

|                      |   |                        |
|----------------------|---|------------------------|
| APARATY<br>CHEMICZNE | NORMA BRANŻOWA  | BN-69                  |
|                      | Wymienniki ciepła<br>Chłodnice ociekowe<br>Wytyczne konstrukcyjne | 2256-01                |
|                      |   | Grupa katalogowa IV 47 |

## 1. WSTĘP

**1.1. Przedmiot normy.** Przedmiotem normy są wytyczne konstrukcyjne dotyczące chłodnic ociekowych stosowanych w przemyśle chemicznym i przemysłach pokrewnych.

**1.2. Zakres stosowania przedmiotu normy.** Objęte normą chłodnice stosuje się do chłodzenia czynników chemicznie agresywnych i nieagresywnych, czystych i pozostawiających osad, o nadciśnieniu do  $40 \text{ kg/cm}^2$  ( $\sim 4 \text{ MN/m}^2$ ), przy pomocy wody czystej lub nieoczyszczonej o nadciśnieniu do  $10 \text{ kg/cm}^2$  ( $\sim 1 \text{ MN/m}^2$ ).

### 1.3. Normy związane

- PN-68/H-74219 Rury stalowe bez szwu walcowane na gorąco. Wymagania i badania
- PN/H-74332 Rurociągi. Kołnierze przypawane okrągłe gładkie. Ciśnienie nominalne  $10 + 16 \text{ kg/cm}^2$
- PN-67/H-74723 Rurociągi i armatura. Kołnierze przypawane okrągłe z szyjką. Ciśnienie nominalne  $16 \text{ kg/cm}^2$
- PN-67/H-74725 Rurociągi i armatura. Kołnierze przypawane okrągłe z szyjką. Ciśnienie nominalne  $40 \text{ kg/cm}^2$
- PN-61/H-84020 Stal węglowa konstrukcyjna zwykłej jakości ogólnego przeznaczenia. Gatunki
- PN-64/H-84024 Stal do wyrobu rur. Gatunki
- PN-66/H-86020 Stal odporna na korozję (nierdzewna i kwasoodporna). Gatunki
- PN-65/H-92120 Stal walcowana. Blachy grube i uniwersalne
- PN-69/H-92131 Blacha cienka ze stali węglowej konstrukcyjnej zwykłej jakości
- PN-63/H-93000 Stal konstrukcyjna węglowa i niskostopowa zwykłej jakości. Walcówka, pręty i kształtowniki. Wymagania i badania techniczne
- PN-58/M-82144 Nakrętki sześciokątne średniodokładne
- BN-64/2205-01 Odchyłki wymiarów liniowych nietolerowanych do  $10\ 000 \text{ mm}$

## 2. WYTYCZNE KONSTRUKCYJNE

### 2.1. Dobór podstawowych wielkości chłodnicy

**2.1.1. Średnice rur zraszanych** dobiera się odpowiednio do powierzchni przekroju potrzebnego dla założonego natężenia przepływu czynnika chłodzonego z uwzględnieniem współczynnika wnikania ciepła  $\alpha$ . Średnice rur należy stosować wg tabl. 1. Jeżeli przekrój rury chłodnicy jest niewystarczający, to należy stosować równoległe połączenie dwu lub więcej analogicznych chłodnic.

Nakład wznowiony, uwzględnia zmiany i poprawki wprowadzone do dnia 31. X. 1970 r. (Wyd. II)

