

LH12

BE 10

Zakład Pomiarów Parametrów Przepływu

Nazwa ONB/ZNB

Główny wykonawca

doc. dr inż. Tadeusz Gałązka

Wykonawcy:

Tadeusz Gałązka

Andrzej Staszewski

Badanie współczynników Kvs kurków kulowych HÖGFORS

DOKUMENT WZORCOWY

(Tytuł pracy, numer i tytuł etapu)

Zleceniodawca

.Ośrodek Badawczo Rozwojowy Ciepłownictwa
ul. Majewskiego 3
02-104 WarszawaKIEROWNIK ZAKŁADU
Pomiaru Parametrów Przepływu

mgr inż. Wojciech Winarski

ZASTĘPCA DYREKTORA
d/s Badawczo-Rozwojowychdr inż. Jan Jabłkowski
(1)

Pracę zakończono dnia 8 sierpnia 1998r.

Nr arch. 7578

Nr zlecenia 5626

Analiza deskryptorowa

KURKI KULOWE- BADANIA- WSPÓŁCZYNNIK PRZEPIYU K_{vs} -
SZCZELNOŚĆ ZEWNĘTRZNA- SZCZELNOŚĆ ODCIĘCIA- MOMENT
OTWIERANIA- ZAMYKANIA.

Abstrakt

Sprawozdanie zawiera:

- - opis i wyniki badań współczynników przepływu K_{vs} kurków kulowych o średnicach DN15, DN65, DN80, DN100 (modeli)
- - wyniki prób szczelności zewnętrznej (woda) i szczelności odcięcia (woda) dla średnic nominalnych jw.
- - wyniki pomiarów momentu dla średnic nominalnych jw.
- - określenie wartości K_{vs} dla DN20, DN25, DN32, DN40, DN50, DN125, DN150, DN200, DN250, DN300 w oparciu o badania modeli.

Tytuły poprzednich sprawozdań

Nie było.

Rozdzielnik

Egz. 1 . OIN.

Egz. 2 . OBRC.

Egz. 3 DPQ.

SPIS TREŚCI

str.

1. Podstawa opracowania	2.
2. Przedmiot badań.....	2.
3. Cel i zakres badań.....	3.
4. Doświadczalne wyznaczenie wartości K_{vs}	3.
5. Badanie szczelności zamknięcia - wodą i szczelności zewnętrznej wodą, oraz momentu obrotowego	3.
5.1 Badanie szczelności.....	3.
5.2 Badanie momentu.....	4.
6. Wyniki badań.....	4.

Stanowisko do wyznaczania charakterystyk przepływowych... 1/3 załącznik 1	
Stanowisko do prób szczelności zamknięcia - wodą i prób szczelności zewnętrznej - wodą, oraz momentu obrotowego..... 1 załącznik 2	
Określenie wartości K_{vs} w oparciu o badanie modeli..... 1 załącznik 3	

1. Podstawa opracowania

Formalną podstawę opracowania stanowi zlecenie Ośrodka Badawczo Rozwojowego Ciepłownictwa - OBRC Nr NC/TS/1684/98, temat 67/98/B.

Ustalenia merytoryczne i formalne ujmuje pismo Nr DPQ/1001/98 do Zleceniodawcy. Potwierdzenie przez Zleceniodawcę nastąpiło - pismem NC/TS 1811/98 OBRC do Wykonawcy z dnia 29.07.1998r.

W oparciu o dokonane ustalenia pomiędzy Zleceniodawcą a Wykonawcą - Zakładem Pomiaru Parametrów Przepływu - DPQ Przemysłowego Instytutu Automatyki i Pomiarów otwarto w Instytucie zlecenie Nr 5626 pt. „Badanie współczynników Kvs kurków kulowych - HÖGFORS”.

2. Przedmiot badań

Przedmiotem badań było:

- Wyznaczenie na stanowisku wodnym wartości Kvs kurków kulowych HÖGFORS.

Badania wykonano w oparciu o znormalizowane wymagania ujęte w IEC 60534- 2,3. oraz PN-M.-74201

- Sprawdzenie szczelności zewnętrznej i szczelności zamknięcia - wodą.

Przeprowadzono je zgodnie z PN-92/M.-784001.

- Wyznaczenie momentu obrotowego niezbędnego do uruchomienia kurka.

Do badań dostarczono niżej wymienione kurki kulowe:

- DN15, PN40 - 1 szt.
- DN65, PN25 - 1 szt.
- DN80, PN25 - 1 szt.
- DN100, PN25 - 1 szt.

3. Cel i zakres badań

Celem badań było:

- wyznaczenie współczynników przepływu Kvs kurków kulowych DN15, DN65, DN80 i DN100
 - wykonanie próby szczelności zewnętrznej - wodą,
 - wykonanie próby szczelności zamknięcia - wodą,
 - pomiar momentu obrotowego dla kierunków otwieranie / zamykanie,
 - określenie wartości Kvs dla kurków kulowych HOGFORS o DN20, DN25, DN32, DN40, DN50, DN125, DN150, DN200, DN250 i DN300 w oparciu o wyznaczone doświadczalnie wartości Kvs (dla DN15, DN65, DN80, DN100).

4. Doświadczalne wyznaczenie wartości Kvs

Opis stanowiska do wyznaczania wartości Kvs podano w załączniku 1.

W opisie zamieszczono schemat stanowiska.

Na schemacie stanowiska badany kurek kulowy umiejscowiony jest jako „Urządzenie badane”. W legendzie opisu podawany jest również jako zawór kulowy.

W czasie badań kurków kulowych przestrzegano zapewnienie zgodności ich wykonywania z wymaganiami zawartymi w IEC 60 534-2,3 i podanym w załączniku 1.

5. Badanie szczelności zamknięcia - wodą i szczelności zewnętrznej - wodą, oraz momentu obrotowego

5.1. Badanie szczelności

Badania wykonano na stanowisku którego schemat wraz z jego opisem podano w załączniku 2. Próby przeprowadzono zgodnie z zaleceniami PN-92/M.-74001 „Armatura przemysłowa . Ogólne wymagania i badania”.

Sprawdzenia obejmowały:

- a) próba szczelności zewnętrznej - wodą według punktu 2.7.2.1 powyższej normy, przeprowadzoną przy ciśnieniu próbnym 1,5 PN.

b) próba szczelności zamknięcia - wodą według punktu 2.7.4.1 powyższej normy, przeprowadzoną przy ciśnieniu próbnym 1,1 PN.

Wartości liczbowe ciśnień próbnych określone dla ciśnień nominalnych PN podano w tablicach 2 i 3.

