

**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**



Ústav mechaniky těles,  
mechatroniky a biomechaniky



**Průmyslový projekt**

**OPPR**

**Honeywell**<sup>®</sup>  
*Turbo Technologies*



Josef Burian  
50IMB/4  
2015/2016

## **Popis firmy**

Honeywell je nadnárodní společnost založená v USA. Její úplné počátky sahají až do roku 1885. Název Honeywell se však začal oficiálně používat až v roce 1927 a to podle jednoho z prvních inženýrů ve společnosti – Marka Honeywella. Ten byl specialistou v oboru instalatérské a topenářské techniky.

Po dlouhou dobu bylo působení společnosti výhradně zaměřeno na vývoj a výrobu termostatů a regulačních zařízení pro domácnosti i firmy. Tento obor zůstal vlajkovou lodí společnosti do současnosti.



*Obr. 1 Termostat, kterého design sahá až do roku 1953*

V dnešní době je společnost rozdělena do čtyř hlavních skupin:

1. Aerospace
2. Automation and Control Solution (ACS)
3. Performance Materials and Technologies (PMT)
4. Transportation Systems (TS)

Společnost Honeywell v dnešní době zaměstnává více než 350 000 lidí (z toho více než 50 000 inženýrů) ve 130 zemích světa. Největší zastoupení má USA, kde zaměstnává více než 250 000 lidí.

V České republice jsou momentálně 3 pobočky

1. Praha – ekonomické oddělení.
2. Brno – Výroba a vývoj pro ACS, Testovací a vývojové laboratoře pro TS a nově i Aerospace.
3. Olomouc – Aerospace.

# Laboratoře TS

Moje pracovní pozice spadá pod oddělení Transportation Systems v oblasti vývoje a testování turbodmychadel. Do 1.10.2015 jsem pracoval v laboratoři na testování turbodmychadel na pozici TestTechnik, nyní pracuji ve FEA oddělení na pozici Student FEA Engineer. V dalším tedy bude rozveden rozsah činnosti na obou pracovních pozicích.

## Popis funkce turbodmychadla

Než se však dostaneme k samotnému popisu činnosti, je dobré pro lepší pochopení zmínit alespoň stručně pár slov o tom co turbodmychadlo je, k čemu a jak slouží a jaké výhody jeho užívání poskytuje.

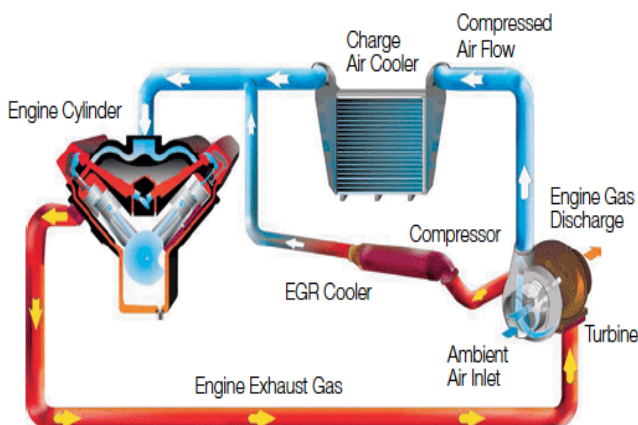
### Turbodmychadlo

Je zvláštní typ čerpadla určeného k čerpání plynů, jehož pohonnou jednotku tvoří turbína.

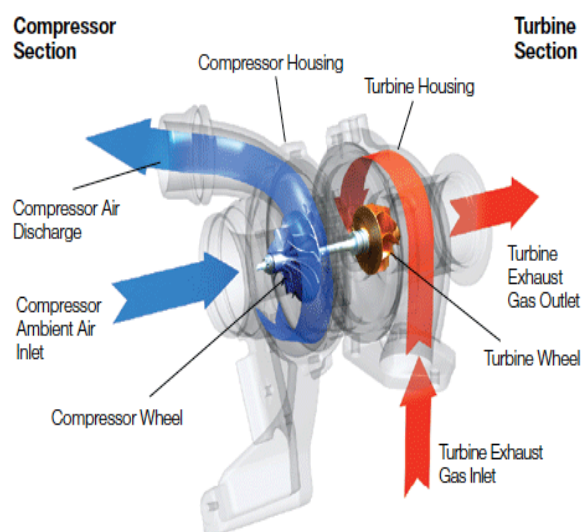
Celé turbodmychadlo se skládá ze tří základních částí – turbínové, kompresorové a ložiskové. Kompresorová část stlačuje pomocí lopatkového kola vzduch vstupující do motoru a tím dosahuje mnohem lepších směšovacích poměrů. Turbínová část (turbínové kolo) slouží k pohonu kompresorového kola. Ložisková část obstarává co možná nejúčinnější přenos energie mezi turbínovou a kompresorovou částí.

