

Методика подбора исполнения электромагнитного расходомера

- Для подбора исполнения электромагнитного расходомера необходимо знать:
- а) DN – номинальный диаметр трубопровода, где будет установлен расходомер,
 - б) Q_{max} , м³/ч – наибольший расход в трубопроводе,
 - в) Q_{min} , м³/ч – наименьший расход в трубопроводе,
 - г) от Q_{min} до Q_{max} – диапазон расходов,
 - д) δ , % – допустимая погрешность,
 - е) Δh , м водяного столба – допустимая потеря напора.

Подбор исполнения электромагнитного расходомера выполняется в два этапа:

Первый этап: Выбрать все исполнения расходомера, измеряющие расход в заданном диапазоне.

Второй этап: Проверить потерю напора для каждого DN расходомера и различных углов раскрытия конусных переходов или для различных вариантов КПА, соответствующих исходным данным.

1. Выполнение первого этапа

1.1. Выяснить исходные данные на основании документов:

- а) договор на теплоснабжение.
- б) технические условия на присоединение.
- в) проектная документация на объект теплоснабжения.

1.2. Подготовить таблицу:

DN	Исполнение расходомера	Потеря напора (м. в. ст.) для конуса		
		45°	20°	8°

В документе: «Расходомер-счетчик электромагнитный ВЗЛЕТ ЭР. Модификация Лайт М. Руководство по эксплуатации. Часть I. ШКСД.407212.006 РЭ» открыть «Приложение А. Таблица А.1. Значения измеряемого расхода для типовых исполнений расходомеров» (стр. 37).

1.3. По таблице А.1. в первом столбце «DN» начать со строки с диаметром подводящего трубопровода и потом проверять меньшие диаметры.

1.4. Для каждого диаметра расходомера:

- а) проверить, что максимальный расход больше, чем требуемый в условии задачи.
- б) выбрать самое дешевое исполнение, измеряющее минимальный расход.
- в) записать DN и наименование исполнения расходомера в таблицу результатов.

1.5. В результате получим перечень исполнений ЭРСВ, которые измеряют расход в заданном диапазоне.

2. Пример подбора исполнения расходомера

2.1. Исходные данные для расчета:

- а) DN = 80 – номинальный диаметр домового ввода,
- б) $Q_{\max} = 20 \text{ м}^3/\text{ч}$ – наибольший расход,
- в) $Q_{\min} = 0,3 \text{ м}^3/\text{ч}$ – наименьший расход,
- г) $\delta \leq 2\%$ – погрешность,
- д) $\Delta h = 2 \text{ м}$ водяного столба – допустимая потеря напора.

2.2. Выберем исполнения «ВЗЛЕТ ЭР» модификации Лайт М, измеряющие расход в заданном диапазоне.

Процесс выбора проиллюстрирован в таблице ниже.

- а) Расходомеры с DN = 80 не подходят, т.к. даже самое широкодиапазонное исполнение 47X(57X) обеспечивает измерения, начиная с 0,362 м³/ч (это значение выделено овалом), а требуется с 0,3 м³/ч.
- б) Расходомеры с DN = 25 не подходят, т.к. не обеспечивают измерение максимального расхода 20 м³/ч, для них максимальный расход составляет 17,69 м³/ч (это значение выделено овалом)
- в) Для DN = 65, 50, 40 и 32 удалось подобрать исполнения расходомеров, измеряющие расход в заданном диапазоне, при этом выбираются исполнения ЭРСВ-Х40 (Л/Ф) В как более дешевые, но, тем не менее, обеспечивающие измерение расхода в заданном диапазоне.
- г) Таким образом, окончательно выбираются три типоразмера расходомеров ЭРСВ-440Л В с DN 32, 40 и 50 и пластиковой проточной частью.

		Значение расхода, м ³ /ч					
Исполнение	Все	44X/470(Л/Ф) В 54X/570(Л/Ф) В		44X(Л/Ф) В 54X(Л/Ф) В		47X(Л/Ф) В 57X(Л/Ф) В	
		Q _{наиб}		Q _{наим}		Q _{наим}	
Направление потока	прямое	обратное		прямое		любое	
δ, %	±2,0	±2,0		±2,0		±2,0	
DN \ Кд	1:1	1:100		1:250	1:500	1:250	1:500
10	2,83	0,028		0,011	0,006	0,011	0,006
15	6,37	0,064		0,025	0,013	0,025	0,013
20	11,32	0,113		0,045	0,023	0,045	0,023
25	17,69	0,177		0,071	0,035	0,071	0,035
32	28,98	0,29		0,116	0,058	0,116	0,058
40	45,28	0,453		0,181	0,091	0,181	0,091
50	70,75	0,708		0,283	0,141	0,283	0,141
65	119,9	1,196		0,478	0,239	0,478	0,239
80	181,1	1,811		0,724	0,362	0,724	0,362
100	283	2,83		1,132	0,566	1,132	0,566
150	636,8	6,368		2,547	1,274	2,547	1,274
200	1132	11,32		4,528	2,264	4,528	2,264
300	2547	25,47		10,188	-	10,188	-

