

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО

«ГАЗПРОМ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЕ»

рекомендации организации

Диспетчерское управление

ПРОЦЕССЫ

Процесс работы с данными

**ПОРЯДОК ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЪЕМА ПРИРОДНОГО ГАЗА
ПРИ АВАРИЙНЫХ ВЫБРОСАХ**

Р ГАЗПРОМ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЕ 12.2.2-2-2015

Издание официальное

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

2015

Сведения о рекомендациях

1 РАЗРАБОТАНЫ Открытым акционерным обществом «Головной научно–исследовательский и проектный институт по распределению и использованию газа» (ОАО «Гипрониигаз»)

2 ВНЕСЕНЫ Открытым акционерным обществом «Газпром газораспределение» (ОАО «Газпром газораспределение»)

3 УТВЕРЖДЕНЫ И ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ Распоряжением ООО «Газпром межрегионгаз» от 11.12.2015 № 81-Р/37

4 ВВЕДЕНЫ ВПЕРВЫЕ

5 СРОК ДЕЙСТВИЯ 3 года

Содержание

1	Область применения.....	1
2	Нормативные ссылки.....	1
3	Термины и определения.....	2
4	Общие положения.....	3
5	Расчет объема аварийных выбросов из поврежденного участка сети газораспределения и/или газопотребления.....	5
Приложение А	(рекомендуемое) Определение площади аварийного отверстия.....	17
Приложение Б	(справочное) Блок-схема порядка расчета объема аварийных выбросов из поврежденного участка сети газораспределения и/или газопотребления до проведения работ по локализации	22
Приложение В	(рекомендуемое) Определение плотности газа в газопроводе в месте аварии.....	24
Приложение Г	(рекомендуемое) Определение запаса газа.....	26
Приложение Д	(справочное) Объем газа, затрачиваемый при продувке газом одного погонного метра газопровода.....	29
	Библиография.....	37

РЕКОМЕНДАЦИИ ОАО «ГАЗПРОМ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЕ»

Диспетчерское управление

ПРОЦЕССЫ

Процесс работы с данными

**ПОРЯДОК ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЪЕМА ПРИРОДНОГО ГАЗА ПРИ
АВАРИЙНЫХ ВЫБРОСАХ**

Дата введения: 2015-12-14

1 Область применения

1.1 Настоящие рекомендации устанавливают порядок и методы определения объема природного газа при аварийных выбросах из наружных газопроводов сетей газораспределения и газопотребления и расположенных на них технических устройств.

1.2 Положения настоящих рекомендаций подлежат применению в структурных подразделениях ООО «Газпром межрегионгаз», ОАО «Газпром газораспределение», его дочерних газораспределительных организациях, осуществляющих эксплуатацию сетей газораспределения и/или газопотребления на праве собственности или ином законном основании.

2 Нормативные ссылки

В настоящих рекомендациях использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ Р 53865-2010 Системы газораспределительные. Термины и определения

СТО ГАЗПРОМ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЕ 12.2.2-1-2013 Диспетчерское управление. Процессы. Процесс работы с данными. Определение пропускной способности, расчет свободных мощностей газопроводов

Примечание – При пользовании настоящими рекомендациями целесообразно проверить действие ссылочных стандартов по соответствующим указателям, составленным на 1 января текущего года и информационным указателям,

опубликованным в текущем году. Если ссылочный документ заменён (изменен), то при пользовании настоящими рекомендациями следует руководствоваться замененным (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящих рекомендациях применены термины в соответствии с Федеральным законом [1], Техническим регламентом [2], ГОСТ Р 53865, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 аварийные выбросы: Истечение газа из аварийного отверстия.

3.2 аварийное отверстие: Отверстие в стенке или сварном соединении газопровода и/или технического устройства, образовавшееся в результате коррозионного, либо механического повреждения, через которое происходит истечение газа в атмосферу.

Примечание - В случае полного раскрытия газопровода или разрушения технического устройства, в качестве аварийного отверстия выступает полость трубы газопровода или технического устройства.

3.3 локализация участка сети газораспределения и/или газопотребления: Перекрытие потоков газа к месту аварии по всем газопроводам, входящим в поврежденный участок сети газораспределения и/или газопотребления, путем перевода запорной арматуры, секционирующей поврежденный участок сети газораспределения и/или газопотребления, из положения «открыто» в положение «закрыто».

3.4 начальный момент аварии: Момент образования аварийного отверстия.

3.5 поврежденный участок сети газораспределения и/или газопотребления: Участок сети газораспределения и/или газопотребления, содержащий газопровод и/или техническое устройство с аварийным отверстием.

4 Общие положения

4.1 Расчет объема аварийных выбросов из наружных газопроводов сетей газораспределения и/или газопотребления и расположенных на них технических устройств проводится с учетом их фактического режима работы.

4.2 За время истечения аварийного объема газа из газопровода и/или технического устройства до проведения работ по локализации принимается период от момента обнаружения аварии (поступления сообщения об аварии в аварийную диспетчерскую службу (АДС) эксплуатационной организации) до момента локализации поврежденного участка сети газораспределения и/или газопотребления. Время перевода арматуры, секционирующей поврежденный участок сети газораспределения и/или газопотребления, из положения «открыто» в положение «закрыто» принимается мгновенным для каждого технического устройства.

4.3 В случае если аварийные выбросы происходят в газопроводе и/или техническом устройстве, входящем в состав разветвленного участка сети газораспределения и/или газопотребления, и до момента локализации зафиксировано срабатывание защитной арматуры на источнике газа, исключающее попадание газа в поврежденный участок, за момент локализации поврежденного участка принимается момент фиксации срабатывания защитной арматуры на источнике газа.

4.4 В случае если аварийные выбросы происходят в газопроводе и/или техническом устройстве, входящем в состав закольцованного участка сети газораспределения и/или газопотребления, и до момента локализации зафиксированы срабатывания защитных арматур на всех источниках газа, исключающие попадание газа в поврежденный участок, за момент локализации поврежденного участка принимается момент фиксации срабатывания защитной арматуры на всех источниках газа, от которых газ поступает в поврежденный участок.

4.5 Для определения фактических значений:

- давления газа в месте аварии;
- давления газа у потребителей;
- количества газа, транспортируемого по газопроводам сети газораспределения и/или газопотребления;

- количества газа, поступающего в сеть газораспределения и/или газопотребления от источников,

рекомендуется использовать программно-вычислительные комплексы, позволяющие проводить расчеты моделей сетей газораспределения и/или газопотребления в соответствии с требованиями СТО ГАЗПРОМ ГАЗОРАСПРЕДЕЛЕНИЕ 12.2.2-1 и/или результаты натурных измерений.

4.6 Размер и форма аварийного отверстия принимают постоянными за период времени от обнаружения утечки до завершения работ по локализации аварийного участка сети газораспределения и/или газопотребления и его последующей продувки.

4.7 Площадь аварийного отверстия S определяют в соответствии с приложением А.

4.8 При определении объема аварийных выбросов:

- учитывают режим аварии;
- применяют принцип невозможности перехода аварии из одного режима в другой;

- давление газа в газопроводе и/или техническом устройстве принимают избыточным;

- температура газа в газопроводе и/или техническом устройстве определяют на основании натурных измерений. При невозможности проведения натурных измерений, температуру газа принимают равной температуре окружающего воздуха.

5 Расчет объема аварийных выбросов из поврежденного участка сети газораспределения и/или газопотребления

5.1. Составляющие аварийных выбросов

5.1.1 Объем аварийных выбросов из поврежденного участка сети газораспределения и/или газопотребления V , м³, определяется по формуле

$$V = V_a + V_{п} + V_{пз} + V_{рег}, \quad (1)$$

где V_a – объем аварийных выбросов из поврежденного участка сети газораспределения и/или газопотребления до проведения работ по локализации, м³;

$V_{п}$ – объем аварийных выбросов из поврежденного участка сети газораспределения и/или газопотребления после проведения работ по локализации, м³;

$V_{пз}$ – объем газа, затрачиваемый на продувку газом локализованного участка сети газораспределения и/или газопотребления, м³;

$V_{рег}$ – объем газа, затрачиваемый на регулировку и настройку газового оборудования пунктов редуцирования газа, м³.

5.2 Расчет объема аварийных выбросов из поврежденного участка сети газораспределения и/или газопотребления до проведения работ по локализации

5.2.1 Идентификация режима аварии

5.2.1.1 Для идентификации режима аварии последовательно проводятся два гидравлических расчета сети газораспределения и/или газопотребления, включающей в себя поврежденный участок газопровода и/или технического устройства, в соответствии с 5.2.1.2 – 5.2.1.4. При этом истечение газа из аварийного отверстия рассматривается как дополнительный потребитель газа в сети газораспределения и/или газопотребления с расходом газа, равным расходу газа из аварийного

отверстия при аварийных выбросах до проведения работ по локализации поврежденного участка сети газораспределения и/или газопотребления.

5.2.1.2 При первом гидравлическом расчете определяется давление P_a и плотность газа ρ_a в газопроводе и/или техническом устройстве в месте аварии в начальный момент аварии. При этом расход газа из аварийного отверстия Q_a принимается равным $0 \text{ м}^3/\text{ч}$.

5.2.1.3 По формулам (4) или (5) определяется расход газа из аварийного отверстия Q_a при давлении P_a и плотности газа ρ_a , полученным в 5.2.1.2.

5.2.1.4 При втором гидравлическом расчете определяется давление P_a и плотность газа ρ_a в газопроводе и/или техническом устройстве в месте аварии при расходе газа Q_a , полученном в 5.2.1.3. В случае срабатывания защитной арматуры на источниках газа в сети газораспределения и/или газопотребления до момента локализации поврежденного участка, данные источники исключаются при проведении гидравлического расчета.

5.2.1.5 Авария будет протекать при сохранении нормального режима газоснабжения (СНРГ) в случаях, если:

– в период от начального момента аварии до начала проведения работ по локализации поврежденного участка сети газораспределения и/или газопотребления в АДС эксплуатационной организации не поступали данные от потребителей о нарушении поставки газа;

– после проведения гидравлического расчета в соответствии с 5.2.1.4 для каждого потребителя в сети газораспределения и/или газопотребления, содержащей поврежденный участок, выполняется неравенство

$$P_i \geq P_i^r, \quad (2)$$

где P_i – значение давления газа у i -го потребителя, Па;

P_i^r – граничное значение давления газа у i -го потребителя, Па.

Граничное значение давления газа P_i^r соответствует минимально необходимому значению давления транспортируемого газа потребителю, равному нижней границе значения давления для категории давления газопровода, содержащего аварийное отверстие, или устанавливаемое индивидуально для каждого конкретного потребителя.

5.2.1.6 Авария будет протекать при нарушении нормального режима газоснабжения (ННРГ) в случаях, если хотя бы для одного потребителя:

– в период от начального момента аварии до начала проведения работ по локализации поврежденного участка сети газораспределения и/или газопотребления в АДС эксплуатационной организации поступали данные о нарушении поставки газа;

– после проведения гидравлического расчета в соответствии с 5.2.1.4 не выполняется неравенство (2).

5.2.2 Расчет объема аварийных выбросов из поврежденного участка сети газораспределения и/или газопотребления до проведения работ по локализации после идентификации режима аварии

5.2.2.1 В случае идентификации аварии при СНРГ расход газа из аварийного отверстия Q_a определяется по формулам (4) или (5) при давлении P_a и плотности газа ρ_a , полученным в 5.2.1.4.

