РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

# АРМАТУРА ТРУБОПРОВОДНАЯ. МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ СОПРОТИВЛЕНИЯ И ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ

РД 24.207.13 -90

Дата введения 01.04.91

Настоящий руководящий документ распространяется на трубопроводную арматуру и устанавливает методику экспериментального определения коэффициентов сопротивления и пропускной способности арматуры на несжимаемых ньютоновских жидкостях в квадратичной области сопротивления при отсутствии кавитации.

gost.e-ecolog.ru

## I. УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

$\zeta$ – коэффициент сопротивления,

$\lambda$ – коэффициент трения единицы длины,

$\alpha$ – коэффициент расхода,

$\omega$ – удельный динамический напор,

$Re$ – число Рейнольдса, выраженное через $D_y$ ,

$K_{vi}$ – пропускная способность, $м^3/ч$,

$K_{v0}$ – начальная пропускная способность, $м^3/ч$,

$K_{vy}$ – условная пропускная способность, $м^3/ч$,

$g$ – ускорение свободного падения, $м/с^2$, ①

$\Delta P$ – потери давления, Па ($кгс/см^2$),

$\rho$ – плотность, $кг/м^3$,

$Q$ – объемный расход, $м^3/с$,

$G$ – массовый расход, кг/с,

$v$ – средняя скорость, отнесенная к площади условного прохода, м/с,

$q$ – объем жидкости, л,

$D_y$ – условный проход, м или мм,

$h_i$ – ход плунжера регулирующего клапана, м,

$h_T$ – текущий ход запирающего органа, м,

$h_y$ – условный ход плунжера регулирующего клапана, м,

$L$ – строительная длина, м,

$l$ – расстояние от оси вращения обратного затвора до геометрического центра диска (центра седла), м,

$l_{ct}$ – расстояние от оси вращения обратного затвора до центра тяжести системы подвижных частей, м,

$l_1$ и $l_2$ – расстояние от фланцев испытываемой арматуры до мест измерений давлений, м или мм,

$F_y$ – площадь условного прохода, м$^2$,

$F$ – площадь в седле, м$^2$ или мм$^2$,

$\varphi_т$ – текущий угол открытия,

$\varphi_0$ – угол между плоскостью, проходящей через центр тяжести системы подвижных частей и ось вращения затвора, и плоскостью уплотнительной поверхности диска,

$m$ – масса подвижных частей обратного клапана и затвора, кг,

$t$ – время, с.

## 2. ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И РАСЧЕТНЫЕ ФОРМУЛЫ

2.1. К гидравлическим характеристикам арматуры относятся:

– коэффициент сопротивления $\zeta$, характеризующий гидравлическое совершенство проточной части запорной арматуры, обратных затворов и обратных клапанов,

– пропускная способность $K_v$, характеризующая гидравлическое совершенство проточной части регулирующей арматуры,

– коэффициент расхода $\alpha$, характеризующий гидравлическое совершенство предохранительных клапанов.

Гидравлическими характеристиками считаются также зависимости $\zeta$, $K_v$, $\alpha$ от изменения положения запирающего или регулирующего органа.

2.2. Для запорной арматуры определяются следующие характеристики:

а) коэффициент сопротивления $\zeta$ на ходе запирающего органа, указанном на чертеже для клапанов и задвижек и на угле открытия, указанном на чертеже для кранов и затворов дисковых;

б) зависимость коэффициента сопротивления от хода $\zeta = f_1(h_т)$ или относительного хода $\zeta = f_2(h_т/D_у)$ для клапанов и задвижек и от угла поворота $\zeta = f_3(\varphi_т)$ или относительного угла поворота $\zeta = f_4(\varphi_т/\varphi_{max})$ для кранов и затворов дисковых.

2.3. Для регулирующей арматуры определяются:

а) условная пропускная способность $K_{vy}$ на условном ходе $h_y$,

б) действительная пропускная характеристика $K_{vi} = f_1(h_i)$ или относительная пропускная характеристика $K_{vi}/K_{vy} = f_2(h_i/h_y)$,

в) по экспериментальным данным в соответствии с требованиями ГОСТ 12893-83 производятся расчеты диапазона регулирования и тангенса угла наклона пропускной характеристики.

2.4. Для предохранительных клапанов определяются:

а) коэффициент расхода $\alpha$,

б) зависимость коэффициента расхода от хода $\alpha = f_1(h_т)$ при принудительном подъеме золотника.

2.5. Для обратных, невозвратно-запорных, невозвратно-управляемых клапанов и обратных затворов определяются:

а) коэффициент сопротивления при полностью открытом запирающем органе,

б) зависимость коэффициента сопротивления от скоростного напора $\zeta = f_1(\rho v^2/2)$.