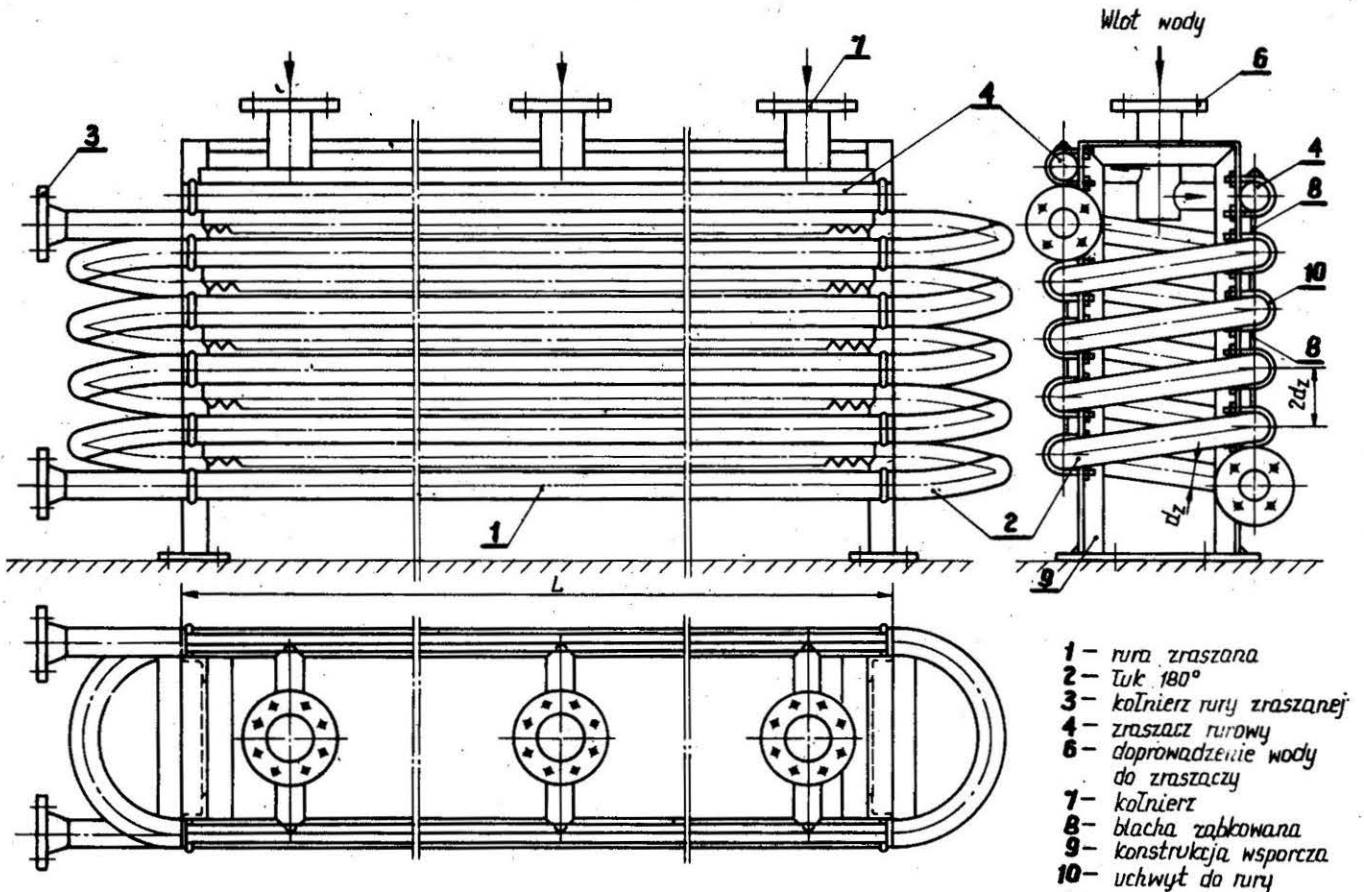
Biuro Projektów Przemysłu Organicznego w Warszawie  
Ustanowiona przez Dyrektora Zjednoczenia Budowy i Remontów Urzędzeń Chemicznych dnia 7 sierpnia 1969 r.  
jako norma obowiązująca w zakresie projektowania od dnia 1 stycznia 1970 r.  
(Mon. Pol. nr 51/1969 poz. 404)

2.1.2. Grubości ścianek rur podane w tabl. 1 mogą być zmniejszone lub zwiększone w przypadkach technicznie uzasadnionych ciążeniem, temperaturą lub korozją.