5.2. Badanie momentu

Określono wartości momentu obrotowego dla zadawanej różnicy ciśnień Δp .

Zadawano Δp w przedziale $1,5PN \geq \Delta p \geq 0$.

Dla średnicy nominalnej DN15 zastosowano siłomierz kontrolny pałkowy typ PRR-T1 f-my Chemadex-Kraków, nr 5646. Mierzono rzeczywiste ramię dźwigni (odległość od osi do punktu przyłożenia trzpienia siłomierza), oraz siłę potrzebną do uruchomienia kurka kulowego / kierunek działania siły prostopadły do dźwigni zaworu/. Moment przeliczono jako iloczyn siły i ramienia dźwigni.

Dla średnic nominalnych DN65, DN80 i DN100 stosowano momentomierz typ PD-10 o zakresie do 100Nm (działka elementarna 2Nm) f-my Dąbrowskie Zakłady Metalowe, Dąbrowa Górnicza nr 254.

6. Wyniki badań

a) Wyznaczenie współczynników przepływu Kvs .

Pomiary wykonano dla:

- kurków kulowych całkowicie otwartych,
- kierunków zasilania „A” i „B”
- pięciu kolejno zadawanych wartościach różnicy ciśnień dla każdego kierunku.

Następnie otrzymane wyniki przeliczono dla $\Delta p = 0,1 \text{ MPa}$. Wyniki pomiarów zamieszczono w tablicach 1a i 1b.

W oparciu o uzyskane wyniki badań, traktując badane kurki kulowe jako modele, obliczono wartości Kvs wg zależności podanej w załączniku 3.

W tablicy 1 podano obliczone wartości Kvs oraz podano ich wartości średnie $Kvs_{\text{śr}}$.

Tablica 1

	Kvsm	6,7	157	263	405	
DN		15	65	80	100	
	d	10	50	65	80	średnia
15	10	6,7000	6,2800	6,2249	6,3281	6,3832
20	15	15,0750	14,1300	14,0059	14,2383	14,3623
25	20	26,8000	25,1200	24,8994	25,3125	25,5330
32	24	38,5920	36,1728	35,8551	36,4500	36,7675
40	31	64,3870	60,3508	59,8208	60,8133	61,3430
50	39	101,9070	95,5188	94,6800	96,2508	97,0891
65	50	167,5000	157,0000	155,6213	158,2031	159,5811
80	65	283,0750	265,3300	263,0000	267,3633	269,6921
100	80	428,8000	401,9200	398,3905	405,0000	408,5276
125	100	670,0000	628,0000	622,4852	632,8125	638,3244
150	125	1046,8750	981,2500	972,6331	988,7695	997,3819
200	150	1507,5000	1413,0000	1400,5917	1423,8281	1436,2300
250	200	2680,0000	2512,0000	2489,9408	2531,2500	2553,2977
300	250	4187,5000	3925,0000	3890,5325	3955,0781	3989,5277

b) Próba szczelności zewnętrznej - wodą i próba szczelności zamknięcia - wodą.

Wyniki pomiarów zamieszczono w tablicach 2 i 3. We wszystkich badanych kurkach nie wystąpiły objawy nieszczelności zewnętrznej.

Dla kierunków zasilania „A” i „B” wszystkie badane kurki kulowe były całkowicie szczelne wewnętrznie (całkowita szczelność zamknięcia - wodą).

c) Pomiary wartości momentu obrotowego M.(Nm).

Pomiary wykonano dla spadków ciśnień od $\Delta p = 0$ (kurek wypełniony wodą) do spadków ciśnień odpowiadających 1,5 PN dla otwierania i zamykania. Wyniki pomiarów przedstawiono na wykresach nr 1,2,3 i 4, a ich wartości podano w tablicach przy wykresach.

W tablicach podkreślono wartości odpowiadające PN i 1,5 Pn.

Nie stwierdzono różnicy w wartościach dla kierunków otwierania i zamykania. W badanych egzemplarzach wartości momentów dla DN65 są większe od wartości momentów dla DN80 i DN100.

7

Tablica 1a . Kurki kulowe firmy . HÖGFORS

Wyniki pomiarów $Q = f/\Delta p/$ oraz wyniki obliczeń K_{vs} dla kurków całkowicie otwartych, dla kierunków zasilania "A" i "B".

Δp /MPa/ , $Q/m^3/h/$, $K_{vs}/m^3/h/$

DN 15 "A"	PN40	Δp	0.0417	0.0539	0.0662	0.0858	0.0981	$K_{vs\acute{s}r. "A"}$ = = 6.66	$K_{vs\acute{s}r.}$ = = 6.7
		Q	4.3	4.8	5.5	6.2	6.6		
		K_{vs}	6.66	6.54	6.76	6.69	6.66		
DN 15 "B"	PN40	Δp	0.0490	0.0637	0.0760	0.0907	0.1005	$K_{vs\acute{s}r. "B"}$ = = 6.75	
		Q	4.7	5.4	5.9	6.4	6.8		
		K_{vs}	6.71	6.76	6.77	6.72	6.78		
DN 65 "A"	PN25	Δp	0.0368	0.0490	0.0613	0.0858	0.0981	$K_{vs\acute{s}r. "A"}$ = = 156.1	$K_{vs\acute{s}r.}$ = = 157
		Q	95	108	122	145	156		
		K_{vs}	156.7	154.2	155.8	156.5	157.5		
DN 65 "B"	PN 25	Δp	0.0490	0.0662	0.0785	0.0858	0.0981	$K_{vs\acute{s}r. "B"}$ = = 157.8	
		Q	111	128	140	146	156		
		K_{vs}	158.5	157.3	158.1	157.6	157.5		
DN 80 "A"	PN 25	Δp	0.0368	0.0515	0.0603	0.0726	0.0858	$K_{vs\acute{s}r. "A"}$ = = 261.9	$K_{vs\acute{s}r.}$ = = 263
		Q	161	188	203	222	241		
		K_{vs}	265.5	262.0	261.4	260.6	260.2		
DN 80 "B"	PN 25	Δp	0.0392	0.0579	0.0628	0.0691	0.0834	$K_{vs\acute{s}r. "B"}$ = = 263.8	
		Q	164	202	210	219	240		
		K_{vs}	261.8	265.6	265.1	263.4	262.9		

Tablica 4b . Kurki kulowe firmy HOGFORS

Wyniki pomiarów $Q = f/\Delta p/$ oraz wyniki obliczeń K_{vs} dla kurków całkowicie otwartych, dla kierunków zasilania "A" i "B".