5.2.2.2 В случае идентификации аварии при ННРГ:

а) по формулам (4) или (5) определяется расход газа из аварийного отверстия Q_a при давлении P_a и плотности газа ρ_a , полученным в 5.2.1.4;

б) проводится гидравлический расчет участка сети газораспределения и/или газопотребления и определяется значение давления P_a и плотности газа ρ_a в месте аварии при расходе газа из аварийного отверстия Q_a , полученном в перечислении а) 5.2.2.2. При этом расход газа потребителей, для которых в результате гидравлического расчета, проведенного по 5.2.1.4, не выполняется неравенство (2), принимается равным $0 \text{ м}^3/\text{ч}$;

в) по формулам (4) или (5) определяется расход газа из аварийного отверстия Q_a при давлении P_a и плотности газа ρ_a , полученным в 5.2.1.5.

5.2.2.3 Проводится гидравлический расчет участка сети газораспределения и/или газопотребления и определяется давление P_a и плотность газа ρ_a в месте аварии при расходе газа из аварийного отверстия Q_a , полученном в 5.2.2.1 или перечислении в) 5.2.2.2.

5.2.2.4 По формулам (4) или (5) определяется расход газа из аварийного отверстия Q_a при давлении P_a и плотности газа ρ_a , полученным в 5.2.2.3.

5.2.2.5 Расход газа в месте аварии, полученный на основании последнего расчета по 5.2.2.4 сравнивается с расходом газа в месте аварии, полученным на основании предыдущего расчета по 5.2.2.1 или перечислению в) 5.2.2.2, в зависимости от режима аварии

$$|Q_a^{i-1} - Q_a^i| < 0,05 \cdot Q_a^{i-1}, \quad (3)$$

где Q_a^{i-1} – расход газа в месте аварии, полученный на основании предыдущего гидравлического расчета, м³/ч;

Q_a^i – расход газа в месте аварии, полученный на основании последнего гидравлического расчета, м³/ч.

5.2.2.6 Процесс проведения расчетов по 5.2.2.3 – 5.2.2.4 продолжается итерационно до выполнения неравенства (3).

5.2.2.7 В случае выполнения неравенства (3), в качестве расхода газа из аварийного отверстия принимается значение расхода Q_a^i , полученное в результате последнего расчета по 5.2.2.4.

5.2.2.8 Блок-схема порядка расчета объема аварийных выбросов из поврежденного участка сети газораспределения и/или газопотребления до проведения работ по локализации приведена в приложении Б.

5.2.2.9 Расход газа при аварийных выбросах до момента локализации поврежденного участка сети газораспределения и/или газопотребления Q_a , м³/ч, определяется:

- при давлении газа в газопроводе и/или техническом устройстве в месте аварии до 90 кПа включительно по формуле

$$Q_a = \frac{3600 \cdot \mu \cdot S \cdot k_0}{\rho_0} \sqrt{8,45 \cdot (P_a + P_0) \cdot \rho_a \cdot \left(\left(\frac{P_0}{P_a + P_0} \right)^{1,53} - \left(\frac{P_0}{P_a + P_0} \right)^{1,76} \right)}, \quad (4)$$

- при давлении газа в газопроводе и/или техническом устройстве в месте аварии свыше 90 кПа по формуле

$$Q_a = \frac{3600 \cdot \mu \cdot S \cdot k_0}{\rho_0} \sqrt{0,44 \cdot (P_a + P_0) \cdot \rho_a} \quad (5)$$

где μ – коэффициент расхода отверстия (см. таблицу 1);

S – площадь аварийного отверстия в трубе газопровода и/или техническом устройстве, м²

k_0 – коэффициент, учитывающий сопротивление грунта выходу газа из аварийного отверстия в трубе подземного или подводного газопровода. Значение коэффициента при отсутствии утвержденных методик для его определения принимают равным 1;

ρ_0 – плотность газа при стандартных условиях, кг/м³;

P_a – давление газа в газопроводе и/или техническом устройстве в месте аварии, Па;

P_0 – атмосферное давление, Па;

ρ_a – плотность газа в газопроводе и/или техническом устройстве в месте аварии, кг/м³.

Таблица 1 – Значения коэффициента расхода отверстия

$\frac{S}{S_{\text{вн}}^*}$	Менее 0,1	От 0,1 до 0,2	От 0,2 до 0,3	От 0,3 до 0,4	От 0,4 до 0,5	От 0,5 до 0,6	От 0,6 до 0,7	От 0,7 до 0,8	От 0,8 до 0,9	От 0,9
μ	0,611	0,614	0,622	0,634	0,65	0,678	0,724	0,787	0,888	1,09

* $S_{\text{вн}}$ – площадь внутреннего сечения газопровода и/или технического устройства, содержащего аварийное отверстие, определяемая по 5.2.2.10, м²

5.2.2.10 Площадь внутреннего сечения газопровода и/или технического устройства, содержащего аварийное отверстие $S_{\text{вн}}$, м², определяется по формуле

$$S_{\text{вн}} = \frac{\pi \cdot d_{\text{вн}}^2}{4}, \quad (6)$$

где $d_{\text{вн}}$ – внутренний диаметр газопровода и/или технического устройства, содержащего аварийное отверстие, м.

5.2.2.11 Плотность газа в газопроводе в месте аварии ρ_a определяется в соответствии с приложением В.

5.2.2.12 Объем аварийных выбросов из поврежденного участка сети газораспределения и/или газопотребления до проведения работ по локализации V_a , м³, определяется по формуле

$$V_a = Q_a \cdot t^{\text{дл}}, \quad (7)$$

где Q_a – расход газа при аварийных выбросах до момента локализации поврежденного участка сети газораспределения и/или газопотребления, м³/ч;

$t^{\text{дл}}$ – время истечения газа из аварийного отверстия до момента локализации поврежденного участка сети газораспределения и/или газопотребления, ч.

5.2.2.13 В случае если аварийные выбросы происходят в газопроводе и/или техническом устройстве, входящем в состав разветвленного участка сети газораспределения и/или газопотребления, на котором было

зафиксировано срабатывание защитной арматуры на источнике, исключающее попадание газа в поврежденный участок, расчет объема аварийных выбросов из поврежденного участка сети газораспределения и/или газопотребления до проведения работ по локализации V_a проводится в соответствии с 5.2.1.1 – 5.2.2.12, с учетом 5.2.2.14 – 5.2.2.16. При этом давление газа в газопроводе и/или техническом устройстве в месте аварии P_a , Па, определяется по формуле

$$P_a = \frac{P_a^{\text{раб}} + P_a^{\text{защ.арм}}}{2}, \quad (8)$$

где $P_a^{\text{раб}}$ – давление в газопроводе в месте аварии, определяемое гидравлическим расчетом, при рабочем давлении на источнике газа, Па;

$P_a^{\text{защ.арм}}$ – давление в газопроводе в месте аварии, определяемое гидравлическим расчетом, при максимальном давлении на источнике газа, при котором происходит срабатывание защитной арматуры, исключающее попадание газа в поврежденный участок сети газораспределения и/или газопотребления, Па.

5.2.2.14 Расчет значения плотности газа в газопроводе и/или техническом устройстве в месте аварии ρ_a проводится на основании значения давления газа в газопроводе в месте аварии P_a , полученного в 5.2.2.13.

5.2.2.15 Время истечения газа из аварийного отверстия до момента локализации поврежденного участка сети газораспределения и/или газопотребления $t^{\text{дл}}$ определяется временем срабатывания устройств, фиксирующих срабатывание защитной арматуры на источнике и передающих соответствующий сигнал в АДС эксплуатационной организации. При отсутствии соответствующих устройств фиксации и передачи данных, время истечения газа из аварийного отверстия до момента локализации поврежденного участка $t^{\text{дл}}$, ч, определяется по формуле

$$t_{\text{дл}} = \frac{V_{\text{зап}}^{\text{р.д.}} - V_{\text{зап}}^{\text{д.с.з.а}}}{Q_{\text{а}} - \left(Q_{\text{ист}} - \sum_{i=1}^u Q_i^{\text{потр}} \right)}, \quad (9)$$

где $V_{\text{зап}}^{\text{р.д.}}$ – запас газа в поврежденном участке сети газораспределения и/или газопотребления при рабочем давлении на источнике газа, м^3 ;

$V_{\text{зап}}^{\text{д.с.з.а}}$ – запас газа в поврежденном участке сети газораспределения и/или газопотребления при максимальном давлении на источнике газа, при котором происходит срабатывание защитной арматуры, исключающее попадание газа в поврежденный участок сети газораспределения и/или газопотребления, м^3 ;

$Q_{\text{а}}$ – расход газа при аварийных выбросах до момента локализации поврежденного участка сети газораспределения и/или газопотребления, определяемый при рабочем давлении газа на источнике, $\text{м}^3/\text{ч}$;

$Q_{\text{ист}}$ – расход газа от источника поврежденного участка сети газораспределения и/или газопотребления, $\text{м}^3/\text{ч}$;

$Q_i^{\text{потр}}$ – расход газа i -м потребителем, которому осуществляется подача газа от поврежденного участка сети газораспределения и/или газопотребления, $\text{м}^3/\text{ч}$;

u – количество потребителей газа на поврежденном участке сети газораспределения и/или газопотребления, шт.

5.2.2.16 Запас газа в поврежденном участке сети газораспределения и/или газопотребления $V_{\text{зап}}$ определяется в соответствии с приложением Г.

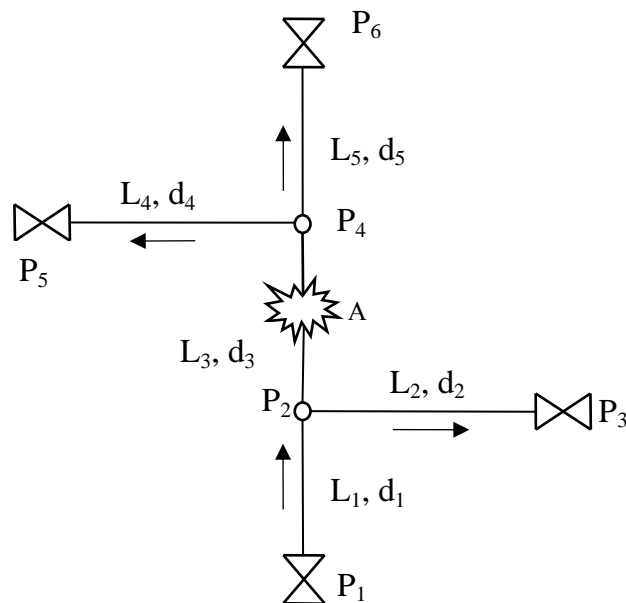
5.3 Расчет объема аварийных выбросов из поврежденного участка сети газораспределения и/или газопотребления после проведения работ по локализации

5.3.1 Объем аварийных выбросов из поврежденного участка сети газораспределения и/или газопотребления после проведения работ по локализации $V_{\text{п}}$ равен запасу газа в локализованном участке сети газораспределения и/или газопотребления $V_{\text{зап}}$ и определяется в соответствии с приложением Г.

5.3.2 Поврежденный участок сети газораспределения и/или газопотребления разбивается на элементарные участки между следующими узлами:

- изменение диаметра газопровода;
- место разветвления газопровода;
- место расположения трубопроводной арматуры, секционирующей поврежденный участок сети газораспределения и/или газопотребления;
- тупик газопровода;
- потребитель газа в сети газораспределения и/или газопотребления;
- источник газа в сети газораспределения и/или газопотребления.