2.3. Результаты заносим в таблицу 1:
Таблица 1

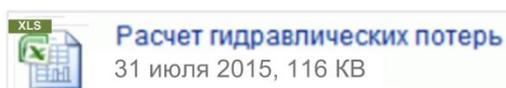
DN	Исполнение расходомера	Потеря напора (в м в. ст.) для конуса		
		45°	20°	8°
32	ЭРСВ-440Л В			
40				
50				

3. Выполнение второго этапа

3.1. Запустить программу «Расчет гидравлических потерь»:

3.1.1. Запуск программы с диска:

- Вставить диск → Откроется главная страница диска с меню →
 → Нажать «Приборы и оборудование» → Откроется перечень разделов →
 → Нажать «Учет тепловой энергии» → Откроется список проборов →
 → Выбрать любой теплосчетчик (например, ТСПВ-034) → Откроется список документации и программного обеспечения →
 → Нажать ссылку:



3.1.2. Запуск программы с сайта:

- В браузере зайти на сайт Vzljot.ru → Откроется главная страница сайта с меню →
 → Нажать «Продукция» →
 → Откроется перечень приборов, сгруппированных по разделам →
 → В разделе «Учет тепловой энергии» выбрать любой теплосчетчик →
 → Откроется описание выбранного прибора → Нажать «Документация и ПО» →
 → Откроется список документации и программного обеспечения →
 → Нажать ссылку:



3.2. Запустится файл «gidr_potery.xls» и на экране появится картинка и электронная таблица:

Наименование	Обозначение	Размерность	Трубопроводы			
			1 - й	2 - й	3 - й	4 - й
<i>Исходные параметры</i>						
Диаметр трубопровода перед конфузуром	D1	мм	500	150	150	65
Диаметр трубопровода после диффузора	D2	мм	500	150	150	50
Диаметр сужения	Dy	мм	300	65	40	40
Длина сужения	L	мм	500	770	519	501
Длина конфузурора	L2	мм	523	75	135	70
Длина диффузора	L3	мм	400	75	135	60

3.3. Ввести исходные данные в какой-либо столбец таблицы:

- Диаметр трубопровода перед конфузуром;
- Диаметр трубопровода после диффузора;
- Диаметр сужения;
- Длина сужения ($5D_u + 3D_u +$ размер проточной части расходомера¹)
- Угол α_1 или фактическую длину конусного перехода;
- Угол α_2 или фактическую длину конусного перехода;
- Массовый расход воды – максимальное значение (в нашем случае 20 т/ч);
- Температура воды – фактическое значение или из договора;
- Рабочее (избыточное) давление воды – фактическое значение или из договора.

Результат расчета увидим в нижней строке таблицы: **Суммарные потери напора**

3.4. С помощью электронной таблицы выполнить расчет потери напора для:

- исполнения ЭРСВ из таблицы в п.2.3 (в нашем примере ЭРСВ-440Л В DN32, 40 и 50);
- для всех углов раскрытия конфузора / диффузора, либо для КПА.

3.5. Результаты занести в таблицу.

4. Примеры расчета гидравлических потерь

4.1. Пример 1. Расчет для углов раскрытия конфузора / диффузора: 45°, 20°, 8°

На рисунке ниже показаны расчеты для исходных данных из п. 2.1 ($Q_{\max} = 20 \text{ м}^3/\text{ч}$), различных диаметров сужения (32, 40, 50) и угла сужения 45°.

Вручную вводим значения диаметра трубопровода перед конфузуром и после диффузора, а также диаметр сужения (DN расходомера) и длину сужения (выделено красной рамкой).

В этом примере, считается, что мы знаем значение угла сужения (45°), поэтому мы вручную вводим это значение в строки **31** и **32** (выделено красной рамкой).

При расчете значения для длины сужения (строка **24**) предполагается, что будут использованы приборы с типом соединения "сэндвич".

