

Popis obsahu balíčku WP02 Pokročilé systémy pro přípravu směsi a spalování připravené směsi s vysokou účinností a nízkou emisí škodlivin

WP02: Pokročilé systémy pro přípravu směsi a spalování připravené směsi s vysokou účinností a nízkou emisí škodlivin

Vedoucí konsorcia podílející se na pracovním balíčku

České vysoké učení technické v Praze, zodpov. osoba Ing. Jiří Vávra, Ph.D.

Členové konsorcia podílející se na pracovním balíčku

Technická univerzita v Liberci prof. Ing. Stanislav Beroun, CSc.

Hlavní cíl balíčku

Balíček je součástí strategického aplikovaného výzkumu pokročilých spalovacích systémů pro efektivní spalování extrémně zředěné směsi. Extrémní zředění směsi povede na nízkou teplotu pracovní látky s výrazně sníženou emisí oxidů dusíku. Předpokládá se dosažení až 10% úspory paliva při současném zjednodušení zařízení pro dodatečnou úpravu spalin. Využití výsledků při experimentálním vývoji ve WP 10 a WP 11.

Dílčí cíle balíčku pro nejbližší období

TUL: Ověřovací zkoušky zapalovací svíčky s integrovanou komůrkou - závěrečné zpracování a vyhodnocení výsledků měření. (12/2014)

ČVUT: Dokončení stavby funkčního vzorku testovacího motoru vybaveného zapalovací komůrkou s přívodem paliva. (12/2014)

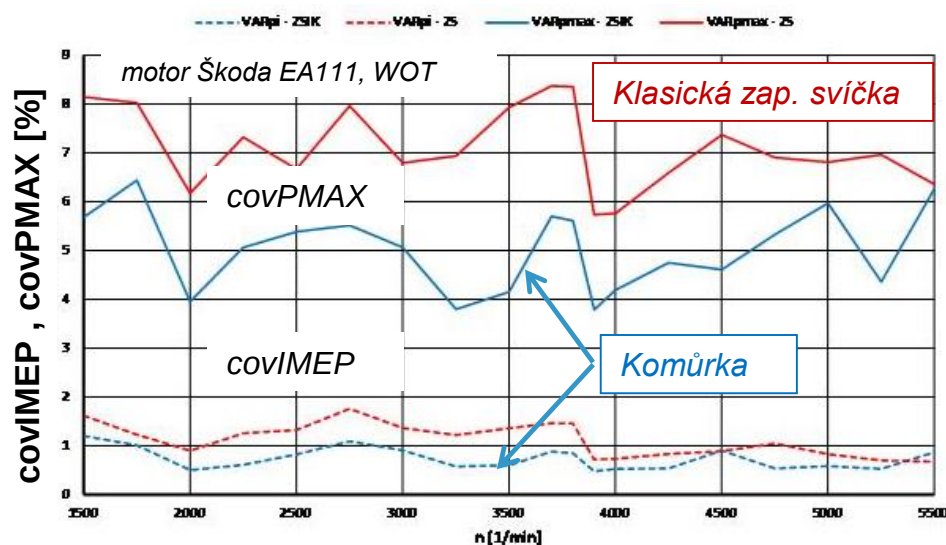
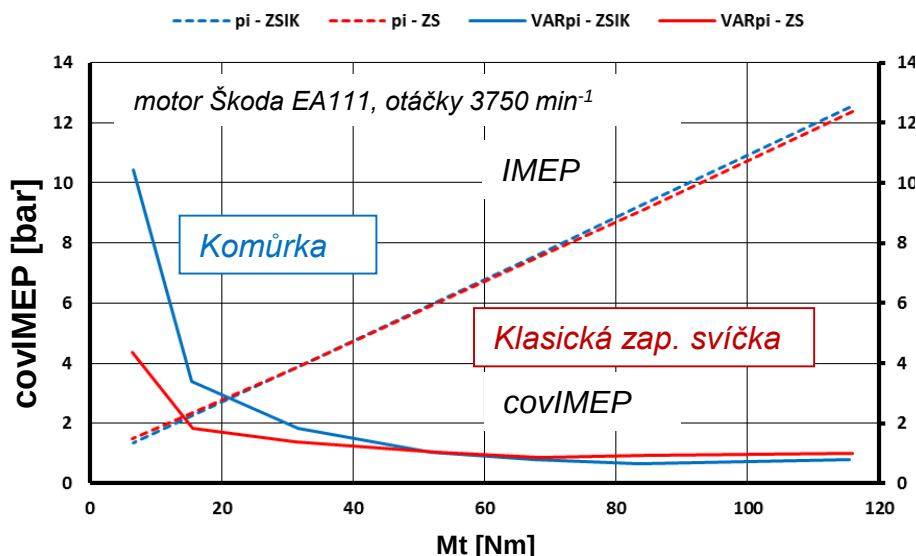
Popis plnění balíčku WP02 Pokročilé systémy pro přípravu směsi a spalování připravené směsi s vysokou účinností a nízkou emisí škodlivin

