = \frac{5{,}03}{3600} \cdot \alpha \cdot F \cdot \sqrt{(P_1 - P_2) \cdot \rho_ж},$$

$$G_{ПСК}^{г} = \frac{5{,}03}{3600} \cdot 0{,}6 \cdot 222 \sqrt{(0{,}6 - 0) \cdot 588} = 3{,}5 \text{ кг/с}$$

Потери СУГ при проверке срабатывания клапана определяются по формуле 29

$$M_{ПСК}^{г} = n_{ПСК}^{г} \cdot \tau_{ПСК}^{г} \cdot G_{ПСК}^{г} \cdot \tau_о \cdot n_{пр}$$

$$M_{ПСК}^{г} = 7 \cdot 3 \cdot 3{,}5 \cdot 1 \cdot 1 = 73{,}5 \text{ кг}$$

Б.2.5.3 Потери СУГ при проведении текущего ремонта газопроводной арматуры

Объем трубопроводов жидкой фазы, освобождаемых от газа при проведении ремонта (по исходным данным)

$$V_{тр.ж}^{г} = \frac{3{,}14}{4} \cdot 0{,}05^2 \cdot 400 + \frac{3{,}14}{4} \cdot 0{,}032^2 \cdot 100 = 0{,}87 \text{ м}^3$$

Потери жидкой фазы СУГ при проведении ремонта газопроводной арматуры определяются по формуле 31

$$M^{г}_{тр.ж} = V^{г}_{ж} \cdot (\rho_{ж} + 1{,}2 \cdot \rho_{пр}) \cdot \frac{\tau_{о}}{\tau_{р}}.$$

Плотность жидкой фазы СУГ $\rho_{ж}$ =588 кг/м^3 (таблица 2).

Плотность паровой фазы СУГ при проведении продувки $\rho_{пр}$= 15,0 кг/м^3 (таблица 4).

$$M^{г}_{тр.ж} = 0{,}87 \cdot (588 + 1{,}2 \cdot 15{,}0) \cdot \frac{1}{12} = 43{,}9 \text{ кг}$$

Объем трубопроводов паровой фазы, освобождаемых от газа при проведении ремонта (по исходным данным)

$$V^{г}_{п} = \frac{3{,}14}{4} \cdot 0{,}05^2 \cdot 200 + \frac{3{,}14}{4} \cdot 0{,}032^2 \cdot 100 = 0{,}47 \text{ м}^3$$

Потери паровой фазы СУГ при проведении ремонта газопроводной арматуры определяются по формуле 32

$$M^{г}_{тр.п} = V^{г}_{ж} \cdot (\rho_{п} + 1{,}2 \cdot \rho_{пр}) \cdot \frac{\tau_{о}}{\tau_{р}}$$

Плотность паровой фазы СУГ $\rho_{п}$ =23,63 кг/м^3 (таблица 3).

$$M^{г}_{тр.п} = 0{,}47 \cdot (23{,}63 + 1{,}2 \cdot 15{,}0) \cdot \frac{1}{12} = 1{,}6 \text{ кг}$$

Суммарные потери при ремонте газопроводной арматуры

$$M^{г}_{тр.п} = 43{,}9 + 1{,}6 = 45{,}5 \text{ кг}$$

Б.2.6 Потери СУГ при проведении технического обслуживания и ремонта насосов и компрессоров

Б.2.6.1 Потери СУГ при проведении технического обслуживания и ремонта насосов определяются по формуле 33

$$M_{н} = K^{н}_{ут} \cdot V_{н} \cdot n_{н} \cdot (\rho_{ж} + 1{,}2 \cdot \rho_{пр}) \cdot \frac{\tau_{о}}{\tau^{н}_{р}}$$

Плотность жидкой фазы СУГ $\rho_{ж}$ =588 кг/м^3 (таблица 2).

