

APARATY CHEMICZNE	NORMA BRANŻOWA	<b>BN-75</b>
	<b>Mieszadło dwułopatowe z łopatom nachylonymi pod kątem 45°</b>	<b>2225-08</b>
		Zamiast BN-63/2221-02
		Grupa katalogowa IV 47

## 1. WSTĘP

**1.1. Przedmiot normy.** Przedmiotem normy są mieszadła dwułopatowe, stalowe o rozpiętości  $L = 400 \div 2000$  mm, stosowane w mieszalnikach dla przemysłu chemicznego i przemysłów pokrewnych.

**1.2. Zakres stosowania przedmiotu normy.** Objęte normą mieszadła stosuje się do przygotowania roztworów i zawiesin przeważnie ciał stałych i cieczy, do intensyfikacji wymiany ciepła oraz w procesach krystalizacji.

## 2. PODZIAŁ I OZNACZENIE

**2.1. Rodzaje.** Ze względu na konstrukcję rozróżnia się dwa rodzaje mieszadeł:

- N — niedzielone,
- D — dzielone.

**2.2. Odmiany.** Ze względu na materiał rozróżnia się dwie odmiany:

W — ze stali węglowej,  
S — ze stali stopowej.

## 2.3. Przykład oznaczenia

a) mieszadła dwułopatowego niedzielonego (N), o rozpiętości  $L = 800$  mm, średnicy otworu piasty  $d_p = 35$  mm, ze stali węglowej (W):

MIESZADŁO DWUŁOPATOWE N-800/35-W BN-75/2225-08

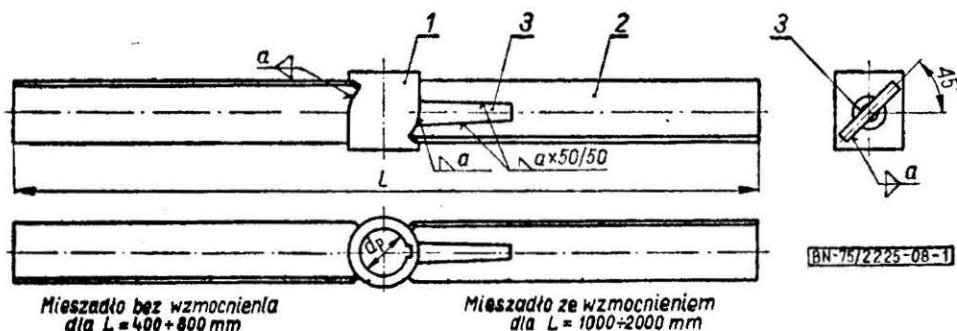
b) mieszadła dwułopatowego dzielonego (D) o rozpiętości  $L = 1250$  mm, średnicy otworu piasty  $d_p = 70$  mm, ze stali stopowej (S):

MIESZADŁO DWUŁOPATOWE D-1250/70-S BN-75/2225-08

## 3. WYMAGANIA

### 3.1. Wymiary

**3.1.1. Mieszadło niedzielone** — wg rys. 1 oraz tabl. 1.



Rys. 1

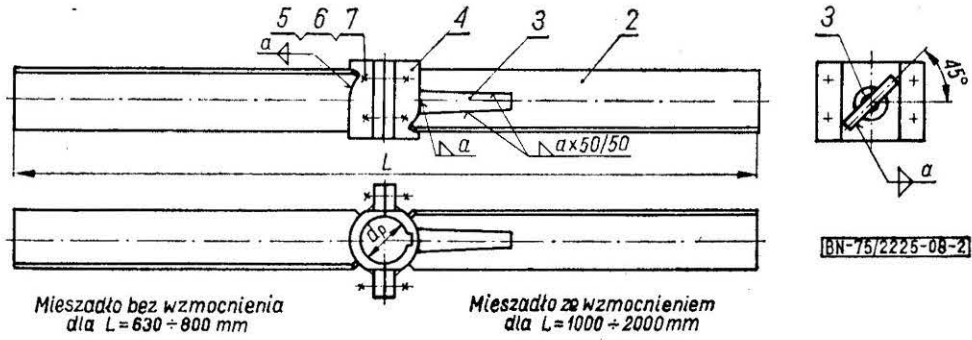
1 — piasta, 2 — łopata, 3 — wzmocnienie.