Schematicky je funkce turbodmychadla popsána na obrázku

How Turbocharging Works



Turbo Dynamics



Obr. 2 Princip funkce turbodmychadla

### **Proč tedy turbodmychadlo používat?**

Hlavní výhodou je významný nárůst výkonu motoru, snížení spotřeby a emisí za cenu pouze malého nárůstu hmotnosti. Turbodmychadlo vlastně rekuperuje jinak nevyužitou energii výfukových plynů. Tím tedy rapidně zvyšuje celkovou účinnost pohonné jednotky.

### ***Testovací laboratoře (TurboLab) – Pozice TestTechnik***

Laboratoře pro testování turbodmychadel v Brně jsou jedny z největších v Evropě – testování zde probíhá v 29 nejmoderněji vybavených testovacích celách. Testování je zde rozdělené do 4 segmentů (týmů).

1. Gasoline team – testování turbodmychadel na motorech pro osobní automobily se zážehovým motorem (mé pracoviště).
2. PV team – testování turbodmychadel na motorech pro osobní a užitkové automobily se vznětovými motory.
3. CV team – testování turbodmychadel na motorech pro nákladní automobily a stroje těžké stavební techniky.



Obr. 3 Testování turba na motoru

4. Gas stand team – trošku specifický tým, protože netestuje turbodmychadla na motorech, nýbrž na plynových hořácích. Tam je možné dosáhnout vyšších otáček a teplot pro testování. Slouží tedy pro „endurance“ před samotným testem na motoru. Dále jsou zde testovány turbodmychadla pro motorové speciály, kde se

jedná o kusovou výrobu. Z nejzajímavějších testovaných speciálů bych uvedl Audi R18 (5x vítěz LeMans), nebo turbo pro Ferrari, které bylo použito v závodech F1 v sezoně 2015.



*Obr. 4 Testování turba na plynovém hořáku*

## **Popis práce**

Práce se zde rozděluje do dvou hlavních částí

### 1. Příprava testu

V této části je zapotřebí na testovací celu navést požadovaný motor, zapojit na dynamometr, nasadit testované turbodmychadlo, osadit měřící techniku a dostat motor do provozuschopného stavu.

### 2. Nastavení a ladění testu

Nastavení testovacího cyklu v řídicím programu PUMA a nastavení řídicí jednotky pro zajištění dosahování „requestorem“ předepsaných hodnot (teploty, tlaky výkon atd.) v testovacím cyklu.

### 3. Samotný průběh testu

Průběh testu je nyní většinou plně automatický, je zde však zapotřebí častokrát cyklus dále doladovat a v časových intervalech kontrolovat provozuschopnost motoru.

### 4. Export a zpracování výsledků

Po skončení testu je nutné zaznamenaná data zpracovat a zaslat „requestorovi“ na posouzení.

## **FEA oddělení (MKP analýza) – Pozice Student FEA engineer**

V tomto oddělení je hlavní náplní práce numerické simulace zejména strukturální, termální (termální analýza a termomechanická únava), modální a harmonické simulace turbodmychadel ve fázi vývoje.

Pro simulace se používají předem dané zátěžné cykly získané experimentálním pozorováním. Jsou to například CityRoad, Motorway road nebo Country road.

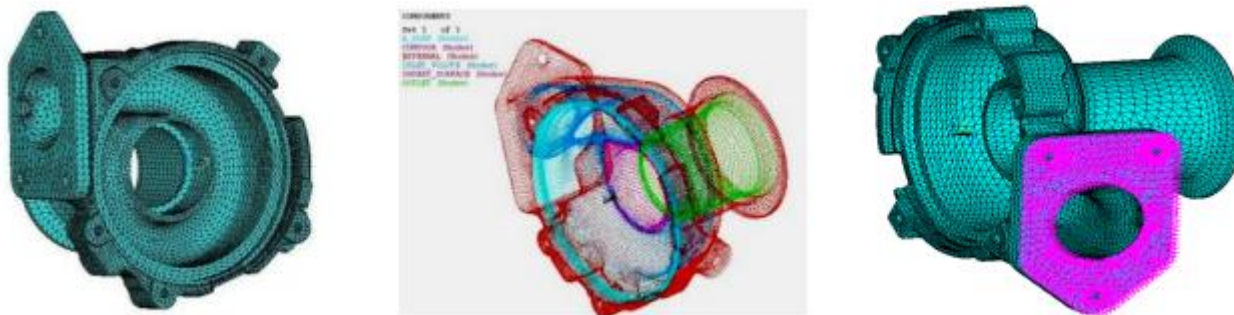
K výpočtům se zde používá systému ANSYS, který je v mnoha případech doplněný o moduly speciálně vyvinuté pro Honeywell.