Пример поврежденного участка сети газораспределения и/или газопотребления, разбитого на элементарные участки, приведен на рисунке 1.



A – место аварии; P₁ – P₆ – давление газа в узлах газопровода;
 L₁ – L₅ – длина элементарных участков газопроводов; d₁ – d₅ – внутренний диаметр элементарных участков газопроводов.

Рисунок 1 – Пример поврежденного участка сети газораспределения и/или газопотребления, разбитого на элементарные участки

5.4 Расчет объема газа, затрачиваемого при продувке газом локализованного участка сети газораспределения и/или газопотребления после устранения аварии

5.4.1 Объем газа, затрачиваемый при продувке газом локализованного участка сети газораспределения и/или газопотребления V_{пр}, м³, определяется в соответствии с методикой [4] по формуле

$$V_{\text{пр}} = \frac{0,0029 \cdot k \cdot (P_0 + P_n) \cdot \sum_{i=1}^m V_i}{T_a}, \quad (12)$$

где k – поправочный коэффициент (1,25 – 1,3), учитывающий реальное увеличение расхода газа на продувку, связанное с техническими сложностями точного определения момента завершения продувки, определяемый в соответствии с [4];

- P_0 – атмосферное давление, Па;
- P_n – нормативное значение давления газа, до которого ведется продувка газопровода газом после ликвидации последствий аварии, Па;
- m – количество элементарных участков, входящих в поврежденный участок сети газораспределения и/или газопотребления, шт.;
- V_i – внутренний объем каждого элементарного участка газопровода, входящего в состав локализованного участка сети газораспределения и/или газопотребления, м³;
- T_a – температура газа в газопроводе и/или техническом устройстве в месте аварии, К.

5.4.2 Нормативное значение давления газа в газопроводе, до которого ведется продувка газопровода в зависимости от категории давления газопровода, входящего в локализованный участок:

– для газопроводов низкого давления – от 1800 до 5000 Па включительно;

– для газопроводов среднего и высокого давления – 100000 Па.

5.4.3 Объем газа, затрачиваемый на продувку одного погонного метра газопроводов, выполненных из различных материалов для различных диаметров и значений поправочного коэффициента k , приведен в приложении Д.

5.5 Расчет объема газа, затрачиваемого на регулировку и настройку газового оборудования пунктов редуцирования газа

5.5.1 Объем газа, затрачиваемый на регулировку и настройку газового оборудования пунктов редуцирования газа $V_{пер}$, м³, определяется в соответствии с методикой [4] по формуле

$$V_{пер} = \frac{9,24 \cdot d^2 \cdot \tau \cdot \sqrt{\frac{P_n}{\rho_0}} \cdot (P_0 + P_n)}{T_a}, \quad (13)$$

где d – внутренний диаметр продувочной свечи, м;

τ – суммарное время, в течение которого осуществляется сброс газа в атмосферу при проведении работ по регулировке и настройке газового оборудования пунктов редуцирования газа, ч;

P_n – нормативное значение давления газа, до которого ведется продувка газопровода газом после ликвидации последствий аварии, Па;

ρ_0 – плотность газа при стандартных условиях, кг/м³;

P_0 – атмосферное давление, Па;

T_a – температура газа в газопроводе и/или техническом устройстве в месте аварии, К.

Приложение А

(рекомендуемое)

Определение площади аварийного отверстия

А.1 В качестве площади аварийного отверстия S рекомендуется принимать площадь отверстия в стенке трубы газопровода и/или технического устройства, определенную на основании минимального геометрического размера X_{\min} отверстия, из которого происходит истечение газа в окружающую среду, указанного на рисунке А.1.

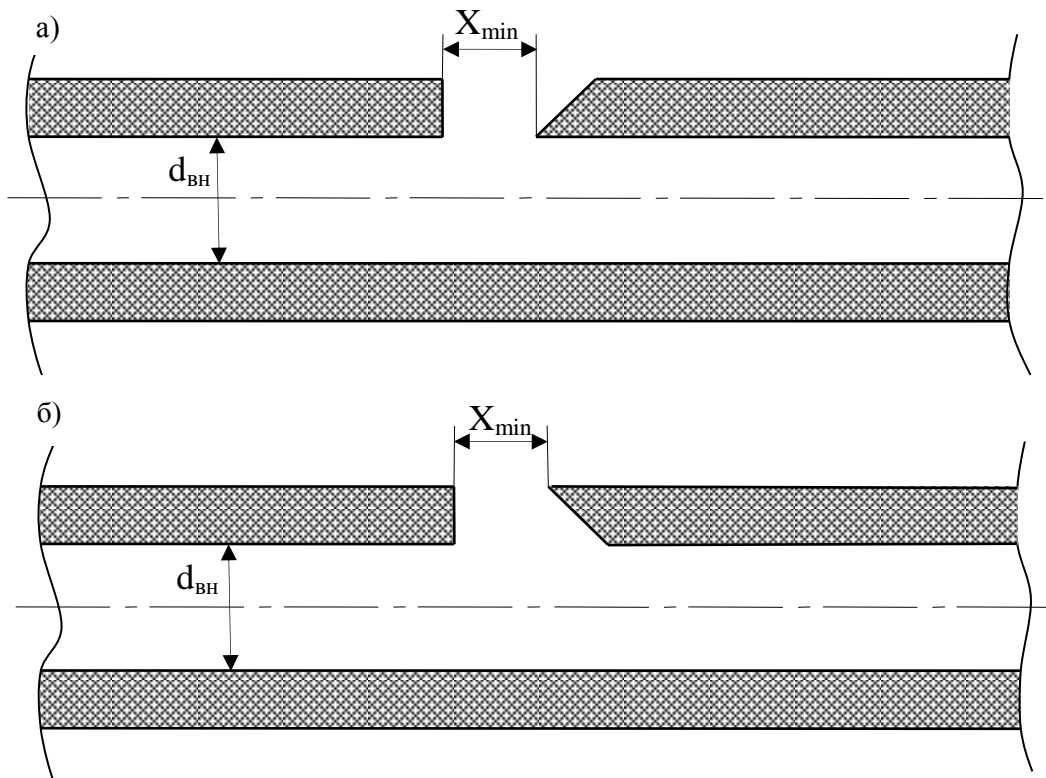
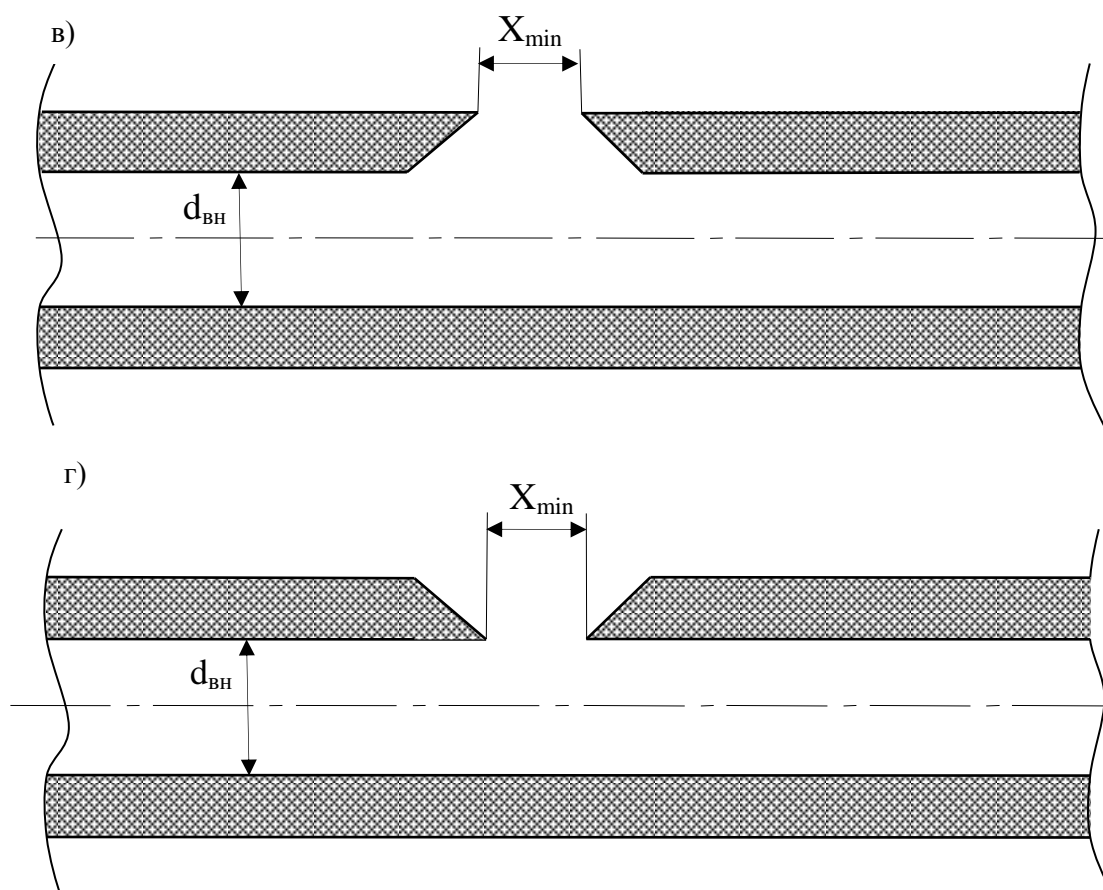


Рисунок А.1, лист 1 – Примеры определения минимального геометрического размера для определения площади аварийного отверстия



X_{min} – минимальный геометрический размер отверстия, из которого происходит истечение газа в окружающую среду;

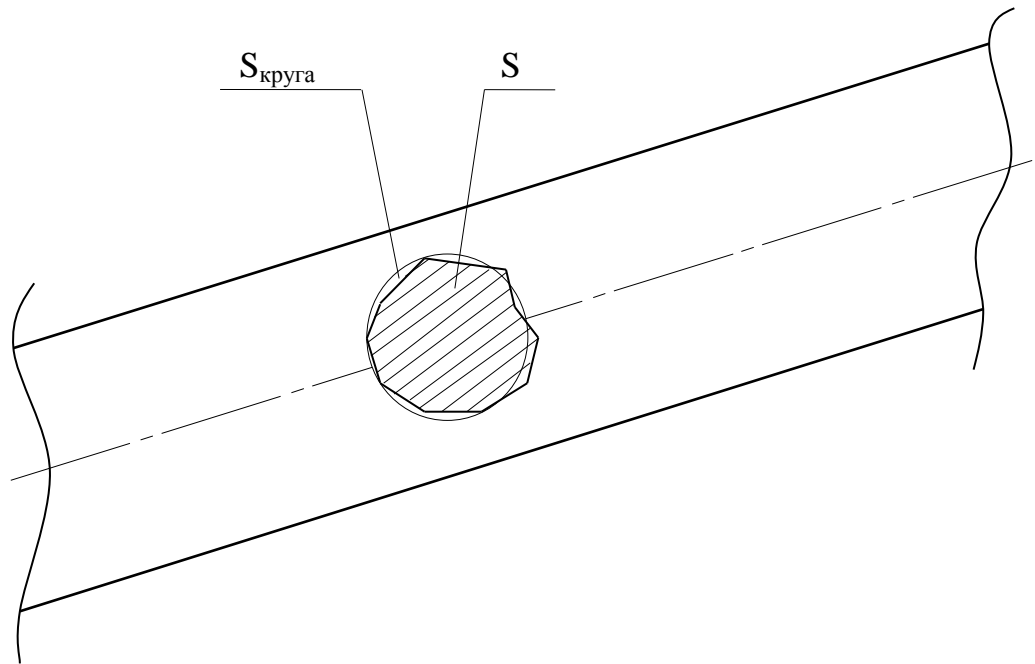
$d_{вн}$ – внутренний диаметр газопровода

