

MOŽNOSTI DYNAMICKÝCH MĚŘENÍ VÝKONOVÝCH PARAMETRŮ TRAKTORU

DYNAMIC MEASUREMENTS AND ITS POSSIBILITIES FOR EVALUATING OF POWER PARAMETERS OF TRACTOR

M. Pexa¹, K. Kubín², Z. Kvíz¹, K. Mayer¹

¹*Česká zemědělská univerzita v Praze*

²*Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i.*

ABSTRACT

The power of the combustion engine is an important diagnostic signal which describes the technical condition of the engine. When the power of the engine is measured it is appropriate to identify the economy and side effects (exhaust emissions) of the engine which is running at this power. The article describes how to determine power parameters (engine rated speed characteristics) from the longitudinal acceleration of the tractor Case IH JX 90 with the use of GPS (scanning frequency of 5 and 20 Hz) and the angular acceleration of a separate combustion engine of tractor Zetor Forterra 8641 which was measured directly on the engine crankshaft. The hydraulic dynamometer connected to rear PTO of a tractor was used to validate the measured data. Knowledge of the technical condition of the combustion engine can positively affect the ecology and economy of operation of the tractor.

Key words: performance parameters, static and dynamic measuring methods, dynamometer, GPS

ÚVOD

Mezi nejdůležitější laboratorní měření z hlediska zemědělské techniky lze zařadit především měření charakteristik motoru. Charakteristika spalovacího motoru umožňuje exaktně posoudit jeho vlastnosti. V rámci měření charakteristik traktorového motoru se zjišťují nejčastěji průběhy výkonu motoru, točivého momentu motoru, spotřeby paliva a produkce emisí. (Bauer et al. 2006) Hlavní využití charakteristik motoru je zejména v oblasti diagnostiky a v oblasti predikce a modelování práce traktorové soupravy. Z hlediska technické diagnostiky je významný především fakt, že výkon motoru, jeho spotřeba a produkce emisí představují souhrnné diagnostické signály. Vyhodnocením naměřených charakteristik je tedy možno určit, zda daný motor pracuje správně nebo zda vlivem opotřebení některé jeho součásti došlo ke zhoršení některého ze sledovaných parametrů, jako je např. pokles výkonu nebo zvýšená spotřeba paliva. (Kubín 2010)

Výkon spalovacího motoru je významným diagnostickým signálem, využitelným hlavně ke zjištění stavu pístní skupiny, rozvodového ústrojí, palivové soustavy a u zážehových motorů i zapalovací soustavy. Ovšem výkon sám o sobě ke zjištění stavu nestačí. Při naměření určitého výkonu je nutné zjistit s jakou hospodárností a s jakými vedlejšími důsledky bylo tohoto výkonu dosaženo. Je-li například výkon vznětového motoru v toleranci jmenovité hodnoty, avšak současně je zvýšena kouřivost, svědčí to o špatném technickém stavu motoru. (Pejša et al. 1995).

Na rozdíl od měření výkonových parametrů v rámci výroby nebo rozsáhlejší opravy motorů využívá diagnostika zpravidla podstatně jednodušší metody (tab. 1.). Je možné využít přesných dynamometrických stolic určených k měření demontovaných motorů, nebo u traktorů měření výkonových parametrů přímo na vývodovém hřídeli, což však není pro běžný servis ekonomicky únosné. Stejně je to s válcovou stolicí pro měření výkonových parametrů, které však již nedosahují přesnosti měření samotného motoru. Nabízí se i využití

moderních akceleračních metod, které jsou svou přesností dostatečné a ekonomicky nenáročné, ale při měřeních jsou jisté komplikace zejména u motorů vybavených turbodmychadlem a také u motorů speciálně elektronicky řízených.

