

*Типовая документация на конструкции,
изделия и узлы зданий и сооружений*

Серия 7.902-9

Трубы „Вентури“

*для измерения расхода воды
сточных вод и осадков*

Диаметр от 200 до 1400 мм

М = 0,2 и М = 0,4

Выпуск 0

Указания по применению, выбору и расчету

23935-01
Цена: 1-77

Техническая документация на конструкции,
изделия и узлы зданий и сооружений

Серия 7.902-9

Трубы „Вентури“
для измерения расхода воды сточных
вод и осадков

Диаметр от 200 до 1400 мм

$m = 0,2$ и $m = 0,4$

Выпуск 0

Указания по применению, выбору и
расчету

Разработаны:

Институтом
„Гидрокакалний проект“

Главный инженер института *Джордж Соколин*

Начальник отдела *Куча С.М. Кучмышев*

Главный инженер
проекта

В.А. Горбатых

с участием ВНИИВОЗГЕО

Зам. директора по научной
работе, в.т.н., профессор *В.С. Алексеев*

ведущий научный сотрудник *П.В. Лобачев*

Утвержден: распоряжением

ГЛАВНОГО ЛИНИИ

МОСКОВСКОГО ПОЛКМА

от 1.09.89 г.

№ 36 а

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
1. Введение	3
2. Описание конструкции	4
3. Выбор типоразмера труб Вентури	12
4. Установка труб Вентури	17
5. Указания по выбору выпусков рабочих чертежей	18
6. Приложение 1.	20
Приложение 2	26
Приложение 3	32
Приложение 4	38

Число листов: Подпись и дата: Издание:

7.902-9.0				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Трубы Вентури для измерения расходов воды, сточных вод и осадков Ду от 200 до 1400 мм, $m=0,2$, $m=0,4$. Указания по применению, выпуски и расчеты.				Лист 1 42
				МосводоканалНИИпроект

1. ВВЕДЕНИЕ

1.1. Унифицированные типовые конструкции серии 7.902-9 стальных сварных труб Вентури нормальной и укороченной длины для измерения расхода воды, сточных вод и осадков в трубопроводах условным проходом D_u 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1200 и 1400 мм на условное давление $P_u = 10 \text{ кгс/см}^2$ разработаны институтом „МосводоканалНИИпроект“ при участии внии ВЗДГЕО в соответствии с планом типового проектирования на 1988 г (п. т. 7.1.33, раздел 7, санитарно-технические системы и сооружения). Типовые расчеты верхних пределов измерения расходовераз согласованы с МЦСМ.

1.2. Конструкция и расчет труб Вентури выполнены в соответствии с ГОСТ 23720-79 „Трубы Вентури“. Технические условия и „Правилами измерения расхода газов и жидкостей стандартными сужающими устройствами ЯД 50-213-80“.

1.3. Серия 7.902-9 содержит 5 выпусков:
 Выпуск 0 - указания по применению, выбору и расчету;
 Выпуск 1 - трубы Вентури D_u 200-300 мм, рабочие чертежи;
 Выпуск 2 - трубы Вентури D_u 400-600 мм, рабочие чертежи;
 Выпуск 3 - трубы Вентури D_u 700-1000 мм, рабочие чертежи;
 Выпуск 4 - трубы Вентури D_u 1200-1400 мм, рабочие чертежи.

7.902-9.0

Лист

2

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

2. ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ

2.1 Трубы Вентури нормальной и укороченной длины в комплекте с дифференциальными расходомерами служат для измерения жидкости в трубопроводах и канализационных сооружениях, в мелкороции и других областях, где по технологическим и коммерческим соображениям есть необходимость измерять расход воды, сточных вод и осадков

2.2 Принцип действия расходомеров с трубами Вентури основан на измерении перепада давления, возникающего при протекании жидкости в трубе Вентури за счет сужения поперечного сечения в ее горловине. Перепад давления однозначно связан с расходом жидкости, протекающей в трубе Вентури.

2.3 Трубы Вентури нормальной и укороченной длины рис 2.3 представляют собой металлоконструкцию сваренную из 3^х частей:

1- часть входная, состоящая из патрубка с сужающим конусом;

2 - горловина;

3 - часть выходная, состоящая из расширяющегося конуса и патрубка для соединения с трубопроводом для труб Ду от 700 до 1400 мм или фланца для труб Ду от 200 до 600мм;

4 - камера кольцевая

7.902-9.0

Лист

3

Изм. Лист № 001 КМ. Давл. Материал

Копирол

Формат А4

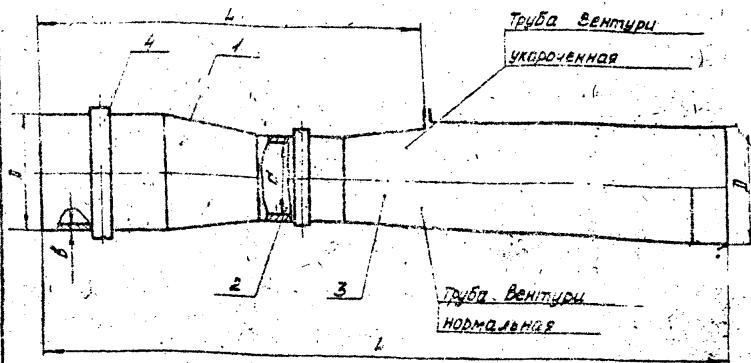


Рис. 2.3

Конструктивные параметры труб Вентури нормальной длины приведены в таблице 2.3.1, укороченной в таблице 2.3.2.

2.4. На корпусе входной части 1 (на патрубке) и горловине 2 выполнены кольцевые камеры, служащие для усреднения давлений (плюсового и минусового), отбираемых из внутренней полости трубы Вентури. Сечения по кольцевым камерам патрубка и горловины показаны на рис. 2.4.1 (вариант с прочисткой) и 2.4.2 (вариант без прочисток).

Кольцевые камеры сообщаются с внутренними полостями входного патрубка и горловины при помощи нескольких отверстий, которые

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

7.902-9.0

Лист
4

Копирован с фотом

Формат А4

Рис. 2.4.1

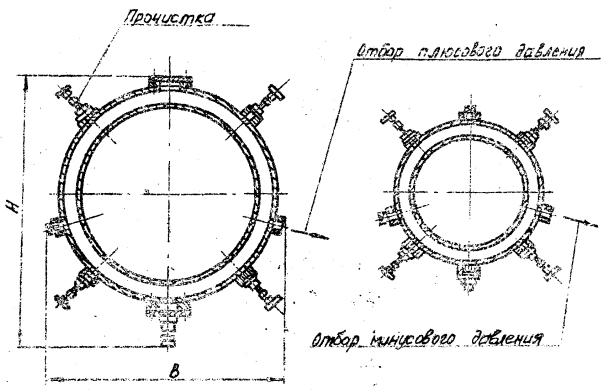
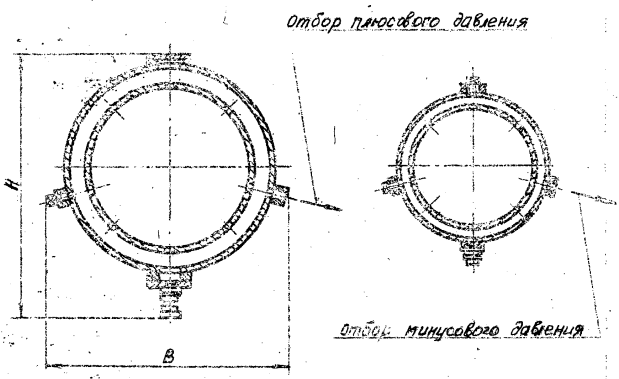


