

POROVNÁNÍ ČTYŘTAKTNÍCH A DVOUTAKTNÍCH POHONNÝCH JEDNOTEK COMPARISON OF FOUR STROKE AND TWO-STROKE ENGINE

J. Souček

Česká technologická platforma pro zemědělství, Výzkumný ústav zemědělské techniky v. v. i., Praha

Abstract

In the past few years, small mechanization manufacturers have used four-stroke petrol engines as the drive. They gradually push out the once dominant two-stroke engines. An important argument is the reduction of the emission load method. The aim of the measurement was to compare the emissions of two-stroke and four-stroke engines, which are designed for small mechanization drive - the Terra VARI system. The results obtained by measurement under operating conditions showed a reduction in CO and NO_x emissions.

Keywords: petrol engine, garden mechanization, terra VARI, engine emissions

ÚVOD

V minulosti byly pro pohon malé mechanizace využívány nejčastěji dvoutaktní zážehové motory. Důvodů bylo několik. Jedním z hlavních důvodů v době centrálního plánování byla dostupnost těchto motorů na tuzemském trhu. Z technického hlediska byla výhodou jednodušší konstrukce a na paměti je nutné mít i dostupnost kvalitních výkonných obráběcích strojů v dřívějších dobách v porovnání s dneškem. Možnost využití moderních obráběcích strojů umožňujících vyšší výkonnost, přesnost a eliminaci lidského faktoru v porovnání se starými manuálními typy, i to je jeden z důvodů, proč se zvýšila konkurenceschopnost čtyřtákních motorů [1], [2].

Dalším argumentem výrobců malé mechanizace ve prospěch čtyřtákních motorů je snížení negativního vlivu na životní prostředí a to zejména z hlediska produkce emisí [3].

I přes uvedené skutečnosti, nacházejí dvoutaktní zážehové motory stále uplatnění v nejrůznějších strojích a zařízeních. Mají své výhody jako je relativně nízká hmotnost vztahovaná na jednotku instalovaného výkonu. Takovým příkladem je využití pro pohon dronů [5].

Další výhodou, která je žádoucí při práci ve svažitém terénu, jsou lepší mazací schopnosti dvoutákních motorů při vysokém úhlu náklonu [4]. Z ekologického hlediska je jako významný faktor vnímáno množství emisí [7].

Cílem níže uvedeného měření bylo stanovit poměr emisí CO, CO₂ a NO_x ve výfukových plynech čtyřtákního a dvoutákního motoru v provozních podmínkách.

POUŽITÝ MATERIÁL A METODY MĚŘENÍ

Měření bylo realizováno na systému Terra VARI (výrobce VARI, a.s., Libice nad Cidlinou, Česká republika). Důvodem výběru měřeného zařízení byla dostupnost, možnost jednoduché výměny měřených typů motorů a v neposlední řadě rozšířenost v podnicích, komunální sféře i u fyzických osob v České republice.

Měřeny byly dva typy motorů:

- dvoudobý zážehový motor JIKOV 1454 - VAPE
- čtyřdobý zážehový motor XP 2000

Technické údaje obou motorů jsou uvedeny v tabulkách 1 a 2.

Tab. 1: Vybrané technické údaje motoru JIKOV 1454 - VAPE

JIKOV 1454-VAPE	jednotka	hodnota
vrtání	mm	56
zdvih	mm	54
zdvihový objem	cm ³	133
maximální výkon	kW	3,5
při otáčkách	min ⁻¹	4 800
předstih	min ⁻¹	3,0 ± 0,25
volnoběžné otáčky	min ⁻¹	1 700 ± 100
maximální otáčky	min ⁻¹	4 800 ± 100

Oba motory byly měřeny při volnoběžných otáčkách a při pracovních otáčkách motoru s konstantní zátěží - rotační sekačka BDR 650V.

Spotřeba paliva byla stanovena metodou plné nádrže. Pro měření koncentrace sledovaných plynů ve výfukových plynech a měření jejich teploty byl použit analyzátor TESTO 350 XL.



