

Wysokotemperaturowa pompa ciepła

Adam Tomaszewski
Zakład Wymiany Ciepła
Instytut Maszyn Przepływowych

Plan prezentacji

- Założenia projektowe
- Dostępne rozwiązania na rynku
- Wybór czynnika roboczego
- Podstawowa koncepcja
- Wykres p-h
- Dobór parownika
- Dobór skraplacza
- Dobór wymienników do układu pośredniego
- Dobór sprężarki
- Inne rozwiązania

Założenia projektowe

- Wykorzystanie ciepła odpadowego – woda o temperaturze 90°C i wydatku masowym 1m³/min
- Podgrzanie ciekłego nawozu do temperatury 110°C
- Sprężarkowa pompa ciepła
- Odbiór ciepła układem pośrednim

Dostępne rozwiązania na rynku

- Pompy ciepła OCHSNER, jednostopniowy układ, temperatura parowania 35-80°C, temperatura skraplania 70-130°C, czynnik chłodniczy R1233zd(E)
- Pompy ciepła OCHSNER, dwustopniowy układ, temperatura parowania 5-25°C, temperatura skraplania 70-130°C, czynnik chłodniczy R134a i R1233zd(E)

STEAM TEMPERATURE SERIES

WITH HIGHEST TEMPERATURE SCREW-TYPE COMPRESSORS

USE

- ▶ Screw-type compressor, specially designed for continuous heavy duty at highest temperatures
- ▶ High-performance cooling system with internal circuit

CAPACITY RANGE

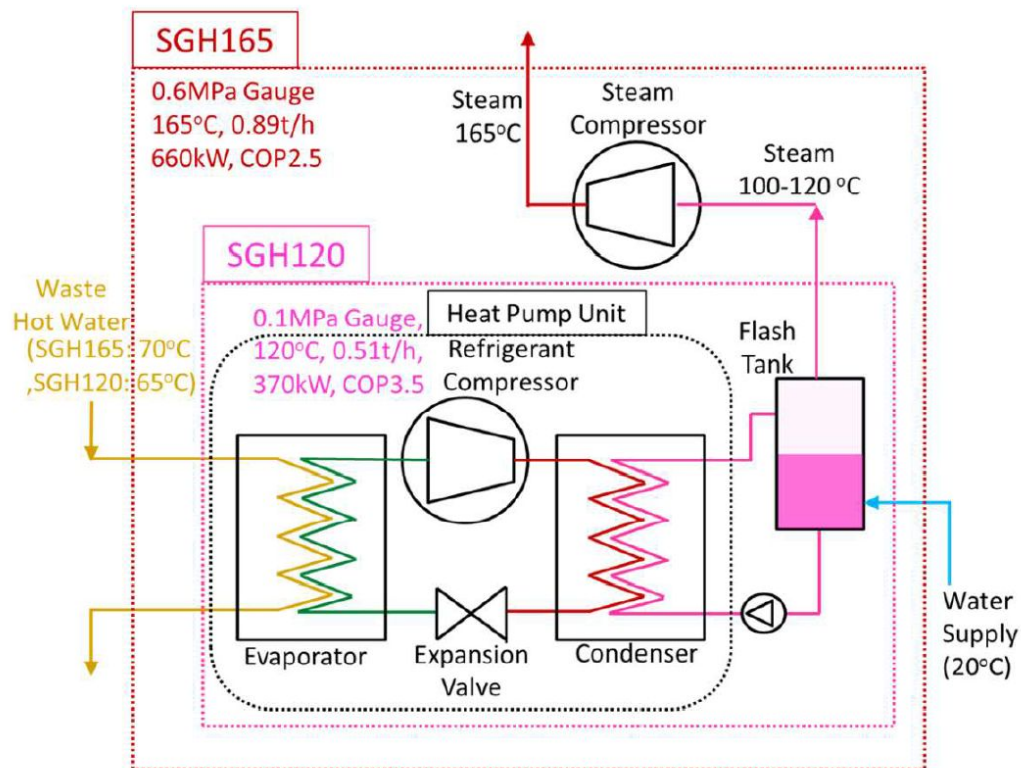
- ▶ 170 up to 750 kW, TWIN-UNIT up to 1,5 MW