K provozně věrohodnějšímu vyjádření technického stavu mobilního energetického prostředku (traktoru) se kromě měření výkonových parametrů používají specializované několikabodové testy. Především se používá NRSC 8-bodový test (Non-Road Steady Cycle) a NRTC (Non-Road Transient Cycle) test (2005/13/ES, 2000/25/ES, 2004/26/ES, 97/68/ES) nebo lze modelovat jakýkoliv jiný cyklus (Pexa et al. 2010, Hromádka et al. 2009, Kubín et al. 2010, Kadleček et al. 2002). Ke správnému nastavení testu je však nutné vždy zjistit vnější otáčkovou charakteristiku, která vymezuje pracovní oblast motoru traktoru.

Diagnostice spalovacího motoru je třeba se průběžně věnovat, protože má zásadní vliv na ekonomickou a ekologickou stránku provozu. Většina závad na spalovacím motoru se projevuje zvýšenou spotřebou paliva a tím také zhoršenými emisemi. Kromě spotřeby paliva a emisí je neméně důležité v zemědělském podniku zajistit spolehlivost charakterizovanou přípustným rizikem havárie. (Pexa et al. 2010)

Cílem uvedeného příspěvku je shrnout možnosti měření výkonových parametrů, především zaměřených na levné servisní alternativy a jejich praktické porovnání s měřením na vývodovém hřídeli zvoleného traktoru. Na traktoru Case IH JX 90 (obr. 1.) je měřeno podélné zrychlení pomocí přijímače GPS a na traktoru Zetor Forterra 8641 (obr. 2.) je měřeno zrychlení motoru traktoru s připojeným a odpojeným žacími strojem při stojícím traktoru.

Tab. 1. Způsoby měření výkonových parametrů (Kadleček 2003)

Způsob zatížení	Umístění motoru	Výstup výkonu	Princip měřicího zařízení
STACIONÁRNÍ (STATICKÉ)	zkušební stanoviště	klikový hřídel nebo jiné srovnatelné místo	Absorpční dynamometry: - Elektromagnetické vířivé brzdy - Hydraulické brzdy - Mechanické frikční brzdy - Vzduchové brzdy - Tandemové brzdy Univerzální dynamometry: - Elektrodynamické motor-generátory na stejnosměrný nebo střídavý proud Torzní dynamometry
	ve vozidle (podle normy) v místě instalace	obvod hnacích kol (válcové zkušebny)	měření úhlového zrychlení setrvačných hmot -přídavné setrvačníky na válcích
		klikový hřídel nebo jiné srovnatelné místo	
		vývodový hřídel (traktory, užitkové)	
DYNAMICKÉ	ve vozidle	obvod hnacích kol (válcové zkušebny)	měření úhlového zrychlení klikového hřídele samotného motoru tzv. volná akcelerace
		klikový hřídel nebo jiné srovnatelné místo	měření úhlového zrychlení klikového hřídele samotného motoru tzv. volná akcelerace
		přepočet výkonu na klikový hřídel	měření přímočarého zrychlení celého vozidla



Obr. 1. Case IH JX 90 - měření podélného zrychlení traktoru pomocí GPS



Obr. 2. Zetor Forterra 8641 - měření zrychlení spalovacího motoru

MATERIÁL A METODA

Prvním měřeným traktorem byl Case IH JX 90 (obr. 1.) s následujícími technickými parametry:

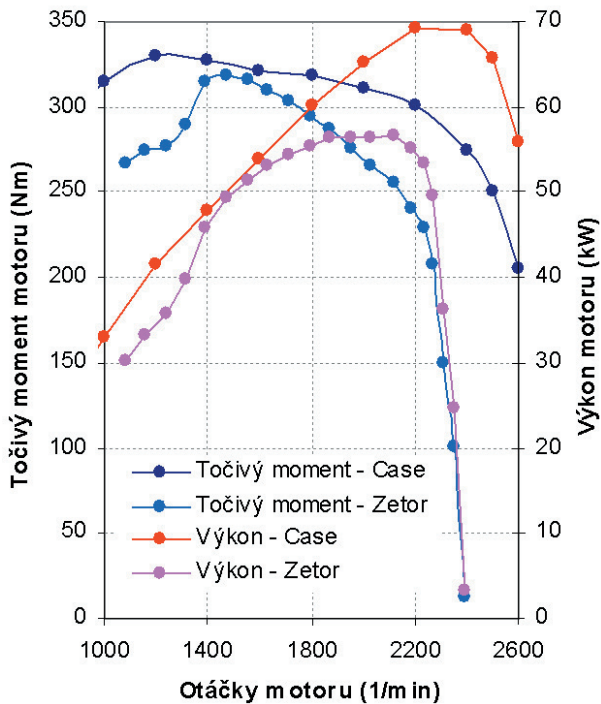
- tabulkový jmenovitý výkon motoru: 63 kW při 2500 min⁻¹ (54,6 kW při 2500 min⁻¹ měřeno na vývodovém hřídeli),
- průběh výkonových parametrů měřených na vývodovém hřídeli je na obrázku č. 3 (aktuální výkonové parametry jsou ovlivněny zvýšenou dodávkou paliva uživatelem),
- tabulkové převýšení točivého momentu 37% (měřeno 31%).

