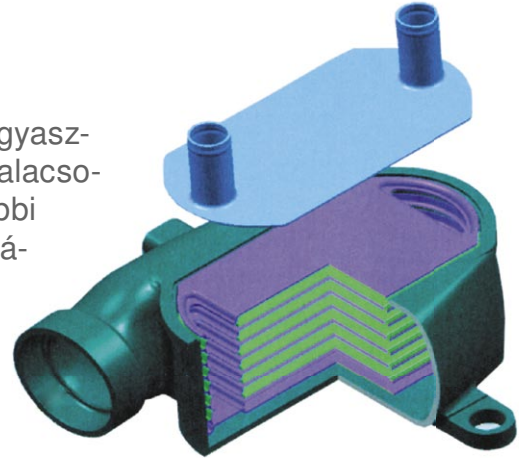


Indirekt töltőlevegő-hűtés

A növekvő motorteljesítmény, párosulva az emisszió és fogyasztáscsökkentéssel, egyre nagyobb töltőlevegő-nyomást és alacsonyabb beszívott levegő hőmérsékletet igényel. Sőt, a további emisszió-csökkentési törekvések a töltőlevegő-hűtés szabályozását is megkövetelik. A BEHR ezeknek az igényeknek megfelelő közvetett vagy indirekt töltőlevegő-hűtő rendszert fejlesztett ki. Ez a változat a NO_x -tartalom további csökkenéséhez vezet, és a hűtőlevegő-temperálás lehetőségének a megteremtésével elősegíti a dízel részecske-szűrő regenerálását is.



A töltőlevegő-hűtők fejlesztési irányzata a hagyományos, környezeti levegővel hűtött **közvetlen** (direkt) rendszerek helyettesítése **közvetett** (indirekt) töltőlevegő-hűtéssel. Gyakorlatilag a közvetlen levegőhűtés kiegészül a motorok hűtésénél használt azonos hűtőközegű hűtőkörrel. Személygépkocsiknál ez a hűtőkör a motor hűtőkörétől

teljesen független (1. ábra), a használt járműveknél viszont a meglévő hűtőkörbe is integrálható.

A körfolyamatba egy alacsony hőmérsékletű – hűtőfolyadékos – hűtőt (6) és töltőlevegőhűtő berendezést (1) kapcsolnak be. Azaz a töltőlevegő hőmennyiségét elsőként a hűtőben lévő folyadék veszi át, és vezetéken továbbítva az alacsony

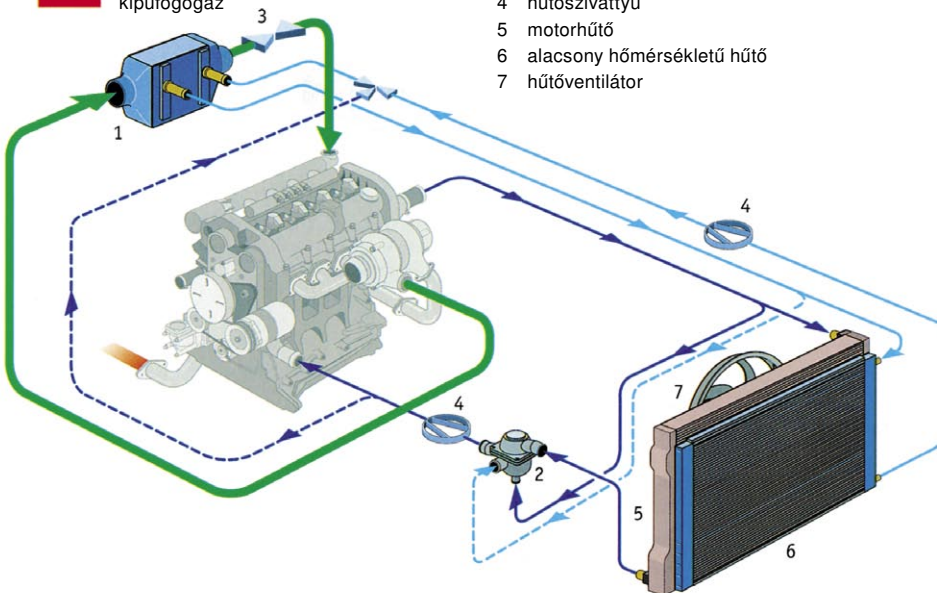
hőmérsékletű hűtő résein átáramló környezeti levegő vezeti el.

A közvetett hűtés néhány kiemelendő előnye a közvetlenhez szemben:

- Kedvezőbb motordinamizmus és terhelésváltáskor károsanyag-kibocsátás csökkenés érhető el, a hatékonyabb hűtéssel biztosítható alacsonyabb kőmérséklet miatt.
- A töltőlevegő-hűtés szabályozhatósága.
- Megoldható az elektronikus egységek, valamint a hajtóműolaj és a tüzelőanyag hűtése, bekapcsolva azokat az alacsony hőmérsékletű hűtőkörbe.