По экспериментальным данным также рассчитывается зависимость коэффициента сопротивления от удельного динамического напора $\zeta = f_2(\omega)$.

Примечание: 1. Для невозвратно-запорных и невозвратно-управляемых клапанов зависимость $\zeta = f(\rho v^2/2)$

определяется для положения "невозврат".

2. Для невозвратно-управляемых клапанов дополнительно определяются значения коэффициентов сопротивления для положения "полного открытия" при подаче среды во входной и выходной патрубки.

2.6. Потери давления в арматуре при протекании жидкости в квадратичной области сопротивления определяются по формуле

$$\Delta P = \zeta \frac{\rho v^2}{2} \qquad (1)$$

Скорость движения жидкости, отнесенная к площади условного прохода, будет равна

$$v = \frac{Q}{F_y} \qquad (2)$$

или

$$v = \frac{G}{F_y \cdot \rho} \qquad (3)$$

Подставив значение $v$ из (2) или (3) в (1), получаем:

$$\Delta P = \zeta \frac{Q^2 \cdot \rho}{2 \cdot F_y^2} \qquad (4)$$

или

$$\Delta P = \zeta \frac{G^2}{2 \cdot F_y^2 \cdot \rho} \qquad (5)$$

2.7. Коэффициент сопротивления определяется по формулам

$$\zeta = \frac{2 \cdot \Delta P \cdot F_y^2}{Q^2 \cdot \rho} \qquad (6)$$

$$\zeta = \frac{2 \cdot \Delta P \cdot F_y^2 \cdot \rho}{G^2} \qquad (7)$$

2.8. Формулы для расчета расхода примут вид:

$$Q = F_y \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta P}{\zeta \cdot \rho}} \qquad (8)$$

$$G = F_y \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta P \cdot \rho}{\zeta}} \qquad (9)$$

Если в (8) и (9) ввести обозначение

$$C = F_y \sqrt{\frac{2}{\zeta}}, \qquad (I0)$$

то они примут вид:

$$Q = C \sqrt{\frac{\Delta P}{\rho}} \qquad (II)$$

$$G = C \sqrt{\Delta P \cdot \rho} \qquad (I2)$$

Из (II) и (I2) следует:

$$C = Q \sqrt{\frac{\rho}{\Delta P}} \qquad (I3)$$

$$C = \frac{G}{\sqrt{\Delta P \cdot \rho}} \qquad (I4)$$

Величина $C$ численно равна расходу жидкости в $м^3/с$ при потере давления I Па и плотности жидкости $\rho$ = I000 $кг/м^3$.

Учитывая, что в государственном стандарте на регулирующую арматуру приводятся значения пропускной способности $Kv$, численно равной расходу жидкости в $м^3/ч$ с плотностью I000 $кг/м^3$, протекающей через арматуру при перепаде давления I $кгс/см^2$ (98066,5 Па), связь между величинами $Kv$ и $C$ выразится формулой:

$$Kv = C \cdot A, \qquad (I5)$$

где $A$ - коэффициент, учитывающий соотношение между единицами систем МКГСС и СИ, $A$ = 3571 4,29.

Тогда коэффициент сопротивления будет равен

$$\zeta = \frac{2 \cdot Fy^2}{G^2} \qquad (I6)$$

$$\zeta = \frac{2 \cdot A^2 \cdot Fy^2}{Kv} \qquad (I7)$$

2.9. Коэффициент сопротивления арматуры при фиксированном положении запирающего или регулирующего органа зависит от режима протекания жидкости, характеризуемого числом Рейнольдса ( $Re$ ), поэтому его экспериментальное определение следует проводить в квадратичной области сопротивления, то есть когда коэффициент сопротивления не зависит от числа Рейнольдса (при значениях $Re \geqslant 10^4$).

Число Рейнольдса рассчитывается по формуле:

$$Re = \frac{V \cdot Dy}{\nu} \qquad (I8)$$

Подставив значения скорости из (2) и (3) в (I8) получим:

$$Re = \frac{Q}{0{,}785 \cdot Dy \cdot \nu} \qquad (I9)$$

или

$$Re = \frac{Q}{0{,}785 \cdot Dy \cdot \nu \cdot \rho} \qquad (20)$$

или

$$Re = B \cdot Q \qquad (2I)$$

или

$$Re = \frac{B \cdot G}{\rho} \qquad (22)$$

где

$$B = \frac{1}{0{,}785 \cdot Dy \cdot \nu} \qquad (23)$$

① ~~Коэффициент 0,785 имеет размерность м²/с.~~

2.10. Согласно ГОСТ 12.2.085-82 расчет пропускной способности предохранительных клапанов, работающих на жидкости, производится по формуле:

$$G = 1{,}59 \cdot \alpha \cdot F \cdot \sqrt{\Delta P \cdot \rho} \qquad (24)$$

Тогда, исходя из (24), коэффициент расхода $\alpha$ определяется по формуле:

$$\alpha = \frac{G}{1{,}59 \cdot F \cdot \sqrt{\Delta P \cdot \rho}}, \qquad (25)$$

где $G$ – расход, кг/ч

$F$ – площадь в седле, мм$^2$

$\Delta P$ – перепад давления на клапане, кгс/см$^2$

$\rho$ – плотность жидкости, кг/м$^3$

1,59 – коэффициент, учитывающий указанные размерности.