Tablica 1

L mm	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000					
$d_p$ mm	25	35	45	55	65	75	85	95					
Masa kg	0,95	1,3	2,8	4,8	5,8	9,7	10,5	17,5	19,0	33,0	33,5	62,5	60,5
Maksymalny moment skręcający N·m	3,3	11	33	113	350	840	1740	3500					

Zgłoszona przez Ministerstwo Przemysłu Chemicznego  
Ustanowiona przez Dyrektora Zjednoczenia Budowy Aparatury Chemicznej dnia 8 kwietnia 1975 r. jako norma obowiązująca w zakresie produkcji od dnia 1 kwietnia 1976 r.  
(Dz. Norm. i Miar nr 17/1975 poz. 57 i Dz. Norm. i Miar nr 30/1975 poz. 120)

## 3.1.2. Mieszadło dzielone — wg rys. 2 oraz tabl. 2.



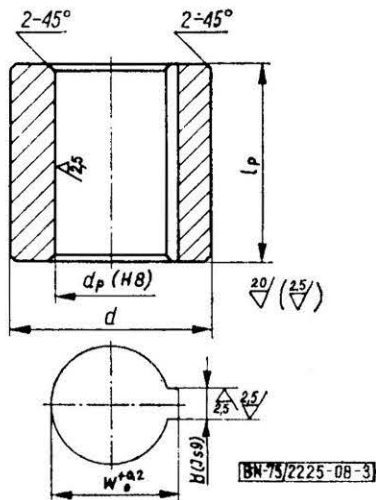
Rys. 2

2 — łopata, 3 — wzmocniciec, 4 — piasta, 5 — śruba średniodokładna, 6 — nakrętka średniodokładna, 7 — podkładka.

Tablica 2

L, mm	630	800	1000	1250	1600	2000
$d_p$ , mm	40	50	60	70	80	90
Masa, kg	3,3	5,3	10,5	19,5	34,0	65,5
Maksymalny moment skręcający N·m	33	113	350	840	1740	3500

## 3.1.3. Piasta 1 — wg rys. 3 i tabl. 3.

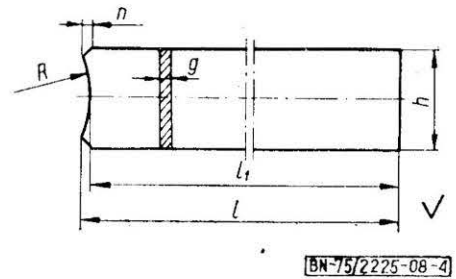


Rys. 3

Tablica 3

$d_p$	d	$l_p$	w	b	Masa kg
mm					
25	50	45	28,3	8	0,52
35	65	65	38,3	10	1,1
45	80	80	48,8	14	2,1
55	90	100	59,3	16	3,1
65	100	125	69,4	18	4,5
75	115		79,9	20	5,8
85	140	160	90,4	22	12,2
95			99,4	25	10,4

## 3.1.4. Łopata 2 — wg rys. 4 i tabl. 4.



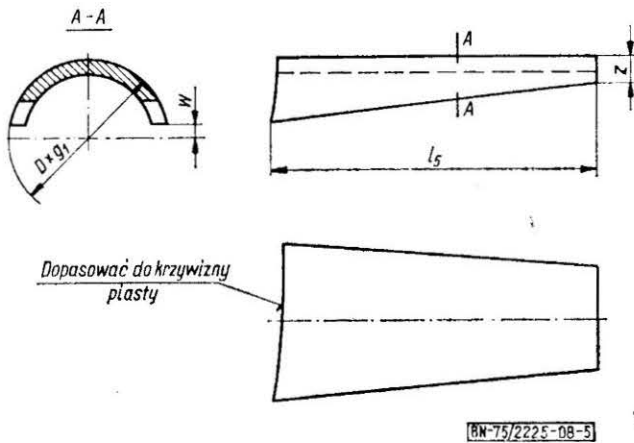
Rys. 4

Tablica 4

L	d	l	$l_1$	h	g	R	n	Masa kg
mm								
400	50	178	175	40	4	45	5	0,22
500		230	225	50				0,35
630	65	290	282	65	6	55	8	0,87
800		378	368	80				1,87
1000	80	368	360	100	8	70	10	1,83
		472	460					3,65
1250	90	468	455	125	10	80	15	3,62
		605	580					6,96
1600	100	595	575	160	12	90	10	6,90
		772	750					13,4
2000	115	762	742	200	14	105	15	13,2
		965	930					23,7

