

# Методика подбора исполнения электромагнитного расходомера

Для подбора исполнения электромагнитного расходомера необходимо знать:

- а)  $D_u$ , мм – диаметр условного прохода трубопровода, где будет установлен расходомер,
- б)  $Q_{max}$ , куб.м/ч – наибольший расход в трубопроводе,
- в)  $Q_{min}$ , куб.м/ч – наименьший расход в трубопроводе,
- г) от  $Q_{min}$  до  $Q_{max}$  – диапазон расходов,
- д)  $\delta$ , % – допустимая погрешность,
- е)  $\Delta h$ , м в.ст. – 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  $D_u$  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:

D <sub>у</sub> (мм)	Исполнение расходомера	Потеря напора (м в.ст.) для конуса		
		45°	20°	8°

В документе: «Расходомер-счетчик электромагнитный ВЗЛЕТ ЭР исполнения ЭРСВ-4хх(5хх)Л/Ф. Руководство по эксплуатации. (В41.30-00.00) Часть I» открыть «Приложение А. Таблица А.1. Значения измеряемого расхода для различных исполнений и типоразмеров» (стр. 32).

1.3. По таблице А.1. в первом столбце «D<sub>у</sub>» 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  $D_u$  и наименование исполнения ЭРСВ 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)  $D_u = 80$  мм – диаметр условного прохода домового ввода,
- б)  $Q_{max} = 20$  куб.м/ч. – наибольший расход,
- в)  $Q_{min} = 0,3$  куб.м/ч. – наименьший расход,
- г)  $\delta \leq 2\%$  – погрешность,
- д)  $\Delta h = 2$  м в.ст. – допустимая потеря напора.

## 2.2. Выберем исполнения ЭРСВ, измеряющие расход в заданном диапазоне.

Процесс выбора проиллюстрирован на рисунке ниже.

- исполнения ЭРСВ с  $Dy = 80$  не подходят, т.к. даже самое широкодиапазонное исполнение ЭРСВ 470(570) обеспечивает измерения, начиная с 0,435 куб.м/ч (это значение выделено овалом), а требуется с 0,3 куб.м/ч.
- Для  $Dy = 65, 50, 40, 32$  и  $25$  мм удалось подобрать исполнения ЭРСВ, измеряющие расход в заданном диапазоне.
- При этом для  $Dy = 40$ мм пропущено исполнение ЭРСВ 440(540), т.к. нашлось более дешевое исполнение ЭРСВ 430(530), измеряющее расход в заданном диапазоне.
- Расходомеры с  $Dy = 20$  мм не подходят, т.к. не обеспечивают измерение максимального расхода 20 куб.м/ч, для них максимальный расход составляет 13,58 куб.м/ч (это значение выделено овалом).

**Таблица А.1. Значения измеряемого расхода для различных исполнений и типоразмеров**

Исполнение	Значение расхода, м <sup>3</sup> /ч								
	Все	ЭРСВ-410(510)Л			420 (520) Л/Ф	430 (530) Л/Ф	440 (540) Л/Ф	450 (550) Л/Ф	470 (570) Л
Обозначение	$Q_{наиб}$	$Q_{мин1}$	$Q_{мин2}$	$Q_{наим}$	↑	↑	$Q_{наим}$	↑	↑
Направление потока	любое	любое			↑	↑	любое	↑	↑
$\delta, \%$	$\pm 0,91$ для 410(510)Л  $\pm 2,0$ кроме 410(510)Л	$\pm 1,0$	$\pm 2,0$	$\pm 2,8$	↑	↑	$\pm 2,0$	↑	↑
$Dy, мм$ \ Kд	1:1	1:8	1:90	1:150	1:150	1:200	1:250	1:300	1:500
10	3,40	0,425	0,039	0,023	0,023	-	-	-	-
15	7,64	0,955	0,087	0,051	0,051	0,038	-	-	-
<del>20</del>	13,58	1,698	0,154	0,091	0,091	0,068	0,054	0,045	0,027
→ 25	21,23	2,653	0,241	0,142	0,142	0,106	0,085	0,071	0,042
→ 32	34,78	4,347	0,395	0,232	0,232	0,174	0,139	0,116	0,070
→ 40	54,34	6,792	0,617	0,362	0,362	0,272	0,217	0,181	0,109
→ 50	84,90	10,61	0,965	0,566	0,566	0,425	0,340	0,283	0,170
→ 65	143,5	17,94	1,630	0,957	0,957	0,717	0,574	0,478	0,287
<del>80</del>	217,3	27,17	2,470	1,449	1,449	1,087	0,869	0,724	0,435
100	339,6	42,45	3,859	2,264	2,264	1,698	1,358	1,132	0,679
150	764,1	95,51	8,683	5,094	5,094	3,821	-	-	-
200	1358	169,8	15,44	9,056	9,056	-	-	-	-
300	3056	382,0	34,73	20,38	20,38	-	-	-	-

## 2.3. Результаты заносим в таблицу 1:

Таблица 1.