- motor főhűtőköre
- alacsony hőmérsékletű hűtőkör
- töltőlevegő
- kipufogógáz

- 1 töltőlevegő hűtőberendezése
- 2 termosztát
- 3 fojtósappantyú
- 4 hűtőszivattyú
- 5 motorhűtő
- 6 alacsony hőmérsékletű hűtő
- 7 hűtőventilátor

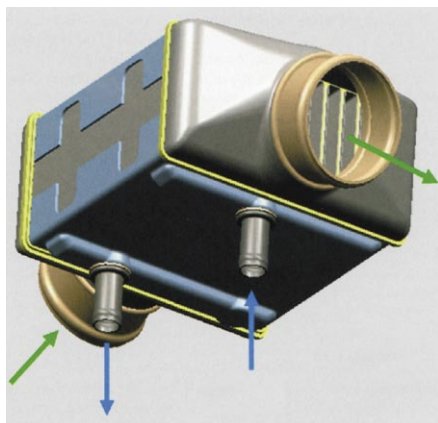


1. ábra: közvetett (indirekt) töltőlevegő-hűtés és motorhűtés, valamint alacsony hőmérsékletű hűtőkör

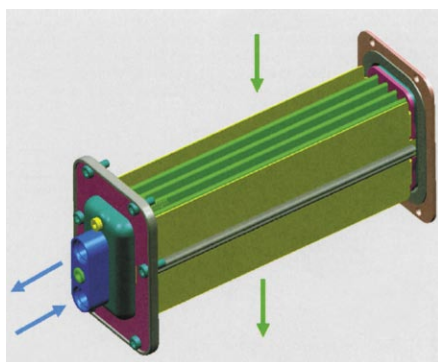
Kedvezőbb töltőlevegő-hűtési karakterisztikák

A töltőlevegő-hűtőt közvetlenül a motorra szerelik fel, ezzel lerövidítve a turbótöltő és a motor szívótraktusa közötti távolságot, szemben a direkt megoldással, ahol a turbótöltő és a jármű homlok-része között kellett oda-vissza vezetni a füstcsöveket. Az új kialakítású hűtőkben kedvező be- és kiáramlási feltételek biztosíthatók. Jó példája ennek a 2. ábrán látható csőköteges megoldás, vagy a 3. ábrán bemutatott bordázott csöves kivitel, illetve a címképen látható tárcsás változat.

A különböző töltőlevegő-hűtők érdemi összehasonlíthatósága érdekében vezették be az ún. „**sűrűség-visszanyerés**” fogalmát. A töltőlevegő sűrűsége



2. ábra: közvetett töltőlevegő-hűtő csőköteges kivitelben



3. ábra: közvetett töltőlevegő-hűtő bordázott csöves kivitelben

nem más, mint a motor adott lökettérfogatánál rendelkezésre álló oxigén mennyisége. Ezzel hozható összefüggésbe a maximálisan elégethető tüzelőanyag mennyisége, és határozható meg a specifikus teljesítmény.

A lehetséges sűrűség maximuma akkor érhető el, ha ideális a töltőlevegő-hűtő, azaz, ha nincs töltőlevegő oldali nyomáscsökkenés, és a töltőlevegő a környezeti hőfokra hűl le. Ez az állapot jelenti elméletileg a 100%-os sűrűség-visszanyerést, ahonnan kiindulva számítják ki a reális értékeket.

Gyakorlatilag azt mondhatjuk, hogy nagy sűrűség-visszanyerés nagy hűtőlevegő-visszahűtéssel érhető el, alacsony töltőlevegő oldali nyomásvesztés mellett.

A közvetett töltőlevegő-hűtés előnye jelentkezik töltéscserénél is. Ha a jármű alacsony vagy közepes terheléssel halad, az alacsony hőmérsékletű hűtőkörben a hűtőközeg hőmérséklete közel egyenlő a környezeti hőmérséklettel. Egy hirtelen gyorsításnál ez a hideg közeg viszonylag sok hőt képes felvenni,

tehát alacsony marad a beszívott levegő hőmérséklete, sőt, az emissziós viszonyok is jellemzően jobbak, mint közvetlen hűtés esetén.

