Технический комитет по стандартизации
«Трубопроводная арматура и сильфоны» (ТК259)

Акционерное общество «Научно-производственная фирма «Центральное конструкторское бюро арматуростроения»

СТАНДАРТ ЦКБА

СТ ЦКБА 038 - 2007

Арматура трубопроводная запорная

ИЗМЕНЕНИЕ СТЕПЕНИ ГЕРМЕТИЧНОСТИ ЗАТВОРОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И В ПРОЦЕССЕ НАРАБОТКИ

НПФ «ЦКБА»
2018

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАН Акционерным обществом «Научно-производственная фирма «Центральное конструкторское бюро арматуростроения» (АО «НПФ «ЦКБА»).

2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ **Приказом от 08.05.2007 г. №. 33**

3 СОГЛАСОВАН:

Техническим комитетом по стандартизации «Трубопроводная арматура и сильфоны» (ТК 259)

4 РАЗРАБОТАН с учетом «Исследований изменения степени герметичности затворов в процессе эксплуатации специальной арматуры», проведенных Пензенским политехническим институтом, руководитель темы - к. т. н., доцент С. В. Сейнов.

5 ВЗАМЕН ОСТ 26-07-2060-83 «Арматура трубопроводная запорная. Изменение степени герметичности затворов в зависимости от условий эксплуатации и в процессе наработки».

6 ПЕРЕИЗДАНИЕ в 2018 г. с учетом изменений № 1 и № 2.

По вопросам заказа стандартов ЦКБА
обращаться в АО «НПФ ЦКБА»
по телефону (812) 611-10-00, факс 458-72-22
195027, Россия, С-Петербург, пр. Шаумяна, 4, корп.1, лит «А»

gost.e-ecolog.ru

© АО «НПФ «ЦКБА», 2007

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен без разрешения АО «НПФ «ЦКБА»

Содержание

1. Область применения 4

2. Нормативные ссылки.....5

3. Метод определения допустимой величины **утечки** через затвор арматуры.....5

Приложение А Пример расчета герметичности затвора в процессе эксплуатации.....13

(Измененная редакция, Изм. № 2)

СТАНДАРТ ЦКБА

Арматура трубопроводная запорная

ИЗМЕНЕНИЕ СТЕПЕНИ ГЕРМЕТИЧНОСТИ ЗАТВОРОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И В ПРОЦЕССЕ НАРАБОТКИ

Дата введения - 01.07.2007 г.

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на затворы запорной трубопроводной арматуры клапанного типа с уплотнением металл по металлу, разработанные в соответствии с **СТ ЦКБА 068**, работающие при давлении Рр от 0,1 до 20,0 МПа (от 1,0 до 200 кгс/см^2) и температуре от 0 °С до 500 °С.

(Измененная редакция, Изм. № 1)

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ГОСТ 9544-2015 Арматура трубопроводная. Нормы герметичности затворов

СТ ЦКБА 068-2008 Арматура трубопроводная. Затворы запорных клапанов с уплотнением «металл по металлу». Технические условия

Примечание – При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов по соответствующему указателю стандартов, составленному по состоянию на 1 января текущего года. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться замененным (измененным) стандартом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Метод определения величины утечки через затвор арматуры.

3.1 **Стандарт устанавливает метод определения величины утечки в затворе арматуры, подвергающемуся контактному износу и износу частицами абразива размером до 40 мкм.**

3.2 **Величина утечки через затвор арматуры Q_i, см³/мин, рассчитывается по формуле**

$$Q_i = \left(\sqrt{Q_{уст}} + \sqrt[3]{\left(K^m - 1\right) \cdot Q_{уст}} + \sqrt[3]{Q_2} \right)^3 \text{ см}^3/\text{мин}, \qquad (1)$$

где $Q_{уст.}$ – норма герметичности затвора, устанавливающая допустимую **утечку** через затвор при приемо-сдаточных испытаниях по ГОСТ 9544.