Рисунок А.1, лист 2

А.2 В качестве площади аварийного отверстия S рекомендуется принимать:

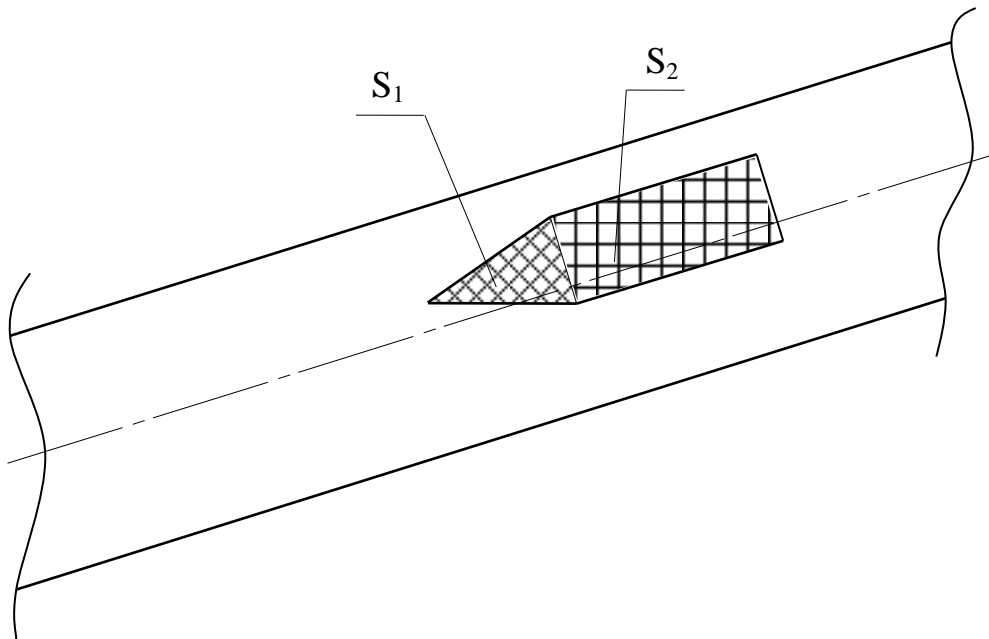
- площадь элементарной геометрической фигуры (круг, квадрат, треугольник, прямоугольник), максимально совпадающей с геометрической формой аварийного отверстия, пренебрегая неровностью кромки аварийного отверстия (см. рисунок А.2);

- площадь, равную сумме площадей элементарных геометрических фигур, максимально совпадающих с геометрической формой аварийного отверстия (см. рисунок А.3).



S – площадь аварийного отверстия; $S_{\text{круга}}$ – площадь круга

Рисунок А.2 – Пример определения площади аварийного отверстия с неровными кромками по аналогии с площадью круга



S_1 – площадь треугольника; S_2 – площадь прямоугольника

Рисунок А.3 – Пример определения площади аварийного отверстия по сумме площадей элементарных геометрических фигур

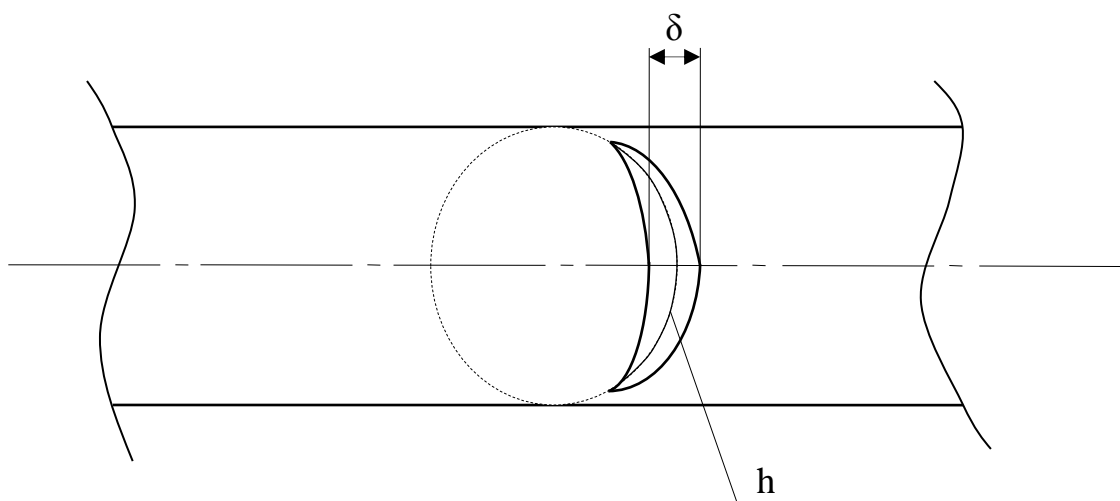
А.3 В случае сквозных поперечных трещин в стенке трубы и разрыва сварного соединения газопровода площадь аварийного отверстия S , м², может быть приближенно определена по формуле

$$S = 0,5 \cdot \delta \cdot h, \quad (\text{A.1})$$

где δ – ширина щели, м;

h – длина линии разрыва наружной поверхности трубы газопровода, м.

Пример сквозной поперечной трещины или разрыва сварного соединения газопровода представлен на рисунке А.4.



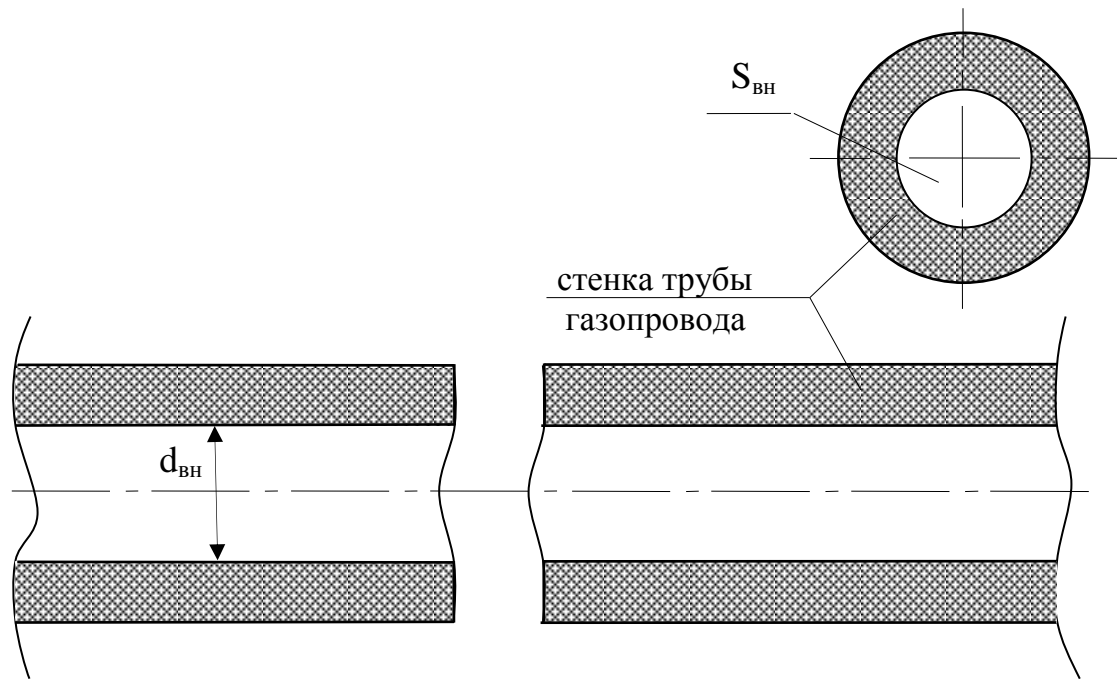
δ - ширина щели; h - линия разрыва наружной поверхности трубы газопровода

Рисунок А.4 – Пример определения площади аварийного отверстия при сквозной поперечной трещине или разрыве сварного соединения газопровода

А.4 При определении площади аварийного отверстия выгнутой и вогнутой стенок трубы газопровода и/или технического устройства в поперечной плоскости газопровода не учитываются.

А.5 При разрушении газопровода и/или технического устройства или полном раскрытии газопровода площадь аварийного отверстия S равна площади внутреннего сечения газопровода $S_{\text{вн}}$ и определяется по 5.2.2.10.

Пример определения площади аварийного отверстия при разрушении или полном раскрытии газопровода представлен на рисунке А.5.



$S_{\text{вн}}$ – площадь внутреннего сечения газопровода; $d_{\text{вн}}$ – внутренний диаметр газопровода

Рисунок А.5 – Пример определения площади аварийного отверстия при разрушении или полном раскрытии газопровода

А.6 В случае если рассчитанное значение площади аварийного отверстия S окажется больше значения площади внутреннего сечения газопровода и/или технического устройства, содержащего аварийное отверстие $S_{\text{вн}}$, следует в качестве искомого значения принимать значение площади внутреннего сечения газопровода и/или технического устройства $S_{\text{вн}}$.

Приложение Б

(справочное)

Блок-схема порядка расчета объема аварийных выбросов из поврежденного участка сети газораспределения и/или газопотребления до проведения работ по локализации

Б.1 Блок-схема порядка расчета объема аварийных выбросов из поврежденного участка сети газораспределения и/или газопотребления до проведения работ по локализации приведена на рисунке Б.1¹.

