

4. Kompressorit

Antero Aittomäki

4.1 MÄNTÄKOMPRESSORIT

Mäntäkompressorilla on takanaan pitkä historia myös jäähdytyskoneistoissa. Ensimmäinen taloudellisesti toimivan koneiston rakensi Linde 1877. Kylmäaineena oli ammoniakki, kompressor oli makaava, sylinteri kaksipuolisesti toimiva. Tälle kompressorityypille oli ominaista pieni männän nopeus ja tästä syystä pitkäikäisyys. Huolimatta uusien kompressorityyppien kehittämisestä, on mäntäkompressor säilyttänyt useilla alueilla vahvan aseman. Kehitys on kulkenut kohti pienikokoisempia ja keveämpiä rakenteita. Teho/paino ja teho/tilantarve ovat suurentuneet nopeasti. Kehitys on edellyttänyt rakenneaineiden, eristeiden, öljyjen, voitelun, ym. parantamista. Sylinterin ja männän kuluminen lisääntyy keskimääräisen männän nopeuden neljännessä potenssissa, joten nopeutta ei voi nostaa kovin suureksi. Kierrosnopeuden yläraja on n. 1500 1/min, pienissä kompressoreissa voidaan mennä jopa arvoon 4000 1/min. Sallittu yläraja riippuu venttiilirakenteesta, sylinterin halkaisijan suhteesta iskun pituuteen, voitelusta sekä massavoimien tasapainotuksesta. Pyrittäessä pitämään keskinopeus pienenä kierrosnopeuden lisääntyessä kasvaa suhde halkaisija/iskun pituus. Tällöin etuna on mahdollisuus lisätä venttiilien pinta-alaa ja näin pienentää virtaushäviötä.

Mäntäkompressorin toimintaperiaate

Toiminnan vaiheet

Mäntäkompressorin toiminta voidaan jakaa neljään vaiheeseen:

1. Mäntä liikkuu ulospäin (poispäin sylinterin kannesta), jolloin sylinteriin syntyy alipaine. Alipaine imee imukanavasta höyryä sylinteriin. Virtaava höyry pitää imuventtiilit auki. Kohta, jossa mäntä pysähtyy ja liike kääntyy päinvastaiseksi, on alakuolokohta.
2. Höyryn virtaus sylinteriin päättyy ja imuventtiilit sulkeutuvat. Pienenevä tilavuus puristaa höyryä kokoon, jolloin paine nousee. Tämä on puristusvaihe.
3. Kun paine sylinterissä on riittävän paljon yli paineukanavassa vallitsevan paineen, avautuvat paineventtiilit. Mäntä työntää höyryn ulos, kunnes saavutetaan yläkuolokohta.
4. Mäntä lähtee jälleen liikkumaan takaisin päin, paine sylinterissä laskee hieman ja paineventtiilit sulkeutuvat. Sylinteriin jäänyt pieni höyrymäärä paisuu takaisin imupaineeseen. Tämä on ns. jälkipaisunta.

Häviötön kompressor

Ohessa on esitetty häviöttömän kompressorin kiertoprosessi p,v -tasossa eli ns. indikaattoridiagrammi (Kuva 4.1). Teoreettinen puristus 1-2 voi olla adiabaattinen eli lämpöeristetty (häviöttömänä isentrooppinen), polytrooppinen tai isoterminen. Kaikki kolme voidaan esittää polytrooppisena prosessina, jolle $p v^k = \text{vakio}$. Tällöin on isentrooppiselle puristukselle $k = \gamma = c_p/c_v$ ja isoteremiselle $k = 1$. Adiabaattivakio γ on hiilivetypohjaisille aineille 1,1...1,2, ammoniakille n. 1,3. Tarkka arvo riippuu