Obr. 1: Dvoudobý zážehový motor
JIKOV 1454 – VAPE

Tab. 2: Vybrané technické údaje motoru XP 2000

XP 200	jednotka	hodnota
vrtání	mm	70
zdvih	mm	51
zdvihový objem	cm ³	196
maximální výkon	kW	3,6
při otáčkách	min ⁻¹	3 800
předstih	min ⁻¹	3,0 ± 0,25
volnoběžné otáčky	min ⁻¹	1 520 ± 152
nastavené pracovní otáčky	min ⁻¹	3 500 ± 100



Obr. 2: Čtyřdobý zážehový motor XP 2000

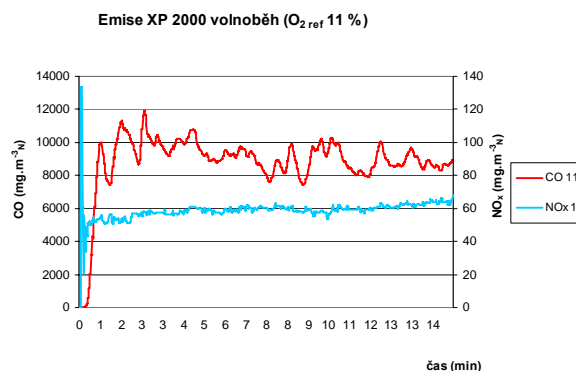


Obr. 3: Měření emisí při volnoběžných otáčkách
bez zátěže

Doba měření byla pro každou hodnotu otáček zvolena 3 x 15 minut. Měřeny byly hodnoty teploty výfukových plynů, teploty okolí, atmosferického tlaku, O₂, CO, CO₂ a hodnoty NO a NO₂ vyjádřené v součtu jako NO_x. Jako významné z hlediska emisní zátěže životního prostředí byla dále hodnocena koncentrace emisí CO a NO_x ve výfukových plynech. Naměřené hodnoty byly přepočteny na referenční obsah kyslíku 11 %. Množství spalin (měrný tok) bylo stanoveno teoretickým výpočtem z množství spotřebovaného paliva.

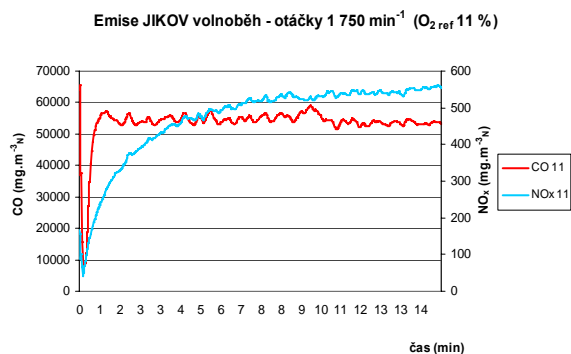
VÝSLEDKY MĚŘENÍ

Volnoběžné otáčky čtyřtákního motoru XP 2000 byly od výrobce nastaveny na 1500 min⁻¹ a v průběhu měření se pohybovaly v rozmezí 1 500 ± 90 min⁻¹. Koncentrace CO a NO_x v průběhu měření přepočtené na referenční obsah kyslíku 11 % jsou graficky zaznamenány na obrázku 4. Průměrná hodnota koncentrace CO byla 9 064,7 mg.m⁻³_N. Průměrná hodnota koncentrace NO_x byla 59,1 mg.m⁻³_N.



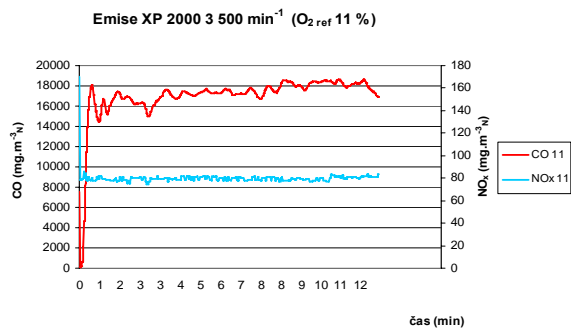
Obr. 4: Průběh koncentrace CO a NO_x v průběhu měření čtyřtákního zážehového motoru XP 2000 (volnoběžné otáčky, přepočteno na O₂ ref. 11%)

Volnoběžné otáčky dvoutaktního motoru JIKOV 1454 se pohybovaly na úrovni $1\,750 \pm 150 \text{ min}^{-1}$. Průměrná hodnota koncentrace CO byla $54\,441,9 \text{ mg.m}^{-3}$. Průměrná hodnota koncentrace NO_x byla $537,2 \text{ mg.m}^{-3}$ (viz obrázek 5).