При $Q_{уст.} = 0$, в формулу (1) следует подставлять величину погрешности измерения утечки;

K – относительная норма герметичности затвора в процессе эксплуатации в зависимости от типа затвора по СТ ЦКБА 068 (плоский, ножевой, конический), числа циклов срабатывания, диаметра номинального DN и давления рабочей среды Pp;

m – **коэффициент**, учитывающий температуру рабочей среды;

Q_2 – величина **утечки** среды через затвор вследствие гидроабразивного износа

3.3 Относительная норма герметичности К рассчитывается по формуле

$$К = \frac{Q_i}{Q_{уст}}, \quad (2)$$

где Q_i - герметичность затвора после **i –го** числа циклов срабатывания. Численные значения относительной нормы герметичности К в зависимости от циклов срабатывания **рассчитываются** по формуле

$$К = \frac{К_{ni}}{К_n} \cdot К_Т, \quad (3)$$

где $К_{ni}$ – относительная норма герметичности для всех типов затворов. Численные значения в зависимости от давления рабочей среды должны соответствовать:

До 0,1 МПа (1,0 кгс/см^2)	- таблице 1;
От 0,1 до 0,4 МПа (1,0 – 4,0 кгс/см^2)	- таблице 2;
От 0,4 до 4,0 МПа (4,0 – 40,0 кгс/см^2)	- таблице 3;
От 4,0 до 10,0 МПа (40,0 – 100,0 кгс/см^2)	- таблице 4;
От 10,0 до 20,0 МПа (100,0 – 200,0 кгс/см^2)	- таблице 5,

$К_n$ – относительная норма герметичности для всех типов затворов. Численные значения указаны в таблице 6;

$К_Т$ – относительная норма герметичности в зависимости от типа затвора. Численные значения приведены:

а) для затворов типа I	- в таблице 7;
б) для затворов типов II, IV, V	- в таблице 8;
в) для затворов типа III	- в таблице 9;

Зависимость **коэффициента m** от температуры рабочей среды приведена на рисунке 1.

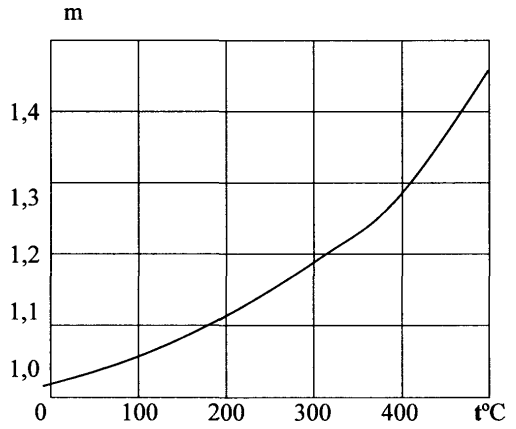

Рисунок 1– **зависимость m=f(t)**

Т а б л и ц а 1– Относительная норма герметичности K_{ni}

DN	Число срабатываний, тыс. цикл								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
6	0,920	0,925	0,931	0,945	0,980	1,090	1,238	1,424	1,648
10	0,919	0,924	0,930	0,944	0,977	1,088	1,236	1,422	1,647
15	0,918	0,922	0,925	0,943	0,975	1,085	1,234	1,421	1,646
20	0,917	0,920	0,930	0,943	0,972	1,083	1,232	1,419	1,645
25	0,916	0,919	0,929	0,942	0,970	1,080	1,230	1,417	1,644
32	0,914	0,918	0,927	0,940	0,965	1,075	1,225	1,414	1,643
40	0,913	0,916	0,924	0,937	0,960	1,071	1,221	1,411	1,641
50	0,912	0,915	0,927	0,935	0,960	1,072	1,224	1,416	1,648
65	0,910	0,911	0,918	0,931	0,962	1,079	1,237	1,437	1,678
80	0,908	0,909	0,915	0,927	0,968	1,089	1,253	1,459	1,708
100	0,907	0,908	0,914	0,927	0,975	1,102	1,273	1,488	1,747
125	0,906	0,907	0,913	0,927	0,977	1,108	1,284	1,504	1,770
150	0,903	0,907	0,916	0,933	0,972	1,104	1,282	1,506	1,775
200	0,902	0,908	0,918	0,938	1,010	1,162	1,364	1,615	1,918