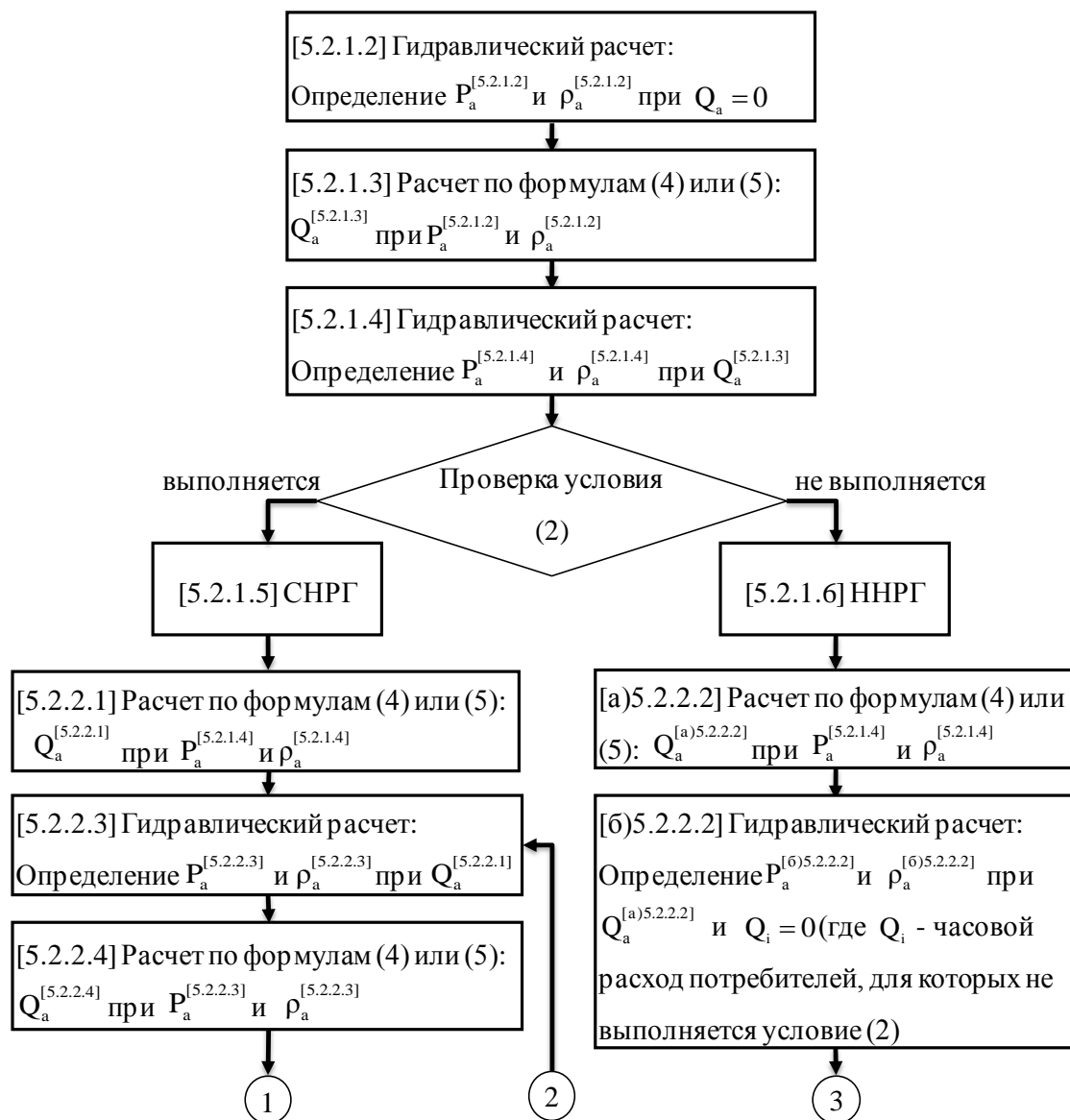


Рисунок Б.1, лист 1 – Блок-схема порядка расчета объема аварийных выбросов из поврежденного участка сети газораспределения и/или газопотребления до проведения работ по локализации

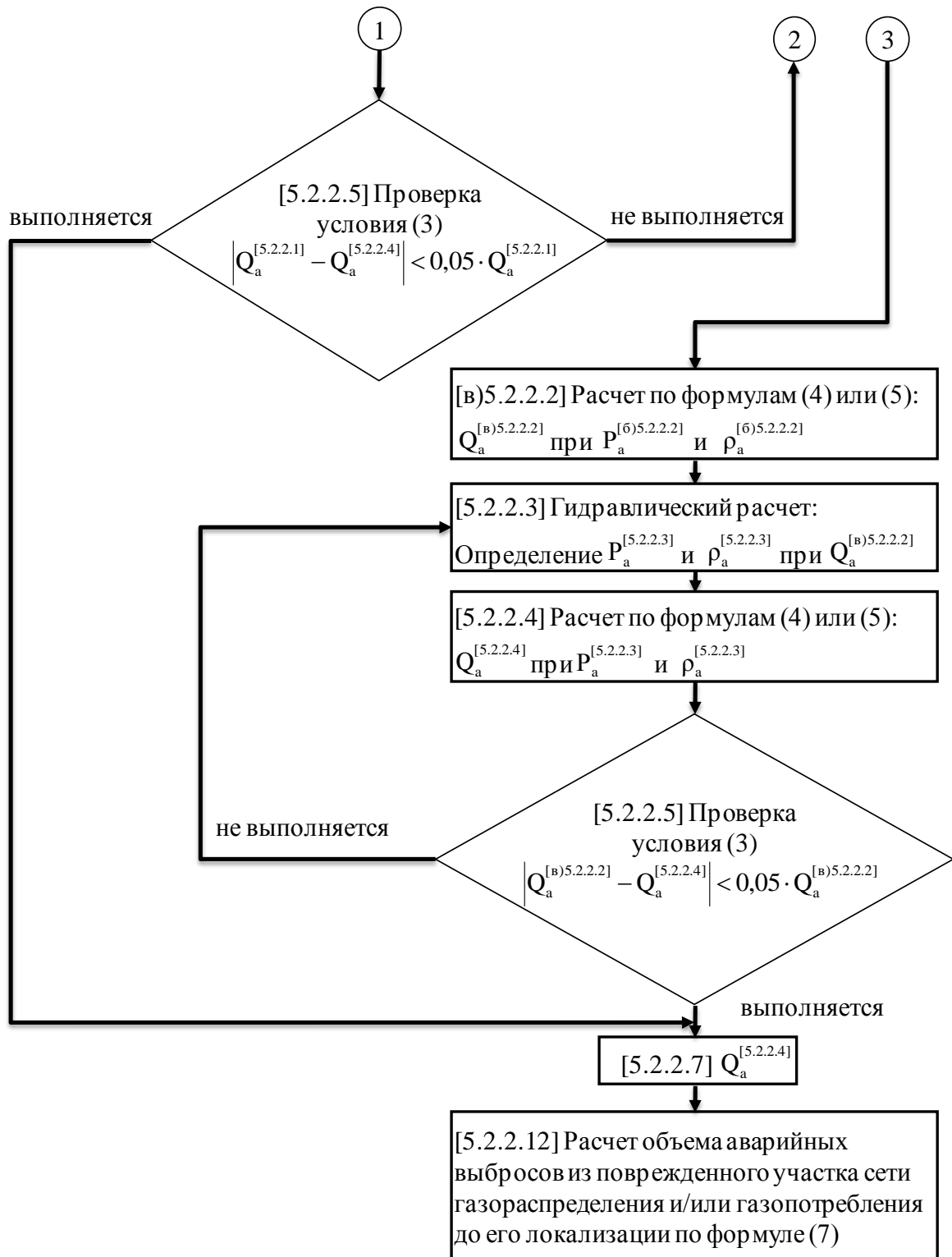


Рисунок Б.1, лист 2

¹ [5.2.1.2], [в)5.2.2.2] – на рисунке Б.1 в тексте и в формулах блок-схемы в квадратных скобках указаны номера пунктов рекомендаций.

Приложение В

(рекомендуемое)

Определение плотности газа в газопроводе в месте аварии

В.1 Плотность газа в газопроводе в месте аварии ρ_a , кг/м³, рассчитывается по формуле

$$\rho_a = \frac{\rho_0 \cdot (P_a + P_0) \cdot T_0}{P_0 \cdot T_a}, \quad (\text{В.1})$$

где ρ_0 – плотность газа при стандартных условиях, кг/м³;

P_a – давление газа в газопроводе в месте аварии, Па;

P_0 – атмосферное давление, Па;

T_0 – абсолютная температура газа при стандартных условиях, К;

T_a – температура газа в газопроводе и/или техническом устройстве в месте аварии, К.

Температура газа в газопроводе в месте аварии T_a во время проведения работ по локализации поврежденного участка сети газораспределения и/или газопотребления и его последующей продувки принимается постоянной.

В.2 Плотность газа при стандартных условиях ρ_0 , кг/м³, (при отсутствии данных) определяется по формуле

$$\rho_0 = \sum_{i=1}^n N_i \cdot \rho_i, \quad (\text{В.2})$$

где N_i – молярная концентрация i -го компонента газовой смеси в долях единицы;

ρ_i – плотность i -го компонента газовой смеси, определенная при температуре окружающей среды 0 °С или 20 °С, кг/м³.

В.3 Молярная концентрация компонентов газовой смеси N_i , в долях единицы определяется по формуле

$$N_i = \frac{m_i}{M}, \quad (\text{B.3})$$

где m_i – число молей i -го компонента газовой смеси;

M – число молей газовой смеси.

В.4 Число молей i -го компонента газовой смеси m_i , определяется по формуле

$$m_i = \frac{y_i \cdot \rho_i}{M_i}, \quad (\text{B.4})$$

где y_i – объемная доля i -го компонента газовой смеси;

ρ_i – плотность i -го компонента газовой смеси, определенная при температуре окружающей среды 0°C или 20°C , кг/м^3 ;

M_i – молекулярный вес i -го компонента газовой смеси.

Приложение Г

(рекомендуемое)

Определение запаса газа

Г.1 Запас газа в поврежденном участке сети газораспределения и/или газопотребления $V_{\text{зап}}$, м³, определяется по формуле

$$V_{\text{зап}} = \sum_{i=1}^m \frac{V_i \cdot P_i^{\text{cp}} \cdot 293,15}{1,01274 \cdot 10^5 \cdot z_i^{\text{cp}} \cdot T_i^{\text{cp}}}, \quad (\text{Г.1})$$

где m – количество элементарных участков газопровода, шт.;

V_i – геометрический внутренний объем i -го элементарного участка газопровода, м³;

P_i^{cp} – среднее давление i -го элементарного участка газопровода, Па;

z_i^{cp} – средний коэффициент сжимаемости i -го элементарного участка газопровода;

T_i^{cp} – средняя температура газа i -го элементарного участка газопровода, К.

Г.2 Геометрический внутренний объем i -го элементарного участка газопровода V_i , м³, определяется по формуле

$$V_i = \frac{\pi \cdot d_{\text{вн}}^2 \cdot L_i}{4}, \quad (\text{Г.2})$$

где $d_{\text{вн}}$ – внутренний диаметр i -го элементарного участка газопровода, м;

L_i – длина i -го элементарного участка газопровода, м.

Г.3 Среднее давление i -го элементарного участка газопровода P_i^{cp} , Па, определяется по формуле

$$P_i^{\text{cp}} = \frac{2}{3} \cdot \left(P_{\text{ин}} + P_0 + \frac{(P_{\text{ик}} + P_0)^2}{2 \cdot P_0 + P_{\text{ин}} + P_{\text{ик}}} \right), \quad (\text{Г.3})$$

где $P_{ин}$ – давление газа в начале i -го элементарного участка газопровода, Па;

$P_{ик}$ – давление газа в конце i -го элементарного участка газопровода, Па;

P_0 – атмосферное давление, Па.

Г.4 Средняя температура газа i -го элементарного участка газопровода T_i^{cp} , К, определяется по формуле

$$T_i^{cp} = T_i^{oc} + \frac{T_{ин} - T_{ик}}{\ln \left(\frac{T_{ин} - T_i^{oc}}{T_{ик} - T_i^{oc}} \right)}, \quad (Г.4)$$

где T_i^{oc} – температура окружающей среды для i -го элементарного участка газопровода, К;

$T_{ин}$ – температура газа в начале i -го элементарного участка газопровода, К;

$T_{ик}$ – температура газа в конце i -го элементарного участка газопровода, К.

Г.5 Коэффициент сжимаемости газа i -го элементарного участка газопровода z_i^{cp} определяется по формуле

$$z_i^{cp} = 1 - \frac{0,024582 \cdot P_i^{mp} \cdot 10^{-5}}{1 - 1,68 \cdot (T_i^{mp} - 273,15) + 0,78 \cdot (T_i^{mp} - 273,15)^2 + 0,0107 \cdot (T_i^{mp} - 273,15)^3}, \quad (Г.5)$$

где P_i^{mp} – приведенное давление газа i -го элементарного участка газопровода;

T_i^{mp} – приведенная температура газа i -го элементарного участка газопровода.

Г.6 Приведенное давление газа i -го элементарного участка газопровода P_i^{mp} определяется по формуле

$$P_i^{\text{пр}} = \frac{P_i^{\text{ср}}}{1,808 \cdot (26,831 - \rho_0)}, \quad (\text{Г.6})$$

где $P_i^{\text{ср}}$ – среднее давление i -го элементарного участка газопровода, Па;

где ρ_0 – плотность газа при стандартных условиях, кг/м^3 .