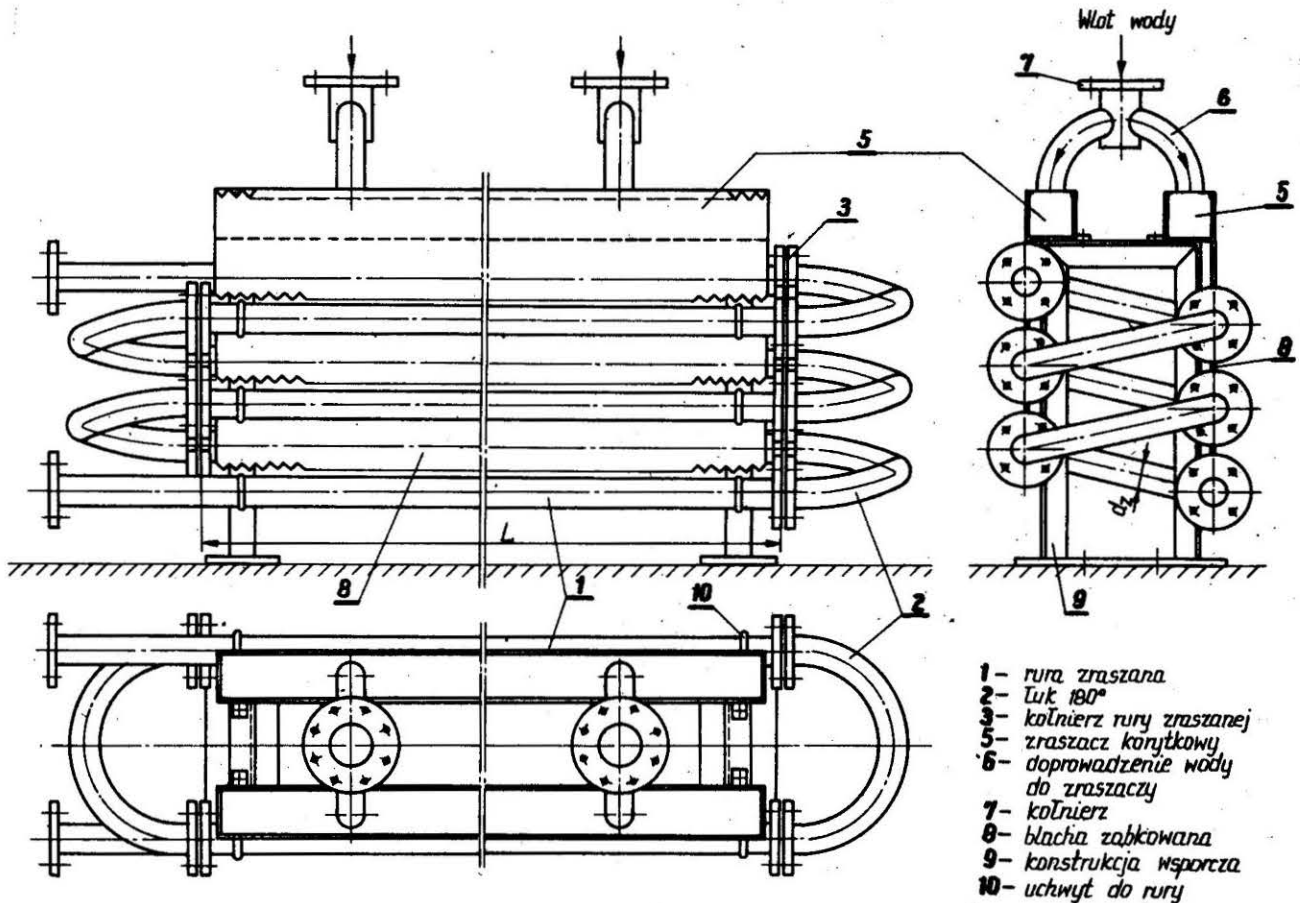
Tablica 1

| Rura zraszana $d_z \times g$ , mm  | 38 x 3   | 44,5 x 3 | 57 x 3,5 | 76 x 3,5 | 89 x 4 | 108 x 4 |       |      |       |      |       |      |
|--|--|----------|----------|----------|--------|---------|-------|------|-------|------|-------|------|
| Powierzchnia przekroju wewnętrznej rury zraszanej $f_w$ , m <sup>2</sup> | 0,0008   | 0,0012   | 0,0020   | 0,0037   | 0,0052 | 0,0079  |       |      |       |      |       |      |
| Długość prostego odcinka rury zraszanej $L$ , m                          | Zewnętrzna powierzchnia wymiany ciepła $F_z$ , m <sup>2</sup><br>i masa prostego odcinka rury $G$ , kg |          |          |          |        |         |       |      |       |      |       |      |
|  | $F_z$  | $G$      | $F_z$    | $G$      | $F_z$  | $G$     | $F_z$ | $G$  | $F_z$ | $G$  | $F_z$ | $G$  |
| 1  | 0,12   | 2,6      | 0,14     | 3,0      | 0,18   | 4,6     | 0,24  | 6,3  | 0,28  | 8,4  | 0,34  | 10,3 |
| 3  | 0,36   | 7,8      | 0,42     | 9,2      | 0,54   | 13,9    | 0,72  | 18,8 | 0,84  | 25,1 | 1,08  | 30,8 |
| 4  | 0,47   | 10,4     | 0,56     | 12,3     | 0,72   | 18,5    | 0,95  | 25,0 | 1,12  | 33,5 | 1,36  | 41,0 |
| 6  | 0,71   | 15,6     | 0,84     | 18,4     | 1,07   | 27,7    | 1,43  | 37,6 | 1,68  | 50,3 | 2,03  | 61,6 |
| 8  | 0,95   | 20,7     | 1,12     | 24,6     | 1,43   | 37,0    | 1,91  | 50,1 | 2,24  | 67,0 | 2,71  | 82,1 |
| 10   | 1,19   | 26,0     | 1,39     | 30,7     | 1,79   | 46,2    | 2,38  | 62,6 | 2,79  | 83,8 | 3,39  | 103  |
| 12   | 1,43   | 31,1     | 1,68     | 36,8     | 2,15   | 55,4    | 2,86  | 75,1 | 3,35  | 101  | 4,07  | 123  |