Т а б л и ц а 2 - Относительная норма герметичности K_{ni}

DN	Число срабатываний, тыс. цикл								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
6	0,920	0,924	0,933	0,951	0,985	1,097	1,248	1,437	1,664
10	0,919	0,923	0,931	0,946	0,982	1,095	1,246	1,435	1,663
15	0,918	0,922	0,930	0,945	0,980	1,092	1,243	1,434	1,662
20	0,918	0,923	0,932	0,946	0,980	1,094	1,246	1,438	1,670
25	0,917	0,920	0,928	0,944	0,980	1,095	1,249	1,443	1,677
32	0,915	0,919	0,947	0,943	0,975	1,090	1,245	1,440	1,675
40	0,913	0,917	0,925	0,939	0,970	1,085	1,240	1,436	1,673
50	0,911	0,915	0,923	0,937	0,968	1,084	1,241	1,440	1,679
65	0,909	0,914	0,921	0,935	0,965	1,084	1,245	1,448	1,693
80	0,908	0,912	0,921	0,936	0,972	1,097	1,265	1,477	1,732
100	0,906	0,911	0,920	0,935	0,980	1,110	1,286	1,506	1,770
125	0,905	0,910	0,918	0,934	0,980	1,113	1,291	1,515	1,785
150	0,902	0,906	0,914	0,930	0,980	1,116	1,300	1,530	1,806
200	0,901	0,906	0,914	0,934	1,025	1,186	1,398	1,664	1,981

Измененная редакция, Изм. 2

Т а б л и ц а 3 - Относительная норма герметичности K_{ni}

DN	Число срабатываний, тыс. цикл								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
6	0,921	0,926	0,936	0,955	1,017	1,145	1,314	1,525	1,777
10	0,920	0,925	0,935	0,954	1,015	1,143	1,312	1,523	1,776
15	0,919	0,924	0,934	0,953	1,015	1,144	1,315	1,528	1,783
20	0,918	0,923	0,933	0,950	1,015	1,145	1,318	1,533	1,790
25	0,917	0,920	0,929	0,946	1,015	1,146	1,321	1,538	1,797
32	0,914	0,916	0,925	0,942	1,015	1,147	1,323	1,540	1,799
40	0,911	0,916	0,926	0,945	1,014	1,148	1,325	1,543	1,802
50	0,909	0,914	0,924	0,943	1,013	1,150	1,327	1,545	1,803
65	0,907	0,912	0,922	0,938	0,990	1,125	1,305	1,531	1,803
80	0,903	0,908	0,917	0,933	0,988	1,126	1,312	1,544	1,823
100	0,902	0,907	0,916	0,937	1,005	1,155	1,354	1,603	1,902
125	0,900	0,906	0,916	0,936	1,008	1,162	1,368	1,624	1,932
150	0,896	0,887	0,894	0,911	1,012	1,174	1,389	1,656	1,976
200	0,897	0,890	0,902	0,966	1,115	1,326	1,601	1,937	2,377

Измененная редакция, Изм. 2

Таблица 4 - Относительная норма герметичности K_{ni}

DN	Число срабатываний, тыс. цикл								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
6	0,920	0,922	0,930	0,948	1,030	1,164	1,342	1,562	1,824
10	0,919	0,911	0,928	0,948	1,028	1,163	1,342	1,565	1,831
15	0,918	0,911	0,928	0,948	1,035	1,175	1,366	1,589	1,862
20	0,916	0,920	0,930	0,948	1,028	1,167	1,351	1,579	1,852
25	0,914	0,919	0,928	0,946	1,022	1,163	1,346	1,576	1,850
32	0,913	0,917	0,926	0,943	1,017	1,157	1,342	1,573	1,848
40	0,909	0,912	0,920	0,934	1,005	1,144	1,329	1,560	1,837
50	0,905	0,908	0,916	0,932	0,996	1,134	1,321	1,554	1,833
65	0,902	0,904	0,912	0,928	0,997	1,143	1,337	1,579	1,870
80	0,900	0,904	0,914	0,931	1,005	1,157	1,360	1,613	1,916
100	0,898	0,903	0,912	0,930	1,030	1,198	1,420	1,696	2,026
125	0,894	0,898	0,908	0,925	1,035	1,211	1,444	1,732	2,078
150	0,890	0,891	0,898	0,925	1,058	1,251	1,505	1,819	2,194
200	0,893	0,899	0,917	1,021	1,212	1,479	1,819	2,235	-