Рис. 2.4.2



1. Исходные данные
 2. Технические условия
 3. Проектная документация
 4. Расчеты
 5. Проверка

7.502-9.0

5

Формат А3

Таблица 232

Номинальный проход Ди мм	Модуль т	Номинальный диаметр трубы Д	Толщина стенки трубы Б	Диаметр заготовки с учетом покрытия А	Габаритные размеры, мм			Масса, кг
					Высота, Н	Ширина, Б	Длина, L	
РАЗМЕРЫ, мм								
200	0.2	215	6	89	435	345	575	81
	0.4			123			645	73
300	0.2	325	8	140.5	540	450	1260	128
	0.4			193			1070	130
400	0.2	426	8	176.5	700	545	1910	244
	0.4			244			1680	248
500	0.2	530	10	223	800	685	2385	398
	0.4			308			2040	387
600	0.2	630	10	281	900	785	2450	521
	0.4			385			2120	514
700	0.2	728	10	316	1035	970	3674	921
	0.4			434			3265	915
800	0.2	820	10	354	1135	1070	4367	1081
	0.4			487			3888	1068
900	0.2	920	12	399	1235	1180	4746	1334
	0.4			545			4219	1304
1000	0.2	1020	12	447	1335	1260	5191	1681
	0.4			612			4575	1658
1200	0.2	1220	12	559	1540	1455	5915	2220
	0.4			764			5260	2133
1400	0.2	1420	12	629	1740	1655	7100	2795
	0.4			865			6200	2692

Таблица 232

7.902-9.0

В случае наличия взвесей в измеряемой жидкости (сточная вода, осадок) периодически прочищаются с помощью прочисток (см рис. 2.41).

2.5. Плюсвое и минусвое давления из кольцевых камер через соединительные трубки передаются к дифманометру, показывающему величину расхода жидкости (соединительные трубки и дифманометр к данному проекту не относятся).

2.6. Типовые конструкции труб вентури серии 7.902-9 максимально унифицированы. Разбивка чертежей всего типажа труб вентури на выпуски 1, 2, 3 и 4 выполнена для удобства пользования и в соответствии с различием конструктивных форм некоторых элементов труб вентури различных диаметров. Это касается конструкций кольцевых усредняющих камер плюсового и минусового давления, количества отверстий, соединяющих кольцевые камеры с внутренней поверхностью трубы вентури и расположением прочисток. Присоединение труб вентури к трубопроводу осуществляется на фланцах при условиях прохода трубопроводов до 600мм включительно или стыковой сваркой при Ду от 700 до 1400 мм.

2.7. Кольцевые усредняющие камеры труб вентури имеют в бобышек (вариант с прочисткой)

7.902-9.0

Лист 2
19

или 4 бобышки (вариант без прочисток).

В кольцевых камерах диаметром трубопровода до 400 мм все бобышки резьбовые, одинаковые, с внутренней трубной резьбой G1-В. В кольцевых камерах диаметром трубопроводов 500 мм и выше, верхние и нижние бобышки выполнены в виде лючков с крышками на болтах, облегчающих ревизию и чистку кольцевых усредняющих камер.

Кроме того, на кольцевых камерах для труб Вентури Ду от 700 до 1400 мм, бобышки в месте отбора давления также выполнены в виде лючков, что целесообразно при необходимости перестановки штуцера отбора давления с одной стороны на другую и для облегчения очистки камеры больших диаметров. Для осмотра и дополнительной очистки камеры на этих трубах предусмотрены на выходной части лючки.

2.8. При измерении расхода сточной жидкости или осадка на бобышках кольцевых камер устья являются прочистки, которые служат для очистки отверстий, соединяющих камеры с внутренней полостью трубы Вентури при заторах или биологическом обрастании их.

Инв. № подл. Подпись и дата. Взам. инв. №. Инв. № подл. Подпись и дата.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № подл.	Подпись и дата

7. 902-9.0

Лист

9

3. ВЫБОР ТИПОРАЗМЕРА ТРУБ ВЕНТУРИ

3.1 Трубы вентури унифицированы таким образом, чтобы при помощи минимального числа типоразмеров обеспечить измерение всего диапазона расходов согласно ГОСТ 18140-84 в пределах скоростей от 0,5 до 4 м/сек.

3.2 На каждый условный проход трубы вентури приняты две величины относительной площади сужающего устройства (модуль) $m = \left(\frac{d}{D}\right)^2$. Первый модуль $m=0,2$ принят для измерения расходов при скоростях 0,5, 2,0 м/сек, а второй модуль $m=0,4$ при скоростях 1, 4 м/сек.

3.3 Значения диаметров горловин для каждого условного прохода подсчитаны так, что при измерении расхода жидкости с плотностью $\rho=1000 \text{ кг/м}^3$ трубами вентури в комплекте с дифманометрами-расходомерами, верхний предел измерения которых не зависит от плотности измеряемой жидкости (мембранные, сифонные, кольцевые дифманометры и т.п.) верхние пределы измерения этих расходомеров соответствуют ГОСТ 18140-84.

Номинальные значения верхних пределов измерения расхода дифманометров-расходомеров, подключенных к трубам вентури, приведены в таблице 3.3

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

7.902-90

Лист

11

(при измерении расхода жидкости с $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$).

3.4. Ввиду того, что значения верхних пределов перепадов давления ΔP и верхних пределов расходов Q даны по округленным значениям чисел нормальных рядов, то для получения точных значений расходов, измеренных трубами Вентури по банному проекту, необходимо к показаниям интеграторов дифманометров-расходомеров или при планировании расходов диаграмм, вводить поправочные множители, которые приведены в таблице 3.4. Приведенные в таблице значения поправочных множителей действительны только при измерении расхода воды при температуре $20 \pm 5^\circ \text{C}$. В остальных случаях для вычисления поправочного множителя следует руководствоваться указаниями п. 3.6.

3.5. Расчет труб Вентури с целью определения значений поправочных множителей, приведенных в таблице 3.4 произведен в процессе разработки типовой конструкторской документации. Расчет каждой типовой трубы Вентури выполнен в соответствии с ГОСТ 23720-79 (с изм.) "Трубы Вентури. Технические условия" и "Правилами измерения расхода газов и жидкостей стандартными сужаю-

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

7.902-90

Лист

12

Копирекал Фр. 1/200

Формат А4

Таблица 3.3

Превышение номинального перепада давления диаметра расхода мгн Па (кг/м³)	Условные проходы трубопроводов Ду, мм										
	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1200	1400
	Верхний предел измерения расхода Qn м³/час, при т=0,2										
4000 (400)	63	160	250	400	630	800	1000	1250	1600	2500	3200
6300 (630)	80	200	320	500	800	1000	1250	1600	2000	3200	4000
10000 (1000)	100	250	400	530	1000	1250	1600	2000	2500	4000	5000
16000 (1600)	125	320	500	800	1250	1600	2000	2500	3200	5000	6300
25000 (2500)	160	400	630	1000	1600	2000	2500	3200	4000	6300	8000
40000 (4000)	200	500	800	1250	2000	2500	3200	4000	5000	8000	10000
63000 (6300)	250	630	1000	1600	2500	3200	4000	5000	6300	10000	12500

Превышение номинального перепада давления диаметра расхода мгн Па (кг/м³)	Верхний предел измерения расхода Qn м³/час, при т=0,4										
	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1200	1400
4000 (400)	125	320	500	800	1250	1600	2000	2500	3200	5000	6300
6300 (630)	160	400	630	1000	1600	2000	2500	3200	4000	6300	8000
10000 (1000)	200	500	800	1250	2000	2500	3200	4000	5000	8000	10000
16000 (1600)	250	630	1000	1600	2500	3200	4000	5000	6300	10000	12500
25000 (2500)	320	800	1250	2000	3200	4000	5000	6300	8000	12500	16000
40000 (4000)	400	1000	1600	2500	4000	5000	6300	8000	10000	16000	20000
63000 (6300)	500	1250	2000	3200	5000	6300	8000	10000	12500	20000	25000

Шт. № проба. Подпись и дата и зам. инж. № инв. № докум. Подпись и дата.