При задании параметров, входящих в (25), в системе СИ, коэффициент расхода должен быть рассчитан по формуле:

$$\alpha = 0{,}0709 \frac{G}{\sqrt{\Delta P \cdot \rho} \cdot F} \qquad (26)$$

2.11. Удельный динамический напор $\omega$ для обратных, невозвратно-запорных, невозвратно-управляемых клапанов рассчитывается по формуле:

$$\omega = \frac{\rho \cdot v^2 \cdot F}{2 m \cdot g} \qquad (27)$$

2.12. Удельный динамический напор для обратных затворов рассчитывается по формуле:

$$\omega = \frac{\rho \cdot v^2 \cdot F \cdot \ell}{2 m \cdot g \cdot \ell_{47} \cdot \sin(\varphi_0 + \varphi_1)} \qquad (28)$$

## 3. ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

3.I. Коэффициенты сопротивления, пропускная способность и коэффициенты расхода определяются на стенде, имеющем в качестве испытательной среды воду, принципиальная схема которого представлена на черт.I.

3.2. Стенд должен обеспечивать возможность испытания арматуры различных проходов, устанавливаемой на сменных трубопроводах.

3.3. Диаметр отверстия присоединительных сменных трубопроводов должен соответствовать диаметру присоединительных патрубков испытываемой арматуры. Арматура должна монтироваться таким образом, чтобы уплотняющие прокладки во фланцевых соединениях не выступали во внутреннюю полость трубопровода.

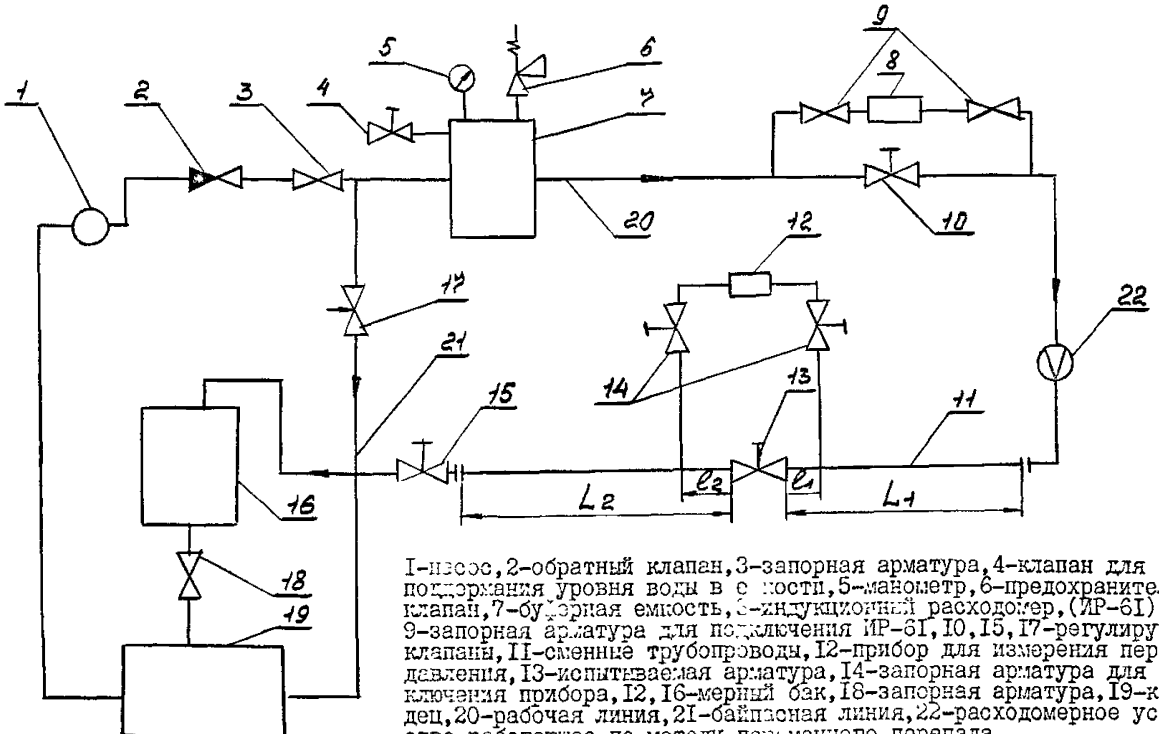
3.4. Прямые, без дополнительных местных сопротивлений сменные трубопроводы, устанавливаемые до и после испытываемой арматуры, должны иметь длину не менее 20 Ду.