Realizované práce a výsledky řešení: **TUL - WP02A02**

Experimentální výzkum zážehu homogenní směsi ve válci pomocí montované zapalovací svíčky s integrovanou komůrkou (ZSIK):

Použité nástroje

- vysokotlaká indikace
- měření teplot v nejspodnější partii ZSIK

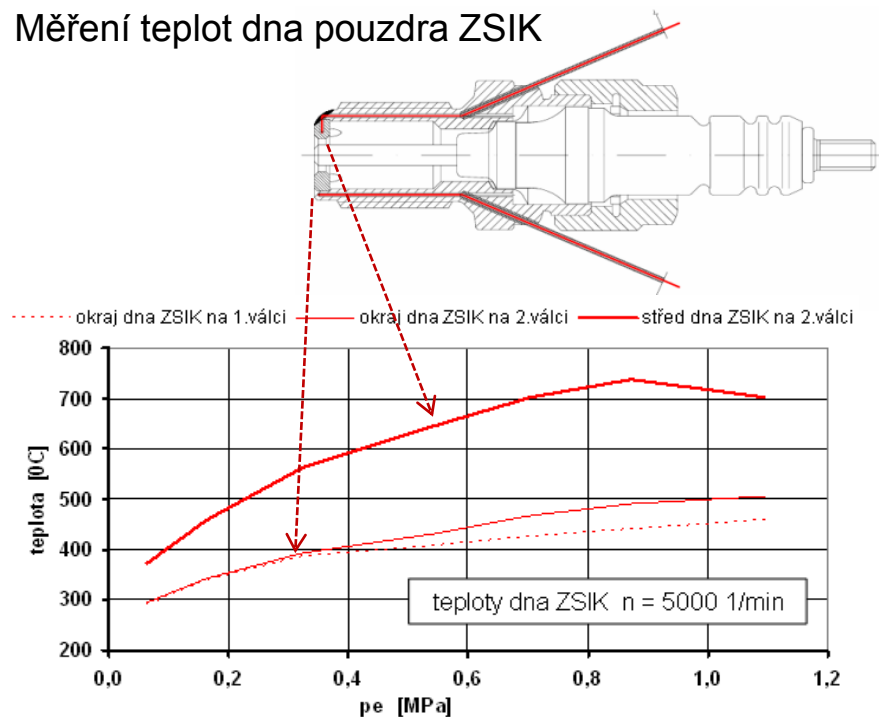


Popis plnění balíčku WP02 Pokročilé systémy pro přípravu směsi a spalování připravené směsi s vysokou účinností a nízkou emisí škodlivin

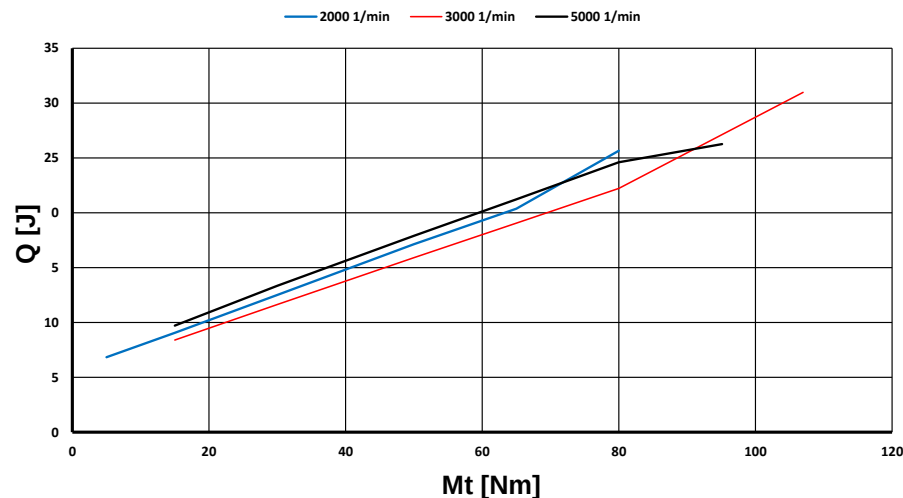
WPA02A02 Výzvy ZSIK:

- Zvýšení COV_{IMEP} v nízkém zatížení motoru jako důsledek závislosti obsahu paliva v komůrce na zatížení motoru
- Riziko vysokých teplot v partii dna komůrky

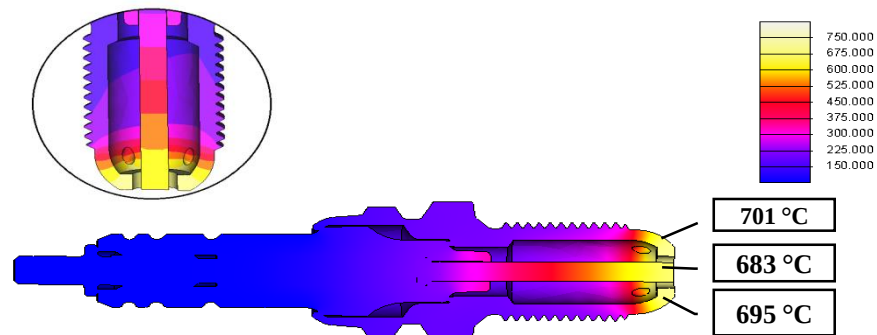
Měření teplot dna pouzdra ZSIK



Energetická hustota náplně zapalovací komůrky



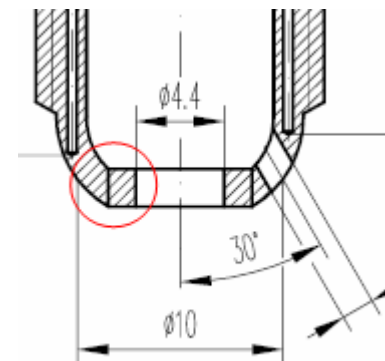
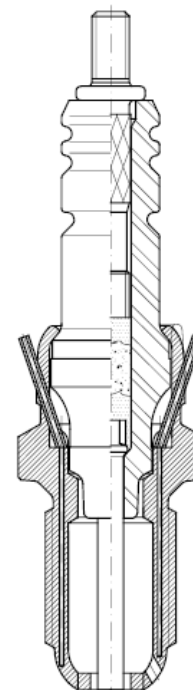
Výpočtové modelování teplotního pole na ZSIK (n = 5000 1/min)



Plnění cílů, milníků a výstupů, splněné výsledky balíčku WP02 Pokročilé systémy pro přípravu směsi a spalování připravené směsi s vysokou účinností a nízkou emisí škodlivin

WP02A02 Zpracování výrobní dokumentace pro ZSIK

- Výroba ZSIK ve spolupráci s BRISK Tábor (montáž izolátorů s prodlouženou elektrodou do pouzder)
- Úspěšné vyřešení problémů provedení dna ZSIK materiál dna-jiskřiště, svařování dna s pouzdem)
- Výroba speciálních ZSIK pro měření teplot v partii dna



Plnění cílů, milníků a výstupů, splněné výsledky balíčku WP02 Pokročilé systémy pro přípravu směsi a spalování připravené směsi s vysokou účinností a nízkou emisí škodlivin

Návrh dalšího postupu včetně návrhů na spolupráci a realizaci výstupů:

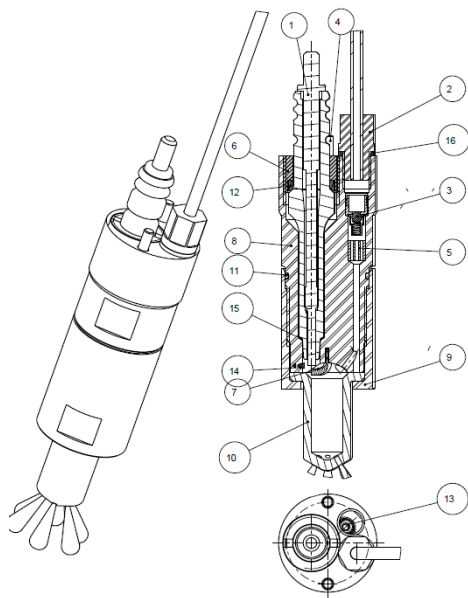
- Ověřovací zkoušky ZSIK na motoru (EA111.03E): výkonové a emisní vlastnosti motoru se ZSIK, měření teplot v nejspodnější partii pouzdra ZSIK (listopad, prosinec 2014).
- Závěrečné zpracování a vyhodnocení výsledků měření
- Vyrobené funkční vzorky ZSIK budou využity k dalším ověřovacím měřením a experimentům na řešitelském pracovišti KVM FS TUL (studijní práce doktorandů) a podle zájmu průmyslu (Škoda Auto, Brisk) i dalších zájemců mohou být poskytnuty k dalšímu testování na jiných pracovištích.



Popis plnění balíčku WP02 Pokročilé systémy pro přípravu směsi a spalování připravené směsi s vysokou účinností a nízkou emisí škodlivin

WP02A03: Stavba funkčního vzorku a úvodní testy systému se zapalovací komůrkou s přívodem plynného paliva. (ČVUT)

- hotová konstrukce a pevnostní výpočty
- hotová výrobní dokumentace
- nakoupen materiál a komponenty - dokončena výroba dvou funkčních vzorků

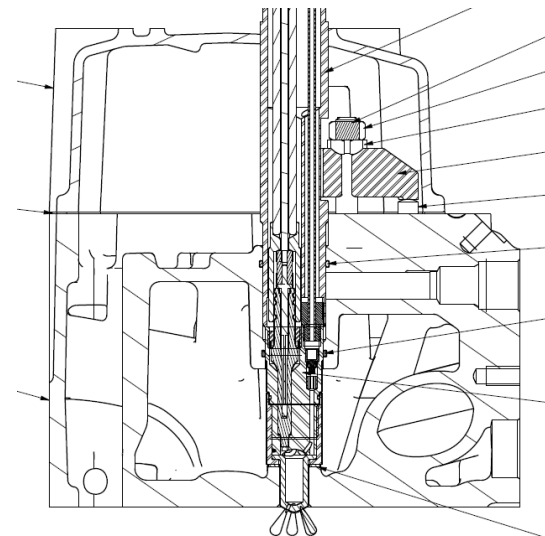


Popis plnění balíčku WP02 Pokročilé systémy pro přípravu směsi a spalování připravené směsi s vysokou účinností a nízkou emisí škodlivin

WP02A03: Stavba funkčního vzorku a úvodní testy systému se zapalovací komůrkou s přívodem plyného paliva. (ČVUT)

Úpravy motoru G432 (4 x ϕ 102 x 120 mm)