Измененная редакция, Изм. 2

Таблица 5 - Относительная норма герметичности K_{ni}

DN	Число срабатываний, тыс. цикл								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
6	0,919	0,922	0,930	0,948	1,035	1,174	1,357	1,584	1,885
10	0,918	0,920	0,930	0,946	1,038	1,180	1,367	1,600	1,878
15	0,916	0,918	0,938	0,944	1,038	1,182	1,373	1,610	1,892
20	0,915	0,918	0,927	0,946	1,042	1,191	1,386	1,627	1,915
25	0,914	0,917	0,926	0,945	1,040	1,190	1,386	1,630	1,922
32	0,911	0,915	0,923	0,941	1,035	1,186	1,385	1,632	1,927
40	0,907	0,911	0,920	0,936	1,025	1,176	1,377	1,626	1,923
50	0,904	0,907	0,914	0,931	1,020	1,174	1,378	1,632	1,936
65	0,902	0,904	0,912	0,929	1,025	1,186	1,399	1,664	1,981
80	0,897	0,899	0,907	0,930	1,032	1,203	1,428	1,707	2,041
100	0,893	0,896	0,904	0,935	1,070	1,265	1,521	1,837	2,213
125	0,885	0,886	0,894	0,920	1,060	1,263	1,529	1,859	2,253
150	0,868	0,870	0,879	0,901	1,039	1,258	1,546	1,904	2,332
200	0,892	0,898	0,942	1,100	1,348	1,684	2,110	-	-

Измененная редакция, Изм. 2

Таблица 6 - Относительная норма герметичности $K_п$

DN	Число срабатываний, тыс. цикл								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
6	0,918	0,919	0,920	0,926	0,942	1,018	1,14	1,296	1,486
10	0,914	0,915	0,916	0,923	0,940	1,024	1,154	1,320	1,522
15	0,913	0,917	0,920	0,928	0,950	1,041	1,179	1,355	1,569
20	0,911	0,923	0,926	0,934	0,955	1,066	1,217	1,408	1,639
25	0,910	0,925	0,932	0,946	0,970	1,090	1,252	1,456	1,702
32	0,909	0,915	0,924	0,940	0,975	1,000	1,276	1,478	1,732
40	0,908	0,914	0,925	0,944	0,990	1,124	1,302	1,526	1,796
50	0,907	0,918	0,931	0,950	0,995	1,132	1,315	1,544	1,819
65	0,907	0,918	0,932	0,953	1,013	1,158	1,351	1,591	1,879
80	0,907	0,910	0,918	0,936	1,017	1,166	1,363	1,608	1,903
100	0,907	0,915	0,925	0,946	1,026	1,178	1,377	1,630	1,930
125	0,907	0,915	0,927	0,950	1,034	1,192	1,399	1,656	1,963
150	0,906	0,908	0,916	0,940	1,040	1,2004	1,412	1,674	1,986
200	0,906	0,910	0,917	0,944	1,045	1,2088	1,424	1,691	2,010

Измененная редакция, Изм. 2

Таблица 7 - Относительная норма герметичности $K_т$

DN	Число срабатываний, тыс. цикл								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
6	0,918	0,919	0,920	0,926	0,942	1,018	1,14	1,296	1,486
10	0,914	0,915	0,916	0,923	0,940	1,024	1,154	1,320	1,522
15	0,913	0,917	0,920	0,928	0,950	1,041	1,179	1,355	1,569
20	0,911	0,923	0,926	0,934	0,955	1,066	1,217	1,408	1,639
25	0,910	0,925	0,932	0,946	0,970	1,090	1,252	1,456	1,702
32	0,909	0,915	0,924	0,940	0,975	1,000	1,276	1,478	1,732
40	0,908	0,914	0,925	0,944	0,990	1,124	1,302	1,526	1,796
50	0,907	0,918	0,931	0,950	0,995	1,132	1,315	1,544	1,919
65	0,907	0,918	0,932	0,953	1,013	1,158	1,351	1,591	1,879
80	0,907	0,910	0,918	0,936	1,017	1,166	1,363	1,608	1,903
100	0,907	0,915	0,925	0,946	1,026	1,178	1,377	1,630	1,930
125	0,907	0,915	0,927	0,950	1,034	1,192	1,399	1,656	1,963
150	0,906	0,908	0,916	0,940	1,040	1,2004	1,412	1,674	1,986
200	0,906	0,910	0,917	0,944	1,045	1,2088	1,424	1,691	2,010