3.5. Места измерений давлений "до" и "после" испытываемой арматуры должны находиться от фланцев арматуры на расстояниях, указанных в табл.I.

Таблица I

| Участок | Ду, мм | | |
|---|---|---|---|
| | от 3 до 6 | от I0 до 32 | от 40 и выше |
| | Расстояние от фланцев до точки измерения | | |
| входной | от I3 до 6 Ду | от 5 до 2Ду | IДу |
| выходной | от I3 до 6 Ду | 5 Ду | 5Ду |

## ПРИНЦИПИАЛЬНАЯ СХЕМА СТЕНДА




I-насос, 2-обратный клапан, 3-запорная арматура, 4-клапан для поддержания уровня воды в емкости, 5-манометр, 6-предохранительный клапан, 7-буферная емкость, 8-индукционный расходомер, (ИР-6I), 9-запорная арматура для подключения ИР-6I, I0, I5, I7-регулирующие клапаны, II-сменные трубопроводы, I2-прибор для измерения перепада давления, I3-испытываемая арматура, I4-запорная арматура для подключения прибора, I2, I6-мерный бак, I8-запорная арматура, I9-колодец, 20-рабочая линия, 2I-байпасная линия, 22-расходомерное устройство, работающее по методу переменного перепада

Черт. I

3.6. Отбор давления должен производиться в четырех равноотстоящих точках по окружности сечения трубы с последующим осреднением отобранных давлений в кольцевой соединительной трубке, ведущий к манометру. Отверстия для отборов давления должны быть чистыми, с острыми или слегка округленными краями и не должны иметь заусенцев и других дефектов. Диаметры отверстий должны быть не менее 2,5 ÷ 5,0 мм.

3.7. Трубы, емкости и штатная арматура, установленные на стенде, должны быть изготовлены из нержавеющих материалов.

## 4. ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СРЕДСТВА И ПРИБОРЫ

4.I. Для определения гидравлических характеристик $\zeta$, $K_v$, $\alpha$ на испытательном стенде необходимо провести измерения:

- расхода воды,
- перепада давления на испытуемой арматуре,
- температуры воды для определения её плотности.

4.I.I. Измерение расхода воды

4.I.I.I. Измерение расхода может быть осуществлено несколькими методами. Наиболее распространенными являются:

- объемный метод,
- метод переменного перепада,
- измерение с помощью индукционных расходомеров.

4.I.I.2. При измерение расхода объемным методом определяется время заполнения водой тарированного мерного сосуда.

Расход подсчитывается по формуле

$$Q = \frac{q}{10^3 \tau} \qquad (29)$$

4.I.I.3. Метод переменного перепада заключается в определении расхода с помощью стандартных диафрагм, сопел, сопел Вентури и труб Вентури. Расчет, требования к изготовлению и установке на трубопроводы, оценка погрешности измерений, требования к метрологической поверке изложены в РД 50-2I3-80 "Правила измерения расхода газов и жидкостей стандартными сужающими устройствами", М.: Издательство стандартов, I982. - 3I8с. и в РД 50-4II-83 "Методические указания. Методика выполнения измерений с помощью специальных сужающих устройств", М.: Издательство стандартов, I984. - 53с.

4.I.I.4. Для измерения расхода жидких сред с удельной электрической проводимостью от $I0^{-3}$ до I0 См/м используются электромагнитные преобразователи расхода ИР-6I, состоящие из первичного измерительного преобразователя ПРИМ (или ПР), устанавливаемого на трубопроводе, и передающего измерительного преобразователя ИУ-6I, устанавливаемого на щите контрольно-измерительных приборов (КИП).

4.I.I.5. Преобразователи ИР-6I в зависимости от используемого первичного преобразователя имеют верхние пределы преобразования, приведенные в табл.2.