## 3.1.5. Wzmocnienie 3 — wg rys. 5 i tabl. 5.

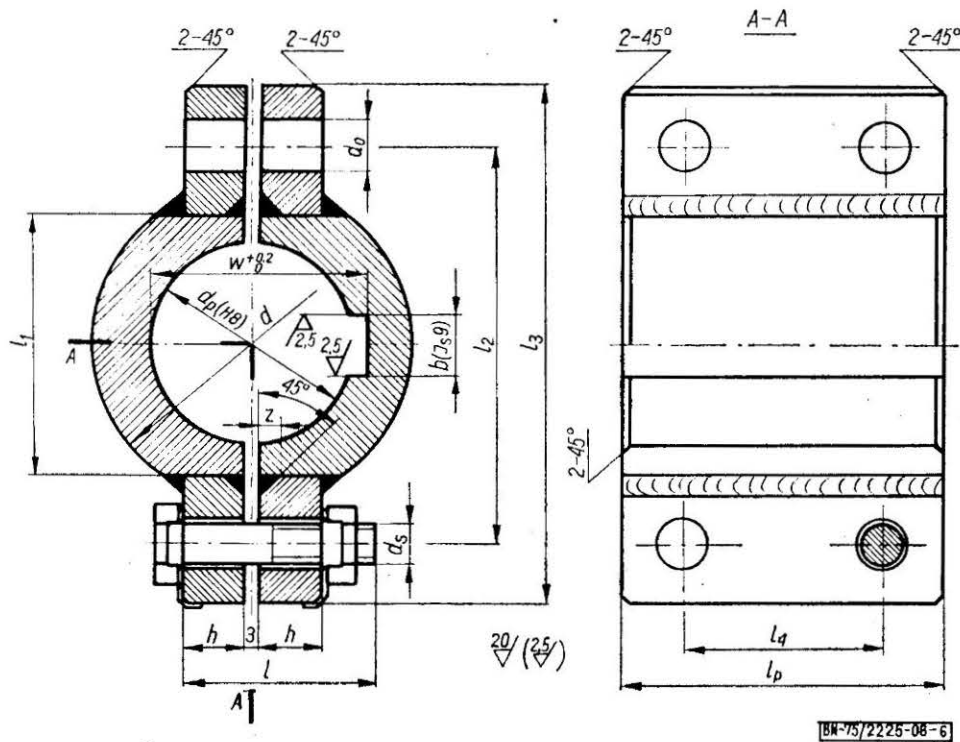
Tablica 5



Rys. 5

L	D×g <sub>1</sub>	l <sub>5</sub>	w	z	Masa kg
mm					
1000	57×5	160	5	7	0,34
1250		200			0,42
1600	~76×7	250	8	10	1,0
2000	~89×8	320			1,7

## 3.1.6. Piasta 4 — wg rys. 6 i tabl. 6.



Rys. 6

Dopuszcza się wykonanie połówek piasty w całości (obróbka skrawaniem lub odkuwka).

Tablica 6

d <sub>p</sub>	d	l <sub>p</sub>	w	b	h	z	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	l <sub>3</sub>	l <sub>4</sub>	Śruba d <sub>s</sub> ×l	d <sub>0</sub>	Masa kg
mm													
40	65	65	43,3	12	12	4	52	80	105	40	M8×45	9	1,6
50	80	80	53,8	14	14	5	65	105	130	45	M10×50	11	2,8
60	90	100	64,4	18	16	6	75	120	150	60	M12×55	14	4,8
70	100	125	74,9	20	18	7	85	130	160	70	M16×65	18	6,0
80	115		85,4	22	18	7	100	150	185				8,0
90	140	160	95,4	25	20	8	125	180	220	100	M16×70	18	15,5
100			106,4	28	20	8	125	180	220				100