Ду (мм)	Исполнение расходомера	Потеря напора (м в.ст.) для конуса		
		45°	20°	8°
65	470			
50	450			
40	430			
32	420			
25	410			

### 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, ТСРВ-034) →
- Откроется список документации и программного обеспечения →
- Нажать ссылку:



[Расчет гидравлических потерь](#)  
24 Февраля 2011

##### 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:



[Расчет гидравлических потерь](#)  
24 февраля 2011, 120 Кб

#### 3.2. Запустится файл «gidr\_potery.xls» и на экране появится картинка и электронная таблица:

Screenshot of an Excel spreadsheet titled "Расчет гидравлических потерь напора на узлах установки расходомеров фирмы "Взлет"". The spreadsheet contains a technical diagram of a flowmeter installation and a data table.

(Расчеты выполняются на основании документа "Методика гидравлического расчета конфузорно-диффузорных переходов. ВИСИ, Санкт-Петербург, 1996г. Методика расчета согласована со службой Энергосбыта ГП "ТЭК СПб".

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 (например, в «4-й»):

- Диаметр трубопровода перед конфузуром
- Диаметр трубопровода после диффузора
- Диаметр сужения
- Длина сужения ( $5D_y + 3D_y + \text{размер проточной части расходомера}^1$ )
- Угол  $\alpha_1$  или фактическую длину конусного перехода
- Угол  $\alpha_2$  или фактическую длину конусного перехода
- Массовый расход воды – максимальное значение (в нашем случае 20 куб.м/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:

- Каждого исполнения ЭРСВ из таблицы в п.2.3. (в нашем примере **470, 450, 430, 420, 410**),
- и для всех углов раскрытия конфузур/диффузора, либо для КПА

3.5. Результаты занести в таблицу.

## 4. Примеры расчета гидравлических потерь

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

На рисунке ниже показаны расчеты для исходных данных из п. 2.1. ( $Q_{\max} = 20$  куб.м/ч.), различных диаметров сужения (65, 50, 40, 32) и угла сужения 45°.

В этом примере, считается, что мы знаем значение угла сужения, поэтому мы в ручную вводим это значение в строки **31** и **32**.

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

---

<sup>1</sup> **Размер проточной части расходомера** необходимо брать из документа: «Расходомер-счетчик электромагнитный ВЗЛЕТ ЭР исполнения ЭРСВ-4хх(5хх)Л/Ф. Руководство по эксплуатации. (В41.30-00.00) Часть I» «Приложение Б. Вид расходомера» (стр. 33-37)