Таблица 2

| Диаметр условного прохода мм | Верхний предел преобразования, $\times I0^{-4}$ $м^3/с$ | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I0 | 0,80 | 1,00 | 1,25 | 1,60 | 2,00 | 2,50 | 3,15 | 4,00 | 5,00 | 6,30 |
| I5 | 2,00 | 2,50 | 3,15 | 4,00 | 5,00 | 6,30 | 8,00 | 10,00 | 12,50 | 16,00 |
| 25 | 5,0 | 6,30 | 8,00 | 10,00 | 12,50 | 16,00 | 20,00 | 25,00 | 31,50 | 40,00 |
| 50 | 20,00 | 25,00 | 31,50 | 40,00 | 50,00 | 63,00 | 80,00 | 100,00 | 125,00 | 160,00 |

Продолжение таблицы 2

| Диаметр условного прохода мм | Верхний предел преобразования, $\times 10^{-4}$ м$^3$/с | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 80 | 50,00 | 63,00 | 80,00 | 100,00 | 125,00 | 160,00 | 200,0 | 250,00 | 315,0 | 400,00 |
| I00 | 80,00 | 100,00 | 125,00 | 160,00 | 200,00 | 250,00 | 315,0 | 400,0 | 500,0 | 630,00 |
| I50 | 200,00 | 250,0 | 315,00 | 400,0 | 500,0 | 630,0 | 800,0 | 1000,0 | 1250,0 | 1600,0 |
| 200 | 315,0 | 400,0 | 500,0 | 630,0 | 800,0 | 1000,0 | 1250,0 | 1600,0 | 2000,0 | 2500,0 |
| 300 | 800,0 | 1000,0 | 1250,0 | 1600,0 | 2000,0 | 2500,0 | | | | |

4.I.I.6. Пределы допускаемой приведенной основной погрешности преобразователей ± I% от верхнего предела преобразования.

Пределы допускаемой приведенной основной погрешности, определенной по показаниям указателя расхода, ± 5%.

Пределы допускаемой приведенной основной погрешности КСУ-4 ±0,5%.

4.I.I.7. Питание преобразователя осуществляется от сети переменного тока напряжением (220 $^{+22}_{-33}$)В частотой (50 ± I) Гц.

4.I.2. Измерение перепада давления

4.I.2.I. Измерение перепада давления может производиться с помощью:

- дифференциальных ртутных манометров,
- преобразователей перепада давления Сапфир-22ДД,
- манометров.

4.I.2.2. Применение дифференциальных ртутных манометров следует ограничивать вследствие их повышенной опасности из-за возможного пролива ртути и отравления людей ртутными парами.

Дифференциальным ртутным манометром следует измерять перепад выше I3,3 кПа (I00 мм рт.ст.)

4.I.2.3. Характеристики выпускаемых промышленностью преобразователей Сапфир-22ДД приведены в табл.3.

Таблица 3

| Наименование преобразователя | Модель | Верхний предел измерений | | Предельно допускаемое рабочее избыточное давление мПа |
|---|---|---|---|---|
| | | кПа | мПа | |
| Сапфир-22ДД | 24I0 | 0,25<br>0,4<br>0,63<br>I,0<br>I,6 | | 4,0 |
| | 2420 | I,6<br>2,5<br>4,0<br>6,3<br>I0,0 | | 4,0 |
| | 2430 | 6,3 | | I6,0 |
| | 2434 | I0,0<br>25,0<br>40,0 | | 40,0 |
| | 2440 | 40,0<br>63,0<br>I00,0 | | I6,0 |
| | 2444 | I60,0<br>250,0 | | 40,0 |

Продолжение таблицы 3

| Наименование преобразователя | Модель | Верхний предел измерений | | Предельно допускаемое рабочее избыточное давление мПа |
|---|---|---|---|---|
| | | кПа | мПа | |
| Сапфир-22ДД | 2450 | | 0,4<br>0,63<br>I,0<br>I,6<br>2,5 | I6,0 |

Примечание. Нижний предел измерений равен 0.

Предел допускаемой основной погрешности – ± 0,5%.

4.I.2.4. При определении коэффициента расхода предохранительных клапанов при их срабатывании от превышения давления перепад давления следует определять показаниями манометров, установленных до и после клапана.

Класс точности манометров должен быть не ниже 0,5.

4.I.3. Температура воды определяется ртутным термометром с ценой деления 0,I°С.

## 5. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К АРМАТУРЕ, ПОСТУПАЮЩЕЙ НА ИСПЫТАНИЯ

### 5.I. Требования, предъявляемые к макетам и опытным образцам

5.I.I. Опытные образцы и макеты запорной ручной арматуры, а также образцы и макеты арматуры, не имеющей ручного управления (арматура с электро, пневмо, гидроприводами) или работающей от воздействия потока (обратные, невозвратно-запорные,

невозвратно-управляемые, предохранительные клапаны), должны обеспечивать ход, указанный на чертеже, с учетом нижнего допуска.

Опытные образцы и макеты регулирующей арматуры должны обеспечивать номинальный ход, указанный на чертеже.