¹ **Размеры проточной части расходомеров** приведены в документе «Расходомер-счетчик электромагнитный ВЗЛЕТ ЭР. Модификация Лайт М. Руководство по эксплуатации. Часть I. ШКСД.407212.006 РЭ» Приложение Б. Вид расходомера (стр.39-45).

gidr_potery (8).xls [Режим совместимости] - Excel							
ФАЙЛ ГЛАВНАЯ ВСТАВКА РАЗМЕТКА СТРАНИЦЫ ФОРМУЛЫ ДАННЫЕ РЕЦЕНЗИРОВАНИЕ							
A18		Наименование					
A	B	C	D	E	F	G	
Методика расчета согласована со службой Энергосбыта ГП "ТЭК СПб".							
18	Наименование		Обозначение	Размерность	Трубопроводы		
19					1 - й	2 - й	
20					3 - й		
<i>Исходные параметры</i>							
21	Диаметр трубопровода перед конфузуром		D1	мм	80	80	
22	Диаметр трубопровода после диффузора		D2	мм	80	80	
23	Диаметр сужения		Dy	мм	32	40	
24	Длина сужения		L	мм	379	453	
25	Длина конфузурора		L2	мм	50	50	
26	Длина диффузора		L3	мм	60	135	
27	Расчет тангенса угла α_1		$tg\alpha_1$		0,6	0,5	
28	Расчет тангенса угла α_2		$tg\alpha_2$		0,48	0,16	
29	Расчет арктангенса угла α_1		$Arctg\alpha_1$		0,5404195	0,463648	
30	Расчет арктангенса угла α_2		$Arctg\alpha_2$		0,44751998	0,158655	
31	Угол α_1		α_1		45	45	
32	Угол α_2		α_2		45	45	
33	Округление угла α_1		α_1		45	45	
34	Округление угла α_2		α_2		45	45	
35	Массовый расход воды		G	т/ч	20	20	
36	Температура воды		t	град	4	4	
37	Рабочее (избыточное) давление воды		P	кГ/см ²	1	1	
38	Эквивалентная шероховатость трубопр.		d	мм	0,5	0,5	
39	Гидравлическое сопротивление фильтра		S	м/(м ³ /ч) ²	0,000000	0,000000	
40	<i>Расчетные параметры</i>						
41	Угол раскрытия конфузурора		α_1	град	90	90	
42	Угол раскрытия диффузора		α_2	град	90	90	
43	Объемный расход воды		Q	м ³ /ч	20,00	20,00	
44	Скорость воды в сужении		v	м/с	6,91	4,42	
45	Плотность воды		ρ	кг/м ³	1000,0	1000,0	
46	Кинематическая вязкость воды		ν	м ² /с	1,56E-06	1,56E-06	
47	Число Рейнолдса		Re		141369	113095	
48	Коэффициент гидравлического трения		λ		0,03919	0,03722	
49	Коэффициент сопротивления конфузурора		ξ_k		0,19371	0,18355	
50	Коэффициент нерав. поля скоростей		k_d		1,63292	1,65617	
51	Коэффициент сопротивления расширения		$\xi_{расш}$		3,68699	2,98111	
52	Коэффициент сопротивления трения		$\xi_{тр}$		0,00675	0,00617	
53	Потери напора в конфузуроре		h_k	м в. ст.	0,47115	0,18286	
54	Потери напора на прямом участке		h_l	м в. ст.	0,97563	0,37048	
55	Потери напора на диффузоре		h_d	м в. ст.	8,98406	2,97606	
56	Потери напора на фильтре		h_ϕ	м в. ст.	0,00000	0,00000	
57	Суммарные потери напора		h	м в. ст.	10,43084	3,52941	

Аналогично рассчитываем потери напора для углов сужения 20° и 8° для тех же диаметров.

Полученные результаты расчетов заносим в таблицу 2:

Таблица 2

DN	Исполнение расходомера	Потеря напора (в м в. ст.) для конуса		
		45°	20°	8°
32	ЭРСВ-440Л В	10,431	3,740	1,968
40		3,529	1,298	0,710
50		1,026	0,405	0,243

Значения потери напора, удовлетворяющие исходным данным, выделены в таблице **полужирным шрифтом и курсивом**.

Таким образом, при использовании конфузора и диффузора с конусностью 45° заданным требованиям по потерям давления удовлетворяет только расходомер с DN50, при конусности 20° возможно использование расходомеров с DN 40 и 50, а при конусности 8° потери давления на превышают заданных для всех выбранных типоразмеров расходомеров.