15	(Расчеты выполняются на основании документа "Методика гидравлического расчета						
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	4 - й
20	<i>Исходные параметры</i>						
21	Диаметр трубопровода перед конфузуром	D1	мм	80	80	80	80
22	Диаметр трубопровода после диффузора	D2	мм	80	80	80	80
23	Диаметр сужения	Dy	мм	65	50	40	32
24	Длина сужения	L	мм	694	553	453	379
25	Длина конфузурора	L2	мм	70	50	50	50
26	Длина диффузора	L3	мм	70	75	135	60
27	Расчет тангенса угла $\alpha_1$	$\text{tg}\alpha_1$		0,125	0,375	0,5	0,6
28	Расчет тангенса угла $\alpha_2$	$\text{tg}\alpha_2$		0,125	0,230769	0,16	0,48
29	Расчет арктангенса угла $\alpha_1$	$\text{Arctg}\alpha_1$		0,12435499	0,358771	0,463648	0,54042
30	Расчет арктангенса угла $\alpha_2$	$\text{Arctg}\alpha_2$		0,12435499	0,226799	0,158655	0,44752
31	Угол $\alpha_1$	$\alpha_1$		45	45	45	45
32	Угол $\alpha_2$	$\alpha_2$		45	45	45	45
33	Округление угла $\alpha_1$	$\alpha_1$		45	45	45	45
34	Округление угла $\alpha_2$	$\alpha_2$		45	45	45	45
35	Массовый расход воды	G	т/ч	20	20	20	20
36	Температура воды	t	град	4	4	4	4
37	Рабочее (избыточное) давление воды	P	кГ/см <sup>2</sup>	1	1	1	1
38	Эквивалентная шероховатость трубопр.	d	мм	0,5	0,5	0,5	0,5
39	Гидравлическое сопротивление фильтра	S	м/(м <sup>3</sup> /ч) <sup>2</sup>	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
40	<i>Расчетные параметры</i>						
41	Угол раскрытия конфузурора	$\alpha_1$	град	90	90	90	90
42	Угол раскрытия диффузора	$\alpha_2$	град	90	90	90	90
43	Объемный расход воды	Q	м <sup>3</sup> /ч	19,81	20,00	20,00	20,00
44	Скорость воды в сужении	v	м/с	1,66	2,83	4,42	6,91
45	Плотность воды	$\rho$	кг/м <sup>3</sup>	1009,8	1000,0	1000,0	1000,0
46	Кинематическая вязкость воды	$\nu$	м <sup>2</sup> /с	1,56E-06	1,56E-06	1,56E-06	1,56E-06
47	Число Рейнолдса	Re		68919	90476	113095	141369
48	Коэффициент гидравлического трения	$\lambda$		0,03357	0,03542	0,03722	0,03919
49	Коэффициент сопротивления конфузурора	$\xi_k$		0,10172	0,16312	0,18355	0,19371
50	Коэффициент нерав. поля скоростей	$k_d$		1,70780	1,67943	1,65617	1,63292
51	Коэффициент сопротивления расширения	$\xi_{расш}$		0,63117	1,99564	2,98111	3,68699
52	Коэффициент сопротивления трения	$\xi_{тр}$		0,00335	0,00531	0,00617	0,00675
53	Потери напора в конфузуроре	$h_k$	м в. ст.	0,01425	0,06656	0,18286	0,47115
54	Потери напора на прямом участке	$h_l$	м в. ст.	0,04594	0,14314	0,37048	0,97563
55	Потери напора на диффузуроре	$h_d$	м в. ст.	0,08890	0,81651	2,97606	8,98406
56	Потери напора на фильтре	$h_\phi$	м в. ст.	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
57	Суммарные потери напора	<b>h</b>	м в. ст.	<b>0,14909</b>	<b>1,02621</b>	<b>3,52941</b>	<b>10,43084</b>

Аналогично рассчитываем потери напора для углов сужения 20° и 8° для тех же диаметров, а также для диаметра сужения 25 мм, для углов 45°, 20° и 8°.

Полученные результаты расчетов заносим в таблицу 2.:

Таблица 2.

Dy (мм)	Исполнение расходомера	Потеря напора (м в.ст.) для конуса		
		45°	20°	8°
65	470	<b>0,149</b>	<b>0,078</b>	<b>0,060</b>
50	450	<b>1,017</b>	<b>0,405</b>	<b>0,243</b>
40	430	<b>3,529</b>	<b>1,298</b>	<b>0,710</b>
32	420	<b>10,431</b>	<b>3,740</b>	<b>1,968</b>
25	410	<b>31,565</b>	<b>11,242</b>	<b>5,855</b>

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

## 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](http://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, 1126 Кб

В таблице 3 отображены:

- исполнения расходомеров ЭР, 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 ЭР,
- значения длины диффузора/ конфузора для этих КПА, взятые из документации названной выше:

Таблица. 3.

Ду (мм)	Исполнение расходомера	"Взлет КПА" D1 / Dy / D2	Длина диффузора/ конфузора (мм)	Потеря напора (м в.ст.)
65	470	80 / 65 / 80	75	
50	450	80 / 50 / 80	75	
40	430	80 / 40 / 80	75	
32	420	80 / 32 / 80	122	
25	410	80 / 25 / 80	117	

4.2.2. Для каждого исполнения расходомера ЭР ввести исходные данные в какой-либо столбец таблицы (например, в «4-й»):

- Диаметр трубопровода перед конфузуром
- Диаметр трубопровода после диффузора
- Диаметр сужения
- Длина сужения ( $5Dy + 3Dy +$  размер проточной части расходомера<sup>2</sup>)
- Длину конусного перехода конфузора для данного КПА

<sup>2</sup> Размер проточной части расходомера необходимо брать из документа: «Расходомер-счетчик электромагнитный ВЗЛЕТ ЭР исполнения ЭРСВ-4хх(5хх)Л/Ф. Руководство по эксплуатации. (В41.30-00.00) Часть I» «Приложение Б. Вид расходомера» (стр. 33-37)

- Длину конусного перехода диффузора для данного КПА
- Массовый расход воды – максимальное значение (в нашем случае 20 куб.м/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 Ду 65, 50,40 и 32. Прямоугольной (красной) рамкой обведены значения введенные вручную. Овалами (синими) выделены вычисленные программой значения углов соответствующих конфузоров и диффузоров.