5.I.2. Если арматура имеет люфты в подвижной системе, связанной с золотником, и эти люфты при эксплуатации могут быть выбраны от воздействия давления, то для проведения испытаний на определение гидравлических характеристик все люфты устранить, при этом изделие должно обеспечивать ход золотника в соответствии с п.5.I.I настоящего РД.

Если в арматуре, имеющей люфты, в процессе эксплуатации эти люфты неустраняются, то для правильного определения гидравлических характеристик арматура должна поставляться на испытания с ходом, большим на величину люфтов, при этом суммарная величина люфтов должна быть известна.

5.I.3. Перед поставкой на стенды арматуры с конусным уплотнением в седле ОТК следует производить проверку величины заглубления конуса в седле. Величина заглубления должна быть оговорена чертежом.

5.I.4. Определение гидравлических характеристик и выдача рекомендаций для внесения в техническую документацию производится по результатам испытаний не менее трех образцов или макетов.

5.2. Требования, предъявляемые к серийной арматуре

5.2.I. К серийной арматуре предъявляются требования, изложенные в пп.5.I.I, 5.I.2 и 5.I.4.

## 6. ПОРЯДОК ОПРЕДЕЛЕНИЯ И ОБРАБОТКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ

### 6.1. Определение коэффициентов сопротивления трубопровода между местами отбора давлений

6.1.1. Определение коэффициентов сопротивления трубопровода между местами отбора давлений производится для всей арматуры условного прохода Ду 32 и менее и для всех условных проходов полнопроходных задвижек и кранов. Для этой арматуры только при полном открытии из коэффициента сопротивления системы $\zeta_c$, включающей сопротивление арматуры и сопротивление трубопроводов между местами отбора давлений, вычитается коэффициент сопротивления трубопровода $\zeta_{тр}$

$$\zeta = \zeta_c - \zeta_{тр} \qquad (30)$$

6.1.2. Для определения $\zeta_{тр}$ производится соединение трубопровода до арматуры с трубопроводом после арматуры без самой арматуры и каких-либо проставок.

6.1.3. В трубопроводе устанавливается расход, при котором ① ~~имеет место~~ число Рейнольдса не менее $Re \geq 10^5$. Число Рейнольдса рассчитывается по формуле (~~21~~ 19).

① Расход, при котором $Re \geq 10^5$, $\frac{\nu = 1{,}01\ 10^{-6}\ м^2/с}{}$ рассчитывается по формуле

$$Q = 0{,}0785\, D_y \text{, где } D_y \text{ - условный проход, м.} \qquad (31)$$ ①

Коэффициент 0,0785 имеет размерность $м^2/с$.

6.1.4. По измеренному расходу и перепаду давления рассчитывается коэффициент $\lambda$ по следующей формуле

$$\lambda = \frac{2\Delta P F_y D_y}{Q^2 \rho (\ell_1 + \ell_2)} \qquad (32)$$

6.I.5. По величине $\lambda$ и $Re$ находится относительная шероховатость $\Delta$ из диаграммы 2.4, приведенной в книге Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. - М.: Машиностроение, I975. - 559с. Таким образом, для всех участков трубопроводов между местами отборов давлений в квадратичной области сопротивления определяется относительная шероховатость $\Delta$ .

6.I.6. При определении гидравлических характеристик арматуры по величине $\Delta$ и числу Рейнольдса $Re$ , имеющему место в конкретном эксперименте, из диаграммы 2.4 определяется соответствующий им коэффициент $\lambda$ . Коэффициент сопротивления трубопровода рассчитывается по формуле

$$\zeta_{тр} = \lambda \frac{l_1 + l_2}{D_y} \qquad (33)$$

6.2. Определение зависимостей $\zeta = f(h_т / D_y)$, $K_{vi}/K_{vy} = f(h_i / h_g)$, $\alpha = f(h_т)$ производится в следующей последовательности

6.2.I. Установить испытуемое изделие на рабочем участке испытательного стенда.

6.2.2. Запирающий или регулирующий орган испытуемой арматуры установить в положение полного открытия и зафиксировать.

6.2.3. Отрегулировать штатной арматурой режим испытания изделия в квадратичной области сопротивления при отсутствии кавитации.

6.2.4. При условии выполнения требований, изложенных в п.6.2.3, произвести в установившемся режиме (т.е. после двух-трех минут выхода на режим) измерение расхода и перепада давления на изделии и рассчитать пропускную способность $K_v$ по

формулам (I3) ÷ (I5).

Для запорной арматуры рассчитать коэффициент сопротивления по формулам (I6), (I7).

Для предохранительных клапанов коэффициент расхода рассчитать по формуле (26).