## 3.2. Wyszczególnienie części i materiał — wg tabl. 7.

Tablica 7

Nr części na rys. 1 i 2	Wyszczególnienie	Liczba sztuk rodzaju		Materiał odmiany	
		N	D	W	S
1	Piasta	1	—	pręt okrągły wg PN-73/H-93000 ze stali St3S wg PN-72/H-84020	pręt okrągły <sup>1)</sup> wg PN-74/H-93004 ze stali 1H18N9T wg PN-71/H-86020
2	Łopata	2	2	pręt płaski wg PN-73/H-93000 lub blacha gruba wg PN-73/H-92120 ze stali St3SX wg PN-72/H-84020	pręt płaski wg <sup>1)</sup> PN-74/H-93004 lub blacha gruba wg PN-69/H-92138 ze stali 1H18N9T wg PN-71/H-86020
3	Wzmocnienie dla $L = 1000 \div 2000$ mm	4	4	rura wg PN-73/H-74219 ze stali R wg PN-64/H-84024	rura wg PN-75/H-74242 ze stali 1H18N9T wg PN-71/H-86020
4	Piasta	—	1	pręt okrągły wg PN-73/H-93000 ze stali St3S wg PN-72/H-84020	pręt okrągły <sup>1)</sup> wg PN-74/H-93004 ze stali 1H18N9T wg PN-71/H-86020
5	Śruba średniokładna wg PN-74/M-82101	—	4	stal węglowa wg PN-72/H-84020	stal kwasoodporna 1H18N9T <sup>1)</sup> wg PN-71/H-86020
6	Nakrętka średniokładna wg PN-75/M-82144	—	4	stal węglowa wg PN-72/H-84020	
7	Podkładka wg PN-59/M-82022 <sup>2)</sup>	—	8	stal węglowa wg PN-72/H-84020	

<sup>1)</sup> W zależności od chemicznych właściwości środowiska dopuszcza się stosowanie innych materiałów wg PN-71/H-86020.  
<sup>2)</sup> Wiekkości średnic podkładki  $d_0 = 8,5; 10,5; 13$  i  $17$  mm odpowiednio dla śrub M8, M10, M12 i M16.

## 3.3. Wykonanie

3.3.1. Wymiary nietolerowane powinny odpowiadać szeregowi tolerancji s (średniokładnych) wg PN-66/M-02139.

3.3.2. Wykonanie złączy spawanych. Wszystkie spoiny z wyjątkiem spoin łączących wzmocnienie 3 z łopatą 2, wykonać jako ciągłe. Grubość spoiny  $a$  powinna wynosić

0,7 grubości cieńszego elementu łączonego. Wymagane wykonanie złączy spawanych ze współczynnikiem  $\varepsilon_{dop} \geq 0,8$ .

3.4. Cechowanie. Na płaskiej powierzchni piasty niedzielonej i obydwu połowach piasty dzielonej należy wybić w sposób wyraźny następujące dane:

- znak wytwórni,
- oznaczenie wg BN (bez części słownej).

K O N I E C

## INFORMACJE DODATKOWE

1. Instytucja opracowująca normę — Biuro Projektów Przemysłu Organicznego Warszawa, ul. Żurawia 6/12.

## 2. Istotne zmiany w stosunku do BN-63/2221-08

- a) zastosowano piasty jednolite lub dzielone z przyspawanymi łopatomami zamiast dwu oddzielnych łopat przykręcanych do piasty,
- b) zmieniono kąt pochylenia łopat z  $60^\circ$  na  $45^\circ$ ,
- c) wymiary rozpiętości łopat mieszadła dostosowano do założeń RWPG,
- d) rozszerzono zakres rozpiętości łopat mieszadła do 2000 mm,

e) podano przykłady zastosowania i zalecane parametry mieszadeł oraz moce mieszania dla wybranych parametrów.