Δp /MPa/ , $Q/m^3/h/$, $K_{vs}/m^3/h/$

DN 100 "A"	PN25	Δp	0.0260	0.0275	0.0294	0.0333	0.0353	$K_{vs\acute{s}r. "A"} =$ = 403,6	$K_{vs\acute{s}r.} =$ = 405
		Q	205	212	219	233	240		
		K_{vs}	402.1	404.6	403.8	403.5	403.9		
DN 100 "B"	PN25	Δp	0.0265	0.0294	0.0309	0.0333	0.0353	$K_{vs\acute{s}r. "B"} =$ = 406,6	
		Q	209	221	226	234	242		
		K_{vs}	406.2	407.5	406.6	405.2	407.3		
DN "A"	PN	Δp						$K_{vs\acute{s}r. "A"} =$ =	
		Q							
		K_{vs}							
DN "B"	PN	Δp						$K_{vs\acute{s}r. "B"} =$ =	
		Q							
		K_{vs}							
DN "A"	PN	Δp						$K_{vs\acute{s}r. "A"} =$ =	
		Q							
		K_{vs}							
DN "B"	PN	Δp						$K_{vs\acute{s}r. "B"} =$ =	
		Q							
		K_{vs}							

6

Tablica 2 . Wyniki próby szczelności zewnętrznej -
- wodą kurków kulowych firmy HÖGFORS

L.p.	DN	PN	Ciśnienie próby /MPa/	Czas próby /min/	Wynik próby
1	DN15	PN40	6,0	10	+
2	DN65	PN25	3,75	10	+
3	DN80	PN25	3,75	10	+
4	DN100	PN25	3,75	10	+

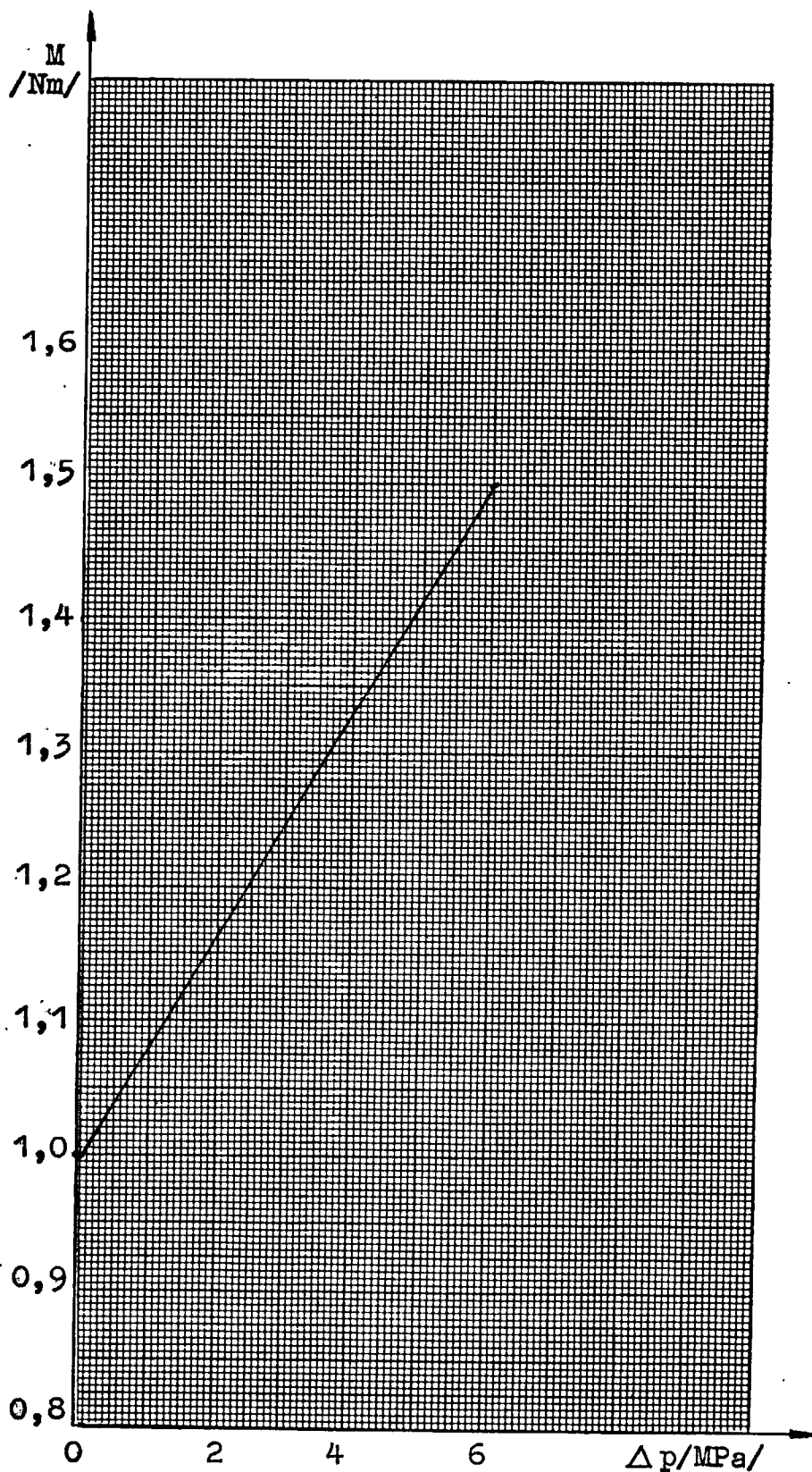
- wynik próby /+/ oznacza, że nie wystąpiły objawy nieszczelności w badanych kurkach kulowych.

Tablica 3 . Wyniki próby szczelności zamknięcia -
- wodą kurków kulowych firmy HÖGFORS

L.p.	DN	PN	Ciśnienie próby /MPa/	Czas próby /min/	Wynik próby
1	DN15	PN40	4,4	10	+
2	DN65	PN25	2,75	10	+
3	DN80	PN25	2,75	10	+
4	DN100	PN25	2,75	10	+

- kierunek zasilania dla wszystkich badanych kurków kulowych kolejno "A" i "B",
- wynik próby /+/ oznacza, że wszystkie badane kurki kulowe są całkowicie szczelne dla kierunków zasilania "A" i "B".