Измерения производить не менее 3-х раз. Величина $K_V$ и $\zeta$ берется как среднее арифметическое из всех рассчитанных величин, округленное до десятых долей, если $K_V$ и $\zeta$ больше I, и до сотых долей, если $K_V$ и $\zeta$ меньше I. Величина $\alpha$ берется как среднее арифметическое, округленное до сотых долей.

6.2.5. При положениях запорного органа ( $i$ ), соответствующих 5,I0,20,30,40,50,60,70,80,90% условного хода или угла поворота запирающего или регулирующего органа, провести определение пропускной способности $K_{Vi}$ , коэффициента сопротивления $\zeta_i$ и коэффициента расхода $\alpha_i$ , соблюдая требования, изложенные в п.п.6.I.3, 6.I.4, 6.I.5.

Установку запирающего или регулирующего органа в каждое новое положение производить от поверхности седла.

6.3. Определение зависимости $\zeta = f(\rho v^2/2)$ для обратных, невозвратно-запорных и невозвратно-управляемых клапанов, обратных затворов проводится в следующей последовательности

6.3.I. С помощью штатной арматуры последовательно увеличивать расход воды до полного открытия изделия.

6.3.2. Установить не менее пяти режимов в интервале от максимального до минимального значений коэффициентов сопротивления, повторив процесс изменения расхода не менее трех раз. При этом совпадение расходов при повторениях не обяза-

тельно.

6.3.3. На каждом режиме измерить расход, перепад давления и произвести расчет коэффициента сопротивления по формулам (I6), (I7) и скоростного напора по формуле:

$$\frac{\rho v^2}{2} = \zeta \cdot q^2, \qquad (34)$$

где

$$\zeta = \frac{16\rho}{2\pi^2 D y^4} \qquad (35)$$

Таблица значений коэффициента $\zeta$ для ряда условных проходов Ду 3÷500 дана в рекомендуемом приложении.

6.4. По экспериментальным данным строятся зависимости, указанные в п.п.2.2, 2.3, 2.4, 2.5.

6.5. Тангенс угла наклона действительной пропускной характеристики определяется по формулам:

$$n_{gi} = \left(\frac{K_{vi+1}}{K_{vy}} - \frac{K_{vi}}{K_{vy}}\right) : \left(\frac{h_{i+1}}{h_y} - \frac{h_i}{h_y}\right) \qquad (36)$$

для линейной пропускной характеристики;

$$n_{gi} = 100 \lg \frac{K_{vi+1}}{K_{vi}} : \left(\frac{h_{i+1}}{h_y} - \frac{h_i}{h_y}\right) \qquad (37)$$

для равнопроцентной пропускной характеристики.

Тангенс угла наклона расчетной пропускной характеристики определяется по формулам:

$$n_p = 1 - \frac{K_{v0}}{K_{vy}} \qquad (38)$$

для линейной пропускной характеристики,

$$n_p = \lg \frac{K_{vy}}{K_{v0}} \qquad (39)$$

для равнопроцентной пропускной характеристики.

6.6. Статистическая обработка экспериментальных данных

6.6.I. Статистическая обработка включает два раздела:

выброс грубых ошибок,

расчет статистических характеристик.

6.6.2. Выброс грубых ошибок производится с целью получения достоверных значений $K_V$, $\xi$, $\alpha$. Для этого из ряда экспериментальных значений $n$ рассчитывается среднее значение $\bar{K}_V$, $\bar{\xi}$, $\bar{\alpha}$ и выбирается $K_{Vi}$, $\xi_i$, $\alpha_i$ с максимальным отклонением от среднего. Затем рассчитывается среднее арифметическое значение $\bar{K}'_V$, $\bar{\xi}'$, $\bar{\alpha}'$ и среднее квадратичное отклонение без учета выявленного $K_{Vi}$, $\xi_i$, $\alpha_i$, имеющего максимальное отклонение от среднего.

$\bar{\xi}$ и $\sigma'_\xi$ рассчитывается по формулам:

$$\bar{\xi}' = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} \xi_i}{n-1} \qquad (40)$$

$$\sigma'_\xi = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n-1} (\xi_i - \bar{\xi}')^2}{n-2}} \qquad (41)$$

Расчет $\bar{K}'_V$, $\bar{\alpha}'$, $\sigma'_{K_V}$, $\sigma'_\alpha$ производится аналогично по (40) и (41).

Далее рассчитывается критерий Стьюдента $t$ для выбранных с максимальным отклонением $K_{Vi}$, $\xi_i$, $\alpha_i$. Для $\xi_i$ критерий Стьюдента рассчитывается по формуле:

$$t = \left| \frac{\xi_i - \bar{\xi}_i}{\sigma'} \right| \qquad (42)$$

Критерий $t$ для $K_{Vi}$, $\alpha_i$ рассчитывается аналогично по (42).