## 3. Normy związane

- PN-73/H-74219 Rury stalowe bez szwu przewodowe  
 PN-75/H-74242 Rury bez szwu walcowane lub ciągnięte na zimno ze stali odpornej na korozję i żaroodpornej  
 PN-72/H-84020 Stal węglowa konstrukcyjna zwykłej jakości ogólnego przeznaczenia. Gatunki  
 PN-64/H-84024 Stal do wyrobu rur. Gatunki

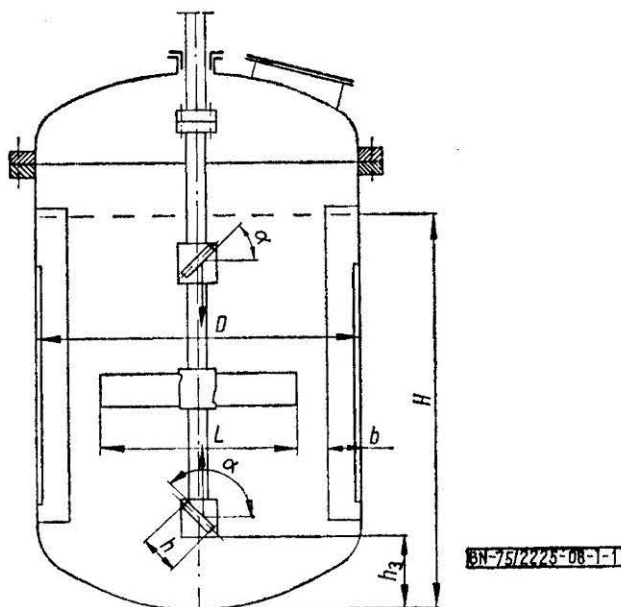
- PN-71/H-86020 Stal odporna na korozję (nierdzewna i kwaso-  
odporna). Gatunki
- PN-73/H-92120 Blachy grube i uniwersalne ze stali konstruk-  
cyjnej i węglowej zwykłej jakości i niskostopowej
- PN-69/H-92138 Stal walcowana na gorąco odporna na korozję  
i żaroodporna
- PN-73/H-93000 Walcówka, pręty i kształtowniki walcowane na  
gorąco ze stali węglowych zwykłej jakości i niskostopowych  
o podwyższonej wytrzymałości. Wymagania i badania
- PN-74/H-93004 Stal odporna na korozję i żaroodporna walco-  
wana na gorąco lub kuta. Pręty. Warunki techniczne
- PN-66/M-02139 Odchyłki warsztatowe wymiarów swobodnych

siebie o 90°, (rys. I-1) zwłaszcza przy zmieniającym się poziomie  
cieczy w mieszalniku; powstają wtedy krzyżujące się prądy cieczy  
w mieszalniku.

$\alpha < 90^\circ$  cząsteczki cieczy odbijają się od powierzchni łopaty  
do dołu,

$\alpha > 90^\circ$  cząsteczki cieczy odbijają się od powierzchni łopaty  
do góry.

Rodzaj przepływu cieczy mieszanej charakteryzuje liczba  
Reynoldsa ( $Re$ ), dla  $Re < 10$  występuje przepływ uwarstwiony,  
dla  $Re > 10^3$  przepływ burzliwy, dla  $10 < Re < 10^3$  obszar  
przejściowy, w którym przepływ zmienia się z uwarstwionego  
w burzliwy.



Rys. I-1

- PN-59/M-82022 Podkładki odginane dwuwałkowe
- PN-74/M-82101 Śruby z łbem sześciokątnym
- PN-75/M-82144 Nakrętki sześciokątne

**4. Przykłady stosowania mieszadła dwuwałkowego.** Mieszadła dwuwałkowe są ustawione pionowo w osi zbiornika. Stosowane są do mieszania cieczy o lepkości do  $\frac{100 \text{ N} \cdot \text{s}}{\text{m}^2}$  ( $10^5 \text{ cP}$ )

jednak najczęściej w granicach od  $0,1 \frac{\text{N} \cdot \text{s}}{\text{m}^2}$  ( $10^2 \text{ cP}$ ) do  $50 \frac{\text{N} \cdot \text{s}}{\text{m}^2}$  ( $5 \cdot 10^4 \text{ cP}$ ).

**5. Przybliżone kierunki i rodzaje przepływu cieczy w mieszalnikach z mieszadłami dwułopatowymi o łopatach nachylonych.** Mieszadła z łopatami nachylonymi pod kątem 45° wytwarzają osiowy strumień cieczy skierowany do dna lub pokrywy mieszalnika w zależności od kierunku obrotu mieszadła, ale głównie powodują obrót cieczy wokół osi mieszalnika.