4.2. Пример 2. Расчет гидравлических потерь при использовании «ВЗЛЕТ КПА»

4.2.1. Выбрать для каждого исполнения расходомера подходящее исполнение «ВЗЛЕТ КПА».

Все исполнения «ВЗЛЕТ КПА» перечислены в документе «**Закладные изделия для установки первичный преобразователей ("ВЗЛЕТ КПА" универсальный...)**»

Как найти этот документ на диске:

Вставить диск → Откроется главная страница диска с меню →
 → Нажать «Приборы и оборудование» → Откроется перечень разделов →
 → Нажать «Измерение и учет расхода жидкостей (электромагнитный метод)» →
 → Откроется список проборов →
 → Выбрать «ВЗЛЕТ КПА» (в самом низу) →
 → Откроется список документации и программного обеспечения →
 → Нажать ссылку:



[Закладные изделия ВЗЛЕТ КПА универсальный](#)
10 Февраля 2010

Как найти этот документ на сайте:

В браузере зайти на сайт vzljot.ru → Откроется главная страница сайта с меню →
 → Нажать «Продукция» →
 → Откроется перечень приборов, сгруппированных по разделам →
 → В разделе «Измерение и учет расхода жидкостей (электромагнитный метод)» выбрать «ВЗЛЕТ КПА» →
 → Откроется страница «Комплект присоединительной арматуры ВЗЛЕТ КПА»
 → Нажать «Документация и ПО» →
 → Откроется список документации для ВЗЛЕТ КПА →
 → Нажать ссылку: [Закладные изделия ВЗЛЕТ КПА универсальный](#)



[Закладные изделия ВЗЛЕТ КПА универсальный](#)
10 февраля 2010, 1.07 МВ

В таблице 3 отображены:

- DN и исполнение расходомера, соответствующие нашим исходным данным (см. п.2.1.) и выбранным ранее в п.2.2. и п.2.3.
- исполнения ВЗлет КПА, соответствующие исходным данным и выбранным исполнениям расходомера,
- значения длины диффузора/ конфузора для этих КПА, взятые из документации, названной выше:

Таблица 3

DN	Исполнение расходомера	«Взлет КПА» D1 /DN /D2	Длина диффузора / конфузора (мм)	Потеря напора (м в. ст.)
32	ЭРСВ-440Л В	80 / 32 / 80	122	
40		80 /40 /80	75	
50		80 /50 /80	75	

4.2.2. Для выбранного исполнения расходомера для каждого DN ввести исходные данные в какой-либо столбец таблицы:

- Диаметр трубопровода перед конфузором;
- Диаметр трубопровода после диффузора;
- Диаметр сужения;
- Длина сужения ($5D_u + 3D_u + \text{размер проточной части расходомера}^2$);
- Длину конусного перехода конфузора для данного КПА;
- Длину конусного перехода диффузора для данного КПА
- Объемный расход воды – максимальное значение (в нашем случае 20 м³/ч.)
- Температура воды – фактическое значение или из договора
- Рабочее (избыточное) давление воды – фактическое значение или из договора
- Результат расчета увидим в нижней строке таблицы: **Суммарные потери напора.**

На рисунке ниже показаны результаты вычислений для DN 32, 40 и 50. Прямоугольной (красной) рамкой обведены значения, введенные вручную. Овалами (синими) выделены вычисленные программой значения углов, соответствующих конфузоров и диффузоров.