Изм. лист № докум. Подп. Дата

7.902-9.0

Лист 13

Копирован фото

Формат А4

Таблица 34

Основной проход трубы Dч	Диаметр гарlands- ны d, мм	Трёхзельный лезвий вальцовый ближиснометрический прибор						
		400	530	1000	1600	2500	4000	6300
		Поправочные множители						
200	89	0,994	0,981	0,989	1,002	0,983	0,994	0,998
	123	1,010	0,99	0,998	1,01	0,986	0,998	1,002
300	140,5	0,979	0,988	0,996	0,985	0,983	0,996	0,992
	193	0,986	0,989	0,998	1,002	0,986	0,998	1,002
400	176,5	0,984	0,966	0,973	0,984	0,976	0,973	0,977
	244	0,989	0,984	0,977	0,989	0,988	0,977	0,981
500	223	0,984	0,988	0,988	0,984	0,984	0,996	0,977
	308	0,995	0,999	1,007	0,994	0,994	1,006	0,987
600	281	1,001	0,989	0,997	1,009	0,985	0,997	1,001
	385	1,009	0,989	0,997	1,009	0,985	0,997	1,001
700	316	0,995	0,999	1,008	0,985	0,985	1,007	0,988
	434	0,995	0,999	1,007	0,985	0,985	1,007	1,003
800	354	0,997	1,001	0,985	0,997	0,987	0,985	0,989
	487	0,997	1,000	0,985	0,997	0,996	1,000	0,989
900	399	1,014	0,994	1,003	1,014	0,990	1,002	1,006
	545	0,998	0,978	0,986	0,998	0,990	0,986	0,990
1000	447	0,995	0,998	1,007	0,995	0,995	1,007	1,003
	612	0,987	0,990	0,999	1,003	0,987	0,998	1,003
1200	559	0,999	0,979	0,988	0,989	0,991	0,987	0,991
	764	0,998	0,994	0,987	0,988	0,988	0,986	0,990
1400	629	0,988	0,989	0,998	1,001	0,985	0,997	1,001
	885	1,003	0,991	0,999	1,011	0,987	0,999	1,003

Изм.	Лист	№ докум.	Повл.	Дата

7.902-90

Лист

14

Копировал Третьяк

Формат 34

3.6. В случае отклонения фактического диаметра горловины трубы Вентури от принятого в расчете более чем на 0,03%, а также при отклонении плотности измеряемой жидкости от расчетной ($998,6 \text{ кг/м}^3$) более, чем на 0,12% необходимо провести перерасчет верхних пределов измерения и поправочных множителей по методике, принятой в приведенных ниже примерах расчета, согласованной с Московским центром стандартизации и метрологии (МЦСМ).

3.7. Максимальные потери напора в трубах Вентури P_n [м вод. ст.] следует принимать по таблице 3.7.

Таблица 3.7

Модуль π	Верхний предел измерения вискометра						
	400	630	1000	1600	2500	4000	6300
$\approx 0,2$	0,04	0,063	0,1	0,16	0,25	0,40	0,63
$\approx 0,4$	0,03	0,045	0,07	0,11	0,18	0,28	0,45

4. УСТАНОВКА ТРУБ ВЕНТУРИ

4.1 При установке труб Вентури следует руководствоваться „Указаниями по эксплуатации“ ГОСТ- 23720-79 и требованиями, указанными в „Правилах... РД 50-213-80“.

5. УКАЗАНИЯ ПО ВЫБОРУ ВЫПУСКОВ РАБОЧИХ ЧЕРТЕЖЕЙ

5.1. Выбор типоразмера трубы Вентури (Ду, т) по известному расходу Q_{рт}, Ду трубопровода, допустимым потерям напора Р_п производят по таблицам 3.3 и 3.4.

5.2. Каждый выпуск содержит полный комплект чертежей нормальных и укороченных труб Вентури с модулями сужающего устройства т=0,2 и т=0,4 для измерения сточной жидкости и осадков, выполненных с прочистками и чистой воды - без прочисток.

5.3. На оборочном чертеже трубы Вентури дана таблица, в которой указано обозначение каждого типоразмера для сужающего устройства с модулями т=0,2 и т=0,4, с прочисткой и без прочистки.

5.4. Труба Вентури типоразмера, подлежащего выполнению, должна быть отмечена на всех групповых чертежах путем подчеркивания нужного обозначения яркой цветной линией.

5.5. Гидравлические и точностные расчеты

Инд. № подл. Подпись и дата. Зам. инж. № инв. № Вент. Подпись и дата.

Инд. № подл.	Зам. инж. № инв.	№ Вент.	Подпись и дата.

7.902-90

Лист 17

Копирован Зубов

Формат А4

типовых конструкций труб венчури выполнены
 внии "ВОДГЕО" Госстроя СССР. Типовые зачеты
 прилагаемы в приложении:

Для выпуска 1 - приложение 1.

Для выпуска 2 - приложение 2.

Для выпуска 3 - приложение 3.

Для выпуска 4 - приложение 4.

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100.

| | | | | |
|------|------|---|-------|------|
| | | | | |
| Изм. | Лист | № | Всего | Лист |

7502-90

Лист

19

Копирован

Формат А4

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

РАСЧЕТ

Верхнего предела измерения расходомера со стальной сварной трубой Вентури $Dy=300\text{мм}$, $m=0,2$

1. Введение

1.1. Расчет расходомера со стальной сварной трубой Вентури типа А $Dy=300\text{мм}$, $m=0,2$ проведен применительно к типовой конструкторской документации. Расчет выполнен в соответствии с ГОСТ 23720-79 "Трубы Вентури. Технические условия" и правилами измерения расхода газов и жидкостей стандартными сужающими устройствами РД 50-213-80"

2. Исходные данные

- 2.1. Наружный диаметр трубы $D_n = 325\text{мм}$
- 2.2. Толщина стенки трубы $\delta = 8\text{мм}$
- 2.3. Относительная площадь (тобуль) $m = 0,2$
- 2.4. Верхний предел измерений диаметроматра расхода:
мера

$$Q_{пр} = 400\text{ м}^3/\text{ч}$$

- 2.5. Предельный номинальный перепад давления с диаметроматра - расходомера
 $\Delta P_n = 2500\text{ кгс/м}^2$
- 2.6. Температура измеряемой воды $t = 60^\circ\text{C}$
- 2.7. Избыточное давление воды перед сужающим устройством
 $P_0 = 10\text{ кгс/см}^2$

7 902-9,0

1/207

1/3

3. Расчет

3.1 Абсолютное давление воды перед сужающим устройством

$$P = P_n + P_b$$

$P_b = 1 \text{ кгс/см}^2$ - барометрическое давление

$$P = 10 + 1 = 11 \text{ кгс/см}^2$$

3.2 Плотность воды в рабочих условиях ($P_n = 11 \text{ кгс/см}^2$, $t = 60^\circ$)