Okrężny ruch masy wokół osi zmniejsza efekt mieszania, dlatego też dla cieczy o lepkościach mniejszych niż  $5 \frac{\text{N} \cdot \text{s}}{\text{m}^2}$  ( $5 \cdot 10^3 \text{ cP}$ ) zalecane jest stosowanie w mieszalniku od 2 do 4 łamaczy fal.

Jeżeli wysokość słupa mieszaniny przewyższa znacznie średnicę mieszadła lub ciecz mieszana ma dużą lepkość, zalecane jest stosowanie dwóch lub trzech par łopat skrzyżowanych względem

Dla  $Re < 300$  zastosowane w mieszalniku łamacze fal nie wpływają na proces mieszania.

Dla  $Re > 300$  łamacze fal przeciwdziałają obrotowi cieczy w mieszalniku i powstawaniu leja oraz ze wzrostem  $Re$  zwiększają kilkakrotnie moc mieszania.

**6. Zalecane parametry stosowania mieszadeł łopatowych — wg tabl. I-1.**

**7. Przykłady zapotrzebowania mocy mieszania dla parametrów zalecanych w tabl. I-1, przy maksymalnych obrotach oraz wybranych lepkościach i gęstościach — wg tabl. I-2.**

**8. Charakterystyka współczynnika mocy mieszania  $K_N$ .** Wielkość współczynnika  $K_N$  wyznaczona została doświadczalnie dla określonych parametrów mieszadła i zbiornika i naniesiona na wykres w funkcji liczby Reynoldsa. W normie zostały zachowane następujące wartości parametrów geometrycznych mieszadła:

$$\frac{L}{D} = 0,6 \div 0,75, \quad \frac{h}{L} = 0,1, \quad \frac{h_3}{L} = 0,1 \div 0,3$$

Współczynnik  $K_N$  rośnie ze wzrostem  $\frac{h}{L}$ , a nie zależy od stosunku  $\frac{h_3}{L}$ .

**9. Niektóre przykłady zamocowania mieszadeł na wale (rys. I-2, I-3).**

Tablica I-1

$L$ mm	400	500	650	800	1000		1250			1600			2000			
$D$ mm	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2200	2400	2600	2800	3000	3200	
$\frac{L}{D}$	0,67	0,63	0,63	0,67	0,72	0,63	0,70	0,63	0,57	0,73	0,67	0,62	0,72	0,67	0,62	
$h_3$ , mm	40 ÷ 120	50 ÷ 150	65 ÷ 190	80 ÷ 240	100 ÷ 300		125 ÷ 375			160 ÷ 480			200 ÷ 600			
$H$ , mm	500 ÷ 800	650 ÷ 1100	800 ÷ 1300	1000 ÷ 1600	1150 ÷ 1900	1300 ÷ 2100	1450 ÷ 2400	1600 ÷ 2600	1800 ÷ 2900		2000 ÷ 3150	2100 ÷ 3400	2300 ÷ 3700	2400 ÷ 3900	2600 ÷ 4200	
$h$ , mm	40	50	65	80	100		125			160			200			
$b$ , mm	60	80	100	120	140	160	180	200	220	220	240	260	280	300	320	
Liczba obrotów mie- szadła $\text{min}^{-1}$	max	100	80	80	80	70		60			50			40		
	min	70	60	50	40	35		25			20			20		
Prędkość liniowa mie- szadła m/s	max	2,1	2,1	2,6	3,3	3,7		3,9			4,2			4,2		
	min	1,5	1,6	1,6	1,7	1,8		1,6			1,7			2,1		

