

# Technologia i metody skraplania gazu ziemnego

LNG jest produkowany z gazu ziemnego w procesie skraplania. Skraplanie lub kondensacja to zjawisko zmiany stanu skupienia, przejścia substancji z fazy gazowej w fazę ciekłą. Może zachodzić przy odpowiednim ciśnieniu i w temperaturze niższej od temperatury krytycznej/otoczenia. Kondensacja wiąże się ze zmniejszeniem odległości między cząsteczkami danej substancji. Spadek temperatury powoduje, że cząsteczki poruszają się wolniej. Siły oddziaływania między nimi wzrastają do momentu uzyskania nowego stanu równowagi. Zachodzi przy tym wydzielanie energii w postaci ciepła. Proces skraplania zachodzi inaczej, gdy w gazie znajdują się zanieczyszczenia.

Głównym składnikiem gazu ziemnego jest metan. Oprócz niego także etan, propan i cięższe węglowodory oraz azot, tlen, dwutlenek węgla, siarka. Podczas procesu skraplania gaz ziemny musi zostać oczyszczony, głównie z wody i dwutlenku węgla, aby zapobiec tworzeniu się cząstek stałych, kiedy gaz jest schładzany do temperatury ok.  $-160^{\circ}\text{C}$ . W efekcie LNG jest bardzo czystym gazem - w 95% składa się z metanu, a tylko 5% stanowi inne składniki.

Istnieją trzy podstawowe metody skraplania\*:

1. Klasyczny cykl kaskadowy. Oczyszczony z dwutlenku węgla i wody gaz ziemny pod odpowiednim ciśnieniem przepływa przez instalację i jest ochładzany w trzech cyklach chłodniczych, w których czynnikami chłodniczymi są propan, etan i metan. Propan z pierwszego cyklu wykorzystuje się jednocześnie do skroplenia etanu z drugiego cyklu, natomiast etan z drugiego cyklu do schłodzenia metanu w trzecim cyklu. Zaletą tej metody jest to, że jest ona relatywnie energooszczędna. Wadą natomiast duża liczba instalacji potrzebnych do przeprowadzenia procesu, a także spore zapotrzebowanie na czysty etan i propan.
2. Cykl kaskadowy z mieszanym czynnikiem chłodzącym. Jest to modyfikacja klasycznego cyklu kaskadowego z zastosowaniem tylko jednej sprężarki i jednego czynnika chłodzącego, którym jest mieszanina węglodorów. Gaz ziemny jest najpierw wstępnie chłodzony za pomocą propanowego cyklu chłodniczego, a następnie chłodzony mieszaniną węglodorów. Metoda ta jest nieco bardziej energochłonna niż klasyczny cykl kaskadowy, jednak jej zaletą jest mniejsza liczba instalacji potrzebnych do przeprowadzenia procesu. Ze względu na niższe koszty eksploatacji różne warianty tej metody są stosowane częściej niż klasyczny cykl kaskadowy.
3. Cykl rozprężania z zastosowaniem turboekspandera. Instalacje skraplające gaz ziemny metodą opartą na cyklu rozprężania działają na zasadzie zbliżonej do klasycznej metody Joule'a i Thompsona oraz instalacji produkujących ciekły tlen i azot metodą niskotemperaturowego frakcjonowania powietrza. W procesie tym cząsteczki gazu ulegają rozprężeniu w urządzeniu zwanym turboekspanderem, a następnie ochłodzeniu do bardzo niskiej temperatury. Schłodzony gaz wykorzystuje się następnie do skroplenia kolejnej porcji gazu przepływającej przez instalację. Metoda ta jest stosunkowo prosta i nie wymaga dużych nakładów inwestycyjnych. Jednakże

charakteryzuje się dużym zużyciem energii potrzebnej do sprężenia gazu. Z tego względu metoda ta jest stosowana w miejscach, gdzie energia potrzebna na sprężenie gazu jest tania. Jest ona najbardziej przydatna w przypadku małych instalacji skraplających gaz dla pokrywania szczytowych zapotrzebowań.

---

\* Źródło: Jacek Molenda „Gaz ziemny. Paliwo i surowiec.” Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1996