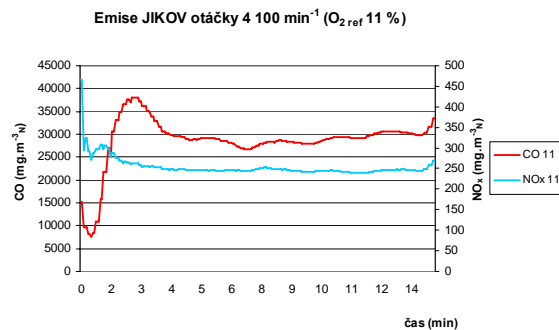
Obr. 5: Průběh koncentrace CO a NO_x v průběhu měření dvoutaktního zážehového motoru JIKOV 1454 (volnoběžné otáčky, přepočteno na O ref. 11%)

Provozní otáčky motoru XP 2000 byly $3\,500 \pm 120 \text{ min}^{-1}$. Koncentrace CO a NO_x v průběhu měření přepočtené na referenční obsah kyslíku 11 % jsou graficky zaznamenány na obrázku 6. Průměrná hodnota koncentrace CO byla $17\,363,2 \text{ mg.m}^{-3}$. Průměrná hodnota koncentrace NO_x byla $79,6 \text{ mg.m}^{-3}$.



Obr. 6: Průběh koncentrace CO a NO_x v průběhu měření čtyřtaktního zážehového motoru XP 2000 (otáčky $3\,500 \text{ min}^{-1}$, přepočteno na O ref. 11%)

Provozní otáčky dvoutaktního motoru JIKOV 1454 se pohybovaly na úrovni $4\,100 \pm 230 \text{ min}^{-1}$. Koncentrace CO a NO_x v průběhu měření přepočtené na referenční obsah kyslíku 11 % jsou graficky zaznamenány na obrázku 7. Průměrná hodnota koncentrace CO byla $29\,336,0 \text{ mg.m}^{-3}$. Průměrná hodnota koncentrace NO_x byla $246,8 \text{ mg.m}^{-3}$.

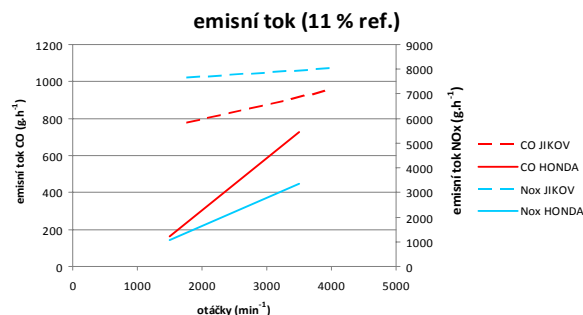


Obr. 7: Průběh koncentrace CO a NO_x v průběhu měření dvoutaktního zážehového motoru JIKOV 1454 (otáčky $8\,100 \text{ min}^{-1}$, přepočteno na O ref. 11%)

Z uvedených grafických záznamů průběhu koncentrace sledovaných látek je zřejmé, že kritickým úsekem je začátek nastavení, kdy jsou hodnoty rozkolísané vlivem nestability pracovního režimu. Po ustálení podmínek provozu se hodnoty stabilizují.

Koncentrace NO_x i CO byla vyšší u dvoutaktního motoru, a to při volnoběžných otáčkách i v pracovním režimu.

Pro vyjádření skutečného množství emisí produkovaných při provozu je nutné koncentrace sledovaných látek vztáhnout na množství spalin. Skutečná produkce emisí v čase je pak vyjádřena jako emisní tok. Z grafu na obrázku 8 je ale zřejmé, že i v případě přepočtu na emisní tok dosahuje čtyřtaktní motor lepších výsledků při volnoběžných i pracovních otáčkách.



Obr. 8: Střední emisní tok porovnávaných motorů (přepočteno na O ref. 11%)

ZÁVĚR

Z výsledků měření jednoznačně vyplývá, že koncentrace NO_x i CO byla vyšší u dvoutaktního motoru, a to při volnoběžných otáčkách i v pracovním režimu. Množství emisí CO u volnoběžných otáček bylo u čtyřdobého motoru nižší v průměru o 78,9 %,

při pracovních otáčkách 23,6 %. Množství emisí NO_x bylo u čtyřdobého motoru nižší při volnoběžných otáčkách o 86,0 %, při pracovních otáčkách o 58,4 %.

Z výsledků je patrné, že snížení množství emisí v případě výměny dvoutaktního motoru, motoru starého typu za čtyřtaktní motor nového typu, je přínosné nejen z hlediska životního prostředí, ale i z pohledu obsluhy, která je splodinám motoru přímo vystavena. Z tohoto pohledu je zřejmé, že nevýhodou dvoutaktního motoru je i nutnost přidávat olej do paliva, což má negativní vliv na emise dalších látek, jejichž stanovení nebylo cílem tohoto měření.