Г.7 Приведенная температура газа i -го элементарного участка газопровода $T_i^{\text{пр}}$ определяется по формуле

$$T_i^{\text{пр}} = \frac{T_i^{\text{ср}}}{155,24 \cdot (0,564 + \rho_0)}, \quad (\text{Г.7})$$

где $T_i^{\text{ср}}$ – средняя температура газа i -го элементарного участка газопровода, К;

ρ_0 – плотность газа при стандартных условиях, кг/м^3 .

Приложение Д

(справочное)

Объем газа, затрачиваемый при продувке газом одного погонного метра газопровода

Таблица Д.1 – Объем газа, затрачиваемый при продувке газом одного погонного метра стального газопровода с давлением свыше 5000 Па при значении поправочного коэффициента, равном 1,3

D, мм	25	32	57	76	89	108	133	159	219	273	325	426	530	630	720	820	920	1020	1120	1220	1420
$\delta_{ст}, мм$	2	2,5	3	3	3,5	5	5,5	5,5	7	9	5	6	6	6	8	8	8	10	10	10	12
$V, м^3$	0,0003	0,0006	0,0020	0,0038	0,0053	0,0075	0,0117	0,0172	0,0330	0,0510	0,0779	0,1345	0,2106	0,2998	0,3891	0,5074	0,6415	0,7850	0,9499	1,1304	1,5298
$Q_{пз}, м^3$	0,0009	0,0015	0,0053	0,0100	0,0137	0,0195	0,0303	0,0445	0,0855	0,1322	0,2018	0,3485	0,5456	0,7766	1,0078	1,3145	1,6618	2,0335	2,4605	2,9282	3,9629

Таблица Д.2 – Объем газа, затрачиваемый при продувке газом одного погонного метра стального газопровода с давлением до 5000 Па при значении поправочного коэффициента, равном 1,3

D, мм	25	32	45	57	76	89	108	133	159	219	273	325	426	530	630
$\delta_{ст}, мм$	2	2,5	2,5	3	3	3,5	5	5,5	5,5	7	9	5	6	6	6
$V, м^3$	0,0003	0,0006	0,0013	0,0020	0,0038	0,0053	0,0075	0,0117	0,0172	0,0330	0,0510	0,0779	0,1345	0,2106	0,2998
$P_{пз}, Па$	$Q_{пз}, м^3$														
1800	0,0005	0,0008	0,0017	0,0027	0,0051	0,0070	0,0100	0,0155	0,0228	0,0438	0,0677	0,1034	0,1785	0,2795	0,3978
1900	0,0005	0,0008	0,0017	0,0027	0,0051	0,0070	0,0100	0,0155	0,0228	0,0438	0,0678	0,1035	0,1787	0,2798	0,3982
2000	0,0005	0,0008	0,0017	0,0027	0,0051	0,0070	0,0100	0,0155	0,0229	0,0439	0,0679	0,1036	0,1789	0,2800	0,3986
2100	0,0005	0,0008	0,0017	0,0027	0,0051	0,0070	0,0100	0,0155	0,0229	0,0439	0,0679	0,1037	0,1790	0,2803	0,3990
2200	0,0005	0,0008	0,0017	0,0027	0,0051	0,0070	0,0100	0,0156	0,0229	0,0439	0,0680	0,1038	0,1792	0,2806	0,3994
2300	0,0005	0,0008	0,0017	0,0027	0,0051	0,0070	0,0101	0,0156	0,0229	0,0440	0,0681	0,1039	0,1794	0,2808	0,3997
2400	0,0005	0,0008	0,0017	0,0027	0,0051	0,0070	0,0101	0,0156	0,0229	0,0440	0,0681	0,1040	0,1796	0,2811	0,4001
2500	0,0005	0,0008	0,0017	0,0027	0,0051	0,0071	0,0101	0,0156	0,0230	0,0441	0,0682	0,1041	0,1797	0,2814	0,4005
2600	0,0005	0,0008	0,0017	0,0027	0,0051	0,0071	0,0101	0,0156	0,0230	0,0441	0,0683	0,1042	0,1799	0,2817	0,4009

Продолжение таблицы Д.2

D, мм	25	32	45	57	76	89	108	133	159	219	273	325	426	530	630
$\delta_{ст}$, мм	2	2,5	2,5	3	3	3,5	5	5,5	5,5	7	9	5	6	6	6
$V, м^3$	0,0003	0,0006	0,0013	0,0020	0,0038	0,0053	0,0075	0,0117	0,0172	0,0330	0,0510	0,0779	0,1345	0,2106	0,2998
$P_{из}$, Па	$Q_{из}, м^3$														
2700	0,0005	0,0008	0,0017	0,0027	0,0051	0,0071	0,0101	0,0156	0,0230	0,0442	0,0683	0,1043	0,1801	0,2819	0,4013
2800	0,0005	0,0008	0,0017	0,0027	0,0052	0,0071	0,0101	0,0157	0,0230	0,0442	0,0684	0,1044	0,1803	0,2822	0,4017
2900	0,0005	0,0008	0,0017	0,0027	0,0052	0,0071	0,0101	0,0157	0,0231	0,0442	0,0685	0,1045	0,1804	0,2825	0,4021
3000	0,0005	0,0008	0,0017	0,0027	0,0052	0,0071	0,0101	0,0157	0,0231	0,0443	0,0685	0,1046	0,1806	0,2827	0,4024
3100	0,0005	0,0008	0,0017	0,0027	0,0052	0,0071	0,0101	0,0157	0,0231	0,0443	0,0686	0,1047	0,1808	0,2830	0,4028
3200	0,0005	0,0008	0,0017	0,0027	0,0052	0,0071	0,0101	0,0157	0,0231	0,0444	0,0687	0,1048	0,1810	0,2833	0,4032
3300	0,0005	0,0008	0,0017	0,0027	0,0052	0,0071	0,0101	0,0157	0,0231	0,0444	0,0687	0,1049	0,1811	0,2836	0,4036
3400	0,0005	0,0008	0,0017	0,0028	0,0052	0,0071	0,0102	0,0157	0,0232	0,0445	0,0688	0,1050	0,1813	0,2838	0,4040
3500	0,0005	0,0008	0,0017	0,0028	0,0052	0,0071	0,0102	0,0158	0,0232	0,0445	0,0688	0,1051	0,1815	0,2841	0,4044
3600	0,0005	0,0008	0,0017	0,0028	0,0052	0,0071	0,0102	0,0158	0,0232	0,0445	0,0689	0,1052	0,1816	0,2844	0,4048
3700	0,0005	0,0008	0,0017	0,0028	0,0052	0,0071	0,0102	0,0158	0,0232	0,0446	0,0690	0,1053	0,1818	0,2846	0,4051
3800	0,0005	0,0008	0,0017	0,0028	0,0052	0,0071	0,0102	0,0158	0,0233	0,0446	0,0690	0,1054	0,1820	0,2849	0,4055
3900	0,0005	0,0008	0,0017	0,0028	0,0052	0,0071	0,0102	0,0158	0,0233	0,0447	0,0691	0,1055	0,1822	0,2852	0,4059
4000	0,0005	0,0008	0,0017	0,0028	0,0052	0,0072	0,0102	0,0158	0,0233	0,0447	0,0692	0,1056	0,1823	0,2855	0,4063
4100	0,0005	0,0008	0,0017	0,0028	0,0052	0,0072	0,0102	0,0158	0,0233	0,0448	0,0692	0,1057	0,1825	0,2857	0,4067
4200	0,0005	0,0008	0,0017	0,0028	0,0052	0,0072	0,0102	0,0159	0,0233	0,0448	0,0693	0,1058	0,1827	0,2860	0,4071
4300	0,0005	0,0008	0,0017	0,0028	0,0052	0,0072	0,0102	0,0159	0,0234	0,0448	0,0694	0,1059	0,1829	0,2863	0,4075
4400	0,0005	0,0008	0,0017	0,0028	0,0052	0,0072	0,0103	0,0159	0,0234	0,0449	0,0694	0,1060	0,1830	0,2865	0,4078
4500	0,0005	0,0008	0,0017	0,0028	0,0052	0,0072	0,0103	0,0159	0,0234	0,0449	0,0695	0,1061	0,1832	0,2868	0,4082
4600	0,0005	0,0008	0,0017	0,0028	0,0052	0,0072	0,0103	0,0159	0,0234	0,0450	0,0696	0,1062	0,1834	0,2871	0,4086
4700	0,0005	0,0008	0,0017	0,0028	0,0052	0,0072	0,0103	0,0159	0,0235	0,0450	0,0696	0,1063	0,1835	0,2873	0,4090
4800	0,0005	0,0008	0,0017	0,0028	0,0053	0,0072	0,0103	0,0160	0,0235	0,0450	0,0697	0,1064	0,1837	0,2876	0,4094
4900	0,0005	0,0008	0,0017	0,0028	0,0053	0,0072	0,0103	0,0160	0,0235	0,0451	0,0698	0,1065	0,1839	0,2879	0,4098
5000	0,0005	0,0008	0,0017	0,0028	0,0053	0,0072	0,0103	0,0160	0,0235	0,0451	0,0698	0,1066	0,1841	0,2882	0,4102

Таблица Д.3 – Объем газа, затрачиваемый при продувке газом одного погонного метра полиэтиленового газопровода с давлением свыше 5000 Па при значении поправочного коэффициента, равном 1,3

D, мм	25	32	40	50	63	75	90	110	125	140	160	180	200	225
$\delta_{ст}$, мм	2	3	3,7	4,6	5,8	6,8	8,2	10	11,4	12,7	14,6	16,4	18,2	20,5
$V, м^3$	0,0003	0,0005	0,0008	0,0013	0,0021	0,0030	0,0043	0,0064	0,0082	0,0103	0,0134	0,0170	0,0210	0,0266
$Q_{из}$, $м^3$	0,0009	0,0014	0,0022	0,0034	0,0054	0,0077	0,0110	0,0165	0,0212	0,0267	0,0348	0,0441	0,0544	0,0688

Таблица Д.4 – Объем газа, затрачиваемый при продувке газом одного погонного метра полиэтиленового газопровода с давлением до 5000 Па при значении поправочного коэффициента, равном 1,3