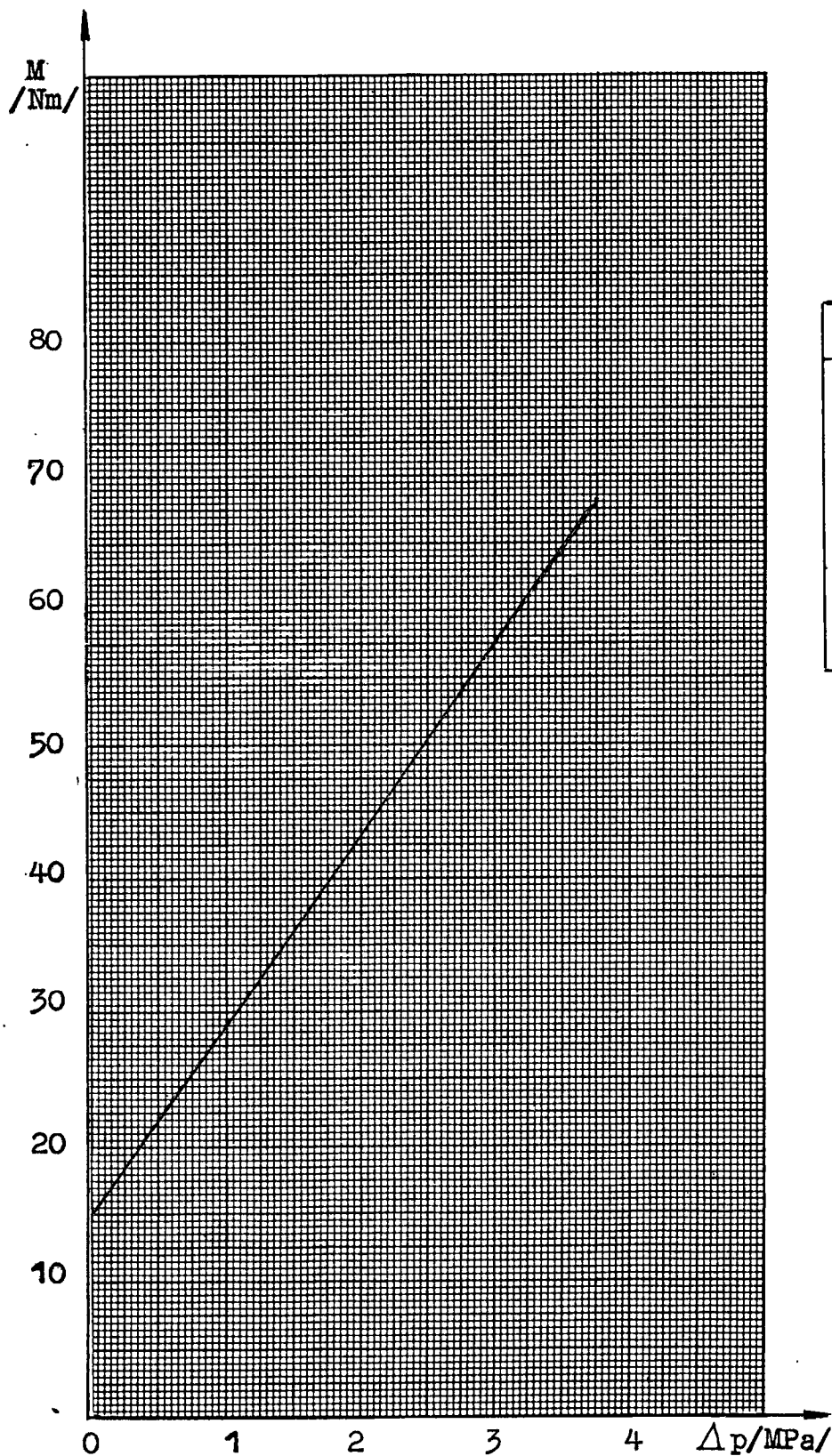
Wykres 1 . Moment obrotowy M/Nm/ w funkcji spadku ciśnienia Δp /MPa/ dla kurka kulowego firmy HÖGFORS DN15 PN40



Δp /MPa/	M/Nm/
0	1,00
1,0	1,10
1,5	1,12
2,0	1,18
2,5	1,20
3,0	1,25
3,5	1,30
<u>4,0</u>	<u>1,32</u>
5,0	1,40
<u>6,0</u>	<u>1,50</u>

