



Aparatura Przemysłu Chemicznego

Projekt:

Wymiennik ciepła

Opracowanie:

mgr inż. Anna Dettlaff



Obowiązkowa zawartość projektu (Spis treści):

1. Strona tytułowa
2. Tabela z punktami
3. Spis treści
4. Dane wyjściowe do zadania projektowego
5. Opis wszystkich symboli użytych w projekcie wraz z jednostkami
6. Część obliczeniowa wraz z doбором aparatury z katalogów producentów:
 - 6.1 Obliczenia dotyczące wymiennika ciepła
 - 5.1.1. Wykres rozkładu temperatur strumieni płynów podczas współprądowego i przeciwprądowego przenikania ciepła uwzględniający dane wyjściowe.
 - 5.1.2. Dobór wymiennika ciepła z katalogów producentów
 - 6.2 Obliczenia dotyczące zbiorników
 - 6.2.1 Obliczenia pojemności zbiorników
 - 6.2.2 Obliczenia minimalnej grubości ścianki zbiorników
 - 6.2.3 Dobór zbiorników z katalogów producentów
 - 6.3 Projektowanie instalacji rurociągowej wraz z zaworami, kolankami etc.
 - 6.3.1 Dobór długości rurociągów uwzględniający wymiary dobranego wymiennika oraz zbiorników
 - 6.3.2 Ustalenie średnic rurociągów ssawnego i tłocznego
 - 6.3.3 Dobór zaworów z katalogów producentów
 - 6.3.4 Obliczenia oporów przepływu w rurociągu ssawnym i tłocznym
 - 6.4 Obliczenia dotyczące pomp
 - 6.4.1 Obliczenia użytecznej wysokości podnoszenia
 - 6.4.2 Dobór pompy z katalogów producentów
7. Opis instalacji (zastosowanie, dobrana aparatura, użyte materiały itd.)
8. Rysunek instalacji w rzucie głównym i rzucie z góry z wymiarowaniem, odpowiednią skalą, tabliczką rysunkową i tabelą ze spisem aparatury (format A3)
9. Karty dotyczące dobranej aparatury z katalogów producentów (jako załączniki)



Temat projektu: Wymiennik ciepła

Przedmiot: Aparatura Przemysłu Chemicznego

Kierunek: Technologia Chemiczna

Wykonał/a:

Prowadzący/a:

Gdańsk 20../20..

Spis symboli użytych w instrukcji:

c_w – ciepło właściwe [J/kg·K]

F – powierzchnia wymiany ciepła [m²]

k – współczynnik przenikania ciepła [W/m²·K]

p_w – ciśnienie w wymienniku ciepła [Pa]

q – moc cieplna wymiennika (ilość przepływającego ciepła) [W]

Q_G – objętościowe natężenie przepływu [kg/s]

Q_V – objętościowe natężenie przepływu [m³/s]

t_{g1} – temperatura czynnika gorącego na wlocie do wymiennika [°C]

t_{g2} – temperatura czynnika gorącego na wylocie z wymiennika [°C]

t_{z1} – temperatura czynnika zimnego na wlocie do wymiennika [°C]

t_{z2} – temperatura czynnika zimnego na wylocie z wymiennika [°C]

Δp – całkowity spadek ciśnienia w rurociągu [Pa]

ΔT_m – średnia napędowa różnica temperatur czynników w wymienniku [K]

ν – lepkość kinematyczna [m²/s]

...

Dane wyjściowe:

Nr	Q_G [kg/s]	Nośnik zimny	t_{z1} [°C]	t_{z2} [°C]	t_{g1} [°C]	t_{g2} [°C]	k [W/m ² ·K]	p_w [bar]	p_{zb1} [mmH ₂ O]	p_{zb2} [bar]
1	2,0	10% glikol etylenowy	0	79	310	144	60	1,1	10328	1,3
2	0,5	20% glikol etylenowy	10	85	175	120	100	1,4	10328	1,6
3	1,6	30% glikol etylenowy	8	77	165	120	120	1,6	10328	1,8
4	1,0	40% glikol etylenowy	-2	82	348	189	130	1,3	10328	1,5
5	0,8	50% glikol etylenowy	-5	75	220	168	30	1,2	10328	1,4
6	1,8	60% glikol etylenowy	7	82	310	184	40	1,6	10328	1,8
7	1,7	70% glikol etylenowy	-1	71	300	210	100	1,1	10328	1,3
8	1,2	10% glikol propylenowy	-3	69	229	182	50	1,1	10328	1,3
9	0,9	20% glikol propylenowy	6	81	220	150	30	1,4	10328	1,6
10	1,9	30% glikol propylenowy	1	66	151	89	200	1,6	10328	1,8
11	1,2	40% glikol propylenowy	11	86	175	99	50	1,5	10328	1,7
12	1,0	50% glikol propylenowy	-3	66	220	120	33	1,2	10328	1,4
13	1,8	60% glikol propylenowy	12	76	230	158	190	1,6	10328	1,8
14	0,8	70% glikol propylenowy	5	71	210	152	25	1,5	10328	1,7
15	1,7	10% glikol etylenowy	0	59	194	150	180	1,4	10328	1,6
16	0,9	20% glikol etylenowy	5	79	175	120	50	1,6	10328	1,8
17	1,4	30% glikol etylenowy	-4	81	230	175	120	1,1	10328	1,3
18	1,0	40% glikol etylenowy	-9	67	310	185	90	1,2	10328	1,4
19	0,9	50% glikol etylenowy	8	76	222	178	45	1,6	10328	1,8
20	1,6	60% glikol etylenowy	-17	67	349	169	25	1,5	10328	1,7

Część obliczeniowa:

Sposób przedstawiania obliczeń

Tabela obliczeniowa:

Dane	Obliczenia	Wynik
Dział, np. Obliczenia i dobór pomp		
Co liczymy? np. Użytkowa wysokość podnoszenia pompy		
wszystkie dane użyte do obliczeń* ¹	wzór obliczenie przeliczenie jednostek ...	$H_u = \dots \text{ m}$ * ²
Komentarz: <i>Na podstawie wyniku dobieram pompę typu ... z katalogu producenta „...”</i>		

*¹ jeżeli jakaś wartość jest założona należy to wyraźnie zaznaczyć w kolumnie z danymi

*² wynik należy zapisać używając jednostki w systemie SI

Uwagi dodatkowe:

1. Należy komentować używane wzory i wyniki.
2. Całość pracy powinna być spójna.
3. Projekt powinien być złożony wg kolejności podanej w „Obowiązkowej zawartości projektu”.

1. Obliczenia i dobór wymiennika ciepła

Wymiennik ciepła dobieramy z katalogów producentów na podstawie obliczonej powierzchni wymiany ciepła. Obliczenia należy wykonać dla współprądu i przeciwprądu i do dalszych obliczeń wybrać jeden z wariantów.

Moc cieplna wymiennika:

$$q = Q_G \cdot c_w \cdot (T_{z2} - T_{z1})$$

gdzie:

Q_G - masowe natężenie przepływu [kg/s]

c_w - ciepło właściwe chłodnego nośnika ciepła [J/kg·K]

T_{z1} - temperatura czynnika zimnego na wlocie do wymiennika [K]

T_{z2} - temperatura czynnika zimnego na wylocie z wymiennika [K]

Powierzchnia wymiany ciepła wymiennika (F)

$$F = \frac{q}{k \cdot \Delta T_m} \quad [m^2]$$

gdzie:

q - moc cieplna wymiennika (ilość przepływającego ciepła) [W]

k - współczynnik przenikania ciepła [W/m²·K]

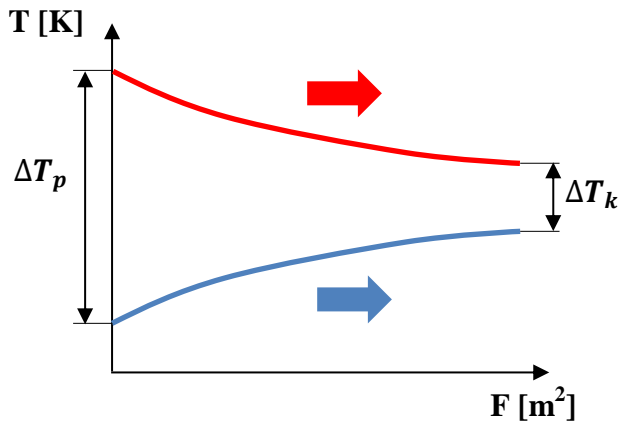
ΔT_m - średnia napędowa różnica temperatur czynników w wymienniku [K]

$$\Delta T_m = \frac{\Delta T_p - \Delta T_k}{\ln \frac{\Delta T_p}{\Delta T_k}}$$