2.1.3. Długość dwóch pierwszych prostych odcinków rury zraszanej  $2L$  dobiera się odpowiednio do masy wody chłodzącej  $W$  w kg/h i założonego jednostkowego natężenia zraszania:  $2L = \frac{W}{\Gamma}$  [m] (rys. 1 i 2). Jednostkowe natężenia zraszania należy stosować w granicach podanych w tabl. 2, w zależności od zastosowanego rodzaju zraszanych rur: gładkich lub z blachą rozpraszającą, ząbkowaną. Podane w tabl. 2 wartości natężenia zraszania dotyczą całego obwodu pierwszej rury zraszanej.



Rys. 1. Chłodnica ociekowa nierozbieralna (przykład)



Rys. 2. Chłodnica ociekowa rozbieralna (przykład)

Tablica 2

|  |    |      |      |      |      |      |      |
|--|----|------|------|------|------|------|------|
| Srednica zewnętrzna rury zraszanej $d_z$ , mm                                |    | 38   | 44,5 | 57   | 76   | 89   | 108  |
| Minimalne jednostkowe natężenie zraszania $\Gamma_{min}$ , kg/m·h            |    | 230  | 245  | 270  | 300  | 315  | 340  |
| Jednostkowe natężenie zraszania rury gładkiej $\Gamma_1$ , kg/m·h            | od | 300  | 317  | 350  | 390  | 410  | 440  |
|  | do | 425  | 450  | 500  | 550  | 585  | 630  |
| Jednostkowe natężenie zraszania rury z blachą szabkowana $\Gamma_2$ , kg/m·h | od | 805  | 855  | 940  | 1040 | 1100 | 1190 |
|  | do | 1270 | 1340 | 1470 | 1640 | 1740 | 1860 |
| Podane natężenia zraszania dotyczą całego obwodu rury.                       |    |      |      |      |      |      |      |

**2.1.4. Liczba prostych odcinków rury zraszanej** leżących w jednej płaszczyźnie pionowej powinna być dobrana odpowiednio do potrzebnej całkowitej powierzchni wymiany ciepła  $F$  w  $m^2$ . Za powierzchnię wymiany ciepła uważa się tylko powierzchnię rury na długości zraszanej wodą. Powierzchnię zewnętrzną wymiany ciepła przypadającą na jeden prosty odcinek rury o średnicy zewnętrznej  $d_z$  i długości  $l$  podano w tabl. 1.

**2.1.5. Współczynniki przeliczeniowe.** Współczynniki służące do obliczenia wewnętrznej i średniej powierzchni wymiany ciepła z wartości zewnętrznej powierzchni wymiany ciepła podano w tabl. 3. Wewnętrzną powierzchnię wymiany ciepła  $F_w$  oblicza się mnożąc wartości  $F_z$  podane w tabl. 1 przez współczynnik  $a$ , a średnią powierzchnię wymiany ciepła  $F_{sr}$  - mnożąc wartości  $F_z$  przez współczynnik  $b$ .