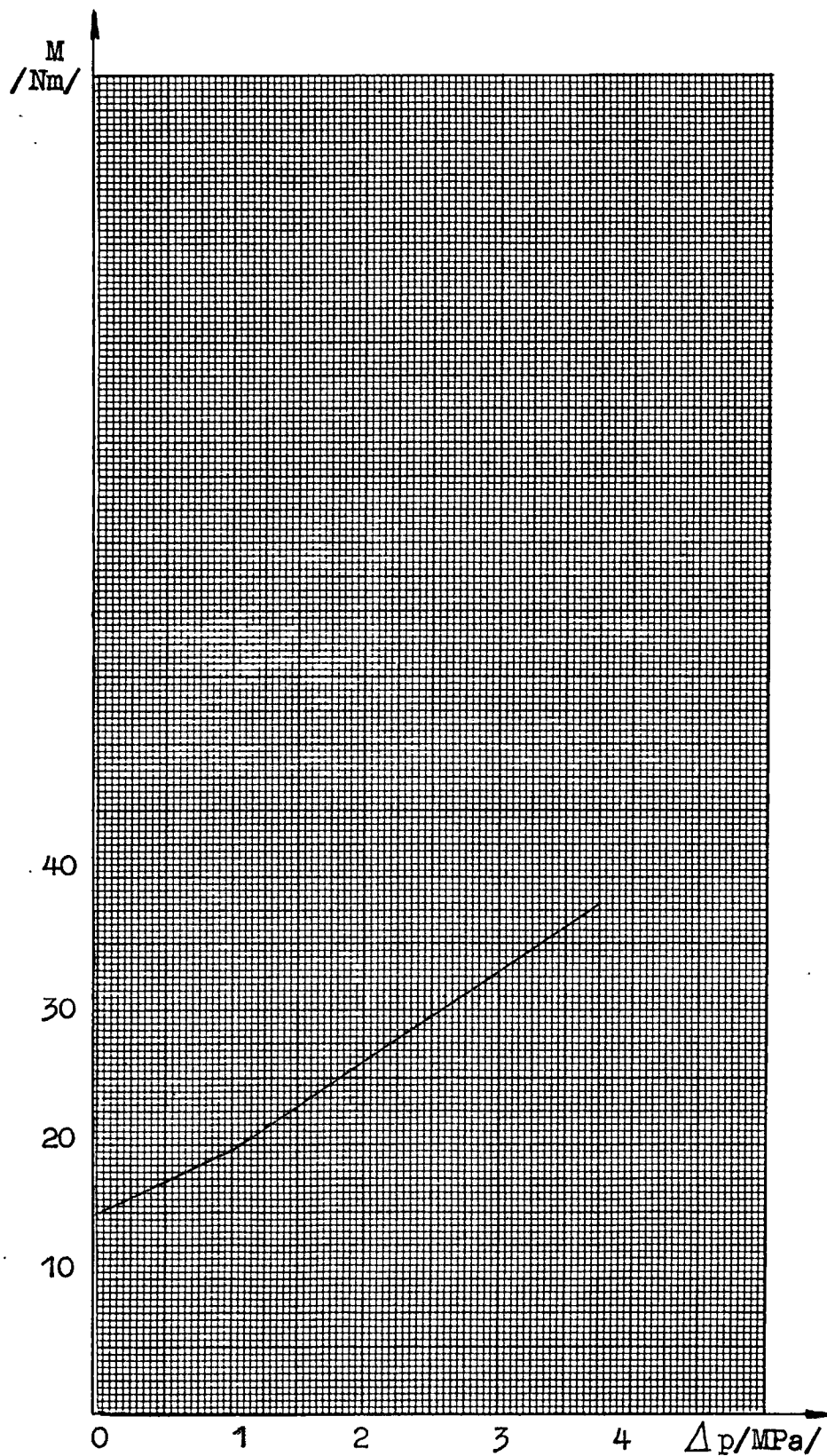
M

Wykres 2 . Moment obrotowy M/Nm/ w funkcji
spadku ciśnienia Δp /MPa/ dla
kurka kulowego firmy HÖGFORS
DN65 PN25



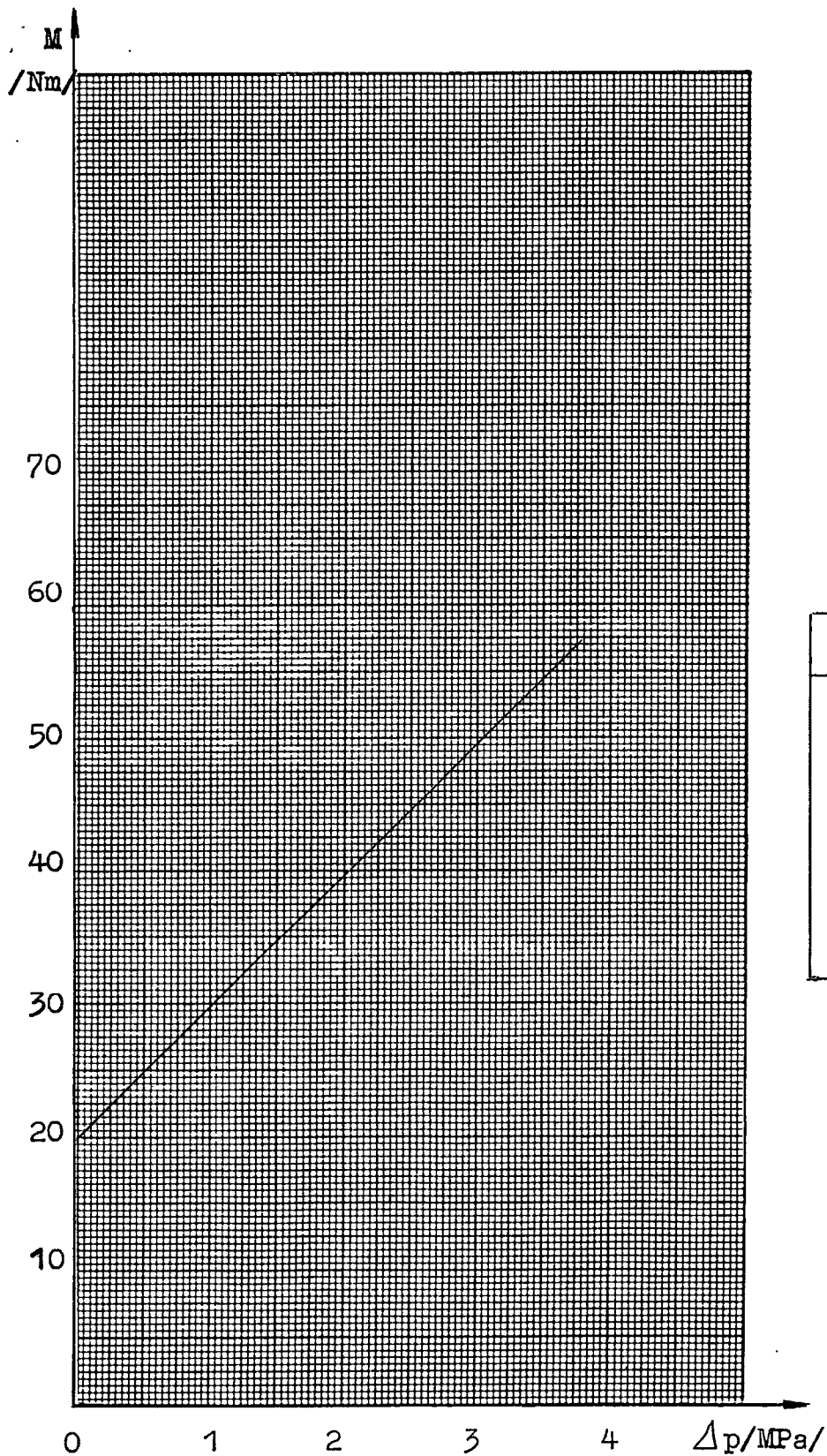
Δp /MPa/	M/Nm/
0	15
1,0	28
1,5	36
2,0	43
<u>2,5</u>	<u>50</u>
3,0	58
<u>3,75</u>	<u>68</u>

Wykres 3 . Moment obrotowy M/Nm/ w funkcji
spadku ciśnienia Δp /MPa/ dla
kurka kulowego firmy HÖGFORS
DN80 PN25