Полученное значение критерия $t$ сравнивается с табличным значением $t_{табл.}$ при числе степеней свободы $n$ -2. Если $t \geq t_{табл.}$, то значение $\xi_i$ нужно выбросить из группы экспериментальных данных.

6.6.3. Расчет статистических характеристик производится после выброса грубых ошибок (если они имеются). Для каждой группы экспериментальных данных рассчитываются следующие величины:

а) среднее арифметическое значение

$$\bar{\xi} = \frac{\sum_{i=1}^{N} \xi_i}{N} \qquad (43)$$

б) среднее квадратичное отклонение

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N} (\xi_i - \bar{\xi})^2}{N-1}} \qquad (44)$$

в) дисперсию

$$S = \sigma^2 \qquad (45)$$

г) коэффициент вариации

$$V = \frac{\sigma}{\bar{\xi}} \cdot 100\% \qquad (46)$$

д) доверительный интервал

$$\bar{\xi} \pm \frac{\sigma}{\sqrt{N}}, \qquad (47)$$

где $N$ - количество экспериментов после выброса грубых ошибок.

Статистические характеристики для $K_v$ и $\alpha$ рассчитываются аналогично по формулам (43), (44), (45), (46), (47).

6.7. В техническую документацию на опытные образцы арматуры вносятся следующие значения гидравлических характеристик:

а) для запорной арматуры

$$\zeta = \bar{\zeta} + \frac{\sigma}{\sqrt{N}} \qquad (48)$$

б) для предохранительных клапанов

$$\alpha = \bar{\alpha} - \frac{\sigma}{\sqrt{N}} \qquad (49)$$

в) для обратных, невозвратно-запорных и невозвратно-управляемых клапанов и обратных затворов контрольная зависимость $\zeta = f(\rho v^2/2)$, в которой $\zeta$ в каждой точке рассчитан по формуле

$$\zeta = \bar{\zeta} + 10\% \qquad (50)$$

г) для невозвратно-управляемых клапанов дополнительно вносятся значения коэффициента сопротивления при полном принудительном открытии запирающего органа и подачи воды во входной и выходной патрубки, рассчитанного по формуле (48).

Приложение
рекомендуемое

Значения коэффициента $\lambda$, используемого для расчета скоростного напора

| Dy | $\lambda$ |
|---|---|
| 3 | $\times 10^{14}$ |
| 4 | $31,695\times10^{11}$ |
| 5 | $12,982\times10^{11}$ |
| 6 | $6,261\times10^{11}$ |
| 8 | $1,981\times10^{11}$ |
| 10 | $8,114\times10^{10}$ |
| 15 | $1,603\times10^{10}$ |
| 20 | $5,071\times10^{9}$ |
| 25 | $2,074\times10^{9}$ |
| 32 | $7,738\times10^{8}$ |
| 40 | $3,170\times10^{8}$ |
| 50 | $1,298\times10^{8}$ |

| Dy | $\lambda$ |
|---|---|
| 65 | $4,546\times10^{7}$ |
| 70 | $3,379\times10^{7}$ |
| 80 | $1,981\times10^{7}$ |
| 100 | $8,114\times10^{6}$ |
| 125 | $3,323\times10^{6}$ |
| 150 | $1,603\times10^{6}$ |
| 200 | $5,071\times10^{5}$ |
| 250 | $2,08\times10^{5}$ |
| 300 | $10^{5}$ |
| 400 | $3,17\times10^{4}$ |
| 500 | $1,298\times10^{4}$ |

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

1. РАЗРАБОТАН ЦКБА ЛНПОА "Знамя труда" имени И.И.Лепсе

   ИСПОЛНИТЕЛИ:

   М.И.Власов, Е.Г.Пинаева (руководитель темы), П.С.Черняк

2. УТВЕРЖДЕН указанием Минтяжмаша СССР от 27.II.90 №ВА-002-I-III25 и зарегистрирован за № 24.207.I3-90

3. СРОК ПЕРВОЙ ПРОВЕРКИ I996 год, периодичность проверки - 5 лет

4. ВЗАМЕН РД 26-07-229-79

5. ССЫЛОЧНЫЕ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

| Обозначение НТД, на который дана ссылка | Номер пункта, подпункта перечисления, приложения |
|---|---|
| ГОСТ I2893-83 | 2.3 |
| ГОСТ I2.2.085-82 | 2.I0 |
| РД 50-4II-83 | 4.I.I.3 |

## ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

| Номер изме-нения | Номер листа (страницы) | | | | Но-мер доку-мента | Под-пись | Дата вне-сения изм. | Дата введения изм. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | изме-ненного | заме-ненного | нового | аннули-рованного | | | | |
| | | | | | | | | |

gost.e-ecolog.ru