Druhým zkoušeným traktorem byl Zetor Forterra 8641 (obr. 2.) s následujícími technickými parametry:

- tabulkový jmenovitý výkon motoru: 60 kW při 2200 min⁻¹ (53,4 kW při 2200 min⁻¹ měřeno na vývodovém hřídeli),
- průběh výkonových parametrů měřených na vývodovém hřídeli je na obrázku č. 3,
- tabulkové převýšení točivého momentu 35 % (měřeno 35 %).

Srovnávací měření byla prováděna na dynamometru AW NEB 400 (obr. 4.), který byl připojen přes zadní vývodový hřídel k traktoru. Tento typ dynamometru pracuje na hydraulickém principu a postupně jím byly měřeny oba traktory Case IH JX 90 a Zetor Forterra 8641. Ovládání dynamometru se provádí pomocí řídicího počítače, na kterém je nainstalován ovládací software Win-Dyno. Měření může probíhat v automatickém nebo manuálním režimu. Základní parametry použitého dynamometru AW NEB 400 jsou:

- maximální točivý moment vývodového hřídele: 2850 Nm
- maximální otáčky vývodového hřídele: 3250 1/min
- maximální brzděný výkon: 343 kW
- chyba měření: 2%



Obr. 3. Výkonové parametry traktoru Case IH JX 90 a Zetor Forterra 8641 měřené na vývodovém hřídeli



Obr. 4. Dynamometr AW NEB 400

MĚŘENÍ PODÉLNÉHO ZRYCHLENÍ TRAKTORU - CASE

Metodika měření pomocí GPS spočívá v měření akcelerace traktoru, zpravidla na nejvyšší převodový stupeň, na pevné vozovce z volnoběžných do přeběhových otáček motoru. Během této doby je snímána poloha traktoru pomocí GPS se snímací frekvencí 5 a 20 Hz.

Základní parametry použitých zařízení GPS jsou:

Qstarz

Model: BT-Q1000X
 Frekvence snímání: 5 Hz
 Přesnost – rychlost: 0,1 m/s
 Přesnost – poloha: < 3 m



Dewetron

Model: VGPS - 200C
 Frekvence snímání: 20 Hz
 Přesnost – rychlost: 0,028 m/s
 Přesnost – poloha: < 0,4 m



Z hlediska vyhodnocení výsledků je třeba vyslovit jisté předpoklady důležité pro jejich zpracování. Vzhledem k tomu, že probíhá akcelerace na vozovce, jsou během jízdy překonávány jízdní odpory. Odpor vzduchu lze vzhledem k dosahovaným rychlostem traktoru zanedbat. Odpor valení lze považovat za konstantní v rozsahu celé jízdní rychlosti. Odpor stoupání lze vyloučit vhodnou volbou komunikace (s podélným sklonem menším než 2 %). U mechanických odporů lze také jejich změnu s rychlostí považovat za nevýznamnou a považovat tuto hodnotu jako konstantní. Odpor zrychlení je závislý na velikosti zrychlení a na hmotnosti traktoru. Odpor

setrvačných hmot je dán velikostí zrychlení a celkovou velikostí setrvačných hmot.