В соответствии с приложением 2 правила РД 50-213-80 определена плотность ρ с учетом интерполяции по $P(1:20)$

$$\rho = 983,7 \text{ кг/м}^3$$

3.3 Внутренний диаметр трубопровода перед сужающим устройством

$$\text{при } t = 60^\circ \text{C} \quad D = D_{20}$$

$$D_{20} = D_n - 2\delta = 325 - 2 \cdot 8 = 309 \text{ мм}$$

3.4 Динамическая вязкость воды в рабочих условиях (приложение 2б)

$$\mu = 47,5 \cdot 10^{-6} \text{ кгс/м}^2$$

3.5 Проверка ограничения по числу Рейнольдса

$$Re = 0,0381 \frac{G \cdot \rho}{\mu} \quad (\text{РД 50 213-80, Ф 21})$$

$$Re_{\min} \text{ при } \frac{Q_{\text{пр}}}{3}, \text{ т.е. при } \frac{400}{3} = 133 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$Re_{\min} = 0,0381 \frac{133 \cdot 983,7}{309 \cdot 47,5 \cdot 10^{-6}} = 0,32 \cdot 10^6$$

$$Re_{\max} \text{ при } Q_{\text{пр}}, \text{ т.е. при } Q = 400 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$Re_{\max} = 0,0381 \frac{400 \cdot 983,7}{309 \cdot 47,5 \cdot 10^{-6}} = 0,96 \cdot 10^6$$

В данном диапазоне чисел Рейнольдса коэффициент истечения $\alpha = 0,985$ а погрешность $\delta_e = 5\%$ (табл. 0, РД 50-213 80).

3.6 Диаметр горловины трубы Вентури при $t=60^{\circ}\text{C}$ $d \approx d_{20}$
 $d_{20} = d'_{20} - 2 \delta_p = 141,5 - 2 \cdot 0,5 = 140,5 \text{ мм}$

где δ_p - толщина слоя защитного покрытия,
 соответственно относительная площадь (модуль):

$$m = \left(\frac{d_{20}}{d_{20}}\right)^2 = \left(\frac{140,5}{309}\right)^2 = 0,207$$

3.7 Коэффициент расхода, согласно форм. 30 (РД 50-213-80)

$$\alpha = c \frac{1}{\sqrt{1-m^2}}$$

где коэффициент истечения $c = 0,985$

$$\text{Следовательно, } \alpha = \frac{0,985}{\sqrt{1-0,207^2}} = 1,007$$

3.8 Расчет действительного значения верхнего предела
 измерения дифманометра-расходомера

$$Q_0 = 0,01252 \cdot d_{20}^2 \sqrt{\frac{\Delta P_{\text{н}}}{\rho}} \cdot K_c^2$$

$$Q_0 = 0,01252 \cdot 1,007 \cdot 140,5^2 \sqrt{2500/993,7} \cdot 1,0008 = 397,1 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Поправочный множитель K_c необходимо вводить к
 показаниям интеграторов дифманометров-расходомеров,
 счетных приставок к дифманометрам с таковым
 выходным сигналом, а также к значениям объе-
 мов жидкости, вычисленных путем планиметрирова-
 ния расходных диаграмм

$$K_c = \frac{Q_0}{Q_{\text{пр}}} = \frac{397,1}{400} = 0,993$$

Инв. № подл. Подпись и дата. Взам. инв. №. Инв. № докум. Подпись и дата.

| | | | | |
|------|------|----------|-------|------|
| | | | | |
| Взм. | Ист. | № докум. | Подп. | Дата |

7.902-9.0

Ист
21

РАСЧЕТ

верхнего предела измерения расходомера со стальной сварной трубой венчури Ду=300мм, $m \leq 0,4$

1. Введение

1.1 Расчет расходомера со стальной сварной трубой венчури типа А Ду=300мм, $m \leq 0,4$ проведен применительно к типовой конструкторской документации. Расчет выполнен в соответствии с ГОСТ 23720-79 "Трубы венчури. Технические условия" и "Правилами измерения расхода газов и жидкостей стандартными сужающими устройствами РД 50-213-80".

2. Исходные данные

2.1 Наружный диаметр трубы $D_n = 325 \text{ мм}$

2.2 Толщина стенки $\delta = 8 \text{ мм}$

2.3 Относительная площадь (модуль) $m \leq 0,4$

2.4 Верхний предел измерений дифманометра-расходомера
 $Q_{пр} = 630 \text{ м}^3/\text{ч}$

2.5 Предельный номинальный перепад давления дифманометра-расходомера

$$\Delta P_n = 1600 \text{ кгс/м}^2$$

2.6 Температура измеряемой воды $t = 20^\circ\text{C}$

2.7 Избыточное давление воды перед сужающим устройством

$$P_n = 70 \text{ кгс/см}^2$$

ИЗМ. Лист 1. Изменения в проекте. 1980 г.

| | | | | |
|------|------|----------|-------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| | | | | |

7.902-9.0

Лист
22

3. Расчет

3.1. Абсолютное давление воды перед сужающим устройством

$$P = P_n + P_B$$

 $P_B = 4 \text{ кгс/см}^2$ - барометрическое давление

$$P = 10 + 4 = 14 \text{ кгс/см}^2$$

3.2 Плотность воды в рабочих условиях ($P_n = 14 \text{ кгс/см}^2$, $t = 20^\circ\text{C}$)

В соответствии с приложением в правил РД 50-213-80 определена плотность ρ с учетом интерполяции Р (4; 20)

$$\rho = 998,6 \text{ кг/м}^3$$

3.3 Внутренний диаметр трубопровода перед сужающим устройством

при $t = 20^\circ\text{C}$

$$D_{20} = D_n - 2\delta = 325 - 2 \cdot 8 = 309 \text{ мм}$$

3.4 Динамическая вязкость воды в рабочих условиях (приложение 26)

$$\mu = 103 \cdot 10^{-6} \text{ кгс/м}^2$$

3.5 Проверка ограничения по числу Рейнольдса

$$Re = 0,0361 \frac{Q_0}{D \mu} \quad (\text{РА 50-213-80, Ф. 81})$$

$$Re_{\min} \text{ при } \frac{Q_{\text{пр}}}{3}, \text{ т.е. при } \frac{530}{3} = 210 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$Re_{\min} = 0,0361 \frac{210 \cdot 998,6}{309 \cdot 103 \cdot 10^{-6}} = 0,24 \cdot 10^6$$

$$Re_{\max} \text{ при } Q_{\text{пр}} \text{ т.е. при } Q = 630 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$Re_{\max} = 0,0361 \frac{630 \cdot 998,6}{309 \cdot 103 \cdot 10^{-6}} = 0,71 \cdot 10^6$$

В данном диапазоне чисел Рейнольдса коэффициент истечения $C = 0,985$, а его погрешность $\delta_c = 1,5\%$ (табл. 6, РА 50-213-80).