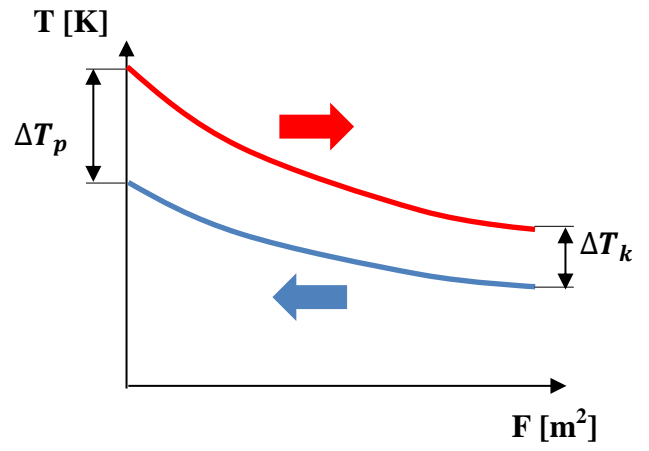
ΔT_p - różnica temperatur między nośnikami ciepła na początku wymiennika [K]

ΔT_k - różnica temperatur między nośnikami ciepła na końcu wymiennika [K]

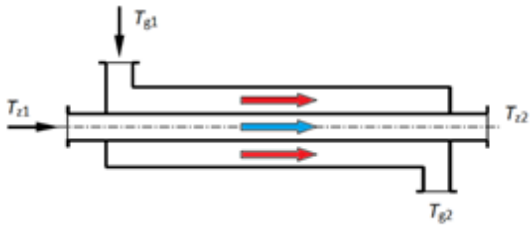
Współprąd:



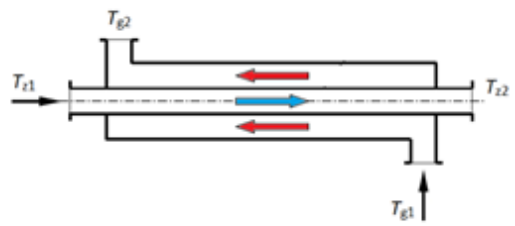
Przeciwprąd:



Współprąd:



Przeciwprąd:



2. Obliczenia i dobór zbiorników magazynowych

2.1 Obliczenie pojemności zbiorników (V_{zb}):

$$V_{zb} = Q_v \cdot t \quad [m^3]$$

gdzie:

t – czas pracy instalacji [s]

2.2 Obliczenie minimalnej grubości ścianki zbiorników

a) zbiornik cylindryczny

$$g \geq \frac{D \cdot p}{2 \cdot k_r}$$

b) zbiornik kulisty

$$g \geq \frac{D \cdot p}{4 \cdot k_r}$$

gdzie:

D – średnica zbiornika [m]

k_r – naprężenia dopuszczalne na rozrywanie [Pa]

p – ciśnienie w zbiorniku [m]

3. Projektowanie i obliczenia instalacji rurociągowej

Należy dobrać długości oraz średnice rurociągów łączących: zbiornik nr 1 z pompą, pompę z wymiennikiem, wymiennik z drugą pompą oraz drugą pompę ze zbiornikiem nr 2.

- 3.1 Dobranie wymiarów oraz elementów rurociągów (kolanka, zawory).
- 3.2 Ustalenie odpowiedniej średnicy rurociągu o przekroju kołowym dla zadanego przepływu (dane wyjściowe).
 - 3.2.1 Obliczenie średnicy na podstawie założonej średniej prędkości przepływu (np. 1 m/s).
 - 3.2.2 Dobranie nominalnej średnicy rurociągu tłocznego (d_{Nt}) i ssawnego (d_{Ns}).
- 3.3 Obliczenie rzeczywistych prędkości przepływu w rurociągu ssawnym i tłocznym.
- 3.4 Określenie charakteru przepływu.
- 3.5 Obliczenie współczynnika szorstkości względnej przewodów na podstawie założonej wysokości garbów w rurociągach.
- 3.6 Obliczenie wartości współczynnika oporów przepływu.
- 3.7 Obliczenie całkowitej wartości spadku ciśnienia w rurociągu:

$$\Delta p = \Delta p_t + \Delta p_s$$

Podanie wyniku zarówno w [Pa] jak w [m] słupa cieczy.

4. Obliczenia i dobór pomp

- 4.1 Obliczyć użytkową wysokość podnoszenia pomp.
- 4.2 Obliczyć instalowaną moc silnika pomp.