Při zmíněných předpokladech a zjednodušeních lze napsat (vztah číslo 1), že výkonové parametry motoru (např. točivý moment) jsou závislé na velikosti podélného zrychlení traktoru a na velikosti odporů, které lze sloučit do jednoho ukazatele *k*.

$$M = k \cdot a \tag{1}$$

M (N.m) točivý moment spalovacího motoru traktoru
k (kg.m) konstanta
a (m.s⁻²) podélné zrychlení traktoru

MĚŘENÍ ZRYCHLENÍ SPALOVACÍHO MOTORU-ZETOR

Při měření zrychlení spalovacího motoru se zjistí uje jeho výkon na základě schopnosti zrychlovat z volnoběžných do přeběhových otáček při stojícím traktoru. Výkonové parametry se neměří přímo, ale přepočítávají se podle vztahů číslo 2 až 5. Motor je zatížen odporem vlastních setrvačných hmot (měření volnou akcelerací) a odporem vlastních setrvačných hmot rozšířených o připojený pracovní stroj (obr. 6)

Nevýhodou těchto metod měření je, že nedojde ke stabilizaci vnitřních teplot motoru (povrchové teploty spalovacích prostorů, plyny v sacím a výfukovém potrubí), z nichž nejdůležitější je teplota výfukových spalin. Pokud nedojde k dostatečnému prohřátí výfukového potrubí, dojde k posunutí maximálního výkonu do nižších otáček a celá křivka výkonu i točivého momentu může být deformována. Ke stabilizaci vnitřních teplot motoru nedojde, protože celé měření trvá pouze několik sekund. Dále se při dynamickém zatížení na rozdíl od statického nemůže měřit spotřeba paliva ani emise motoru. Alternativa k této dynamické metodě je metoda kvazistatická, u které vyhodnocení spotřeby paliva a emisí provádět lze.

Výhodou dynamické metody je rychlost měření, menší nároky na vybavení než u statického měření, nemusí se přivádět ani mařit žádná energie a tato měření se provádějí bez demontáže motoru z místa instalace (vozidlo).

Metoda volné akcelerace spočívá v měření úhlového zrychlení klikového hřídele motoru zatíženého pouze vlastní setrvačnou hmotou. Měření probíhá tak, že se snímají impulsy odpovídající rychlosti otáčení motoru (zapalování, tlakový snímač, indukční snímač, optický snímač apod.) a z nich se poté vypočítá úhlová rychlost a úhlové zrychlení podle vztahů číslo 2 a 3.

Tab. 2 Záloha točivého momentu - Case

Traktor	Tabulková záloha (%)	Měřená záloha dynamometrem (%)	GPS 5 Hz (%)	GPS 20 Hz (%)
Case IH JX 90	37	31,47	31,84	31,84

VÝSLEDKY

Case - podélné zrychlení traktoru

Podle popsané metodiky měření s GPS byl měřen traktor Case IH JX 90. Výsledky traktoru Case jsou uvedeny na obrázku číslo 7. Z něj je patrné, že využití GPS pro stanovení točivého momentu je možné. Velmi příjemné výsledky přináší snímač GPS s frekvencí 5 Hz a 20 Hz. Grafické závislosti jsou vytvořeny v prostředí MS Excel jako polynomičké spojnice trendu.

Měřením dynamometrem na vývodovém hřídeli byla zjištěna záloha točivého momentu traktoru Case 31,47 % (tabulka číslo 2). Zjištěný údaj o záloze točivého momentu z jednotlivých snímačů GPS je pro 5 Hz 31,84 % a pro 20 Hz taktéž 31,84 %.