15	(Расчеты выполняются на основании документа "Методика гидравлического расчета						
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	4 - й
20	<i>Исходные параметры</i>						
21	Диаметр трубопровода перед конфузуром	D1	мм	80	80	80	80
22	Диаметр трубопровода после диффузора	D2	мм	80	80	80	80
23	Диаметр сужения	Dy	мм	65	50	40	32
24	Длина сужения	L	мм	694	553	453	379
25	Длина конфузурора	L2	мм	75	75	75	122
26	Длина диффузора	L3		75	75	75	122
27	Расчет тангенса угла $\alpha_1$	$tg\alpha_1$		0,11538462	0,230769	0,307692	0,214286
28	Расчет тангенса угла $\alpha_2$	$tg\alpha_2$		0,11538462	0,230769	0,307692	0,214286
29	Расчет арктангенса угла $\alpha_1$	$Arctg\alpha_1$		0,11487661	0,226799	0,298499	0,211093
30	Расчет арктангенса угла $\alpha_2$	$Arctg\alpha_2$		0,11487661	0,226799	0,298499	0,211093
31	Угол $\alpha_1$	$\alpha_1$		6,58194466	12,99462	17,10273	12,09476
32	Угол $\alpha_2$	$\alpha_2$		6,58194466	12,99462	17,10273	12,09476
33	Округление угла $\alpha_1$	$\alpha_1$		6,58	12,99	17,1	12,09
34	Округление угла $\alpha_2$	$\alpha_2$		6,58	12,99	17,1	12,09
35	Массовый расход воды	G	т/ч	20	20	20	20
36	Температура воды	t	град	4	4	4	4
37	Рабочее (избыточное) давление воды	P	кг/см <sup>2</sup>	1	1	1	1
38	Эквивалентная шероховатость трубопр.	d	мм	0,5	0,5	0,5	0,5
39	Гидравлическое сопротивление фильтра	S	м/(м <sup>3</sup> /ч) <sup>2</sup>	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
40	<i>Расчетные параметры</i>						
41	Угол раскрытия конфузурора	$\alpha_1$	град	13,16	25,98	34,2	24,18
42	Угол раскрытия диффузора	$\alpha_2$	град	13,16	25,98	34,2	24,18
43	Объемный расход воды	Q	м <sup>3</sup> /ч	20,00	20,00	20,00	20,00
44	Скорость воды в сужении	v	м/с	1,67	2,83	4,42	6,91
45	Плотность воды	$\rho$	кг/м <sup>3</sup>	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0
46	Кинематическая вязкость воды	$\nu$	м <sup>2</sup> /с	1,56E-06	1,56E-06	1,56E-06	1,56E-06
47	Число Рейнолдса	Re		69594	90476	113095	141369
48	Коэффициент гидравлического трения	$\lambda$		0,03357	0,03542	0,03722	0,03919
49	Коэффициент сопротивления конфузурора	$\xi_k$		0,03007	0,04979	0,06671	0,05879
50	Коэффициент нерав. поля скоростей	$k_d$		1,70678	1,67943	1,65617	1,63292
51	Коэффициент сопротивления расширения	$\xi_{расш}$		0,04240	0,31905	0,68302	0,53727
52	Коэффициент сопротивления трения	$\xi_{тр}$		0,02066	0,01669	0,01483	0,02279
53	Потери напора в конфузуроре	$h_k$	м в. ст.	0,00430	0,02032	0,06646	0,14300
54	Потери напора на прямом участке	$h_l$	м в. ст.	0,04682	0,14314	0,37048	0,97563
55	Потери напора на диффузуроре	$h_d$	м в. ст.	0,00901	0,13700	0,69523	1,36220
56	Потери напора на фильтре	$h_\phi$	м в. ст.	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000
57	<b>Суммарные потери напора</b>	<b>h</b>	<b>м в. ст.</b>	<b>0,06013</b>	<b>0,30046</b>	<b>1,13217</b>	<b>2,48083</b>

Результаты вычислений заносим в итоговую таблицу 4.:

Таблица 4.

Ду (мм)	Исполнение расходомера	"Взлет КПА" D1 / Dy / D2	Длина диффузора/ конфузора (мм)	Потеря напора (м в.ст.)
65	470	80 / 65 / 80	75	<b><i>0,06013</i></b>
50	450	80 / 50 / 80	75	<b><i>0,30046</i></b>
40	430	80 / 40 / 80	75	<b><i>1,13217</i></b>
32	420	80 / 32 / 80	122	2,48083
25	410	80 / 25 / 80	117	8,43974

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

## 5. Окончательный выбор исполнения расходомера и конусных переходов

При выборе исполнения расходомера необходимо учитывать:

- Широкодиапазонные исполнения ЭРСВ-470(570) и ЭРСВ-450(550) 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.