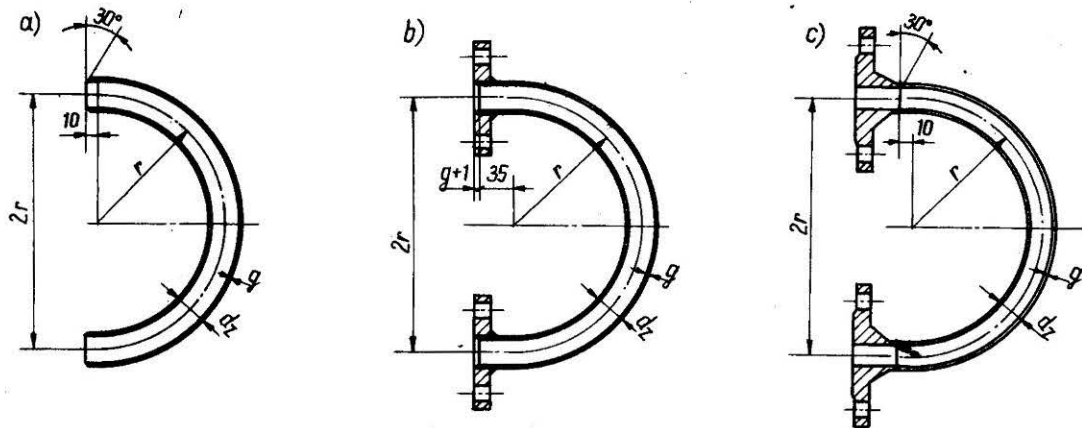
Tablica 3

| $d_z \times q_1$ , mm | $a$   | $b$   |
|-----------------------|-------|-------|
| 38 x 3                | 0,842 | 0,922 |
| 44,5 x 3              | 0,865 | 0,933 |
| 57 x 3,5              | 0,877 | 0,939 |
| 76 x 3,5              | 0,908 | 0,954 |
| 89 x 4                | 0,910 | 0,956 |
| 108 x 4               | 0,926 | 0,964 |

## 2.2. Konstrukcje chłodnic

**2.2.1. Konstrukcja rozbieralna całkowicie spawana** (rys. 1) powinna być stosowana wówczas, gdy ze względu na czystość czynnika chłodzonego nie zachodzi konieczność czyszczenia rur od wewnątrz. W tej konstrukcji łuki spawane należy wykonywać wg rys. 3a i tabl. 4.

**2.2.2. Konstrukcja rozbieralna łączona kołnierzami** (rys. 2) powinna być stosowana wówczas, gdy ze względu na wydzielanie się osadu z czynnika chłodzonego konieczne jest czyszczenie rur od wewnątrz. W tej konstrukcji łuki kołnierzowe należy wykonywać wg rys. 3b lub 3c i tabl. 4.

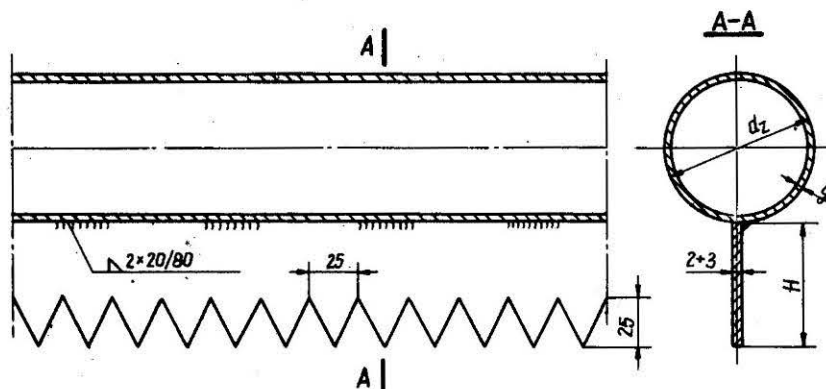


Rys. 3. Łuki 180° : a) bez kołnierzy, b) z kołnierzami płaskimi, c) z kołnierzami sztyjkowymi

Tablica 4

| Rura $d_z \times g$                              | $r$ | Długość rury wg |         | Masa rury wg |         |
|--|-----|-----------------|---------|--------------|---------|
|  |     | rys. 3a,c       | rys. 3b | rys. 3a,c    | rys. 3b |
| mm   |     | kg              |         |              |         |
| 38 x 3   | 110 | 365             | 415     | 0,95         | 1,07    |
| 44,5 x 3   | 130 | 428             | 478     | 1,31         | 1,47    |
| 57 x 3,5   | 180 | 585             | 635     | 2,70         | 2,93    |
| 76 x 3,5   | 230 | 743             | 793     | 4,65         | 4,96    |
| 89 x 4   | 270 | 868             | 918     | 7,27         | 7,69    |
| 108 x 4  | 320 | 1025            | 1075    | 10,5         | 11,0    |
| Gęstość stali przyjęto 7,85 kg/dm <sup>3</sup> . |     |                 |         |              |         |