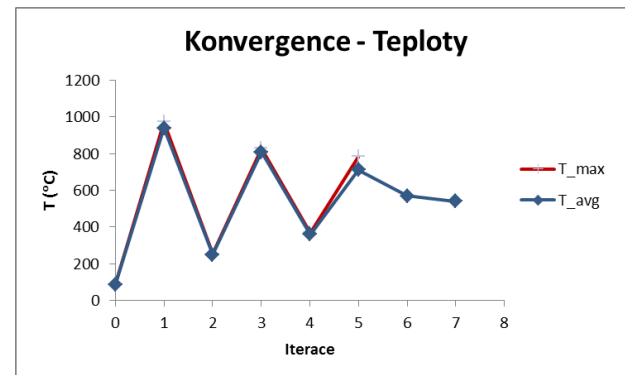
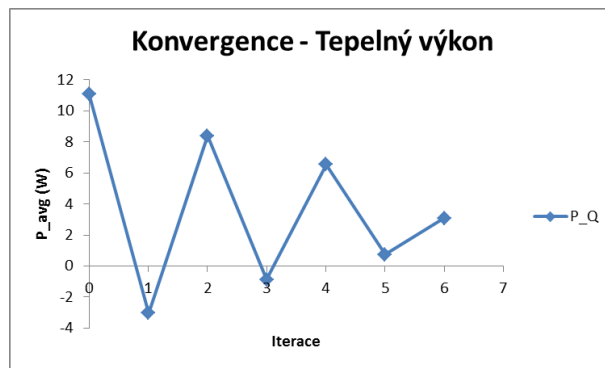
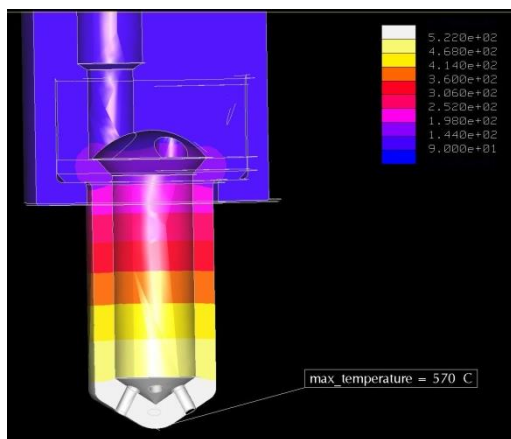
- darem získané dvě hlavy pro modifikaci díky Ing. Hořeninovi z ADW
- výchozí testy na 1. válci
deaktivace zbývajících třech válců clonami v sání a ve výfuku
- navržen obtok kompresoru turbodmychadla
eliminace pumpáže kompresoru
- připraven vysokotlaký přívod zemního plynu v laboratoři
vč. přípravy regulace a měření průtoku plynu do předkomůrky
- rekonstrukce chladicího okruhu motoru
- zmapovaný výchozí stav a limity zředění směsi při nízkém zatížení na motoru s klasickou zapalovací svíčkou – publikace na KOKA2014



Popis plnění balíčku WP02 Pokročilé systémy pro přípravu směsi a spalování připravené směsi s vysokou účinností a nízkou emisí škodlivin

Termodynamický výpočet výkonových a energetických parametrů komůrkového motoru

- model v GT Power - okrajové podmínky pro následné pevnostní a tepelné namáhání konstrukce
- model používaný jako „Virtual Dyno“ – cílení experimentů
- Pevnostní kontrola dílů: třmen, svorník, těleso komůrky
- Kontrola teplotního rozložení v tělese komůrky - režim 17 bar IMEP, 2400 min⁻¹, $\lambda = 1$
Nejvyšší teplota 570°C na špičce komůrky



Plnění cílů, milníků a výstupů, splněné výsledky balíčku WP02 Pokročilé systémy pro přípravu směsi a spalování připravené směsi s vysokou účinností a nízkou emisí škodlivin

Plnění dílčích cílů, milníků a výstupů

12/2014 WP02C01: Výzkum a vývoj zapalovací svíčky s integrovanou komůrkou. (TUL)

12/2015 WP02C02: Ověření nekonvenční koncepce zážehového motoru na funkčním vzorku. (ČVUT)

12/2014 WP02M01: Shrnutí poznatků a zkušeností z experimentálního výzkumu vozidlového zážehového motoru se zapalováním připravené homogenní směsi pomocí speciální zkoušky zapalovací svíčky s integrovanou komůrkou. (TUL)

12/2014 WP02M02: Shrnutí poznatků z předběžné optimalizace funkčního vzorku motoru pracujícího s extrémně chudou směsí, vybaveného zapalovací komůrkou s obohacenou směsí. (ČVUT)

12/2014 WP02V002: Funkční vzorek motoru se zapalovací svíčkou s integrovanou komůrkou. (TUL)

12/2014 WP02V003: Předběžně optimalizovaný motor se zapalovací komůrkou. (ČVUT)

Plnění cílů, milníků a výstupů, splněné výsledky balíčku WP02 Pokročilé systémy pro přípravu směsi a spalování připravené směsi s vysokou účinností a nízkou emisí škodlivin