D, мм	25	32	40	50	63	75	90	110	125	140	160	180	200	225
$\delta_{ст}$, мм	2	3	3,7	4,6	5,8	4,3	5,2	6,3	7,1	8	9,1	10,3	11,4	12,8
$V, м^3$	0,0003	0,0005	0,0008	0,0013	0,0021	0,0035	0,0050	0,0074	0,0096	0,0121	0,0158	0,0199	0,0246	0,0312
$P_{н}$, Па	$Q_{из}$, $м^3$													
1800	0,0005	0,0007	0,0011	0,0017	0,0028	0,0046	0,0066	0,0099	0,0128	0,0160	0,0209	0,0265	0,0327	0,0414
1900	0,0005	0,0007	0,0011	0,0017	0,0028	0,0046	0,0066	0,0099	0,0128	0,0160	0,0210	0,0265	0,0327	0,0415
2000	0,0005	0,0007	0,0011	0,0017	0,0028	0,0046	0,0066	0,0099	0,0128	0,0160	0,0210	0,0265	0,0328	0,0415
2100	0,0005	0,0007	0,0011	0,0017	0,0028	0,0046	0,0066	0,0099	0,0128	0,0161	0,0210	0,0265	0,0328	0,0415
2200	0,0005	0,0007	0,0011	0,0017	0,0028	0,0046	0,0066	0,0099	0,0128	0,0161	0,0210	0,0266	0,0328	0,0416
2300	0,0005	0,0007	0,0011	0,0017	0,0028	0,0046	0,0066	0,0099	0,0128	0,0161	0,0210	0,0266	0,0329	0,0416
2400	0,0005	0,0007	0,0011	0,0017	0,0028	0,0046	0,0066	0,0099	0,0129	0,0161	0,0211	0,0266	0,0329	0,0417
2500	0,0005	0,0007	0,0011	0,0017	0,0028	0,0046	0,0066	0,0099	0,0129	0,0161	0,0211	0,0266	0,0329	0,0417
2600	0,0005	0,0007	0,0011	0,0017	0,0028	0,0046	0,0067	0,0100	0,0129	0,0161	0,0211	0,0267	0,0330	0,0417
2700	0,0005	0,0007	0,0011	0,0017	0,0028	0,0046	0,0067	0,0100	0,0129	0,0162	0,0211	0,0267	0,0330	0,0418
2800	0,0005	0,0007	0,0011	0,0018	0,0028	0,0046	0,0067	0,0100	0,0129	0,0162	0,0211	0,0267	0,0330	0,0418
2900	0,0005	0,0007	0,0011	0,0018	0,0028	0,0046	0,0067	0,0100	0,0129	0,0162	0,0212	0,0267	0,0331	0,0419
3000	0,0005	0,0007	0,0011	0,0018	0,0028	0,0046	0,0067	0,0100	0,0129	0,0162	0,0212	0,0268	0,0331	0,0419
3100	0,0005	0,0007	0,0011	0,0018	0,0028	0,0047	0,0067	0,0100	0,0129	0,0162	0,0212	0,0268	0,0331	0,0419

Продолжение таблицы Д.4

D, мм	25	32	40	50	63	75	90	110	125	140	160	180	200	225
$\delta_{ст}, мм$	2	3	3,7	4,6	5,8	4,3	5,2	6,3	7,1	8	9,1	10,3	11,4	12,8
$V, м^3$	0,0003	0,0005	0,0008	0,0013	0,0021	0,0035	0,0050	0,0074	0,0096	0,0121	0,0158	0,0199	0,0246	0,0312
$P_{из}, Па$	$Q_{из}, м^3$													
3200	0,0005	0,0007	0,0011	0,0018	0,0028	0,0047	0,0067	0,0100	0,0130	0,0162	0,0212	0,0268	0,0332	0,0420
3300	0,0005	0,0007	0,0011	0,0018	0,0028	0,0047	0,0067	0,0100	0,0130	0,0162	0,0212	0,0269	0,0332	0,0420
3400	0,0005	0,0007	0,0011	0,0018	0,0028	0,0047	0,0067	0,0100	0,0130	0,0163	0,0213	0,0269	0,0332	0,0421
3500	0,0005	0,0007	0,0011	0,0018	0,0028	0,0047	0,0067	0,0100	0,0130	0,0163	0,0213	0,0269	0,0332	0,0421
3600	0,0005	0,0007	0,0011	0,0018	0,0028	0,0047	0,0067	0,0101	0,0130	0,0163	0,0213	0,0269	0,0333	0,0421
3700	0,0005	0,0007	0,0011	0,0018	0,0028	0,0047	0,0067	0,0101	0,0130	0,0163	0,0213	0,0270	0,0333	0,0422
3800	0,0005	0,0007	0,0011	0,0018	0,0028	0,0047	0,0067	0,0101	0,0130	0,0163	0,0214	0,0270	0,0333	0,0422
3900	0,0005	0,0007	0,0011	0,0018	0,0028	0,0047	0,0067	0,0101	0,0130	0,0163	0,0214	0,0270	0,0334	0,0423
4000	0,0005	0,0007	0,0011	0,0018	0,0028	0,0047	0,0067	0,0101	0,0131	0,0164	0,0214	0,0270	0,0334	0,0423
4100	0,0005	0,0007	0,0011	0,0018	0,0028	0,0047	0,0067	0,0101	0,0131	0,0164	0,0214	0,0271	0,0334	0,0423
4200	0,0005	0,0007	0,0011	0,0018	0,0028	0,0047	0,0068	0,0101	0,0131	0,0164	0,0214	0,0271	0,0335	0,0424
4300	0,0005	0,0007	0,0011	0,0018	0,0028	0,0047	0,0068	0,0101	0,0131	0,0164	0,0215	0,0271	0,0335	0,0424
4400	0,0005	0,0007	0,0011	0,0018	0,0028	0,0047	0,0068	0,0101	0,0131	0,0164	0,0215	0,0271	0,0335	0,0425
4500	0,0005	0,0007	0,0011	0,0018	0,0028	0,0047	0,0068	0,0101	0,0131	0,0164	0,0215	0,0272	0,0336	0,0425
4600	0,0005	0,0007	0,0011	0,0018	0,0028	0,0047	0,0068	0,0101	0,0131	0,0165	0,0215	0,0272	0,0336	0,0425
4700	0,0005	0,0007	0,0011	0,0018	0,0028	0,0047	0,0068	0,0102	0,0131	0,0165	0,0215	0,0272	0,0336	0,0426
4800	0,0005	0,0007	0,0011	0,0018	0,0028	0,0047	0,0068	0,0102	0,0132	0,0165	0,0216	0,0272	0,0337	0,0426
4900	0,0005	0,0007	0,0011	0,0018	0,0028	0,0047	0,0068	0,0102	0,0132	0,0165	0,0216	0,0273	0,0337	0,0427
5000	0,0005	0,0007	0,0011	0,0018	0,0028	0,0047	0,0068	0,0102	0,0132	0,0165	0,0216	0,0273	0,0337	0,0427

Таблица Д.5 – Объем газа, затрачиваемый при продувке газом одного погонного метра стального газопровода с давлением свыше 5000 Па при значении поправочного коэффициента, равном 1,25

D, мм	25	32	57	76	89	108	133	159	219	273	325	426	530	630	720	820	920	1020	1120	1220	1420
$\delta_{ст}, мм$	2	2,5	3	3	3,5	5	5,5	5,5	7	9	5	6	6	6	8	8	8	10	10	10	12
$V, м^3$	0,0003	0,0006	0,0020	0,0038	0,0053	0,0075	0,0117	0,0172	0,0330	0,0510	0,0779	0,1345	0,2106	0,2998	0,3891	0,5074	0,6415	0,7850	0,9499	1,1304	1,5298
$Q_{пз}, м^3$	0,0009	0,0014	0,0051	0,0096	0,0131	0,0188	0,0291	0,0428	0,0822	0,1271	0,1940	0,3351	0,5246	0,7468	0,9691	1,2639	1,5979	1,9553	2,3659	2,8156	3,8105

Таблица Д.6 – Объем газа, затрачиваемый при продувке газом одного погонного метра стального газопровода с давлением до 5000 Па при значении поправочного коэффициента, равном 1,25

D, мм	25	32	45	57	76	89	108	133	159	219	273	325	426	530	630
$\delta_{ст}, мм$	2	2,5	2,5	3	3	3,5	5	5,5	5,5	7	9	5	6	6	6
$V, м^3$	0,0003	0,0006	0,0013	0,0020	0,0038	0,0053	0,0075	0,0117	0,0172	0,0330	0,0510	0,0779	0,1345	0,2106	0,2998
$P_{пз}, Па$	$Q_{пз}, м^3$														
1800	0,0004	0,0007	0,0016	0,0026	0,0049	0,0067	0,0096	0,0149	0,0219	0,0421	0,0651	0,0994	0,1717	0,2687	0,3825
1900	0,0004	0,0007	0,0016	0,0026	0,0049	0,0067	0,0096	0,0149	0,0220	0,0421	0,0652	0,0995	0,1718	0,2690	0,3829
2000	0,0004	0,0007	0,0016	0,0026	0,0049	0,0067	0,0096	0,0149	0,0220	0,0422	0,0653	0,0996	0,1720	0,2693	0,3833
2100	0,0004	0,0007	0,0016	0,0026	0,0049	0,0068	0,0096	0,0150	0,0220	0,0422	0,0653	0,0997	0,1722	0,2695	0,3836
2200	0,0004	0,0007	0,0016	0,0026	0,0049	0,0068	0,0097	0,0150	0,0220	0,0423	0,0654	0,0998	0,1723	0,2698	0,3840
2300	0,0004	0,0007	0,0016	0,0026	0,0049	0,0068	0,0097	0,0150	0,0220	0,0423	0,0654	0,0999	0,1725	0,2700	0,3844
2400	0,0004	0,0007	0,0016	0,0026	0,0049	0,0068	0,0097	0,0150	0,0221	0,0423	0,0655	0,1000	0,1727	0,2703	0,3847
2500	0,0004	0,0007	0,0016	0,0026	0,0049	0,0068	0,0097	0,0150	0,0221	0,0424	0,0656	0,1001	0,1728	0,2706	0,3851
2600	0,0004	0,0007	0,0016	0,0026	0,0049	0,0068	0,0097	0,0150	0,0221	0,0424	0,0656	0,1002	0,1730	0,2708	0,3855
2700	0,0004	0,0007	0,0016	0,0026	0,0050	0,0068	0,0097	0,0150	0,0221	0,0425	0,0657	0,1002	0,1732	0,2711	0,3859
2800	0,0004	0,0007	0,0016	0,0026	0,0050	0,0068	0,0097	0,0151	0,0222	0,0425	0,0658	0,1003	0,1733	0,2713	0,3862
2900	0,0004	0,0007	0,0016	0,0026	0,0050	0,0068	0,0097	0,0151	0,0222	0,0425	0,0658	0,1004	0,1735	0,2716	0,3866
3000	0,0004	0,0007	0,0016	0,0026	0,0050	0,0068	0,0097	0,0151	0,0222	0,0426	0,0659	0,1005	0,1737	0,2719	0,3870
3100	0,0004	0,0007	0,0016	0,0026	0,0050	0,0068	0,0097	0,0151	0,0222	0,0426	0,0659	0,1006	0,1738	0,2721	0,3873
3200	0,0004	0,0007	0,0016	0,0026	0,0050	0,0068	0,0097	0,0151	0,0222	0,0427	0,0660	0,1007	0,1740	0,2724	0,3877