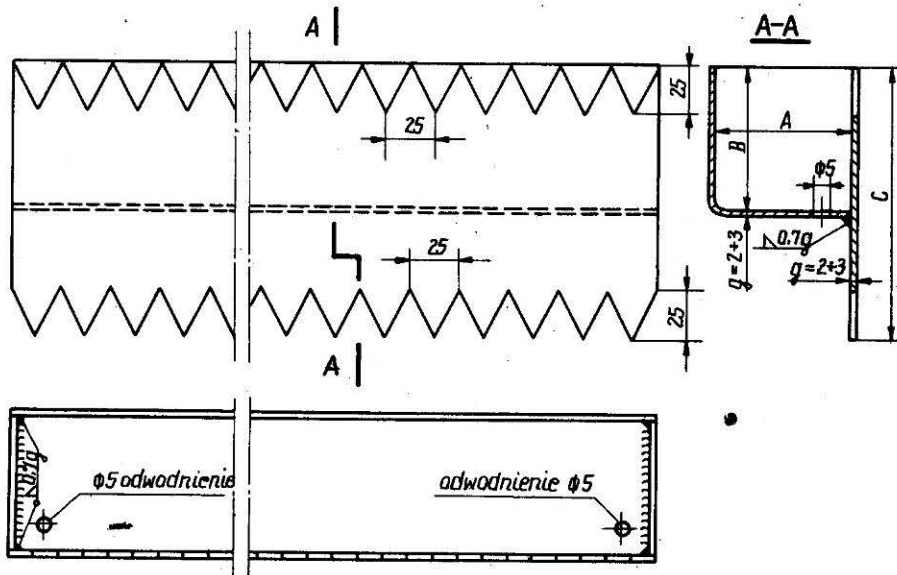
**2.2.3. Odmiiany rur zraszanych.** Rury zraszane mogą być wykonane albo jako rury gładkie, albo jako rury z blachą ząbkowaną (rys. 4), której wymiar  $H$  zależy od odległości między rurami zraszanyymi.



Rys. 4. Rura zraszana z blachą ząbkowaną

**2.3. Urządzenia zraszające (zraszacze)**

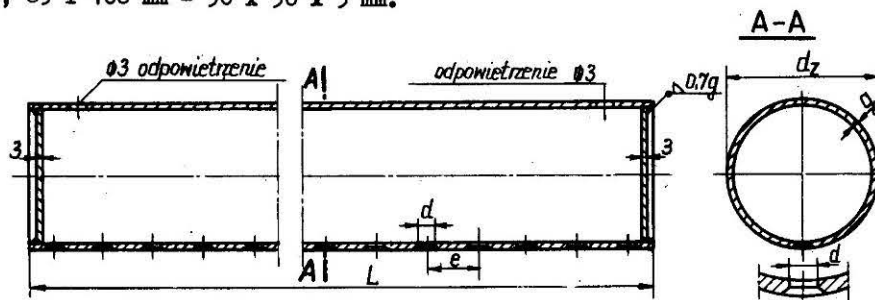
**2.3.1. Zraszacze korytkowe** przedstawione przykładowo na rys. 5 stosuje się do zraszania wodą nieoczyszczoną. Wymiary A i B zależą od ilości wody zraszającej, wymiar C zaś - od odległości do pierwszej rury zraszanej. Pozostałe wymiary należy uważać za wymiary zalecane.



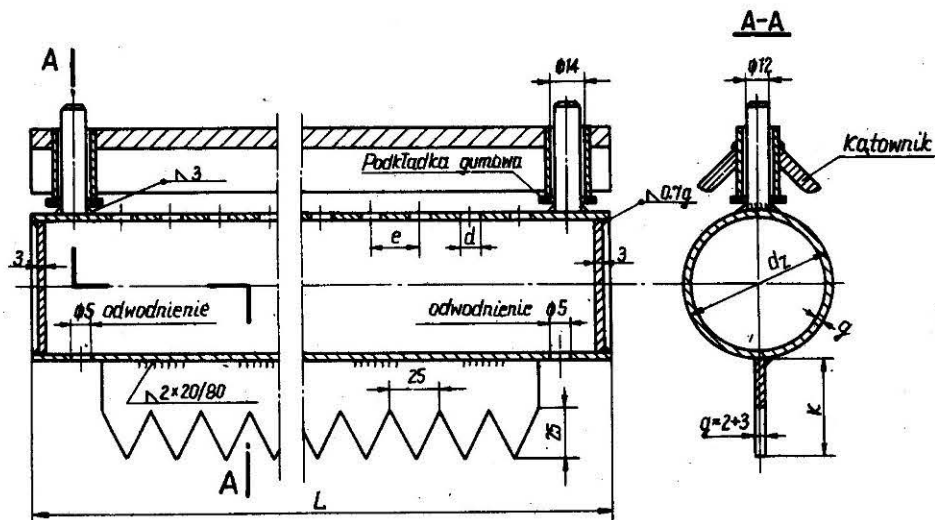
Rys. 5. Zraszacz korytkowy

**2.3.2. Zraszacze rurowe** przedstawione przykładowo na rys. 6 i 7 stosuje się do zraszania wodą czystą. Wymiary  $d_z$ ,  $d$  i  $e$  zależą od ilości wody zraszającej, wymiar K zaś - od odległości między pierwszą rurą zraszaną a zraszaczem. Pozostałe wymiary należy uważać za wymiary zalecane. Kątownik na rys. 7 powinien mieć następujące wymiary :

- dla rur  $d_z = 38$  mm - 25 x 25 x 3 mm,
- dla rur  $d_z = 44,5$  i 57 mm - 30 x 30 x 4 mm,
- dla rur  $d_z = 76, 89$  i 108 mm - 50 x 50 x 5 mm.