Možnost výměny je nabízena například právě pro systém VARI za zvýhodněnou cenu v rámci akce „EKO-DOTACE“. Novou pohonnou jednotku s moderním čtyřtaktním motorem plnicím emisní normy Euro2 lze tak získat výměnou za starou, i nefunkční. Více informací mohou zájemci získat například na stránkách výrobce - <https://www.vari.cz/rady-a-navody/technologie/eko-dotace-6-000-kc-na-pohonne-jednotky-vari/art:40814/>.

Tlak na snížení produkce škodlivých látek, včetně emisí z provozu motorů je v současnosti výrazný a je zřejmé, že v nejbližší budoucnosti stále poroste. V oblasti automobilového průmyslu proběhne médii nějaká ta kauza každou chvíli a na snížení škodlivin ve výfukových plynech kladou velký důraz i výrobci motorů pro „velkou“ zemědělskou techniku, stavební stroje atd. Z tohoto pohledu se zdá být pravděpodobné, že motory nižších výkonů „jsou na řadě“.

POZNÁMKA

V textu byly použity poznatky získané v rámci řešení Dlouhodobého koncepčního rozvoje organizace VÚZT, v. v. i. č. RO0619 a projektu NAZV č. QK1820175.

Abstrakt

V posledních několika letech používají výrobci malé mechanizace jako pohon častěji čtyřtaktní zážehové motory. Ty postupně vytlačují kdysi dominantní dvoutaktní motory. Podstatným argumentem je snížení emisní zátěže způsob. Cílem realizovaného měření bylo porovnání emisí dvoutaktního a čtyřtaktního motoru, které jsou určeny pro pohon malé mechanizace - systému terra VARI. Výsledky získané měřením v provozních podmínkách prokázaly snížení emisí CO i NO_x.

Klíčová slova: benzínový motor, zahradní mechanizace, terra VARI, emise motoru

POUŽITÁ LITERATURA

1. Bang-QuanHeaChang-LinLinaXiaoLiaXinyan WangbHuaZhaoabYanZhangc, 2019, Numerical study of the mixture formation and stratified-flame-induced auto-ignition (SFI) combustion processes in a poppet-valve two-stroke direct injection gasoline engine Applied Thermal Engineering, Volume 152, April 2019, Pages 654-665
2. FALK, E; LITZ, D, 1991, MULTIFACTOR PRODUCTIVITY IN FARM AND GARDEN EQUIPMENT, MONTHLY LABOR REVIEW Volume: 114 Issue: 6 Pages: 27-38
3. Frey, HC; Bammi, S, 2002, Quantification of variability and uncertainty in lawn and garden equipment NOx and total hydrocarbon emission factors, JOURNAL OF THE AIR & WASTE MANAGEMENT ASSOCIATION Volume: 52 Issue: 4 Pages: 435-448
4. Kumar, Shiva; Dinesha, Pijakala; Rosen, Marc A., 2018, Performance and emission characteristics of a bio-lubricated two-stroke gasoline engine, ENVIRONMENTAL SCIENCE AND POLLUTION RESEARCH Volume: 25 Issue: 18 Pages: 17789-17796
5. Liu, Rui; Su, Xiaoping; Miao, Xiaodong; et al., 2019, Combustion characteristics of a two-stroke spark ignition UAV engine fuelled with gasoline and kerosene (RP-3), AIRCRAFT ENGINEERING AND AEROSPACE TECHNOLOGY Volume: 91 Issue: 1 Pages: 163-170
6. Reid, Stephen B.; Pollard, Erin K.; Sullivan, Dana Coe; et al., 2010, Improvements to Lawn and Garden Equipment Emissions Estimates for Baltimore, Maryland, JOURNAL OF THE AIR & WASTE MANAGEMENT ASSOCIATION Volume: 60 Issue: 12 Pages: 1452-1462
7. [www.vari.cz: https://www.vari.cz/rady-a-navody/technologie/eko-dotace-6-000-kc-na-pohonne-jednotky-vari/art:40814/](https://www.vari.cz/rady-a-navody/technologie/eko-dotace-6-000-kc-na-pohonne-jednotky-vari/art:40814/)
8. <https://www.vari.cz/rady-a-navody/technologie/motory-vari-xp-200/art:40825/>

Kontaktní adresa:

Ing. Jiří. Souček, Ph.D.

tel.: +420 233022214

e-mail: jiri.soucek@vuzi.cz

Výzkumný ústav zemědělské techniky, v. v. i.

Drnovská 507

161 01 Praha 6 - Ruzyně

Recenzovali: Ing. P. Miláček, Ph.D., Ing. J. Frydrych