Продолжение таблицы Д.6

D, мм	25	32	45	57	76	89	108	133	159	219	273	325	426	530	630
$\delta_{ст}, мм$	2	2,5	2,5	3	3	3,5	5	5,5	5,5	7	9	5	6	6	6
V, м ³	0,0003	0,0006	0,0013	0,0020	0,0038	0,0053	0,0075	0,0117	0,0172	0,0330	0,0510	0,0779	0,1345	0,2106	0,2998
P _н , Па	Q _{нв} , м ³														
3300	0,0004	0,0007	0,0016	0,0026	0,0050	0,0068	0,0098	0,0151	0,0223	0,0427	0,0661	0,1008	0,1742	0,2726	0,3881
3400	0,0004	0,0007	0,0016	0,0026	0,0050	0,0068	0,0098	0,0151	0,0223	0,0427	0,0661	0,1009	0,1743	0,2729	0,3885
3500	0,0004	0,0007	0,0016	0,0026	0,0050	0,0068	0,0098	0,0152	0,0223	0,0428	0,0662	0,1010	0,1745	0,2732	0,3888
3600	0,0004	0,0007	0,0016	0,0027	0,0050	0,0069	0,0098	0,0152	0,0223	0,0428	0,0663	0,1011	0,1747	0,2734	0,3892
3700	0,0004	0,0007	0,0016	0,0027	0,0050	0,0069	0,0098	0,0152	0,0223	0,0429	0,0663	0,1012	0,1748	0,2737	0,3896
3800	0,0005	0,0007	0,0016	0,0027	0,0050	0,0069	0,0098	0,0152	0,0224	0,0429	0,0664	0,1013	0,1750	0,2740	0,3899
3900	0,0005	0,0007	0,0016	0,0027	0,0050	0,0069	0,0098	0,0152	0,0224	0,0429	0,0665	0,1014	0,1752	0,2742	0,3903
4000	0,0005	0,0007	0,0016	0,0027	0,0050	0,0069	0,0098	0,0152	0,0224	0,0430	0,0665	0,1015	0,1753	0,2745	0,3907
4100	0,0005	0,0007	0,0016	0,0027	0,0050	0,0069	0,0098	0,0152	0,0224	0,0430	0,0666	0,1016	0,1755	0,2747	0,3910
4200	0,0005	0,0007	0,0016	0,0027	0,0050	0,0069	0,0098	0,0153	0,0224	0,0431	0,0666	0,1017	0,1757	0,2750	0,3914
4300	0,0005	0,0007	0,0016	0,0027	0,0050	0,0069	0,0099	0,0153	0,0225	0,0431	0,0667	0,1018	0,1758	0,2753	0,3918
4400	0,0005	0,0007	0,0016	0,0027	0,0050	0,0069	0,0099	0,0153	0,0225	0,0432	0,0668	0,1019	0,1760	0,2755	0,3922
4500	0,0005	0,0007	0,0016	0,0027	0,0050	0,0069	0,0099	0,0153	0,0225	0,0432	0,0668	0,1020	0,1762	0,2758	0,3925
4600	0,0005	0,0007	0,0016	0,0027	0,0050	0,0069	0,0099	0,0153	0,0225	0,0432	0,0669	0,1021	0,1763	0,2760	0,3929
4700	0,0005	0,0008	0,0016	0,0027	0,0050	0,0069	0,0099	0,0153	0,0226	0,0433	0,0670	0,1022	0,1765	0,2763	0,3933
4800	0,0005	0,0008	0,0016	0,0027	0,0051	0,0069	0,0099	0,0153	0,0226	0,0433	0,0670	0,1023	0,1767	0,2766	0,3936
4900	0,0005	0,0008	0,0017	0,0027	0,0051	0,0069	0,0099	0,0154	0,0226	0,0434	0,0671	0,1024	0,1768	0,2768	0,3940
5000	0,0005	0,0008	0,0017	0,0027	0,0051	0,0069	0,0099	0,0154	0,0226	0,0434	0,0671	0,1025	0,1770	0,2771	0,3944

Таблица Д.7 – Объем газа, затрачиваемый при продувке газом одного погонного метра полиэтиленового газопровода с давлением свыше 5000 Па при значении поправочного коэффициента, равном 1,25

D, мм	25	32	40	50	63	75	90	110	125	140	160	180	200	225
$\delta_{ст}$, мм	2	3	3,7	4,6	5,8	6,8	8,2	10	11,4	12,7	14,6	16,4	18,2	20,5
$V, м^3$	0,0003	0,0005	0,0008	0,0013	0,0021	0,0030	0,0043	0,0064	0,0082	0,0103	0,0134	0,0170	0,0210	0,0266
$Q_{пз}, м^3$	0,0009	0,0013	0,0021	0,0033	0,0052	0,0074	0,0106	0,0158	0,0204	0,0257	0,0335	0,0424	0,0523	0,0662

Таблица Д.8 – Объем газа, затрачиваемый при продувке газом одного погонного метра полиэтиленового газопровода с давлением до 5000 Па при значении поправочного коэффициента, равном 1,25

D, мм	25	32	40	50	63	75	90	110	125	140	160	180	200	225
$\delta_{ст}$, мм	2	3	3,7	4,6	5,8	4,3	5,2	6,3	7,1	8	9,1	10,3	11,4	12,8
$V, м^3$	0,0003	0,0005	0,0008	0,0013	0,0021	0,0035	0,0050	0,0074	0,0096	0,0121	0,0158	0,0199	0,0246	0,0312
$P_{пз}, Па$	$Q_{пз}, м^3$													
1800	0,0004	0,0007	0,0011	0,0017	0,0026	0,0044	0,0063	0,0095	0,0123	0,0154	0,0201	0,0254	0,0314	0,0398
1900	0,0004	0,0007	0,0011	0,0017	0,0026	0,0044	0,0064	0,0095	0,0123	0,0154	0,0202	0,0255	0,0315	0,0399
2000	0,0004	0,0007	0,0011	0,0017	0,0027	0,0044	0,0064	0,0095	0,0123	0,0154	0,0202	0,0255	0,0315	0,0399
2100	0,0004	0,0007	0,0011	0,0017	0,0027	0,0044	0,0064	0,0095	0,0123	0,0154	0,0202	0,0255	0,0315	0,0399
2200	0,0004	0,0007	0,0011	0,0017	0,0027	0,0044	0,0064	0,0095	0,0123	0,0155	0,0202	0,0255	0,0316	0,0400
2300	0,0004	0,0007	0,0011	0,0017	0,0027	0,0044	0,0064	0,0095	0,0124	0,0155	0,0202	0,0256	0,0316	0,0400
2400	0,0004	0,0007	0,0011	0,0017	0,0027	0,0044	0,0064	0,0096	0,0124	0,0155	0,0203	0,0256	0,0316	0,0401
2500	0,0004	0,0007	0,0011	0,0017	0,0027	0,0044	0,0064	0,0096	0,0124	0,0155	0,0203	0,0256	0,0317	0,0401
2600	0,0004	0,0007	0,0011	0,0017	0,0027	0,0045	0,0064	0,0096	0,0124	0,0155	0,0203	0,0256	0,0317	0,0401
2700	0,0004	0,0007	0,0011	0,0017	0,0027	0,0045	0,0064	0,0096	0,0124	0,0155	0,0203	0,0257	0,0317	0,0402
2800	0,0004	0,0007	0,0011	0,0017	0,0027	0,0045	0,0064	0,0096	0,0124	0,0155	0,0203	0,0257	0,0318	0,0402
2900	0,0004	0,0007	0,0011	0,0017	0,0027	0,0045	0,0064	0,0096	0,0124	0,0156	0,0204	0,0257	0,0318	0,0402
3000	0,0004	0,0007	0,0011	0,0017	0,0027	0,0045	0,0064	0,0096	0,0124	0,0156	0,0204	0,0257	0,0318	0,0403
3100	0,0004	0,0007	0,0011	0,0017	0,0027	0,0045	0,0064	0,0096	0,0125	0,0156	0,0204	0,0258	0,0318	0,0403

Продолжение таблицы Д.8

D, мм	25	32	40	50	63	75	90	110	125	140	160	180	200	225
$\delta_{ст}, мм$	2	3	3,7	4,6	5,8	4,3	5,2	6,3	7,1	8	9,1	10,3	11,4	12,8
$V, м^3$	0,0003	0,0005	0,0008	0,0013	0,0021	0,0035	0,0050	0,0074	0,0096	0,0121	0,0158	0,0199	0,0246	0,0312
$P_{из}, Па$	$Q_{из}, м^3$													
3200	0,0004	0,0007	0,0011	0,0017	0,0027	0,0045	0,0064	0,0096	0,0125	0,0156	0,0204	0,0258	0,0319	0,0404
3300	0,0004	0,0007	0,0011	0,0017	0,0027	0,0045	0,0064	0,0096	0,0125	0,0156	0,0204	0,0258	0,0319	0,0404
3400	0,0004	0,0007	0,0011	0,0017	0,0027	0,0045	0,0064	0,0096	0,0125	0,0156	0,0205	0,0258	0,0319	0,0404
3500	0,0004	0,0007	0,0011	0,0017	0,0027	0,0045	0,0065	0,0097	0,0125	0,0157	0,0205	0,0259	0,0320	0,0405
3600	0,0004	0,0007	0,0011	0,0017	0,0027	0,0045	0,0065	0,0097	0,0125	0,0157	0,0205	0,0259	0,0320	0,0405
3700	0,0004	0,0007	0,0011	0,0017	0,0027	0,0045	0,0065	0,0097	0,0125	0,0157	0,0205	0,0259	0,0320	0,0406
3800	0,0005	0,0007	0,0011	0,0017	0,0027	0,0045	0,0065	0,0097	0,0125	0,0157	0,0205	0,0259	0,0321	0,0406
3900	0,0005	0,0007	0,0011	0,0017	0,0027	0,0045	0,0065	0,0097	0,0125	0,0157	0,0205	0,0260	0,0321	0,0406
4000	0,0005	0,0007	0,0011	0,0017	0,0027	0,0045	0,0065	0,0097	0,0126	0,0157	0,0206	0,0260	0,0321	0,0407
4100	0,0005	0,0007	0,0011	0,0017	0,0027	0,0045	0,0065	0,0097	0,0126	0,0157	0,0206	0,0260	0,0322	0,0407
4200	0,0005	0,0007	0,0011	0,0017	0,0027	0,0045	0,0065	0,0097	0,0126	0,0158	0,0206	0,0260	0,0322	0,0407
4300	0,0005	0,0007	0,0011	0,0017	0,0027	0,0045	0,0065	0,0097	0,0126	0,0158	0,0206	0,0261	0,0322	0,0408
4400	0,0005	0,0007	0,0011	0,0017	0,0027	0,0045	0,0065	0,0097	0,0126	0,0158	0,0206	0,0261	0,0322	0,0408
4500	0,0005	0,0007	0,0011	0,0017	0,0027	0,0045	0,0065	0,0098	0,0126	0,0158	0,0207	0,0261	0,0323	0,0409
4600	0,0005	0,0007	0,0011	0,0017	0,0027	0,0045	0,0065	0,0098	0,0126	0,0158	0,0207	0,0261	0,0323	0,0409
4700	0,0005	0,0007	0,0011	0,0017	0,0027	0,0045	0,0065	0,0098	0,0126	0,0158	0,0207	0,0262	0,0323	0,0409
4800	0,0005	0,0007	0,0011	0,0017	0,0027	0,0045	0,0065	0,0098	0,0127	0,0158	0,0207	0,0262	0,0324	0,0410
4900	0,0005	0,0007	0,0011	0,0017	0,0027	0,0045	0,0065	0,0098	0,0127	0,0159	0,0207	0,0262	0,0324	0,0410
5000	0,0005	0,0007	0,0011	0,0017	0,0027	0,0046	0,0065	0,0098	0,0127	0,0159	0,0208	0,0262	0,0324	0,0411

Библиография

- [1] Федеральный закон от 20 июня 1997 г. №116–ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»
- [2] Технический регламент «О безопасности сетей газораспределения и газопотребления», утвержденный Постановлением Правительства Российской Федерации от 29 октября 2010 г. № 870
- [3] С.А. Сарданашвили. Расчетные методы и алгоритмы (трубопроводный транспорт газа). М.: ФГУП Изд-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2005
- [4] Руководящий документ Минэнерго России РД 153-39.4-079-01 Методика определения расходов газа на технологические нужды предприятий газового хозяйства и потерь в системах распределения газа

Ключевые слова: сеть газораспределения, сеть газопотребления, объем аварийных выбросов газа, аварийное отверстие