Измененная редакция, Изм. 2

Таблица 8 - Относительная норма герметичности $K_т$

DN	Число срабатываний, тыс. цикл								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
6	0,846	0,855	0,886	1,080	1,390	1,816	-	-	-
10	0,844	0,860	0,917	1,144	1,500	1,984	-	-	-
15	0,841	0,856	0,931	1,180	1,565	2,090	-	-	-
20	0,838	0,852	0,946	1,216	1,630	-	-	-	-
25	0,835	0,853	0,961	1,252	1,695	-	-	-	-
32	0,834	0,848	0,988	1,308	1,790	-	-	-	-
40	0,831	0,836	1,015	1,368	1,894	-	-	-	-
50	0,828	0,842	1,042	1,428	2,000	-	-	-	-
65	0,825	0,848	1,066	1,480	2,090	-	-	-	-
80	0,824	0,854	1,090	1,532	-	-	-	-	-
100	0,821	0,852	1,093	1,544	-	-	-	-	-
125	0,818	0,852	1,102	1,568	-	-	-	-	-
150	0,818	0,862	1,132	1,628	-	-	-	-	-
200	0,817	0,868	1,153	1,672	-	-	-	-	-

Измененная редакция, Изм. 2

Таблица 9 - Относительная норма герметичности $K_т$

DN	Число срабатываний, тыс. цикл								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
6	0,836	0,852	1,048	1,424	1,980	-	-	-	-
10	0,833	0,852	1,057	1,448	2,025	-	-	-	-
15	0,827	0,844	1,051	1,448	2,034	-	-	-	-
20	0,820	0,840	1,060	1,480	2,100	-	-	-	-
25	0,814	0,836	1,066	1,504	2,150	-	-	-	-
32	0,807	0,836	1,087	1,560	-	-	-	-	-
40	0,802	0,844	1,126	1,648	-	-	-	-	-
50	0,798	0,852	1,162	1,728	-	-	-	-	-
65	0,792	0,860	1,204	1,824	-	-	-	-	-
80	0,783	0,866	1,219	1,872	-	-	-	-	-
100	0,777	0,856	1,237	1,920	-	-	-	-	-
125	0,772	0,864	1,276	2,008	-	-	-	-	-
150	0,763	0,856	1,276	2,024	-	-	-	-	-
200	0,768	0,874	1,318	-	-	-	-	-	-

Измененная редакция, Изм. 2

3.4 **Величина утечки через затвор вследствие гидроабразивного износа Q_2, м³/с, рассчитывается по формуле**

$$Q_2 = \frac{\pi D h_2^3 \cdot \Delta P \cdot 10^6}{12 \cdot \eta \cdot B} \text{ м}^3/\text{с} = \frac{\pi \cdot D \cdot h_2^3 \cdot \Delta P 10^{12} \cdot 5}{\eta \cdot B}, \text{ см}^3/\text{мин} \qquad (4)$$

где D – средний диаметр уплотнения затвора, м;

h_2 – средняя величина зазора, образовавшегося вследствие гидроабразивного износа, м;

ΔP – избыточное давление рабочей среды, МПа;

η – динамический коэффициент вязкости испытательной среды, Па ·с;

B – ширина уплотнительной поверхности, м.

Средняя величина зазора h_2, м, рассчитывается по формуле

$$h_2 = \frac{V^3 \cdot \rho \cdot \Delta\tau \cdot Z}{N \cdot 2q \cdot 1{,}6 \cdot HB \cdot B \cdot (\pi D)^2} \qquad (5)$$

где V – скорость потока рабочей среды в затворе, м/с;

ρ - плотность абразивных частиц, кг/м³;

$\Delta\tau$ – время эксплуатации затвора в открытом положении, с;

Z - процент абразива, содержащийся в объеме среды;

N- ресурс затвора при заданной удельной нагрузке на уплотнение, цикл;

q – ускорение свободного падения, м/с²;

HB – твердость по Бринеллю, кг/м²;

D – средний диаметр уплотнения, м.

Величина утечки через затвор арматуры, определенная по приведенной методике, в случае превышения утечки, может уточняться по результатам испытаний арматуры, регламентированной исходными требованиями на разработку арматуры.

Пример расчета приведен в приложении А.

Приложение А
(Справочное)

Пример расчета герметичности затвора в процессе эксплуатации

1 Задача расчета – определение величины **утечки** через затвор.