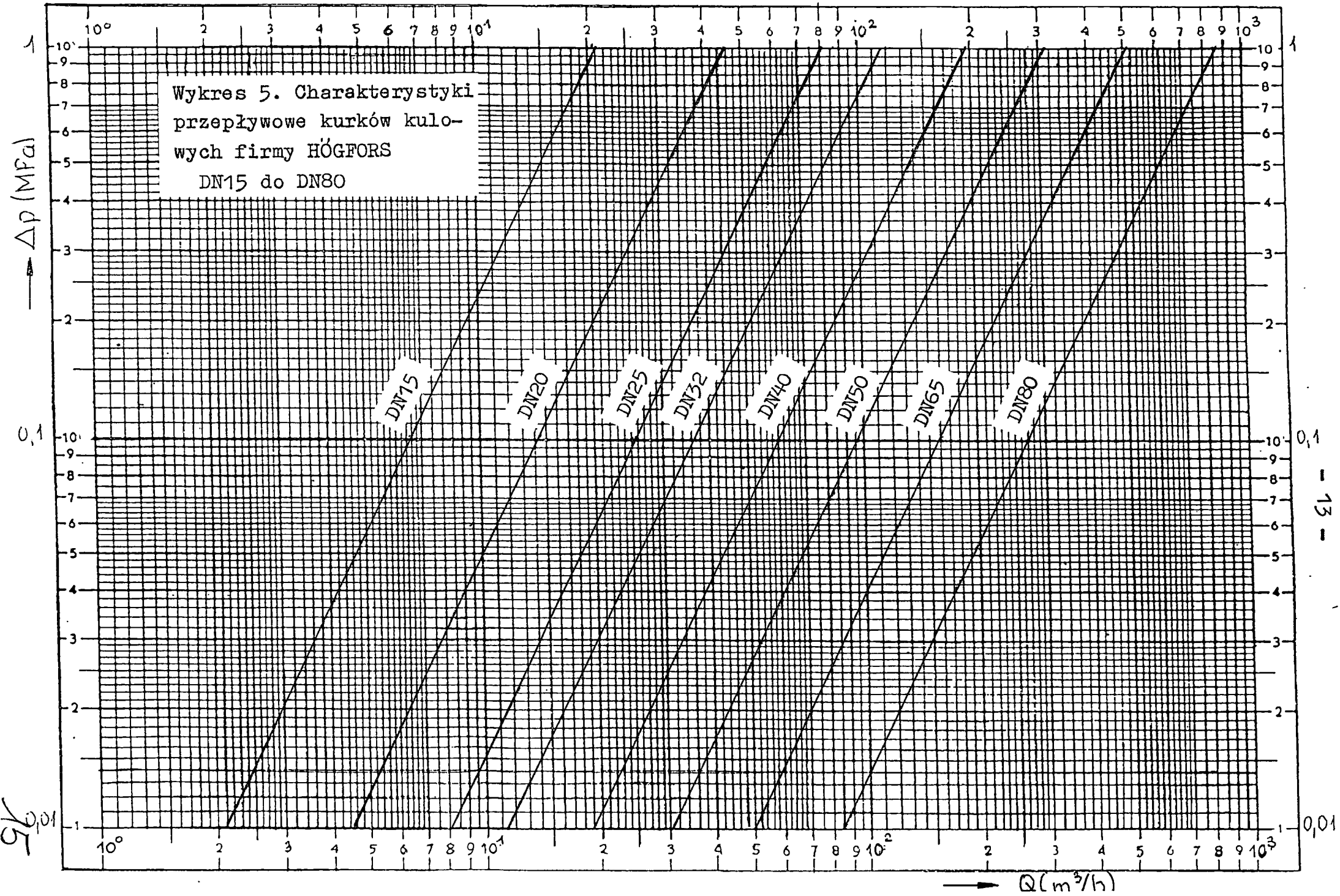
Δp /MPa/	M/Nm/
0	15
1,0	20
1,5	23
2,0	26
<u>2,5</u>	<u>30</u>
3,0	33
<u>3,75</u>	<u>38</u>

Wykres 4. Moment obrotowy M/Nm/ w funkcji spadku ciśnienia Δp /MPa/ dla kurka kulowego firmy HÖGFORS DN100 PN25



Δp /MPa/	M/Nm/
0	20
1,0	29
1,5	35
2,0	40
<u>2,5</u>	<u>46</u>
3,0	50
<u>3,75</u>	<u>57</u>

14



→ Δp (MPa)

Wykres 6. Charakterystyki przepływowe kurków kulowych firmy HÖGFORS DN100 do DN300