Плотность паровой фазы СУГ при проведении продувки $\rho_{пр}$=15,0 кг/м^3 (таблица 4).

$$M_{п} = 1,1 \cdot 0,011 \cdot 2 \cdot (588 + 1,2 \cdot 15,0) \cdot \frac{1}{1} = 14,7 \text{ кг}$$

Б.2.6.2 Потери СУГ при проведении технического обслуживания и ремонта компрессоров определяются по формуле 35

$$M_{к} = К^{к}_{ут} \cdot V_{к} \cdot n_{к} \cdot (\rho_{п} + 1,2 \cdot \rho_{пр}) \cdot \frac{\tau_{о}}{\tau^{к}_{р}}$$

Плотность паровой фазы СУГ $\rho_{п}$ =23,63 кг/м^3 (таблица 3).

$$M_{к} = 1,1 \cdot 0,04 \cdot 2 \cdot (23,63 + 1,2 \cdot 15,0) \cdot \frac{1}{1} = 3,7 \text{ кг}$$

Б.2.7 Суммарные технологические потери СУГ на объекте

Общие потери газа на ГНС

$M_{ГНС}$= 5,4+10086,8+579+146+145,4+115,2+617+123,4+1234+117+53,42+ +28,51+13,85 +15,36+18,4+73,5+43,9+45,5+14,7+3,7=13480,04 кг

Суммарные технологические потери СУГ на объекте определяются по формуле 35

$$M_{пот} = К_{ну} \cdot \sum M_{i}$$

$$M_{пот} = 1,20 \cdot 13480,04 = 16176,048 \text{ кг}$$

Приложение В
(информационное)

Библиография

1 ГОСТ 12.2.085-2002 Сосуды, работающие под давлением. Клапаны предохранительные. Требования безопасности.

2 Стаскевич Н.Л.. Вигдорчик Д.Я. Справочник по сжиженным углеводородным газам. Л.. Недра, 1986

3 Шмеренлихт Д.В. Гидравлика. М: Энергоатомиздат, 1984, 639 с.

4 Войткунский Я.И., Фадеев Ю. И., Федяевский Н.Н. Гидромеханика. Л.: Судостроение, 1982

5 Повх И.Л. Техническая гидромеханика. Л.: Машиностроение, 1976

6 Крылов Е.В. Продолжительность наполнения баллонов сжиженным газом //Газовая промышленность, № 6, 1981, с 56-58

7 Преображенский Н.И. Сжиженные углеводородные газы. Л.: Недра, 1975, 276 с.

8 А.П. Клименко, А.А. Петрушенко и др. Термодинамичсские свойства легких углеводородов парафинового ряда. Киев, 1960

9 Рубинштейн С В. Газонаполнительные станции сжиженных углеводородных газов. – Л.: Недра, 1989

10 Определение потерь СУГ на ГНС г. Сочи. Материалы ОАО "Гипрониигаз", Саратов, 1999

11 Расчет технологических потерь сжиженного газа на АГЗС в п. Коммунар. Материалы ОАО "Гипрониигаз" Саратов, 2001

12 Определение технологических потерь СУГ на ГНС ООО "Сервисгаз". Материалы ОАО "Гипрониигаз", Саратов, 2000

13 Методические указания по расчету норм естественной убыли при хранении и транспорте продуктов в газопереработке, ВНИПИгаз, 1985

14 Методика расчета удельных показателей загрязняющих веществ в выбросах (сбросах) в атмосферу (водоемы) на объектах газового хозяйства. Саратов: Гипрониигаз, 1996, 89 с.

15 Кряжев Б.Г., Маевский М.А. Техника безопасности при использовании сжиженных газов. – М.: изд. "Недра, 1969. 182 с.

16 Типовые решения по реконструкции газонаполнительных станций при оснащении их средствами механизации. Минжилкомхоз РСФСР, Гипрониигаз, Саратов, 1986

17 Отчет о научно-исследовательской работе "Состояние вопроса о технологических потерях СУГ". Гипрониигаз, 2001

18 Сборник руководящих материалов для работников газового хозяйства РСФСР. Дополнения и изменения. – Л.: Недра, 1989

19 Тищенко Н.Ф. Охрана атмосферного воздуха. Расчет содержания вредных веществ и их распределение в воздухе (справочник). М.: Изд. Химия, 1991

Типография ООО «Три А».
Московская, 55, оф. 706.
Тел. 23-60-31.
Тир. 1000. Зак. № 8 от 13.01.2004 г.

gost.e-ecolog.ru