Rys. 6. Zraszacz rurowy, odmiana A



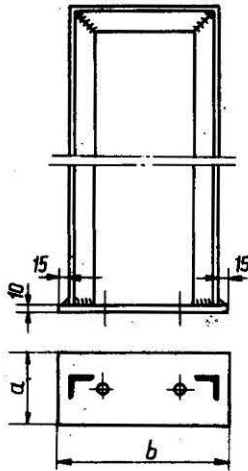
Rys. 7. Zraszacz rurowy, odmiana B



**2.3.3. Doprowadzenie wody do zraszaczki.** W zależności od długości chłodnicy i natężenia zraszania doprowadzenie wody do zraszaczki może być wykonane w jednym lub więcej miejscach.

**2.3.4. Odprowadzenie wody spod chłodnicy.** Wodę spod chłodnicy odprowadza się z wanny, w której została ona ustawiona.

**2.4. Konstrukcja wsporcza (rys. 8).** Do budowy konstrukcji wsporczej chłodnicy zaleca się stosować kątowniki równoramienne o wymiarach podanych w tabl. 5.

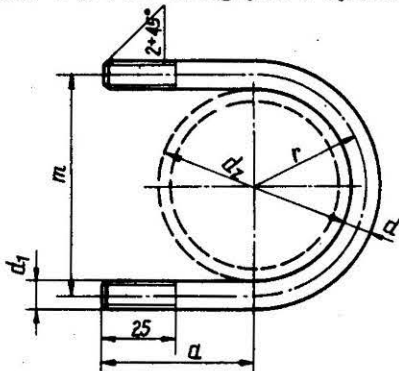


Rys. 8. Konstrukcja wsporcza chłodnicy ociekowej

Tablica 5

| Srednica rur zraszanych $d_z$ , mm   | 38          | 44,5 | 57  | 76          | 89  | 108 |
|--|-------------|------|-----|-------------|-----|-----|
| Oznaczenie kątownika   | 50 x 50 x 5 |      |     | 75 x 75 x 7 |     |     |
| $a$ , mm   | 150         |      |     | 180         |     |     |
| $b$ , mm <sup>1)</sup>   | 208         | 241  | 328 | 408         | 473 | 532 |
| 1) Wartości $b$ dotyczą chłodnic nierozbieralnych wg rys. 1; dla chłodnic rozbieralnych wg rys. 2 wymiar $b$ wynika z odstępu między rurami zraszaczami - zależnego od średnicy kołnierzy. |             |      |     |             |     |     |

**2.5. Uchwyty do mocowania rur (rys. 9).** Do mocowania rur do konstrukcji wsporczej zaleca się stosować uchwyty z prętów okrągłych o wymiarach podanych w tabl. 6.



Rys. 9. Uchwyt do mocowania rur

Tablica 6

| Srednica rury $d_z$                              | $d$ | $r$  | $m$ | $a$ | $d_1$ | Długość pręta | Masa  |
|--|-----|------|-----|-----|-------|---------------|-------|
| mm   |     |      |     |     |       |               | kg    |
| 38   | 10  | 25   | 50  | 35  | M10   | 149           | 0,092 |
| 44,5   |     | 28,5 | 57  | 40  |       | 170           | 0,100 |
| 57   | 12  | 35,5 | 71  | 50  | M12   | 212           | 0,188 |
| 76   |     | 45   | 90  | 60  |       | 261           | 0,232 |
| 89   | 16  | 53,5 | 107 | 70  | M16   | 308           | 0,487 |
| 108  |     | 63,5 | 127 | 80  |       | 359           | 0,567 |
| Gęstość stali przyjęto 7,85 kg/dm <sup>3</sup> . |     |      |     |     |       |               |       |

**2.6. Kierunek przepływu czynnika chłodzonego.** Jeżeli w chłodnicy ociekowej czynnik płynący rurami zraszaczami jest tylko chłodzony, to jego przepływ przez chłodnicę powinien mieć kierunek od dołu do góry; jeżeli w rurach zraszaczach może zachodzić kondensacja par, to przepływ czynnika przez chłodnicę powinien mieć kierunek od góry do dołu.