7.902-9.0

Лист

23

Изм. № п/п, Подпись и дата, № докум. Подп. Дата

копировал Зубов

Формат А4

Изм. № п/п, Подпись и дата, № докум. Подп. Дата

3.6 Диаметр горловины трубы Вентури

$$d_{20} = d'_{20} - 2\delta_n = 194 - 2 \cdot 0,5 = 193 \text{ мм}$$

где δ_n - толщина слоя защитного покрытия
Соответственно относительная площадь (модуль)

$$m = \left(\frac{d_{20}}{D_{20}} \right)^2 = \left(\frac{193}{309} \right)^2 = 0,390$$

3.7 Коэффициент расхода согласно форм. 3D (РД 50-213-80)

$$\alpha = 0 \frac{1}{\sqrt{1-m^2}}$$

где коэффициент истечения $C = 0,985$

$$\text{Следовательно, } \alpha = \frac{0,985}{\sqrt{1-0,390^2}} = 1,069$$

3.8 Расчет действительного значения верхнего предела измерения дифманометра-расходомера

$$Q_0 = 0,01252 \cdot \alpha \cdot d_{20}^2 \sqrt{\frac{\Delta P_n}{\rho}}$$

$$Q_0 = 0,01252 \cdot 1,069 \cdot 193^2 \cdot \sqrt{1600/998,6} = 631,1 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Поправочный множитель K_q необходимо вводить к показаниям интеграторов дифманометров-расходомеров, счетных приставок к дифманометрам с токовым выходным сигналом, а также к значениям объемов жидкости, вычисленных путем планиметрирования расходных диаграмм.

$$K_q = \frac{Q_0}{Q_{пр}} = \frac{631,1}{630} = 1,002$$

7.902 - 90

Лист

24

Изм. Лист № Взам. Подп. Дата

Копировал *Григорьев*

Формат А4

РАСЧЕТ

Верхнего предела измерения расходомера со стальной сварной трубой венчури $D_y = 600$ мм, $m \approx 0,2$

1. Введение

1.1 Расчет расходомера со стальной сварной трубой венчури типа А $D_y = 600$ мм, $m \approx 0,2$ приведен приблизительно к типовой конструктивной документации. Расчет выполнен в соответствии с ГОСТ 23720-79 "Трубы венчури. Технические условия" и Правилами измерения расхода газов и жидкостей стандартными сужающими устройствами РД 50-243-80.

2. Исходные данные

2.1 Наружный диаметр трубы $D_n = 630$ мм

2.2 Толщина стенки трубы $\delta = 10$ мм

2.3 Относительная площадь (модуль) $m \approx 0,2$

2.4 Верхний предел измерений диаметратора-расходомера

$$Q_{пр} = 1000 \text{ м}^3/\text{ч}$$

2.5 Предельный номинальный перепад давления диаметратора-расходомера

$$\Delta P_n = 1000 \text{ кгс/м}^2$$

2.6 Температура измеряемой воды $t = 20^\circ\text{C}$

2.7 Избыточное давление воды перед сужающим устройством

$$P_n = 10 \text{ кгс/см}^2$$

Изм. вкл. Подпись и дата

Изм. лист № док. м. ИСБП. АТС

7.902-9.0

Лист

25

Копировал Лобан

ФОРМАТ А4

3. Расчет

3.1 Абсолютное давление воды перед сужающим устройством

$$P = P_n + P_b$$

 $P_b = 1 \text{ кгс/см}^2$ - барометрическое давление

$$P = 10 + 1 = 11 \text{ кгс/см}^2$$

3.2 Плотность воды в рабочих условиях ($P_n = 11 \text{ кгс/см}^2$, $t = 20^\circ\text{C}$)В соответствии с приложением в правиле РД-50-213-80 определена плотность ρ с учетом интерполяции по $P(1,20)$

$$\rho = 998,6 \text{ кг/м}^3$$

3.3 Внутренний диаметр трубопровода перед сужающим устройством

при $t = 20^\circ\text{C}$

$$D_{20} = D_n - 2\delta = 630 - 2 \cdot 10 = 610 \text{ мм}$$

3.4 Динамическая вязкость воды в рабочих условиях (приложение 2Б)

$$\mu = 103 \cdot 10^{-6} \text{ кгс/м}^2$$

3.5 Проверка ограничения по числу Рейнольдса

$$Re = 0,0361 \frac{Q_0}{D_n} \quad (\text{РД } 50-213-80, \text{ Ф. 81})$$

$$Re_{\min} \text{ при } \frac{Q_{np}}{3}, \text{ т.е. при } \frac{1000}{3} = 333 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$Re_{\min} = 0,0361 \frac{333 \cdot 998,6}{610 \cdot 103 \cdot 10^{-6}} = 0,19 \cdot 10^6$$

$$Re_{\max} \text{ при } Q_{np}, \text{ т.е. при } Q = 1000 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$Re_{\max} = 0,0361 \frac{1000 \cdot 998,6}{610 \cdot 103 \cdot 10^{-6}} = 0,57 \cdot 10^6$$

В данном диапазоне числа Рейнольдса коэффициент истечения

$$C = 0,985, \text{ а его погрешность } \delta_C = 1,5\% \text{ (табл. 6, РД } 50-213-80).$$

7.902-9.0

Лист

26

3.6 Диаметр горловины трубы Вентури

$$d_{20} = d'_{20} - 2 \delta_n = 282 - 2 \cdot 0,5 = 281$$

где δ_n - толщина слоя защитного покрытия,
соответственно относительная площадь (модуль)

$$m = \left(\frac{d_{20}}{d_{200}} \right)^2 = \left(\frac{281}{610} \right)^2 = 0,212$$

3.7 Коэффициент расхода, согласно форм. 30 (РД 50-213-80)

$$\alpha = C \frac{1}{\sqrt{1-m^2}}$$

где коэффициент истечения $C = 0,985$

$$\text{следовательно, } \alpha = \frac{0,985}{\sqrt{1-0,212^2}} = 1,0079$$

3.8 Расчет действительного значения верхнего предела измерения дифманометра-расходомера

$$Q_0 = 0,01252 \alpha d_{20}^2 \sqrt{\frac{\Delta P_n}{\rho}}$$

$$Q_0 = 0,01252 \cdot 1,0079 \cdot 281^2 \cdot \sqrt{1000/998,6} = 997 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Поправочный множитель K_0 необходимо вводить к показаниям инверторов дифманометров-расходомеров, счетных приставок к дифманометрам с таковым выходным сигналом, а также к значениям объемов жидкости, вычисленных путем планиметрирования расходных диаграмм.

$$K_0 = \frac{Q_0}{Q_{пр}} = \frac{997}{1000} = 0,997$$

7.902-9.0

Лист
27

РАСЧЕТ

Верхнего предела измерения расходомера со стальной
сварной трубой Вентури $D_n=500$ мм, $m \approx 0,4$

1. Введение

1.1 Расчет расходомера со стальной сварной трубой Вентури типа А $D_n=500$, $m \approx 0,4$ проведен применительно к типовой конструкторской документации. Расчет выполнен в соответствии с ГОСТ 23720-79 "Трубы Вентури. Технические условия" и "Правилами измерения расхода газов и жидкостей стандартными сужающими устройствами РД 50-213-80".

2. Исходные данные

2.1 Наружный диаметр трубы $D_n=530$ мм

2.2 Толщина стенки трубы $\delta=10$ мм

2.3 Относительная площадь (модуль) $m \approx 0,4$

2.4 Верхний предел измерений дифференциала расхода

$$Q_{\text{гр}} = 1250 \text{ м}^3/\text{ч}$$

2.5 Предельный номинальный перепад давления ΔP_n дифференциала расхода

$$\Delta P_n = 1000 \text{ кгс/м}^2$$

2.6 Температура измеряемой сточной воды t °С

2.7 Избыточное давление сточной воды перед сужающим устройством

$$P_n = 3 \text{ кгс/см}^2$$

| | | | | |
|------|------|----------|-------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Повт. | Дата |
| | | | | |