Dosažené výsledky

- Beroun, S., Brabec, P., Dittrich, A., Mikulanin, L.: Temperature field of spark plug in the SI engine. 20th International Conference ENGINEERING MECHANICS 2014. May 12-15, Svratka, Czech Republic. pp 84-87, ISBN 978-80-214-4871-1, ISBN 1805-8248
- Beroun, S., Brabec, P., Dittrich A., Mikulanin, L.: Optimisation of spark plug with integrated chamber. XLV. International scientific conference of the Czech and Slovak university departments and institutions dealing with the research of internal combustion engines.
- Vávra J., Takáts M., Bohac S., MIXTURE DILUTION LIMITS OF NATURAL GAS SPARK IGNITION COMBUSTION ENGINE, In Proceedings of the XLV. International Scientific Conference of the Czech and Slovak University Departments and Institutions Dealing with the Research of Internal Combustion Engine, pp. 106-113, ISBN 978-80-7375-801-1

Návrh dalšího postupu v balíčku WP02 Pokročilé systémy pro přípravu směsi a spalování připravené směsi s vysokou účinností a nízkou emisí škodlivin

Návrh dalšího postupu včetně návrhů na spolupráci a realizaci výstupů

- výchozí měření na funkčním vzorku testovacího motoru se zapalovací komůrkou s přívodem paliva
- testy funkčnosti navržené konstrukce a předpoklady k dosažení plánovaných cílů po definitivní optimalizaci
- upřesnění plánu následné detailní optimalizace
- prokázání předpokladu pro zlepšení účinnosti motoru minimálně o 5 % oproti konvenčnímu spalovacímu systému ve vybraných režimech při současném řádovém snížení obsahu oxidů dusíku v surových spalínách
- shromáždění kalibračních dat pro matematický model nepřímého zážehu a následné simulační aktivity
- zanesení datových struktur s experimentálními výsledky do DASY

Poděkování:

prof. Michal Takáts, CSc., Ing. Zbyněk Syrovátka, Ing. Ivan Bortel, Ing. Jindřich Hořenín, Ing. Martin Štoural

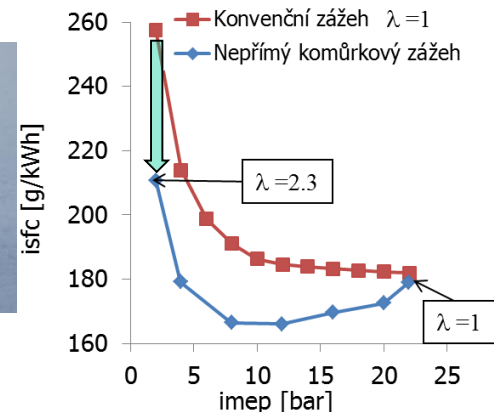
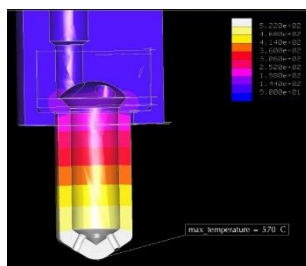
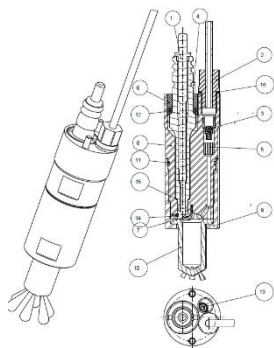
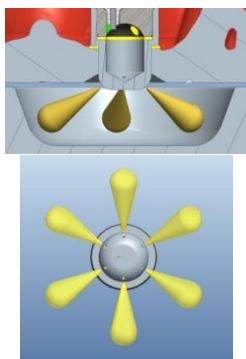
Výťah z prací 2012-2014 na WP02 Pokročilé systémy pro přípravu směsi a spalování připravené směsi s vysokou účinností a nízkou emisí škodlivin

TUL: Vývoj a výroba měřicích svíček ve spolupráci s Brisk Tábor, instalace mikrotermočlánků do vodících tenkostěnných trubiček a pouzder zapalovacích svíček, základní ověření funkčnosti měřicích zapalovacích svíček.

- Příprava zkušební motoru EA111.03E, budování stanoviště pro zkušební motor v nové laboratoři KVM, výpočtové modelování teplotního pole pouzdra klasické zapalovací svíčky a zapalovací svíčky s integrovanou komůrkou.

ČVUT: Konstrukce zapalovací komůrky s přívodem plynného paliva, úpravy hlavy válců motoru 4 x $\phi 102/120$ mm, pevnostní kontrola dílů, kontrola teplotního pole.