### **Popis práce**

Práce ve FEA oddělení je samozřejmě mnohem více rozmanitá, zde bude popsán jen základní, stručný a velice strohý popis práce, jelikož jak metodika, výsledky a vlastně téměř všechny dokumenty jsou důvěrné.

Vzhledem k značné výpočetní kapacitě, velkou pozornost je zde upřena na kvalitní preproceing a samozřejmě postproceing.

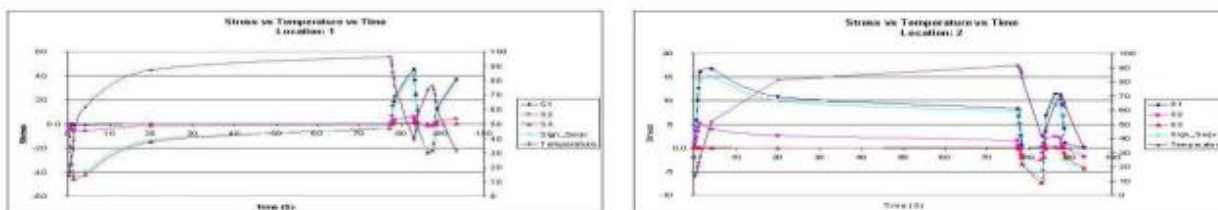
Kvalitnímu „meshování“ je kladena vysoká priorita



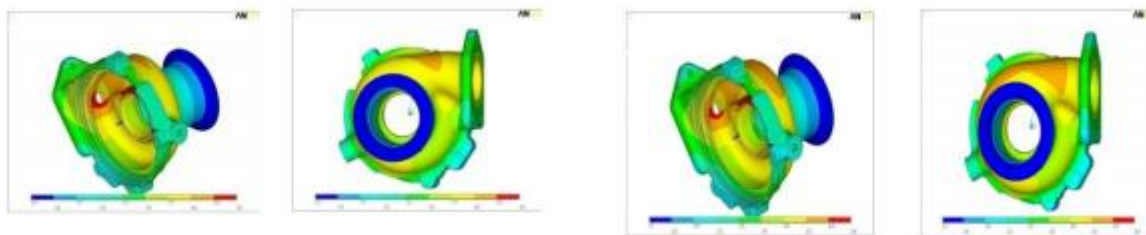
**Obr. 5 Síť konečných prvků a okrajové podmínky**

Na základě požadavků na průběh testu je následně počítána přibližná životnost, popřípadě se již v první fázi vývoje poukazuje na slabá místa konstrukce, které jsou posléze modifikována.

Ukázka zátěžných cyklů a napěťové odezvy na ně



**Obr. 6 Zátěžný cyklus (teplota) a napěťová odezva v nebezpečném místě**



Obr. 7 Průběhy napětí v určitém časovém okamžiku zátěžného cyklu

## Závěr

Firma Honeywell je velice otevřená spolupráci se studenty a poskytuje praxi mnoha z nich. Jako špičková R&D firma nabízí jedinečnou možnost nakouknout do světa aplikovaného výzkumu a vývoje, zužitkovat a doplňovat znalosti nabyté ve škole. Jako mezinárodní firma zaměstnává inženýry z celého světa. Komunikace v anglickém jazyce je tedy nedílnou součástí pracovní činnosti, což je další zkušeností k nezaplacení. Pokud tedy uvažuješ o získání praxe při studiu v inženýrské firmě, Honeywell by měl určitě patřit mezi ně.

## Zdroje

Všechny obrázky použité v tomto dokumentu jsou pouze ilustrativní nebo veřejně dostupné na oficiálních stránkách společnosti.

<http://www.honeywell.com/Pages/Home.aspx>

<http://www.amazon.com/Honeywell-CT87N1001-Round-Manual-Thermostat/dp/B000FCCZ5Q>

<http://kms.vankronenburg.nl/support/dyno/>

<http://www.testsystems24.com/en/test-bench-solutions/turbocharger/>