7.902-9.0

Лист

28

Копировал Анохин

Формат А4

3. Расчет

3.1 Абсолютное давление сточной воды перед сужающим устройством

$$P = P_n + P_g$$

$P_g = 1 \text{ кгс/см}^2$ - барометрическое давление

$$P = 3 + 1 = 4 \text{ кгс/см}^2$$

3.2 Плотность сточной воды в рабочих условиях ($P_n = 4 \text{ кгс/см}^2$, $t = 30^\circ\text{C}$) в соответствии с данными анализа составляет:

$$\rho = 1015 \text{ кг/м}^3$$

3.3 Внутренний диаметр трубопровода перед сужающим устройством

при $t = 30^\circ\text{C}$

$$D_{20} = D_n - 2\delta = 530 - 2 \cdot 10 = 510 \text{ мм}$$

3.4 Динамическая вязкость сточной воды в рабочих условиях

$$\mu = 82 \cdot 10^{-6} \text{ кгс/м}^2$$

3.5 Проверка ограничения по числу Рейнольдса

$$Re = 0,0361 \frac{Q_{op} \rho}{D \mu} \quad (\text{РД 50-213-80, Ф. 81})$$

$$Re_{min} \text{ при } \frac{Q_{op}}{3}, \text{ т.е. при } \frac{1250}{3} = 417 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$Re_{min} = 0,0361 \frac{417 \cdot 1015}{510 \cdot 82 \cdot 10^{-6}} = 0,37 \cdot 10^6$$

$$Re_{max} \text{ при } Q_{op}, \text{ т.е. при } Q = 1250 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$Re_{max} = 0,0361 \frac{1250 \cdot 1015}{510 \cdot 82 \cdot 10^{-6}} = 1,11 \cdot 10^6$$

В данном диапазоне чисел Рейнольдса коэффициент истечения $C = 0,985$, а его погрешность $\delta_c = 1,5\%$ (табл. в., РД 50-213-80).

Инв. № подл. Подпись и дата. Взам. № ф. бл. Подпись и дата.

| | | | | |
|------|------|---------------|------|-------|
| Изм. | Исх. | Исх. № докум. | Рис. | Конт. |
| | | | | |

7.902-0.0

Лист

29

Копировать

Тарифы 24

3.6 Диаметр горловины трубы Вентури

$$d_{20} = d'_{20} - 2\delta_n = 309 - 2 \cdot 0,5 = 308 \text{ мм}$$

где δ_n - толщина слоя защитного покрытия.

Соответственно относительная площадь (модуль)

$$m = \left(\frac{d_{20}}{d_{20}'} \right)^2 = \left(\frac{308}{510} \right)^2 = 0,365$$

3.7 Коэффициент расхода, согласно форм 30 (РД 50-213-80)

$$\alpha = C \frac{1}{\sqrt{1-m^2}}$$

где коэффициент истечения $C = 0,985$

$$\text{Следовательно, } \alpha = \frac{0,985}{\sqrt{1-0,365^2}} = 1,058$$

3.8 Расчет действительного значения бернсаева предела измерения дифманометра-расходомера

$$Q_0 = 0,01252 \cdot \alpha \cdot d_{20}^2 \sqrt{\frac{\Delta P_k}{\rho}}$$

$$Q_0 = 0,01252 \cdot 1,058 \cdot 308^2 \cdot \sqrt{1000 / 1015} = 1247,3 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Поправочный множитель K_q необходимо вводить к показаниям интеграторов дифманометров-расходомеров, счетных приставок к дифманометрам с токовым выходным сигналом, а также к значениям объемов жидкости, вычисленных путем планиметрирования расходных диаграмм.

$$K_q = \frac{Q_0}{Q_{пр}} = \frac{1247,3}{1250} = 0,998$$

7.902-9.0

Лист

30

3. РАСЧЕТ

3.1 Абсолютное давление воды перед сужающим устройством

$$P = P_n + P_b$$

 $P_b = 1 \text{ кгс/см}^2$ - барометрическое давление

$$P = 16 + 1 = 17 \text{ кгс/см}^2$$

3.2 Плотность воды в рабочих условиях ($P_n = 17 \text{ кгс/см}^2$, $t = 70^\circ\text{C}$)В соответствии с приложением в правил РД 50-213-80 определена плотность ρ с учетом интерполяции по Р(1,70)

$$\rho = 978,7 \text{ кг/м}^3$$

3.3 Внутренний диаметр трубопровода перед сужающим устройством

при $t = 70^\circ\text{C}$ $D \approx D_{20}$

$$D_{20} = D_n - 2\delta = 720 - 2 \cdot 10 = 700 \text{ мм}$$

3.4 Динамическая вязкость воды в рабочих условиях (приложение 2б)

$$\mu = 41,5 \cdot 10^{-6} \text{ кгс/м}^2$$

3.5 Проверка ограничения по числу Рейнольдса

$$Re = 0,0361 \frac{Q_0 \rho}{D \mu} \quad (\text{РД 50-213-80, Ф. 81})$$

$$Re_{\min} \text{ при } \frac{Q_{\text{пр}}}{3}, \text{ т.е. при } \frac{1600}{3} = 533 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$Re_{\min} = 0,0361 \frac{533 \cdot 978,7}{700 \cdot 41,5 \cdot 10^{-6}} = 0,65 \cdot 10^6$$

$$Re_{\max} \text{ при } Q_{\text{пр}}, \text{ т.е. при } Q = 1600 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$Re_{\max} = 0,0361 \frac{1600 \cdot 978,7}{700 \cdot 41,5 \cdot 10^{-6}} = 1,95 \cdot 10^6$$

В данном диапазоне числа Рейнольдса коэффициент истечения $C = 0,985$, а его погрешность $\delta_c = 1,5\%$ (табл. в., РД 50-213-80).

| | | | | |
|------|---|--------|-------|------|
| Изм. | № | Вокруг | Посл. | Дата |
| | | | | |

7.902-9.0

Лист

32

Копировал Третьяк

Формат А4

3.6 Диаметр головки трубы Вентури при $t=70^{\circ}\text{C}$ $d \approx d_{20}$

$$d_{20} = d'_{20} - 2\delta_n = 317 - 2 \cdot 0.5 = 316$$

где δ_n - толщина слоя защитного покрытия, соответственно относительная площадь (модуль)

$$m = \left(\frac{d_{20}}{d'_{20}}\right)^2 = \left(\frac{316}{700}\right)^2 = 0.204$$

3.7 Коэффициент расхода, согласно форм 30 (РД 50-213-80)

$$\alpha = 0 \frac{1}{\sqrt{1-m^2}}$$

где коэффициент истечения $C = 0.985$

$$\text{следовательно, } \alpha = \frac{0.985}{\sqrt{1-0.204^2}} = 1.006$$

3.8 Расчет действительного значения верхнего предела измерения дифманометра-расходомера

$$Q_0 = 0.01252 \alpha d_{20}^2 \sqrt{\frac{\Delta P_n}{\rho}} \cdot K_t^2$$

$$Q_0 = 0.01252 \cdot 1.006 \cdot 316^2 \sqrt{1600 / 978,7} \cdot 1.006 = 1609.7 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Поправочный множитель K_q необходимо вводить к показаниям интеграторов дифманометров-расходомеров, счетных приставок к дифманометрам с токовым выходным сигналом, а также к значениям объемов жидкости, вычисленных путем планиметрирования расходных диаграмм.

$$K_q = \frac{Q_0}{Q_{пр}} = \frac{1609.7}{1600} = 1.006$$

№ ин. подл. Лист № 34 в зам. инв. № инв. № 34. Проверить и подписать

| | | |
|--------------------|------|------|
| Имя Инст. № докум. | Лист | Дата |
| | | |

7.902-9.0

Лист 33

РАСЧЕТ

Верхнего предела измерения расходомера со стальной сваркой трубой венжури $D_y = 800$ мм, $m \approx 0,4$

1. Введение

1.1 Расчет расходомера со стальной сварной трубой венжури типа А $D_y = 800$ мм, $m \approx 0,4$ проведен применительно к типово-конструкторской документации. Расчет выполнен в соответствии с ГОСТ 23720-79 "Трубы венжури. Технические условия" и "Правилами измерения расхода газов и жидкостей стандартными сужающими устройствами РД 50-213-80".