Modelový průzkum chování pracovního oběhu motoru s extrémně chudou směsí. Predikce snížení měrné spotřeby paliva v celém rozsahu zatížení motoru motoru s nepřímým zážehem - v nízkém zatížení až o 18% oproti konvenčnímu zážehu.

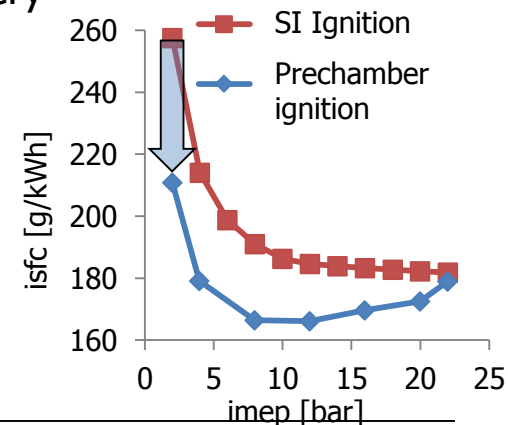
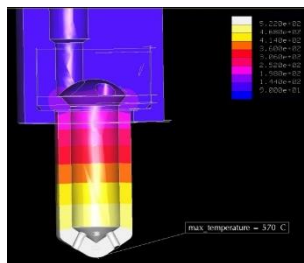
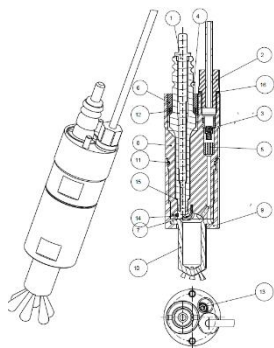
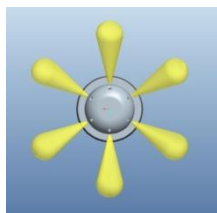
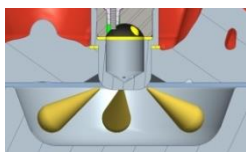


Results Achieved in 2012-2014 of WP02 Advanced Systems Mixture Preparation and Premixed Combustion for High Efficiency and Favorable Emissions of Pollutants

TUL: Development and manufacturing of a special (measuring) spark plug for the determination of temperature load in the exposed part of the spark plug.

- preparations of an experimental SI engine for testing of the special spark plugs (investigations of performance and combustion parameters), test bed preparation in a new lab at the TUL

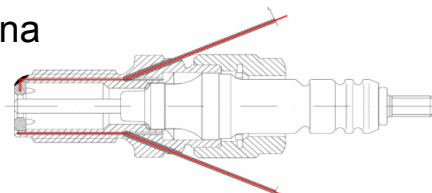
ČVUT: Design of a prechamber for indirect ignition with a gaseous fuel delivery, cylinder head modifications, FEM analysis - mechanical and thermal - thermodynamic modeling – potential for a significant reduction in fuel consumption with indirect prechamber ignition with gaseous fuel delivery



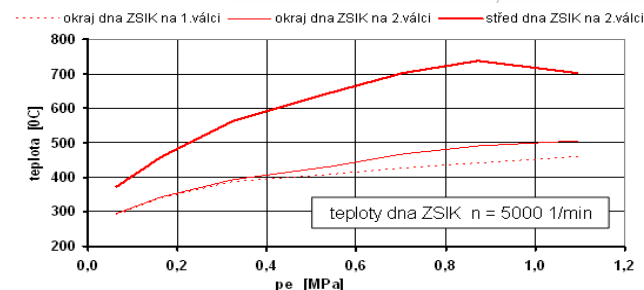
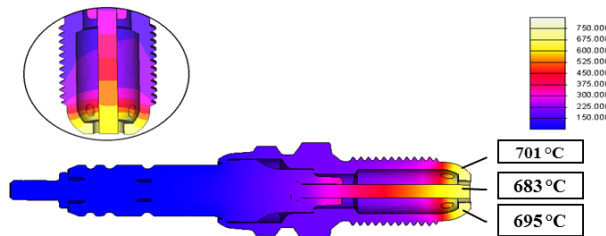
Výtah z provedených prací 2014 na WP02 Pokročilé systémy pro přípravu směsi a spalování připravené směsi s vysokou účinností a nízkou emisí škodlivin