DN100

DN125

DN150

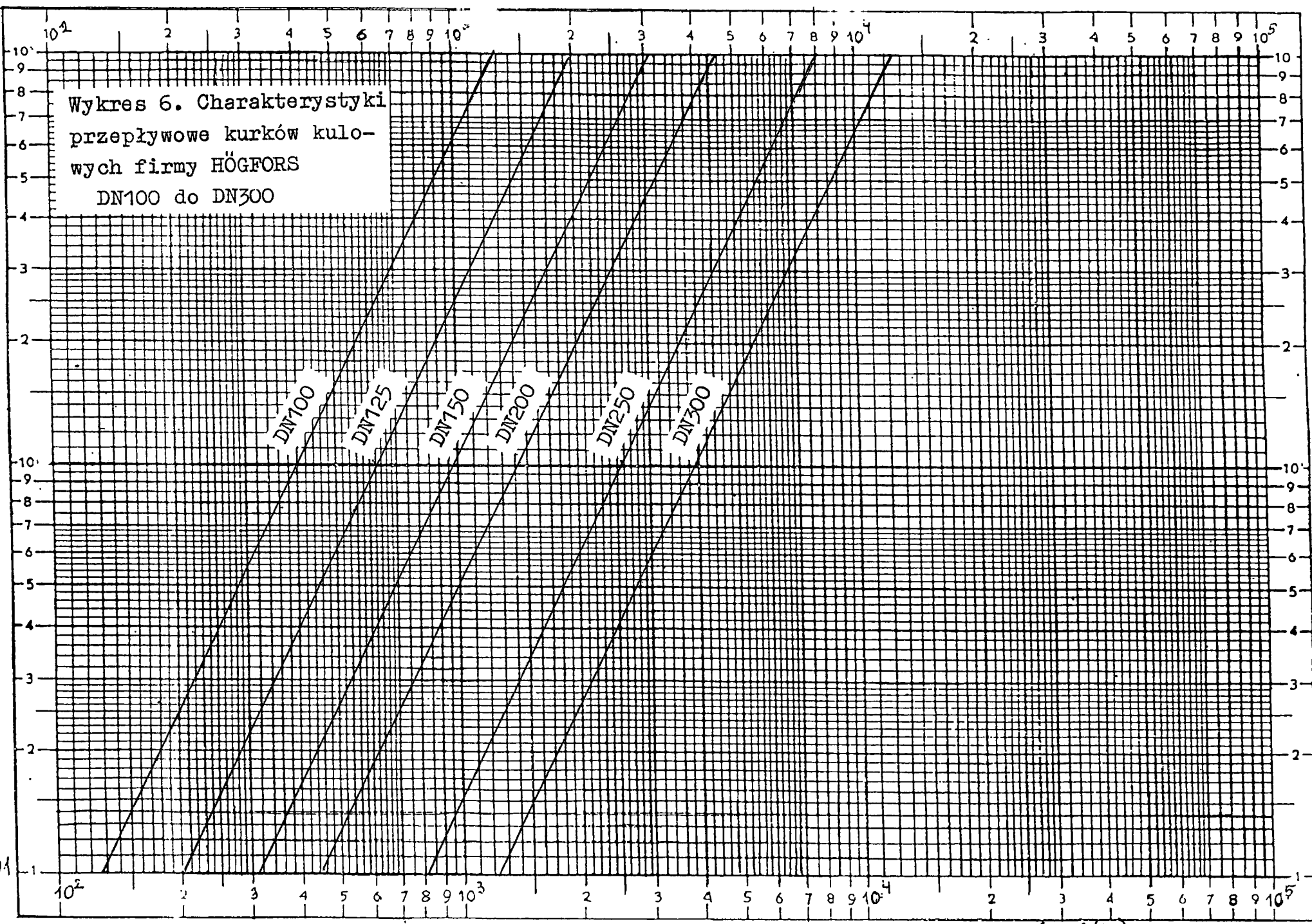
DN200

DN250

DN300

$Q/0,01$

→ Q (m³/h)



STANOWISKO DO WYZNACZANIA CHARAKTERYSTYK PRZEPŁYWOWYCH

Strona 1/3

Schemat części stanowiska na której wykonuje się badania przedstawiono na załączonym rysunku (strona 3/3). Jest to część pomiarowa stanowiska wodnego Laboratorium Wodnego Zakładu Pomiaru Parametrów Przepływu DPQ służącego do wyznaczania charakterystyk $Q=f/\Delta p/$ o ciśnieniu zasilania do 1,6 MPa. Stanowisko wodne spełnia wymagania ustalone w PN-83/M.-74201 „Armatura przemysłowa. Zawory regulujące. Wymagania i badania” oraz dla PN-82/M.-42050 „Automatyka przemysłowa. Regulatory o bezpośrednim działaniu ciągłym. Wymagania i badania” i normy IEC 60534-2-3.

Wartości Kvs zgodnie z wymaganiami wyżej wymienionych norm wyznacza się dla $\Delta p.=0,1MPa$. Charakterystyki przepływowe $Q=f/\Delta p/$ określa się mierząc strumień objętości Q dla kolejno zadawanych (w możliwościach stanowiska) $\Delta p.$ zależnych od DN urządzenia badanego. Przeprowadza się je tak by zgodnie z normą IEC 60534-2-3 p.7.12 określenie wartości Kvs było wykonane przy takiej minimalnej różnicy ciśnień, przy której liczba Reynoldsa $Re \geq 10^5$.

Badania prowadzi się przy $\Delta p.$ mieszczącym się w przedziale $0,035 \leq \Delta p \leq 0,1MPa$, w którym również $Re \geq 10^5$.

Stanowisko wodne w części pomiarowej zawiera dwie wymienne proste rury o średnicy wewnętrznej D dobieranej do średnicy nominalnej DN urządzenia badanego. Długość prostej odcinka na dopływie jest większa od $20D$, a na odpływie większa od $7D$. Punkty do pomiaru różnicy ciśnień $\Delta p.$ są umieszczone w odległości $2D$ na dopływie urządzenia badanego i odległości $6D$ na odpływie z urządzenia badanego.

Do pomiaru strumienia objętości stanowisko jest wyposażone w przepływomierze turbinowe:

PT15 - zakres 0,3 do 6m³/h

PT50 - zakres 5 do 50m³/h

PT100 - zakres 24 do 240m³/h

STANOWISKO DO WYZNACZANIA CHARAKTERYSTYK PRZEPIYWOWYCH

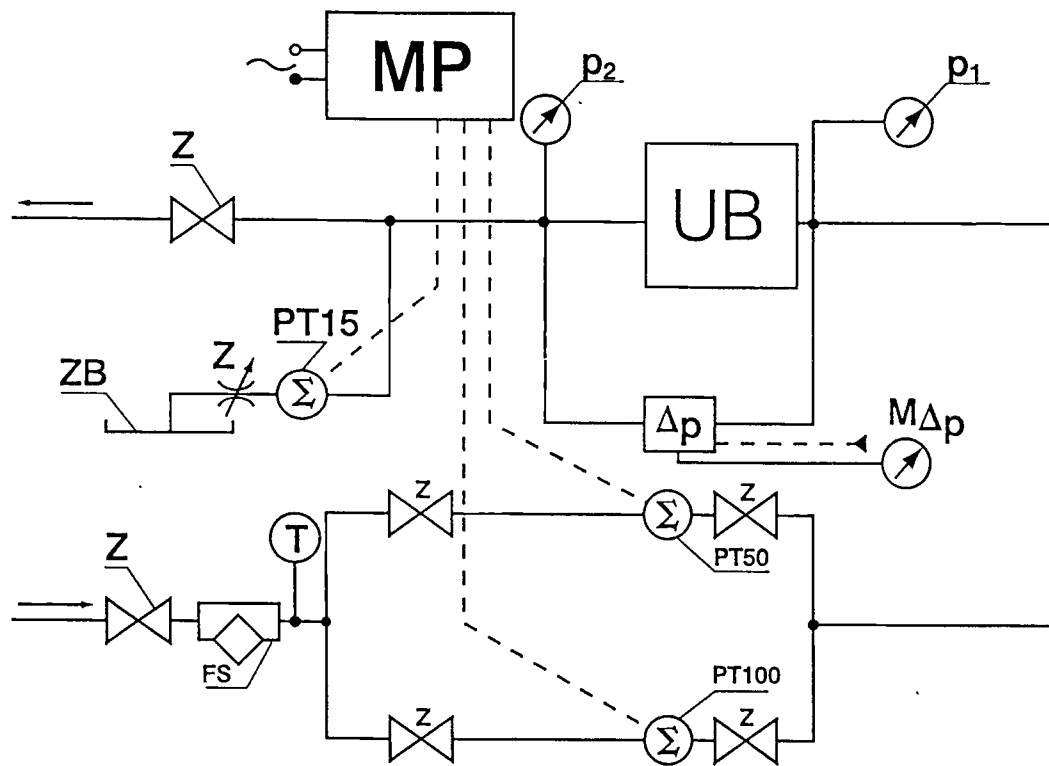
Strona 2/3

Przepływomierze połączone są z miernikiem MP wyposażonym w przełączniki włączenia przepływomierza lub o właściwym zakresie wskaźnika dawki strumienia objętości przepływającej wody i czasu.