Problémem při hodnocení záznamu ze zařízení GPS je posunutí, které je závislé na kvalitě tohoto zařízení a které může komplikovat správné odečtení zálohy točivého momentu. Autoři proto doporučují změřit traktor jako nový konkrétním GPS

$$\omega_j = \frac{4 \cdot \pi}{t_j + t_{j+1}} \tag{2}$$

$$\varepsilon_j = 4 \cdot \pi \cdot \frac{1}{t_{j+1}} - \frac{1}{t_j} \tag{3}$$

- ω_j (rad·s⁻¹) střední úhlová rychlost klikového hřídele motoru v rozmezí j-té a j plus první otáčky
- ε_j (rad·s⁻²) úhlové zrychlení klikového hřídele motoru při úhlové rychlosti j
- t_j (s) doba trvání j-té otáčky klikového hřídele motoru
- t_{j+1} (s) doba trvání j plus první otáčky klikového hřídele motoru

Impulsy je možné snímat buď z elektrické výbavy vozidla (primární okruh zapalování, Hallův snímač, výstup na otáčkoměr) nebo je možné použít impulsů snímaných opticky na součásti pevně spojené s klikovým hřídelem (např. řemenice), pomocí externí sondy apod.

Měření začíná nastavením plné dávky paliva, kdy se motor začne rychle rozbíhat od volnoběžných až k maximálním otáčkám. Výpočet točivého momentu a výkonu je podle vztahů číslo 4 a 5.

$$M = I \cdot \varepsilon \tag{4}$$

$$P = M \cdot \omega = I \cdot \varepsilon \cdot \omega \tag{5}$$

- P (W) užitečný výkon motoru na klikovém hřídeli
- M (N·m) točivý moment motoru
- ω (rad·s⁻¹) úhlová rychlost klikového hřídele motoru
- I (kg·m²) moment setrvačnosti pohybujících se hmot motoru redukováných na klikový hřídel
- ε (rad·s⁻²) úhlové zrychlení klikového hřídele motoru

snímačem na konkrétní dráze a za konkrétních podmínek, které lze snadno opakovat a tak stanovit etalon (Pexa et al. 2011). Při jakémkoliv dalším měření, lze pak za obdobných podmínek porovnat průběhy a stanovit jak se aktuální hodnota točivého momentu (zrychlení) odlišuje od etalonu a vyslovit závěr o změně zálohy točivého momentu, která vyplývá především ze změny technického stavu motoru.

Zetor - zrychlení spalovacího motoru

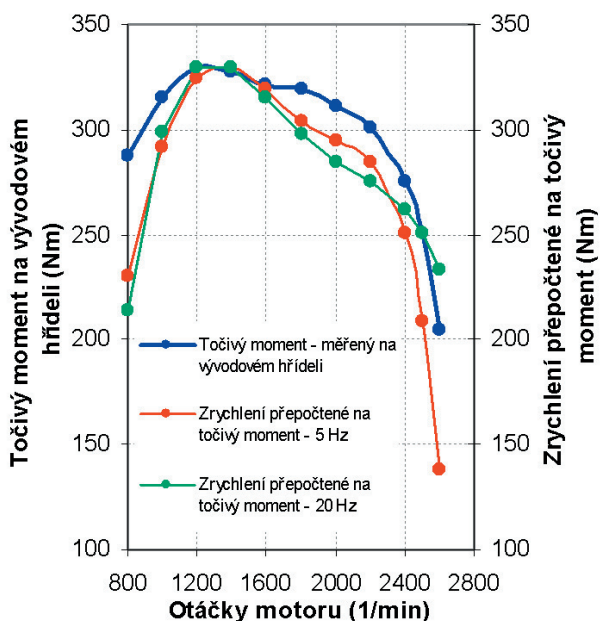
K měření zrychlení spalovacího motoru traktoru, stojícího zabrzděného na místě, sloužilo optické čidlo snímající otáčky řemenice klimatizační jednotky (převodový poměr byl stanoven na základě porovnání otáček motoru měřených piezoelektrickým snímačem na vysokotlaké trubce vstřikování a otáček klimatizační jednotky měřených optickým čidlem). Čas příchodu jednotlivých impulsů byl snímán s přesností na 20 nanosekund. Další zpracování dat

bylo provedeno podle popsané metodiky a vztahů číslo 2 až 5 v ní zmíněných.