2. Исходные данные

2.1 Наружный диаметр трубы $D_n = 820$ мм

2.2 Толщина стенки трубы $\delta = 10$ мм

2.3 Относительная площадь (модуль) $m \approx 0,4$

2.4 Верхний предел измерений дифманометра-расходомера
 $Q_{пр} = 3200$ м³/ч

2.5 Предельный номинальный перепад давления дифманометра-расходомера

$$\Delta P_n = 1000 \text{ кгс/м}^2$$

2.6 Температура измеряемой воды $t = 20^\circ\text{C}$

2.7 Избыточное давление воды перед сужающим устройством
 $P_n = 10$ кгс/см²

7.902-9.0

Изм. лист № докум. Подп. Дата

Копировать не допускается

Формат А4

3. РАСЧЕТ

3.1. Абсолютное давление воды перед сужающим устройством

$$P = P_n + P_d$$

 $P_n = 1 \text{ кгс/см}^2$ - барометрическое давление

$$P = 10 + 1 = 11 \text{ кгс/см}^2$$

3.2. Плотность воды в рабочих условиях ($P_n = 11 \text{ кгс/см}^2$, $t = 20^\circ\text{C}$)

В соответствии с приложением в правил РД 50-213-80 определена плотность ρ с учетом интерполяции по Р (1,20).

$$\rho = 998,6 \text{ кг/м}^3$$

3.3. Внутренний диаметр трубопровода перед сужающим устройством

при $t = 20^\circ\text{C}$

$$D_{20} = D_k - 2\delta = 820 - 2 \cdot 10 = 800 \text{ мм}$$

3.4. Динамическая вязкость воды в рабочих условиях

(приложение 26).

$$\mu = 103 \cdot 10^{-6} \text{ кгс/м}^2$$

3.5. Проверка ограничения по числу Рейнольдса

$$Re = 0,0361 \frac{Q_0 \rho}{D \mu} \quad (\text{РД 50-213-80, Ф. 8})$$

$$Re_{\text{min}} \text{ при } \frac{Q_{\text{пр}}}{3}, \text{ т.е. при } \frac{3200}{3} = 1067 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$Re_{\text{min}} = 0,0361 \frac{1067 \cdot 998,6}{800 \cdot 103 \cdot 10^{-6}} = 0,466 \cdot 10^6$$

$$Re_{\text{max}} \text{ при } Q_{\text{пр}}, \text{ т.е. при } Q = 3200 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$Re_{\text{max}} = 0,0361 \frac{3200 \cdot 998,6}{800 \cdot 103 \cdot 10^{-6}} = 1,40 \cdot 10^6$$

В данном диапазоне чисел Рейнольдса коэффициент истечения $\epsilon = 0,985$, а его погрешность $\delta_\epsilon = 1,5\%$ (табл. 6, РД 50-213-80).

Шт. листов, прошито и датировано в соответствии с требованиями ГОСТ 19087-80

| | | | |
|----------|---------|-------|------|
| Шт. лист | № докум | Подп. | Дата |
| | | | |

7.902-9.0

Лист

35

Копировал Третьяк

Формат А4

3.6 Диаметр горловины трубы Вентури.

$$d_{20} = d_{20}' \cdot 2 \delta_n = 488 \cdot 2 \cdot 0,5 = 487 \text{ мм}$$

где δ_n - толщина слоя защитного покрытия.

Соответственно относительная площадь (модуль)

$$m = \left(\frac{d_{20}'}{d_{20}} \right)^2 = \left(\frac{487}{800} \right)^2 = 0,3706$$

3.7 Коэффициент расхода, согласно форм. 30 (РА.50-246-80)

$$\alpha = C \sqrt{1 - m^2}$$

где коэффициент истечения $C = 0,985$

$$\text{Следовательно, } \alpha = \frac{0,985}{\sqrt{1 - 0,3706^2}} = 1,0605$$

3.8 Расчет действительного значения верхнего предела измерения дифманометра-расходомера

$$Q_0 = 0,01252 \cdot \alpha \cdot d_{20}^2 \sqrt{\frac{\Delta P_n}{\rho}}$$

$$Q_0 = 0,01252 \cdot 1,0605 \cdot 487^2 \sqrt{10000/998,6} = 3151 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Поправочный множитель K_q необходимо вводить к показаниям интеграторов дифманометров-расходомеров, счетных приставок к дифманометрам с таковым выходным сигналом, а также к значениям объемов жидкости, вычисленные путем планиметрирования расходных диаграмм.

$$K_q = \frac{Q_0}{Q_{\text{нр}}} = \frac{3151}{3200} = 0,985.$$

7.902-9.0

Лист

36

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

Копировал Соболев

Формат А4

РАСЧЕТ

Верхний предел измерения расходомера со стальной сварной трубой Вентури Ду = 1200 мм, $m \approx 0.2$

1. Введение

1.1 Расчет расходомера со стальной сварной трубой Вентури типа А Ду = 1200 мм, $m \approx 0.2$ проведен применительно к типово-вой конструкторской документации. Расчет выполнен в соответствии с ГОСТ 23720-79 «Трубы Вентури. Технические условия» и «Правилами измерения расходов газов и жидкостей стандартными сужающими устройствами РД 50-213-80».

2. Исходные данные

2.1 Наружный диаметр трубы $D_n = 1220$ мм

2.2 Толщина стенки трубы $\delta = 12$ мм

2.3 Относительная площадь (модуль) $m \approx 0.2$

2.4 Верхний предел измерений дифманометра-расходомера
 $Q_{гр} = 5000$ м³/ч

2.5 Предельный номинальный перепад давления дифманометра-расходомера

$$\Delta P_n = 1600 \text{ кгс/м}^2$$

2.6 Температура измеряемой воды $t = 20^\circ\text{C}$

2.7 Избыточное давление воды перед сужающим устройством

$$P_n = 10 \text{ кгс/см}^2$$

7.902-9.0

Лист

37

3. Расчет

3.1 Абсолютное давление воды перед сужающим устройством

$$P = P_n + P_d$$

 $P_d = 1 \text{ кгс/см}^2$ - барометрическое давление

$$P = 10 + 1 = 11 \text{ кгс/см}^2$$

3.2 Плотность воды в рабочих условиях ($P_n = 11 \text{ кгс/см}^2$, $t = 20^\circ\text{C}$).

в соответствии с приложением 8 правил РД 50-213-80.

определена плотность ρ с учетом интерполяции по $P(1; 20)$

$$\rho = 998.6 \text{ кг/м}^3$$

3.3 Внутренний диаметр трубопровода перед сужающим устройством

при $t = 20^\circ\text{C}$

$$D_{20} = D_n - 2\delta = 1220 - 2 \cdot 12 = 1196 \text{ мм}$$

3.4 Динамическая вязкость воды в рабочих условиях (приложение 2б)

$$\mu = 103 \cdot 10^{-6} \text{ кгс/м}^2$$

3.5 Проверка ограничения, по числу Рейнольдса

$$Re = 0,0361 \frac{Q_0 \rho}{d \mu} \quad (\text{РД 50-213-80, } \Phi. 81)$$

$$Re_{\min} \text{ при } \frac{Q_{np}}{3}, \text{ т.е. при } \frac{5000}{3} = 1687 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$Re_{\min} = 0,0361 \frac{1687 \cdot 998,6}{1196 \cdot 103 \cdot 10^{-6}} = 0,488 \cdot 10^6$$

$$Re_{\max} \text{ при } Q_{np}, \text{ т.е. при } Q = 5000 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$Re_{\max} = 0,0361 \frac{5000 \cdot 998,6}{1196 \cdot 103 \cdot 10^{-6}} = 1,46 \cdot 10^6$$

В данном диапазоне числа Рейнольдса коэффициент истечения $C = 0,985$, а его погрешность $\delta_c = 1,5\%$ (табл. Б, РД 50-213-80).