² см. примечание на стр.4

Методика подбора исполнения расходомера

gidr_potery (8).xls [Режим совместимости] - Excel

ФАЙЛ ГЛАВНАЯ ВСТАВКА РАЗМЕТКА СТРАНИЦЫ ФОРМУЛЫ ДАННЫЕ РЕЦЕНЗИРОВАНИЕ

G52

16	конфузорно-диффузорных переходов. ВИСИ, Санкт-Петербург, 1996г.					
	17 Методика расчета согласована со службой Энергосбыта ГП "ТЭК СПб".					
18	Наименование	Обозначение	Размерность	Трубопроводы		
19				1 - й	2 - й	3 - й
20	<i>Исходные параметры</i>					
21	Диаметр трубопровода перед конфузуром	D1	мм	80	80	80
22	Диаметр трубопровода после диффузора	D2	мм	80	80	80
23	Диаметр сужения	Dy	мм	32	40	50
24	Длина сужения	L	мм	379	453	553
25	Длина конфузурора	L2	мм	122	75	75
26	Длина диффузора	L3	мм	122	75	75
27	Расчет тангенса угла α_1	$\text{tg}\alpha_1$		0,21428571	0,307692	0,230769
28	Расчет тангенса угла α_2	$\text{tg}\alpha_2$		0,21428571	0,307692	0,230769
29	Расчет арктангенса угла α_1	$\text{Arctg}\alpha_1$		0,21109333	0,298499	0,226799
30	Расчет арктангенса угла α_2	$\text{Arctg}\alpha_2$		0,21109333	0,298499	0,226799
31	Угол α_1	α_1		12,0947571	17,10273	12,99462
32	Угол α_2	α_2		12,0947571	17,10273	12,99462
33	Округление угла α_1	α_1		12,09	17,1	12,99
34	Округление угла α_2	α_2		12,09	17,1	12,99
35	Массовый расход воды	G	т/ч	20	20	20
36	Температура воды	t	град	4	4	4
37	Рабочее (избыточное) давление воды	P	кг/см ²	1	1	1
38	Эквивалентная шероховатость трубопр.	d	мм	0,5	0,5	0,5
39	Гидравлическое сопротивление фильтра	S	м/(м ³ /ч) ²	0,000000	0,000000	0,000000
40	<i>Расчетные параметры</i>					
41	Угол раскрытия конфузурора	α_1	град	24,18	34,2	25,98
42	Угол раскрытия диффузора	α_2	град	24,18	34,2	25,98
43	Объемный расход воды	Q	м ³ /ч	20,00	20,00	20,00
44	Скорость воды в сужении	v	м/с	6,91	4,42	2,83
45	Плотность воды	ρ	кг/м ³	1000,0	1000,0	1000,0
46	Кинематическая вязкость воды	ν	м ² /с	1,56E-06	1,56E-06	1,56E-06
47	Число Рейнолдса	Re		141369	113095	90476
48	Коэффициент гидравлического трения	λ		0,03919	0,03722	0,03542
49	Коэффициент сопротивления конфузурора	ξ_k		0,05879	0,06671	0,04979
50	Коэффициент нерав. поля скоростей	k_d		1,63292	1,65617	1,67943
51	Коэффициент сопротивления расширения	$\xi_{расш}$		0,53727	0,68302	0,31905
52	Коэффициент сопротивления трения	$\xi_{стр}$		0,02279	0,01483	0,01669
53	Потери напора в конфузуроре	h_k	м в. ст.	0,14300	0,06646	0,02032
54	Потери напора на прямом участке	h_l	м в. ст.	0,97563	0,37048	0,14314
55	Потери напора на диффузуроре	h_d	м в. ст.	1,36220	0,69523	0,13700
56	Потери напора на фильтре	h_Φ	м в. ст.	0,00000	0,00000	0,00000
57	Суммарные потери напора	h	м в. ст.	2,48083	1,13217	0,30046

Лист2

ГОТОВО 100%

Результаты вычислений заносим в итоговую таблицу 4:

Таблица 4

DN	Исполнение расходомера	«Взлет КПА» D1 /DN /D2	Длина диффузора / конфузора (мм)	Потеря напора (м в. ст.)
32	ЭРСВ-440Л В	80 / 32 / 80	122	2,48083
40		80 /40 /80	75	1,13217
50		80 /50 /80	75	0,30046

Значения потери напора, удовлетворяющие исходным данным, выделены в таблице **полужирным шрифтом и курсивом**.

Таким образом, при использовании «ВЗЛЕТ КПА» заданным потерям давления удовлетворяют расходомеры с DN40 и 50.

В данном примере для обеспечения заданных условий рекомендован к применению расходомер «Взлет ЭР» модификации Лайт М исполнения ЭРСВ-440Л В с DN40.

5. Окончательный выбор исполнения расходомера и конусных переходов

При выборе исполнения расходомера необходимо учитывать:

- Широкодиапазонные исполнения ЭРСВ-470(570) более дорогие и имеют больший срок поставки.
- Конусные переходы, поставляемые вместе с расходомерами в составе комплектов присоединительной арматуры, изготовленные по ГОСТ, имеют угол раскрытия от 35° до 60°.
- Конусные переходы с меньшими углами раскрытия заказчику придется изготавливать самостоятельно. При этом конструкция обычно имеет трудоемкий в изготовлении продольный шов, который может начать протекать в процессе эксплуатации.
- Важно помнить, что основная потеря давления происходит при расширении трубопровода.

Поэтому, если размеры помещения не позволяют разместить два длинных конусных перехода, то необходимо, чтобы конусный переход с меньшим углом раскрытия стоял на расширении трубопровода.