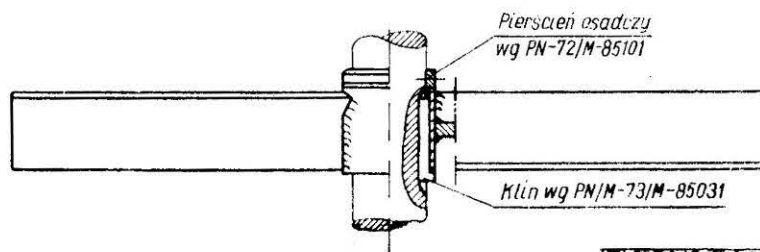
Tablica I-2

Rozpiętość mieszadła <i>L</i> , mm	Liczba obrotów mieszadła $\text{min}^{-1}$	Prędkość obwodowa mieszadła, <i>v</i> m/s	Gęstość mieszanej cieczy $\rho$ $\text{kg/m}^3$	Lepkość dynamiczna cieczy $\mu$		Liczba Reynoldsa <i>Re</i>	Współczynnik mocy mieszania, $K_N$		Moc mieszania kW	
				$\text{Ns/m}^2$	cP		1)	2)	1)	2)
400	100	2,1	1000	0,1	100	$2,1 \times 10^3$	0,40	0,60	0,013	0,021
			1900	1	1000	$4,0 \times 10^2$	0,55	0,60	0,035	0,038
			1400	5	5000	59	0,95	—	0,045	—
500	80	2,1	1000	0,1	100	$3,3 \times 10^3$	0,38	0,60	0,020	0,031
			1900	1	1000	$6,3 \times 10^2$	0,53	0,60	0,052	0,059
			1400	5	5000	93	0,9	—	0,065	—
630	80	2,6	1000	0,1	100	$5,3 \times 10^3$	0,32	0,60	0,053	0,099
			1900	1	1000	$1,0 \times 10^3$	0,48	0,60	0,15	0,19
			1400	5	5000	148	0,79	—	0,18	—
800	80	3,3	1000	0,1	100	$8,3 \times 10^3$	0,3	0,60	0,16	0,33
			1900	1	1000	$1,6 \times 10^3$	0,45	0,60	0,47	0,62
			1400	5	5000	233	0,67	—	0,51	—
1000	70	3,7	1000	0,1	100	$1,3 \times 10^4$	0,28	0,60	0,313	0,672
			1900	1	1000	$2,5 \times 10^3$	0,40	0,60	0,849	1,28
			1400	5	5000	372	0,60	—	0,969	—
1250	60	3,9	1000	0,1	100	$1,8 \times 10^4$	0,28	0,60	0,601	1,29
			1900	1	1000	$3,5 \times 10^3$	0,39	0,60	1,60	2,46
			1400	5	5000	540	0,58	0,60	1,75	1,81
1600	50	4,2	1000	0,1	100	$2,3 \times 10^4$	0,25	0,61	1,07	2,62
			1900	1	1000	$4,5 \times 10^3$	0,35	0,60	2,85	4,89
			1400	5	5000	657	0,52	0,60	3,12	3,60
2000	40	4,2	1000	0,1	100	$3,0 \times 10^4$	0,23	0,61	1,53	4,07
			1900	1	1000	$5,7 \times 10^3$	0,33	0,60	4,19	7,60
			1400	5	5000	840	0,50	0,60	4,67	5,62

1) Wartości dla zbiornika bez łamaczy fal.

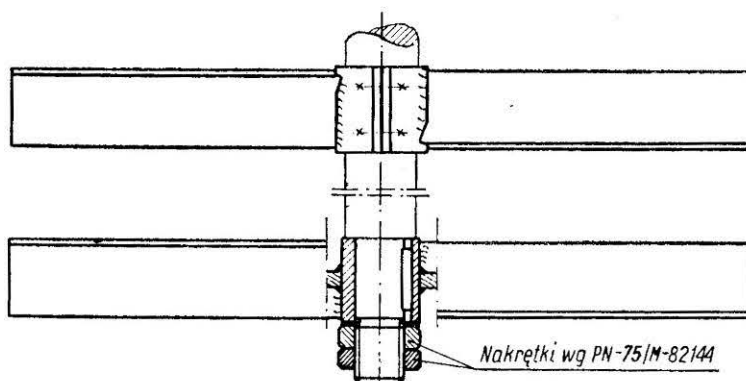
2) Wartości dla zbiornika z łamaczami fal.

Moc mieszania — moc konieczna dla wywołania procesu mieszania, bez uwzględnienia mocy zużytej na pokonanie oporów tarcia w dławnicy, w przekładni i łożyskach wału.



BN-75/2225-08-I-2

Rys. I-2



BN-75/2225-08-I-3

Rys. I-3