2 Исходные данные:

Тип затвора	III (ножевой)
Диаметр номинальный DN	**50**
Средний диаметр уплотнения затвора D, м	$5 \cdot 10^{-2}$
Ширина уплотнения в, м	$5 \cdot 10^{-4}$
Твердость материала уплотнения НВ, **кг/м²**	$43 \cdot 10^{7}$
Число циклов наработки, цикл	1000
Время эксплуатации $\Delta\tau$, **с**	$31 \cdot 10^{6}$
Исходная норма герметичности, $Q_{уст.}$, см³/мин	1,5
Рабочая среда	вода
Давление рабочей среды Рр, МПа	4,0
Температура рабочей среды **t**, °С	90
Плотность абразивных частиц **ρ**, кг/м³	$2{,}6 \cdot 10^{3}$
Процент абразива содержащийся в объеме Z, м³	$15 \cdot 10^{-10}$
Скорость потока среды через затвор V, м/с	1
Испытательная среда	воздух
Давление испытательной среды Δ Р, МПа	0,6
Вязкость испытательной среды η, Па·с	$1{,}84 \cdot 10^{-4}$

3 Расчет

3.1 **Рассчитываем** среднюю величину зазора, образовавшегося вследствие гидроабразивного износа, по формуле

$$h_2 = \frac{V^3 \cdot \rho \cdot \alpha \cdot \Delta\tau \cdot Z}{N \cdot 2q \cdot 1{,}6 \cdot HB \cdot B \cdot (\pi D)^2} \qquad \text{(А.1)}$$

,

$$h_2 = \frac{10^{-3} \cdot 2{,}6 \cdot 10^{3} \cdot 0{,}7 \cdot 31 \cdot 10^{6} \cdot 15 \cdot 10^{-10}}{2 \cdot 10 \cdot 1{,}6 \cdot 43 \cdot 10^{7} \cdot 5 \cdot 10^{-4} \cdot (3{,}14 \cdot 5 \cdot 10^{-2})^2} = 0{,}0499 \cdot 10^{-5}\text{м} \approx 0{,}49\ \text{мкм}$$

3.2 **Рассчитываем утечку через затвор вследствие гидроабразивного износа по формуле**

$$Q_2 = \frac{\pi D h_2^3 \cdot \Delta P \cdot 10^6}{12\eta \cdot B} \qquad \text{(А.2)}$$

$$Q_2 = \frac{3{,}14 \cdot 5 \cdot 10^{-2} \cdot 124{,}25 \cdot 10^{-21} \cdot 0{,}6 \cdot 10^6}{12 \cdot 1{,}84 \cdot 10^{-4} \cdot 5 \cdot 10^{-4}} = 10{,}59 \cdot \frac{10^{-9}\text{м}^3}{c} \approx 0{,}63\text{см}^3/\text{мин}$$

3.3 **Рассчитываем относительную норму герметичности по формуле**

$$K = \frac{K_{ni}}{K_n} \cdot K_T, \qquad \text{(А.3)}$$

где $K_т$ = 0,798 по таблице 9

K_{ni} = 0,909 по таблице 3

K_n = 0,907 по таблице 7

$$K = \frac{0{,}909}{0{,}907} \cdot 0{,}798 = 0{,}800$$

3.4 По графику рисунка 1 определяем m для температуры 90 °С

m = 1,05

3.5 Рассчитываем утечку через затвор Q_i, см³/мин, по формуле

$$Q_i = \left(\sqrt{Q_{уст}} + \sqrt[2]{(K^m - 1) \cdot Q_{уст}} + \sqrt[2]{Q_2}\ \right)^3. \qquad \text{(А.4)}$$

$$Q_i = \left(\sqrt{1{,}5} + \sqrt[2]{(0{,}8^{1{,}05} - 1)1{,}5} + \sqrt[2]{0{,}63}\right)^3 = 2{,}76 \text{ см}^3/\text{мин}$$

4 Заключение

Утечка через затвор составляет Q_i=2,76 см³/мин удовлетворяет (не удовлетворяет) разработчика затвора.

Лист регистрации изменений

Изм	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в докум.	№ докум.	Вх. № сопроводительного документа и дата	Подп.	Дата введения
	изменённых	заменённых	новых	аннулированных					
1	4	5	-	-	16	Изм. № 1	Пр. № 34 от 21.05.12		01.07. 2012
2	**3, 8 - 11**	**5 – 7, 12 - 14**	**-**	**-**	**16**	**Изм. № 2**	**Пр. № 130 от 10.12.18**		**04.02. 2019**

Генеральный директор
НПФ «ЦКБА» Дыдычкин В. П.

Первый заместитель генерального директора – директор по научной работе Тарасьев Ю.И.

Заместитель генерального директора – главный конструктор Ширяев В.В.

Заместитель главного конструктора - начальник технического отдела Дунаевский С.Н.

Исполнители:

Начальник отдела 112 Матушак А. К.

Заместитель начальника отдела 112 Федоров О. И

Согласовано:

Председатель ТК 259 Власов М.И.

gost.e-ecolog.ru