

Turbófeltöltő dinamikus hősokek tesztjének módszerfejlesztése speciális komponensesztpadon

Method development of a turbocharger dynamic heat shock test on special component testbench

TAKÁCS Richárd¹, egyetemi tanársegéd
ZSOLDOS Ibolya², egyetemi tanár

¹Széchenyi István Egyetem, Belsőégésű Motorok és Járműhajtások Tanszék,
9026 Győr, Egyetem tér 1.
tel.: +36 96 61 3574, fax: +36 96 613677,
e-mail: takacs.richard@ga.sze.hu

²Széchenyi István Egyetem, Anyagtudományi és Technológiai Tanszék,
9026 Győr, Egyetem tér 1.
tel.: +36 96 61 3673, fax: +36 96 613673,
e-mail: zsoldos@sze.hu

Abstract

The continuous tightening of emissions regulations for internal combustion engines, as well as today's customer demands and market expectations require fast, efficient, and low-cost development processes for both the individual components and the entire system. The documentation demonstrates an optimization obtained from these motivations of a type of turbocharger dynamic heat load tester already present in the industry, which was carried out on a special component testbench specifically designed for the extensive testing of turbochargers.

Kivonat

A belsőégésű motorokra vonatkozó emissziós előírások folyamatos szigorodása, valamint a napjainkban jelenlévő vásárlói igények és piaci elvárások gyors, hatékony és alacsony költségvetésű fejlesztési folyamatokat igényelnek mind az egyes komponensek, mind a teljes rendszer tekintetében. A dokumentációban egy, az iparban már jelenlévő, turbófeltöltők dinamikus hőterhelését vizsgáló tesztípus ezen motivációkból nyert optimalizálása kerül bemutatásra, amely egy speciális, kifejezetten turbófeltöltők széleskörű vizsgálatára épült komponensesztpadon került kivitelezésre.

Kulcsszavak: Turbófeltöltő, komponensesztpad, hősokek teszt, anyagszerkezet, emisszió

1. BEVEZETÉS

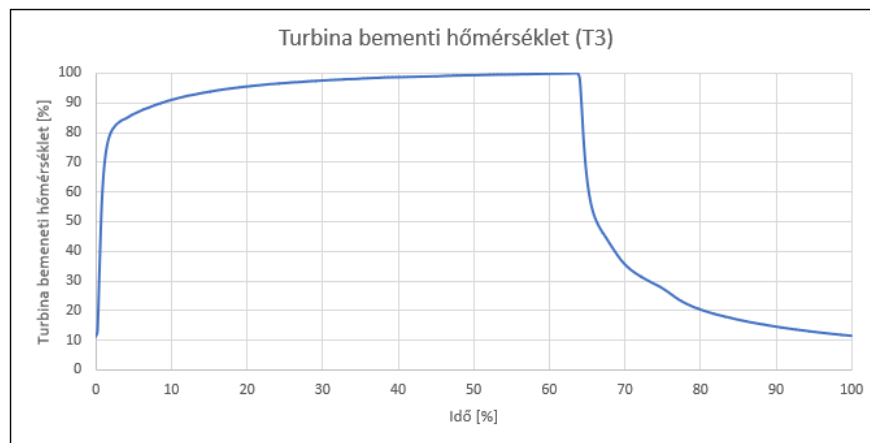
Napjainkban az emissziós előírások betartása, a vásárlói igények kielégítése, valamint a gazdaságos előállítás megteremtése komoly kihívások elé állítják a belsőégésű motorok fejlesztésével és forgalmazásával foglalkozó cégeket [1]. A kibocsátott károsanyagok mennyiségének redukálása, valamint a vevő által elvárt alacsony fogyasztási érték, hosszú élettartam és élményt adó menetdinamika teljesítése egy rendkívül összetett, az egyes komponenseket és a teljes járműrendszert is érintő optimumkeresési folyamat, ezért a versenyben maradás érdekében kiemelt szempontokká vált az idő-, valamint a költséghatékonyság [2]. Jelen dolgozat célja is ezen motivációkra épül, melyben egy turbófeltöltő élettartamát vizsgáló, definiált dinamikus hősokek teszt módszerfejlesztését figyelhetjük meg. Az eredmények és egyéb információk közzétevése adatvédelmi okok miatt normalizált formában történik.

2. SZABVÁNYOS DINAMIKUS HŐSOKK TESZT

A turbófeltöltőkön valós körülmények között jelenlévő dinamikus hőterhelés fontos pontot képez a fejlesztési folyamat során, ezért fontos ezen jelenség reprodukálható és garanciát biztosító tesztelési lehetőségének kialakítása. A dolgozat alapjául szolgáló tesztípus pontosan ezen céllal lett létrehozva. A tesztciklus motivációja, hogy magába foglaljon minden olyan termikus állapotot, terhelésváltozást, melyeknek a valóságban is ki van téve a turbófeltöltő. A teljes élettartam szimulálása komoly költségekkel és időráfordítással járna, ezért ezen szabványos, járműipari résztvevők által alkalmazott program egy gyorsított, ciklikus anyagfárasztási metódusként lett meghatározva, elsősorban motorfékpad körülmények figyelembevételével. Jelen dolgozatban azonban a tesztelési idő, valamint a felmerülő költségek csökkentése érdekében egy metódusfejlesztést figyelhetünk meg, melynek során ezen említett tesztprocedúra komponentesztzpad körülmények között került megvalósításra. A ciklus 3 fő részre bontható az alábbiak szerint:

- I. Dinamikus melegítés és hőntartás (ciklusidő 63 %-a): aljáratról az adott motor névleges fordulatszámára való dinamikus felpörgetése teljes terheléses üzem mellett. Valós körülmények között ez a szakasz a hidegindulásról, vagy alacsony terhelési állapotról való maximális gyorsítást, ezt követően pedig konstanst teljes terhelési körülményt szimulálja.
- II. Hűtés (ciklusidő 37 %-a): hideg levegő átpumpálása a turbófeltöltőn teljesen nyitott kompresszor ellennyomás egység mellett. A teszt ezen szakasza a valóságban a magas terhelési szintről motorfék üzemmódra való váltást jelenti.

A teszt a definiált ciklusszám megtétele után, vagy az ez előtt bekövetkezett jelentős károsodással zárul, majd kezdetét veszi az anyagszerkezeti, geometriai változások elemzése.



1. ábra: A turbina bemeneti hőmérsékletének változása 1 ciklus alatt

3. A TESZT MEGVALÓSÍTÁSA SPECIÁLIS TURBÓFELTÖLTŐ TESZTPADON

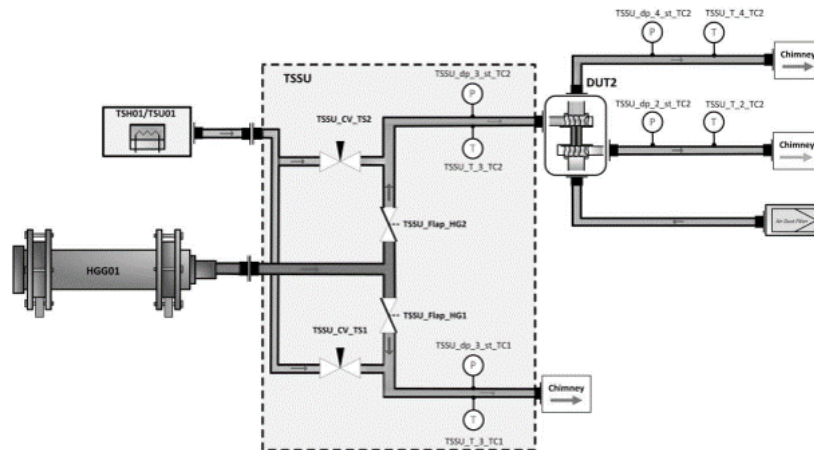
A győri Széchenyi István Egyetem Belsőégésű Motorok és Járműhajtások Tanszékén létesített, turbófeltöltők vizsgálatára alkalmas komponentesztzpad széleskörű, teljes mértékig automatizált tesztek elvégzését teszi lehetővé. A komplett rendszer bemutatásának mellőzésével jelen dokumentumban csupán az említett teszt elvégzéséhez szükséges komponensek jellemzői, kiépítései kerülnek bemutatásra.

A valós körülmények között a belsőégésű motorok égésteréből érkező, majd a turbinaházon áthaladó kipufogógáz jelen esetben sűrített földgáz és levegő keverékének elégetésével szimulálható, helyettesíthető. A kívánt turbina bemeneti hőmérséklet, valamint tömegáram rendkívül precízen szabályozható.

A kompresszor bemeneti oldalán kialakítására került egy beszívott levegő kondicionáló egység, melynek segítségével mind a turbófeltöltőbe jutó levegő hőmérsékletét, mind pedig annak nyomását és tömegáramát is beállíthatjuk a megadott határok között. A sűrítő utáni paraméterek ellenőrzéséért, beállításáért az úgynevezett Compressor Backpressure Unit (CBPU) felel, melynek fontos szerepe van a turbófeltöltő biztonságos üzemeltetésében.

A turbófeltöltő megfelelő kenési és hűtési állapotainak biztosítása érdekében a komponentesztzpad rendelkezik olaj, valamint hűtővíz kondicionáló egységgel, továbbá a VTG mechanizmus aktuátorának működtetésére alkalmas eszközökkel

A tesztparaméterek átvétele után a teszt elvégzésének első feladatként a turbófeltöltő és a tesztpad szabványos csatlakozóelemei közti kapcsolat megteremtése volt. A kompresszor oldalon rozsdamentes acélelemek mellett rugalmas elemek is beépítésre kerültek a rendszer flexibilitásának fenntartása érdekében.