**2.7. Dobór materiałów - wg tabl. 7.**

Tablica 7

| Nr części na rys. 1 i 2 | Nazwa części            | Wymagania                                   | Materiał  |
|-------------------------|-------------------------|---|---|
| 1                       | Rura zraszana           | rura bez szwu wg PN-68/H-74219              | dla czynników chemicznie nieagresywnych R, R35, 15HM wg PN-64/H-84024 |
|                         |                         |   | dla czynników chemicznie agresywnych 1H13, 1H18N9T wg PN-66/H-86020   |
| 2                       | Łuk 180°                | rura bez szwu wg PN-68/H-74219              | dla czynników chemicznie nieagresywnych R, R35, 15HM wg PN-64/H-84024 |
|                         |                         |   | dla czynników chemicznie agresywnych 1H13, 1H18N9T wg PN-66/H-86020   |
| 3                       | Kołnierz rury zraszanej | wg PN/H-74332, PN-67/H-74723, PN-67/H-74725 | dla czynników chemicznie nieagresywnych St3S wg PN-61/H-84020         |
|                         |                         |   | dla czynników chemicznie agresywnych 1H13, 1H18N9T wg PN-66/H-86020   |

od. tabl. 7

| Nr części na rys. 1 i 2 | Nazwa części                    | Wymagania   | Materiał                       |
|-------------------------|---------------------------------|---|--------------------------------|
| 4                       | Zraszacz rurowy                 | rura bez szwu wg PN-68/H-74219                                  | R wg PN-64/H-84024             |
| 5                       | Zraszacz korytkowy              | blacha cienka wg PN-69/H-92131<br>blacha gruba wg PN-65/H-92120 | StOS wg PN-61/H-84020          |
| 6                       | Doprowadzenie wody do zraszaczy | rura bez szwu wg PN-68/H-74219                                  | R wg PN-64/H-84024             |
| 7                       | Kołnierz                        | wg PN/H-74332   | St3SX wg PN-61/H-84020         |
| 8                       | Blacha ząbkowana                | blacha cienka wg PN-69/H-92131<br>blacha gruba wg PN-65/H-92120 | StOS wg PN-61/H-84020          |
| 9                       | Konstrukcja wsporcza            | kątownik wg PN-63/H-93000<br>blacha gruba wg PN-65/H-92120      | St3SX wg PN-61/H-84020<br>StOS |
| 10                      | Uchwyt do rury                  | pręt wg PN-63/H-93000<br>nakrętka wg PN-58/M-82144              | St3SX wg PN-61/H-84020<br>St4  |

### 3. WYKONANIE

**3.1. Dokładność wykonania.** Wymiary elementów chłodnicy należy wykonać w III klasie dokładności wg BN-64/2205-01 ; wymiary kołnierzy wg wymagań odpowiednich Polskich Norm.

**3.2. Strzałka ugięcia** rur zraszanych oraz rur i korytek zraszaczy nie powinna przekraczać 5 mm. W przypadku gdy wielkość ta może być przekroczona, należy rury i korytka podeprzeć dodatkową konstrukcją wsporczą.

**3.3. Dokładność ustawienia.** Zraszacze korytkowe i rurowe powinny być tak ustawione i zamocowane, aby woda spływała dokładnie w pionowej płaszczyźnie symetrii rur zraszanych. Z tego względu korzystne jest stosowanie zraszaczy rurowych wykonanych z rur o tej samej średnicy co rury zraszane.

K O N I E C

### INFORMACJE DODATKOWE do BN-69/2256-01

**1. Literatura.** Prof. dr T. Hobler : Ruch ciepła i wymienniki. WNT, wyd. III, Warszawa 1968, str. 250.

**2. Współczynnik wnikania ciepła.** Do obliczenia współczynnika wnikania ciepła do chłodnic ociekowych zraszanych wodą może być użyty wzór

$$\alpha = 187 \left( \frac{\Gamma}{2 d_2} \right)^{1/3} \quad [\text{kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{°C}]$$

w którym :

$\Gamma$  - jednostkowe natężenie zraszania na cały obwód rury, kg/m·h,

$d_2$  - zewnętrzna średnica rury zraszanej, m.

Powyższy wzór odnosi się do czystej wody i nie uwzględnia cieplnego oporu osadu tworzącego się na powierzchni rury.

**3. Przeliczenie wartości  $\alpha$  na jednostki SI :**  $1 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{°C} = 1,163 \text{ W/m}^2 \cdot \text{deg.}$