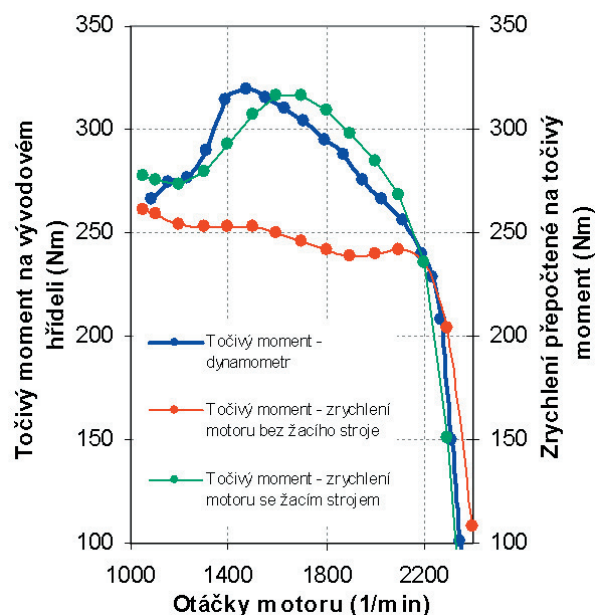
První měření zrychlení spalovacího motoru bylo provedeno se zapojeným vývodovým hřídelem, ale bez zapojeného žacího stroje (moment setrvačnosti pohybujících se hmot redukovaný na klikový hřídel motoru je 1,87 kg•m²), při druhém měření byl tento stroj připojen, čímž došlo ke značnému zvýšení momentu setrvačnosti pohybujících se hmot (moment setrvačnosti pohybujících se hmot žacího stroje redukovaný na klikový hřídel motoru je 6,82 kg•m² a celkový moment setrvačnosti pohybujících se hmot redukovaný na klikový hřídel je 8,69 kg•m²) (obr. 8). Z obrázku číslo 9 je zcela zřejmé, že měření bez žacího stroje (bez přídavného zatížení) nepřináší očekávaný výsledek. To je způsobeno především velkým zpožděním plnicího tlaku turbodmychadla, které

nemá při měření dostatek času, aby vyvodilo požadovaný plnicí tlak. Naproti tomu druhé měření s připojeným žacím strojem prodloužilo čas měření a pozitivně tak ovlivnilo průběh parametrů motoru. Při tomto měření bylo možné dosáhnout požadovaného plnicího tlaku turbodmychadla.

Výsledek je, taktéž jako u traktoru Case, shrnut do tabulky, kde je porovnána záloha točivého momentu motoru. Měřením dynamometrem na vývodovém hřídeli byla zjištěna záloha točivého momentu traktoru Zetor 35,16 % (tabulka číslo 3). Zjištěný údaj o záloze točivého momentu při měření bez připojeného žacího stroje je 7,96 % a při připojeném žacím stroji na vývodovém hřídeli traktoru je 33,45 %. Výsledná hodnota zálohy točivého momentu motoru měřená při připojeném žacím stroji je srovnatelná s hodnotou získanou měřením dynamometrem na vývodovém hřídeli traktoru.



Obr. 7. Výkonové parametry Case IH JX 90 a jejich průměr měřený pomocí GPS



Obr. 8. Zetor Forterra 8641 s připojeným žacím strojem Agrostroj Pelhřimov ZTR-186



Obr. 9. Výkonové parametry Zetor Forterra 8641 a jejich průběh měřený pomocí zrychlení motoru s připojeným a odpojeným žacím strojem

Tab. 3 Záloha točivého momentu - Zetor

Traktor	Tabulková záloha (%)	Měřená záloha dynamometrem (%)	GPS 5 Hz (%)	GPS 20 Hz (%)
Zetor Forterra 8641	35	35,16	7,96	33,45

DISKUSE A ZÁVĚR

Výkonové parametry jsou dobrým diagnostickým signálem pro posouzení technického stavu spalovacího motoru, ale obtížněji se v praxi zjišťují. Zpravidla totiž není k dispozici dynamometr, aby je bylo možné zjistit přímo. Z matematického hlediska jsou točivý moment i výkon motoru přímo úměrné zrychlení. Lze tedy měřit zrychlení a z něj pak odvodit průběh výkonových parametrů a zálohu točivého momentu.