UCHSNER
PROCESS HEAT

Dostępne rozwiązania na rynku

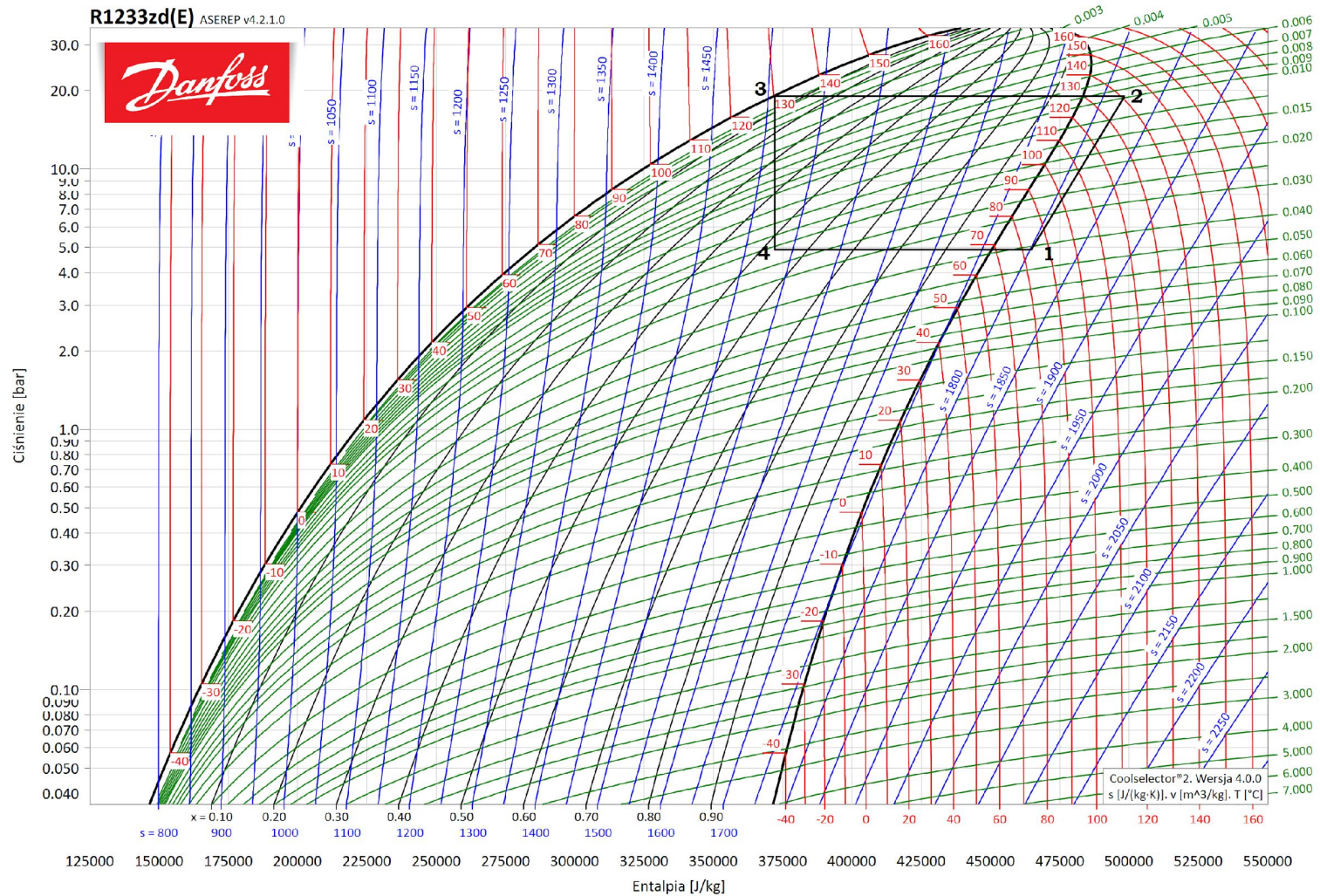
- Pompy ciepła Kobelco, dwustopniowy układ, temperatura parowania 60°C , temperatura skraplania pierwszego stopnia 120°C , możliwe do uzyskania temperatury 165°C , czynnik roboczy mieszanka R245fa i R134a oraz para wodna na drugim stopniu