Sprawność pompy należy założyć lub odczytać z katalogów.

- 4.3 Dobrać pompy z katalogów na podstawie charakterystyki pompy. Do projektu dołączyć charakterystykę wybranej pompy z ręcznie zaznaczonym punktem roboczym pompy i wyraźnie zaznaczonym wybranym modelem urządzenia.

Część rysunkowa

Rysunek instalacji w rzucie głównym i rzucie z góry z wymiarowaniem, odpowiednią skalą, tabliczką rysunkową i tabelą ze spisem aparatury (format A3).

Należy pamiętać o:

- zachowaniu skali rysunku
- wymiarach głównych instalacji
- liczby wymiarowe należy pisać tak, by można je było odczytać patrząc od dołu lub z prawej strony rysunku
- wymiary liniowe podaje się w mm
- przy wymiarowaniu średnic powierzchni obrotowych liczba wymiarowa powinna być poprzedzona znakiem ϕ
- pomocnicze linie wymiarowe powinny być przeciągnięte o 2-3 mm za punkt ich zetknięcia z liniami wymiarowymi
- odstępy pomiędzy równoległymi liniami wymiarowymi powinny być równe i wynosić ≥ 7 mm
- odległość między zarysem przedmiotu lub jego osią a najbliższą linią wymiarową powinna być równa i wynosić ≥ 10 mm

Tabliczka rysunkowa i tabela ze spisem aparatury:

			3	...
			2	Pompa
			1	Zbiornik
Rysował/a			Nazwa rys.	
Sprawdził/a				
Katedra Aparatury i Maszynoznawstwa Chemicznego	Grupa	Nr rys.	Podziałka	Data

Literatura uzupełniająca:

- [1] H. Bieszk „Urządzenia do realizacji procesów mechanicznych w technologii chemicznej”, WPG, Gdańsk 2001,
- [2] H. Bieszk „Urządzenia do realizacji procesów cieplnych w technologii chemicznej”, WPG, Gdańsk 2010,
- [3] H. Błasiński, B. Młodziński „Aparatura przemysłu chemicznego”, WNT, Wa-wa 1983,
- [4] J. Pikoń, „Aparatura chemiczna”, PWN, Warszawa 1978
- [5] W. Pudlik „Wymiana i wymienniki ciepła” WPG, Gdańsk 2012
- [6] M. Serwiński „Zasady inżynierii chemicznej, Operacje jednostkowe”, WNT, Warszawa 1971,
- [7] M. Stępniewski „Pompy”, WNT, Warszawa 1985,
- [8] T. Hobler „Ruch ciepła i wymienniki”, WNT, Warszawa 1979,
- [9] W.M. Lewandowski „Maszynoznawstwo chemiczne”, Gdańsk 1998
- [10] T. Dobrzański „Rysunek techniczny maszynowy”, WNT, Warszawa 2004

Materiały udostępniane przez prowadzącego na zajęciach projektowych:

- 1) Tablice fizykochemiczne z właściwościami stosowanych cieczy roboczych.
- 2) Katalogi producentów z aparaturą potrzebną do projektu.
- 3) Tablice z własnościami wytrzymałościowymi stali.

Imię i nazwisko: Grupa:	Termin oddania obliczeń	Możliwa ilość punktów do zdobycia	Przyznane punkty
Wyznaczenie ciepła właściwego, gęstości, lepkości dla czynnika chłodnego (dla temp. t _{z1}).		1	
Wstępny schemat instalacji.		1	
Obliczenie powierzchni wymiany ciepła wymiennika (z wykresem zmian temperatur). Dobranie wymiennika.		1	
Obliczenie objętości zbiorników. Dobranie zbiorników		1	
Wyznaczanie średnicy nominalnej rurociągów. Dobranie zaworów.		1	
Obliczenie całkowitej wartości spadku ciśnienia w rurociągach.		1	
Wyliczenie użytecznej wysokości podnoszenia pomp.		1	
Dobranie pomp.		1	
Oddanie kompletnych projektów (wraz z opisami, wyjaśnionymi symbolami, itd.) z gotowym rysunkiem oraz kartami katalogowymi dobranych urządzeń.		10	
		Suma punktów zdobytych:	

*) maksymalna ilość punktów możliwa do uzyskania za kompletny projekt po sprawdzeniu go przez prowadzącego

Ocena	Ilość punktów
3	10,0-13,0
3,5	13,5-14,0
4	14,5-15,0
4,5	15,5
5	16,0-18,0