Zestaw zapewnia dokładność do 2% aktualnej wartości przepływu.

Do pomiaru różnicy ciśnień stanowisko jest wyposażone w przetwornik różnicy ciśnień Δp . o zakresie do 200kPa oraz manometr przetwornika różnicy ciśnień $M_{\Delta p}$. firmy Wallace o zakresie do 100kPa i klasie dokładności 0,1. Pozwala to przeprowadzić pomiar różnicy na urządzeniu badanym dokładniej niż 2% aktualnej wartości mierzonej.

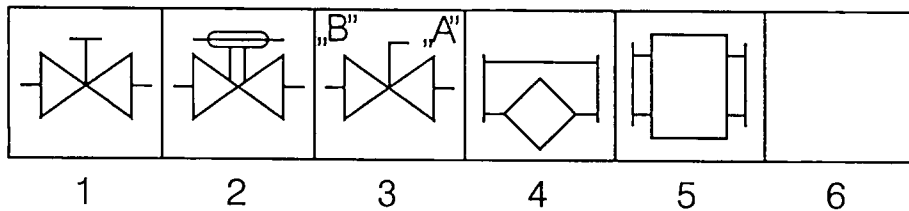
Stanowisko wyposażone jest ponadto w filtr siatkowy FS/DN125, wkład 600 oczek/cm²/, termometr T, zawory odcinające i nastawcze Z oraz w manometry p_1 i p_2 o zakresie 1,6MPa klasy 0,4 do pomiaru ciśnień przed i za urządzeniem badanym przy wstępnym zadawaniu różnicy ciśnień.



Oznaczenia:

- UB - urządzenie badane
- p_1 - manometr przed UB
- p_2 - manometr za UB
- Δp - przetwornik różnicy ciśnień
- $M_{\Delta p}$ - manometr przetwornika różnicy ciśnień
- PT15, PT50, PT100 - przepływomierze turbinowe
- MP - miernik przepływomierzy
- FS - filtr siatkowy DN125, 600 oczek/cm²
- Z - zawory
- T - termometr

Stanowisko do wyznaczania charakterystyk przepływowych:

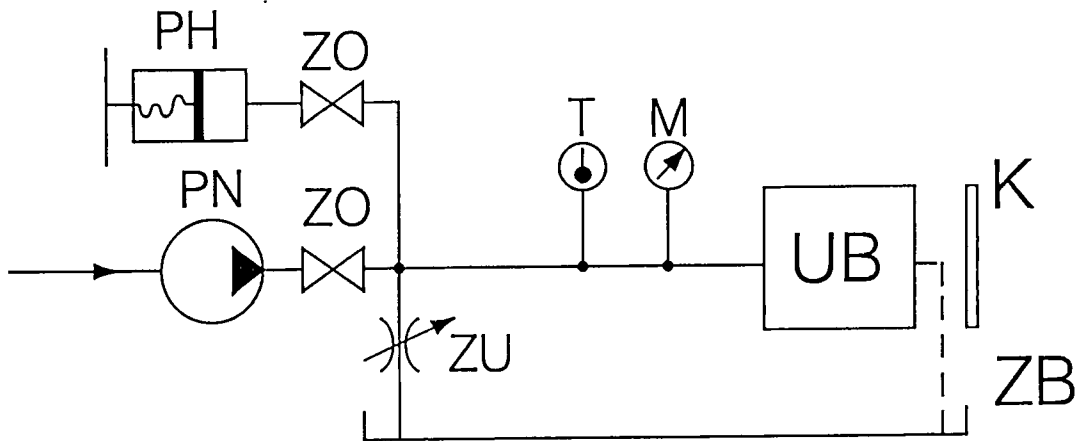


Urządzenia badane:

- 1- zawór
- 2 - regulator
- 3 - zawór kulowy
- 4- filtr
- 5 - odmulacz
- 6 - inne

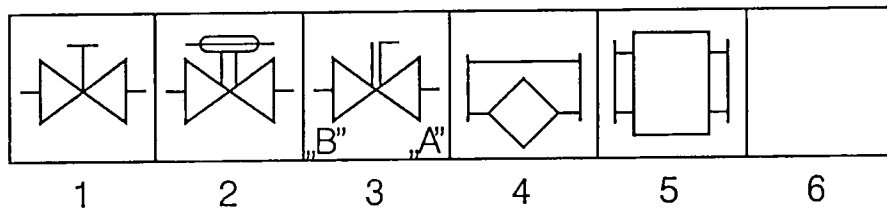
19

STANOWISKO DO PRÓB SZCZELNOŚCI ZAMKNIĘCIA WODĄ I PRÓB SZCZELNOŚCI ZEWNĘTRZNEJ WODĄ



Oznaczenia:

UB - urządzenie badane:



1 - zawór
2 - regulator

3 - zawór kulowy
4 - filtr

5 - odmulacz
6 - inne

- PN** - pompa nurnikowa o zakresie 0-4MPa
ZU - zawór upustowy
ZO - zawory odcinające
M - manometr kontrolny klasy 0,4, zakres 0-4MPa dla PN16 i PN25 lub zakres 0-10MPa dla PN40
T - termometr
K - kołnierz zaślepiający
PH - prasa hydrauliczna stosowana dla PN40
ZB - zbiornik otwarty
„A”, „B” - oznaczenie kołnierzy zaworu kulowego

OKREŚLENIE WARTOŚCI K_{VS} W OPARCIU O BADANIE MODELI

W oparciu o teorię podobieństwa technicznego wyprowadzono zależność

$$K_{VS} \text{ obiektu} = K_{VS} \text{ modelu} \left(\frac{L \text{ obiektu}}{L \text{ modelu}} \right)^2$$

gdzie:

- za L obiektu przyjęto charakterystyczny wymiar jakim jest średnica przelotu kuli D kurka kulowego dla którego wyznaczana jest wartość K_{VS} obiektu,
- za L modelu przyjęto analogicznie jak dla obiektu średnicę przelotu równoważną średnicy przelotu kuli D modelu oznaczonego jako D_m ,
- K_{VSm} – wyznaczona doświadczalnie wartość znormalizowanego współczynnika przepływu K_{VS} dla wielkości przyjętych za modele.

Teoria podobieństwa technicznego przyjmuje zachowanie jednolitej skali modelu w stosunku do obiektu odwzorowywanego. W pierwszym rzędzie dotyczy to parametrów mających wpływ na wartość poszukiwanych wartości K_{VS} . W przypadku kurków kulowych za decydujące parametry dla zachowania jednolitej skali uznano charakterystyczne wymiary przekrojów dla przepływu strumienia objętości.