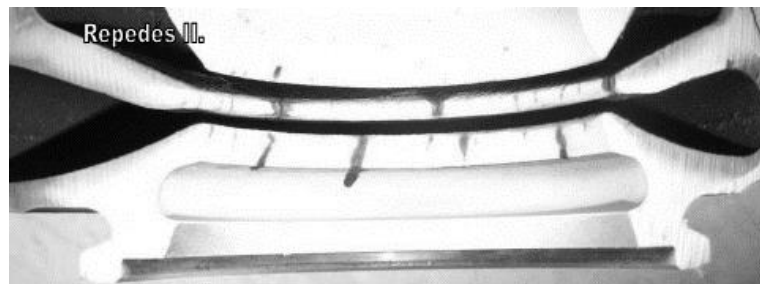
2. ábra

Sematikus ábra a tesztpad felépítéséről

A turbina oldalon a magas hőmérsékleti értékek jelenléte miatt 1.4841-es jelölésű, hőálló acélminőség, valamint csillám alapú grafitfömlések alkalmazása vált szükségessé. A mechanikai feszültségek csökkentése, valamint a könnyebb szerelhetőség érdekében kialakításra került egy tartószerkezet a turbófeltöltő számára. A teljes rendszer összeépítése után lehetőség adódott a motorfékpadai tesztelés során tapasztalt paraméterek komponentesztptadi környezetben való megvalósítására. A reprodukálhatósági vizsgálat sikeresen lezajlott, így kijelenthető, hogy a tesztprogram a jövőben komponentesztptadon is alkalmazható.

4. EREDMÉNYEK

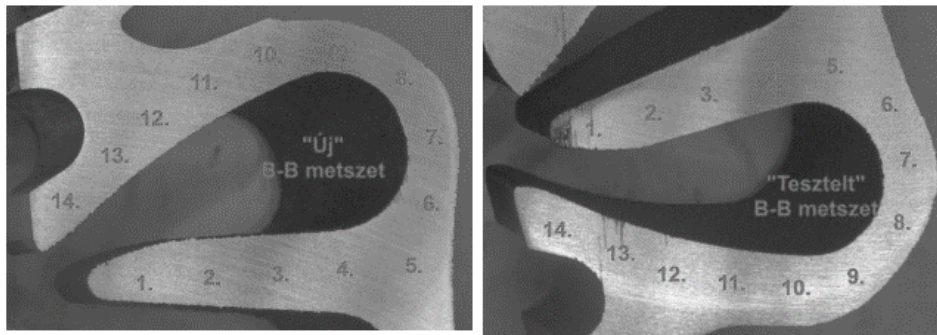
Az elvégzett anyagszerkezeti vizsgálatok több vonatkozásban is igyekeztek feltárni a létrejött geometriai, szövetszerkezeti elváltozásokat. Az alábbi ábrán bemutatott folyadékpenetrációs vizsgálat jól szemlélteti a hőterhelés hatására keletkezett repedések nagyságát és terjedését a turbinaház két áramlási csatornáját elválasztó nyelven és annak környezetében, amely helyeken a legnagyobb hőszokknak van kitéve az alkatrész.



3. ábra

Folyadékpenetrációs vizsgálat

A keletkezett repedések okának feltárása, valamint a kezdeti és tesztelt állapot összehasonlítása érdekében keménységmérés is történt egy öntés utáni és egy tesztelt alkatrész azonos helyein, szintén az említett nyelv és környezetéből vett metszeten való méréssel. A kísérlet az alábbi értékeket eredményezte:



Minta neve	Mérés helye	Keménység mért, HV ₃₀													
		1	2	3	4	5	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.
„Új”	B-B	169	173	169	162	168	173	173	170	179	182	174	168	160	166
„Tesztelt”	B-B	183	192	192	193	196	193	199	203	201	198	201	186	197	203

4. ábra

Keménységmérés egy öntés utáni és egy tesztelt alkatrész azonos pontjain

A tesztelt alaktrészen való nagyobb keménységértékek növekedése feltehetően a létrejött dekarbonizációs folyamatnak köszönhető.

5. KONKLÚZIÓ

A dolgozatban szereplő szabványos tesztprogram motorfékpad elvégzése rendkívül költséges és időigényes folyamat. A komponensesztpad és az előírásnak megfelelő tesztprogram sikeres leképezésével jelentős költségmegtakarítás mellett időmegtakarítást is sikerült elérni, hiszen nincs szükség a teljes motorfékpad dokkolás, vagy a komplett járműves tesztek folyamatára, csupán a turbófeltöltő, valamint az őt ellátó kenő- és hűtőcsatornák csatlakoztatására. Az előírt paraméterek reprodukálhatóságának ténye igazolja, hogy a turbófeltöltőket valós körülmények között érő hőigénybevételek leképezhetők az említett komponensesztpadon, így a jövőben kihasználhatjuk ennek gazdasági és időhatékonyságbéli előnyeit.

HIVATKOZÁSOK

- [1.] Nagy A., Knaup J., Zsoldos I., A review on the effect of alternative fuels on the friction and wear of internal combustion engines, *Vehicle and Automotive Engineering* pp 42-55 (2018)
- [2.] Mibe T., Earth dreams technology – Future of Honda’s powertrain technology, 21. Aachen Colloquium, 2012