TUL: Výroba ZSIK ve spolupráci s BRISK Tábor
Výroba speciálních ZSIK pro měření teplot v partii dna

Měření teplot dna
pouzdra ZSIK

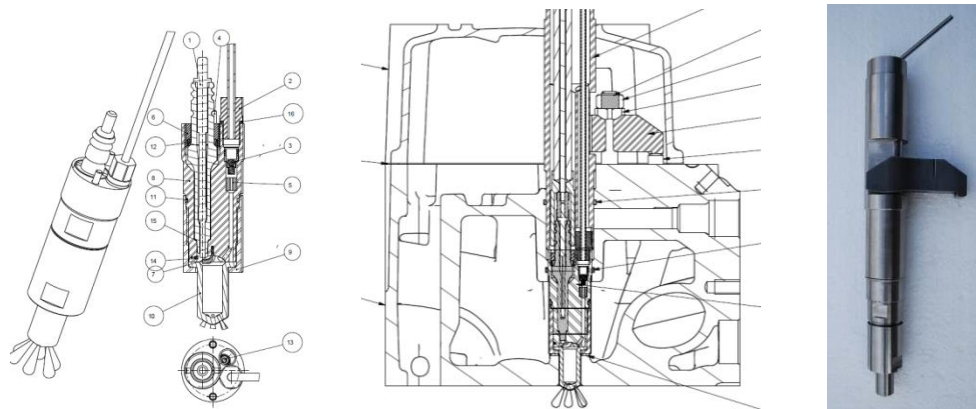


Výpočtové modelování teplotního
pole na ZSIK ($n = 5000 \text{ 1/min}$)



ČVUT: Stavba funkčního vzorku a úvodní testy systému se zapalovací komůrkou s přívodem plynného paliva

- hotová konstrukce a návrhové výpočty
- hotová výrobní dokumentace
- nakoupen materiál a komponenty –
– dokončena výroba dvou funkčních vzorků
- úpravy motoru G432

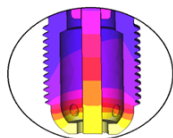
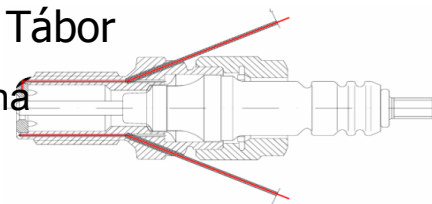


Abstract 2014 of WP02 Advanced Systems Mixture Preparation and Premixed Combustion for High Efficiency and Favorable Emissions of Pollutants

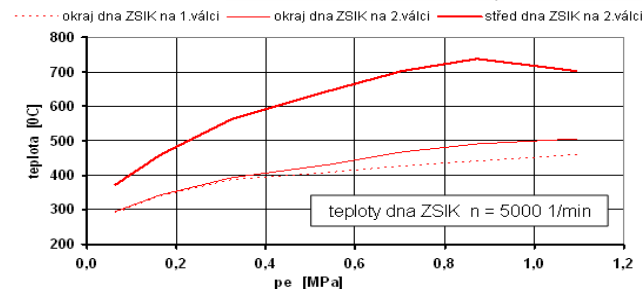
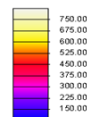
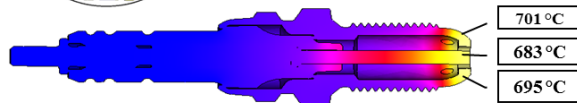
TUL: Manufacturing of prechamber spark plugs in cooperation with BRISK Tábor

Manufacturing of special spark plugs for measurement of temperature distribution in bottom part of the prechamber

Měření teplot dna
pouzdra ZSIK



Výpočtové modelování teplotního
pole na ZSIK (n = 5000 1/min)



ČVUT: Stavba funkčního vzorku a úvodní testy systému se zapalovací komůrkou s přívodem plynného paliva

- hotová konstrukce a návrhové výpočty
- hotová výrobní dokumentace
- nakoupen materiál a komponenty –
– dokončena výroba dvou funkčních vzorků
- úpravy motoru G432