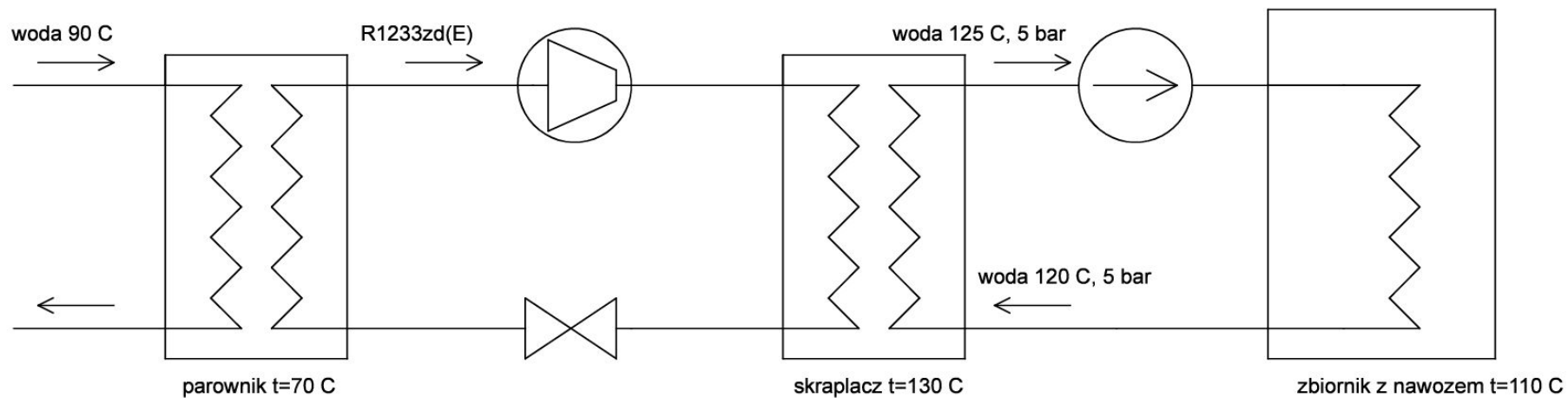
Potencjalne czynniki robocze

- R1233zd(E), GWP 1, ODP 0, niepalny
- R245fa, GWP 1030, ODP 0, niepalny
- HFE7000, GWP 530, ODP 0, niepalny
- R1234yf, GWP 4, ODP 0, samozapłon powyżej 400°C

Wykres p-h



Podstawowa koncepcja układu jednostopniowego



Dobór parownika

- Wg wstępnych obliczeń, gdy woda zostanie schłodzona od 90°C do 75°C, w parowniku będzie można odebrać 1.05 MW ciepła.
- Jeżeli woda ma być mocniej schłodzona to moc układu wzrośnie proporcjonalnie do różnicy temperatur
- Wstępny strumień masy czynnika oszacowano na około 10 kg/s
- Wg programu doborowego firmy Secespol, dla podobnego czynnika roboczego R245fa i mniejszej mocy parowania 125 kW, można zastosować wymiennik płytowy RC110 o powierzchni 10 m²
- Wymaganą powierzchnię parownika dla takiego układu można zatem oszacować na 80 m²

Dobór skraplacza

- Wg wstępnych obliczeń, gdy woda zostanie schłodzona od 90°C do 75°C , na skraplaczu będzie można odebrać 1.5 MW ciepła.
- Jeżeli woda ma być mocniej schłodzona to moc układu wzrośnie proporcjonalnie do różnicy temperatur
- Wielkość będzie zależeć od ustalonej średniej różnicy temperatur między czynnikiem pośrednim i czynnikiem roboczym
- Przy założeniu mniejszej średniej różnicy temperatur niż w przypadku parownika, powierzchnię skraplacza można oszacować na 60 m^2
- Czynnikiem pośrednim mogłaby być woda pod ciśnieniem 5 barów, jej temperatura parowania wynosi wówczas 151.1°C

Dobór sprężarki

- Wg wcześniejszych założeń projektowych, dla spadku temperatury wody 15°C , wydatek par na ssaniu sprężarki wyniesie około $1400\text{ m}^3/\text{h}$
- Sprężarka musi pracować w podwyższonych temperaturach, do 140°C
- Potencjalny producent: Hanbell - sprężarki śrubowe na wysokie temperatury o wydatkach do $1500\text{ m}^3/\text{h}$



Dobór wymiennika w układzie pośrednim

- Dla średniej różnicy temperatur 10°C
- Między wodą pod ciśnieniem 5 bar i temperaturze 125°C a ciekłym nawozem o temperaturze do 110°C
- Oszacowana powierzchnia wymiany ciepła wynosi 70 m^2

Inne potencjalne rozwiązania

- Układ dwustopniowy, możliwość uzyskania niższej temperatury wody
- Układ dwustopniowy wysokotemperaturowy z układem parowym – Kobelco

Dziękuję za uwagę