15.10.2011 Подпись и дата

| | | | | |
|------|------|--------|-------|------|
| Изм. | Лист | подкуч | подп. | Дата |
| | | | | |

7.902-9.0

Копировал Лыбака

Формат А4

3.6 Диаметр горловины трубы Вентури

$$d_{20} = d_{20}'' - 2 \delta_n = 560 - 2 \cdot 0,5 = 559 \text{ мм}$$

где δ_n - толщина слоя защитного покрытия
соответственно относительная площадь (модуль)

$$m = \left(\frac{d_{20}}{d_{20}'} \right)^2 = \left(\frac{559}{1196} \right)^2 = 0,218$$

3.7 Коэффициент расхода, согласно формуле (РД 50-213-80)

$$\alpha = C \frac{1}{\sqrt{1-m^2}}$$

где коэффициент истечения $C = 0,985$

$$\text{Следовательно, } \alpha = \frac{0,985}{\sqrt{1-0,218^2}} = 1,009$$

3.8 Расчет действительного значения верхнего предела измерения дифманометра-расходомера

$$Q_0 = 0,01252 \cdot \alpha \cdot d_{20}^2 \sqrt{\frac{\Delta P_n}{\rho}}$$

$$Q_0 = 0,01252 \cdot 1,009 \cdot 559^2 \cdot \sqrt{1600/998,6} = 4996,7 \text{ м}^3/\text{ч}$$

поправочный множитель K_q необходимо вводить к показаниям интеграторов дифманометров-расходомеров, счетных приставок к дифманометрам с токовым выходным сигналом, а также к значениям объемов жидкости, вычисленных путем планиметрирования расходных диаграмм.

$$K_q = \frac{Q_0}{Q_{пр}} = \frac{4996,7}{5000} = 0,999$$

Изм. № 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100

| | | | | |
|------|------|----------|-------|------|
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| | | | | |

7.902-9.0

Лист

39

Копировал Фролов

Формат А4

РАСЧЕТ

Верхнего предела измерения расходомера со стальной сварной трубой Вентури $D_y = 1200 \text{ мм}$, $t \neq 0,4$

1. Введение

1.1 Расчет расходомера со стальной сварной трубой Вентури типа А $D_y = 1200 \text{ мм}$, $t \neq 0,4$ проведен применительно к типовой конструкторской документации. Расчет выполнен в соответствии с ГОСТ 23720-79 "Трубы Вентури. Технические условия" и "Правилами измерения расхода газов и жидкостей стандартными сужающими устройствами РД 50-213-80".

2. Исходные данные

- 2.1 Наружный диаметр трубы $D_n = 1220 \text{ мм}$
- 2.2 Толщина стенки трубы $\delta = 12 \text{ мм}$
- 2.3 Относительная площадь (модуль) $t \neq 0,4$
- 2.4 Верхний предел измерений дифманометра-расходомера
 $Q_{\text{пр}} = 8000 \text{ м}^3/\text{ч}$
- 2.5 Предельный номинальный перепад давления дифманометра-расходомера
 $\Delta P_n = 1000 \text{ кгс/м}^2$
- 2.6 Температура измеряемой воды $t = 30^\circ\text{C}$; K_x принят равным 1,00.
- 2.7 Избыточное давление воды перед сужающим устройством
 $P_n = 4,0 \text{ кгс/см}^2$

Дата и время
 Место
 Имя
 Подпись
 Дата

| | | | | |
|-----|------|----------|-------|------|
| Изм | Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| | | | | |

7.902-9.0

Лист
40

3. Расчет

3.1 Абсолютное давление воды перед сужающим устройством

$$P = P_n + P_d$$

 $P_d = 4 \text{ кгс/см}^2$ - барометрическое давление

$$P = 4 + 1 = 5 \text{ кгс/см}^2$$

3.2 Плотность воды в рабочих условиях ($P_n = 5 \text{ кгс/см}^2$, $t = 30^\circ\text{C}$).

В соответствии с приложением 8 правил РД 50-213-80

определена плотность ρ с учетом интерполяции по $P(1;20)$.

$$\rho = 995,6 \text{ кг/м}^3$$

3.3 Внутренний диаметр трубопровода перед сужающим устройством, D при $t = 30^\circ\text{C}$ принят равным D_{20}

$$D_{20} = D_n - 2\delta = 1220 - 2 \cdot 12 = 1196 \text{ мм}$$

3.4 Динамическая вязкость воды в рабочих условиях (приложение 2в)

$$\mu = 32 \cdot 10^{-6} \text{ кгс/м}^2$$

3.5 Проверка ограничения по числу Рейнольдса

$$Re = 0,0361 \frac{\rho v D}{\mu} \quad (\text{РД 50-213-80, Ф. 81})$$

$$Re_{\text{min}} \text{ при } \frac{Q_{\text{по}}}{3}, \text{ т.е. при } \frac{3000}{3} = 2867 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$Re_{\text{min}} = 0,0361 \frac{2867 \cdot 995,6}{1196 \cdot 32 \cdot 10^{-6}} = 0,98 \cdot 10^6$$

$$Re_{\text{max}} \text{ при } Q_{\text{пр}}, \text{ т.е. при } Q = 8000 \text{ м}^3/\text{ч}$$

$$Re_{\text{max}} = 0,0361 \frac{8000 \cdot 995,6}{1196 \cdot 32 \cdot 10^{-6}} = 2,93 \cdot 10^6$$

В данном диапазоне числа Рейнольдса коэффициент истечения $C = 0,985$, а его погрешность $\delta_c = 1,5\%$ (табл. 6, РД 50-213-80).

7.902-9.0

Лист

147

3.6 Диаметр горловины трубы Вентури d принят равным d_{20}

$$d_{20} = d'_{20} - 2\delta_n = 765 - 2 \cdot 0,5 = 764 \text{ мм},$$

где δ_n - толщина слоя защитного покрытия
соответственно относительная площадь (модуль)

$$m = \left(\frac{d_{20}}{D_{20}} \right)^2 = \left(\frac{764}{1195} \right)^2 = 0,408$$

3.7 Коэффициент расхода, согласно форм 30 (РД 50-213-80)

$$\alpha = C \frac{1}{\sqrt{1-m^2}},$$

где коэффициент истечения $C = 0,985$

$$\text{Следовательно, } \alpha = \frac{0,985}{\sqrt{1-0,408^2}} = 1,079$$

3.8 Расчет действительного значения верхнего предела измерения диаметра-расходомера

$$Q_0 = 0,01252 \alpha d_{20}^2 \sqrt{\frac{\Delta P_H}{\rho}}$$

$$Q_0 = 0,01252 \cdot 1,079 \cdot 764^2 \sqrt{1000/995,6} = 7902,5 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Поправочный множитель K_q необходимо вводить к коэффициентам интеграторов диаметров-расходомеров, счетных приставок к диаметрам с токовым выходным сигналом, а также к значениям объемов жидкости, вычисленных путем планиметрирования расходных диаграмм.

$$K_q = \frac{Q_0}{Q_{пр}} = \frac{7902,5}{8000} = 0,988$$