A közvetett hűtőrendszer támogatja a kipufogógáz-utánkezelést is

Bizonyos üzemi feltételek mellett előnyös a töltőlevegő-hűtés mérséklése vagy teljes kikapcsolása. Ilyen feltételek állnak elő pl. hidegindításkor és téli viszonyok között, városi közlekedéskor. Hidegindításkor kívánatos a motor gyors felmelegítése. Téli üzemeltetés-kor a töltőlevegő hűtése miatt a kipufogógáz hőmérséklete gyakran nem elég a dízelt részecskeszűrő regenerálásához (>600 °C). Megoldást jelent a közvetett rendszernél egy megkerülő vezeték (by-pass vezeték) bekötése átmenetileg az alacsony hőmérsékletű körbe, mely lényegesen rövidebb a direkt megoldásánál. Speciális igény esetén a motor forró hűtőközege bevezethető az indirekt rendszer alacsony hőmérsékletű körébe, a töltőlevegő hőmérsékletének aktív megemlése érdekében (1. ábra).

Az alacsony hőmérsékletű hűtőkörbe – melynek hőfoka alig haladja meg a környezeti hőmérsékletet – beköthetők szükség szerint az elektronikus egységek is, melyeknél a megengedett max. hőfok 70, illetve 85 °C. Hasonlóan felhasználható ez a kör a tüzelőanyag és a generátor hűtésére is.

Az indirekt töltőlevegő-hűtés egységei

Az indirekt töltőlevegő-hűtés meghatározó egységei:

- A hűtőfolyadék-szivattyú.
- Az alacsony hőmérsékletű hűtőfolyadékos hűtő.
- A közvetett (indirekt) töltőlevegő-hűtő.
- Adott esetben egy termosztát.

A **szivattyú** személygépkocsiknál általában elektromos szivattyú, mintegy 100 W teljesítménnyel. Haszonjárműveknél 1100 W teljesítményfelvételig elektromos, e feletti igény esetén mechanikus szivattyút építenek be.

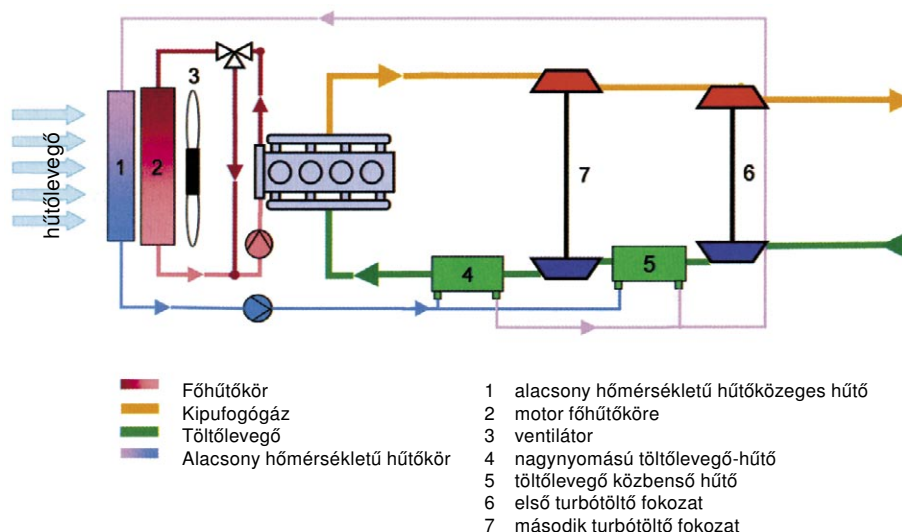
Az alacsony hőmérsékletű hűtőközeg-hűtőt kisebb átfolyó mennyiségre optimalizálják, mely személygépkocsiknál 800–1800 l/W, haszonjárműveknél 1000–2500 l/W értékű. A szükséges alacsony hőmérséklet elérése érdekében gyakran turbulens áramlást előállító felületet is kialakítanak, növelve az átáramlás sebességét is.

A közvetett töltőlevegő-hűtőknel általában az 1–2 és a címképen bemutatott kivitelek mellett döntenek. Személygépkocsiknál nagyon kedvező költségkihatású és teljesítményre optimalizált a csőköteget kivitel. Bonyolult csatlakozási feltételek esetén előnyös az öntött házba szerelt tárcsás megoldás (címkép) választása.

Dr. Pordán Mihály

Felhasznált irodalom:

Wolfgang Kramer: Indirekte Ladeluftkühlung bei Diesel- und Ottomotorren, MTZ 02/2006



- 1 Főhűtőkör
- 2 Kipufogógáz
- 3 Töltőlevegő
- 4 Alacsony hőmérsékletű hűtőkör

- 1 alacsony hőmérsékletű hűtőközeges hűtő
- 2 motor főhűtőköre
- 3 ventilátor
- 4 nagy nyomású töltőlevegő-hűtő
- 5 töltőlevegő közbelső hűtő
- 6 első turbótöltő fokozat
- 7 második turbótöltő fokozat

2-fokozatú turbótöltő indirekt közbelső hűtéssel