V článku je měřeno podélné zrychlení pomocí zařízení GPS a to se snímá frekvencí 5 a 20 Hz na traktoru Case IH JX 90. Traktor Case měl dynamometrem měřenou zálohu točivého momentu 31,47 % a snímačem GPS s frekvencí 5 i 20 Hz bylo shodně naměřeno 31,84 %. Problémem může být to, že je nutné pro každou GPS individuálně hledat body pro výpočet zálohy točivého momentu a naměřené body správně proložit spojitou funkcí. Z hlediska prokládání by bylo výhodnější nepracovat s frekvencí snímání v Hz, ale frekvenci přizpůsobovat podle jízdní rychlosti a zaznamenávat údaj o poloze po předvolené ujeté dráze nebo ze změny rychlosti.

Autoři příspěvku se domnívají, že pokud bude měřeno zrychlení jakýmkoliv snímačem signálu GPS, když je traktor nový, lze vytvořit etalon, který lze pomocí koeficientu poměrně přesně korigovat na měřenou hodnotu točivého momentu motoru. Za předpokladu stejného koeficientu, stejné jízdní dráhy a podobných klimatických a technických (tlak vzduchu v pneumatikách apod.) podmínek, lze údaj ze zařízení GPS přímo přepočítat na točivý moment a odvodit z něj zálohu točivého momentu či změnu technického stavu motoru.

Zcela analogicky lze vyslovit závěr z dynamického měření zrychlení spalovacího motoru stojícího traktoru při připojení a odpojení žacího stroje, který byl umístěn na zadním tříbodovém závěsu traktoru a spojen s vývodovým hřídelem traktoru. V obou případech lze vytvořit etalonové měření na novém traktoru. Bohužel vliv turbodmychadla je při měření s odpojeným žacím strojem značně omezen a nelze tak objektivně posoudit jeho technický stav. Proto je mnohem vhodnější použít pro vyhodnocení technického stavu spalovacího motoru traktoru měření s připojeným žacím strojem (nebo jakýmkoliv jiným pracovním strojem - čím větší moment setrvačnosti, tím lépe). To dokládá i zaznamenaná záloha točivého momentu motoru, která je v případě měření bez zapojeného žacího stroje 8 %, kdežto v případě připojeného žacího stroje 33,5 % a blíží se tak hodnotě měřené dynamometrem na vývodovém hřídeli traktoru 35 %.

Při sledování vývoje výkonových parametrů v době

provozu lze včas odhalit případnou poruchu a učinit příslušná opatření údržby k jejímu odstranění. Celkově tak lze přispět ke zvýšení ekonomiky a ekologie provozu strojů.

PODĚKOVÁNÍ

Příspěvek je vytvořen s grantovou podporou projektu 31190/1312/3128 (Česká zemědělská univerzita v Praze) – „Vliv biopaliva na úplné charakteristiky motoru“.

Tento příspěvek vznikl v rámci řešení výzkumného programu Ministerstva vnitra VG 20102014020.

LITERATURA

[1] Bauer F., Sedlák P., Šmerda T.: Traktory. Profi Press, Praha, 2006. ISBN 80-86726-15-0
 [2] Hromádko J., Hönic V., Miler P., Hromádko J., Štěrbá P.: Možnost alternativního způsobu měření měrné spotřeby paliva spalovacích motorů. Agritech science, 2009/3, Praha, 2009
 [3] Kadleček, B.: Systém péče o spalovací motory z hlediska vlivu na životní prostředí a ekonomiku provozu - habilitační práce. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, 2003.
 [4] Kadleček B., Pejša L., Pexa M., 2002: Virtual Vehicle - Driving Cycle Application for Measuring Emission and Fuel Consumption on HDVS. Eksploatacja i niezawodność, (4(16)), s. 40 2002
 [5] Kubín, K.: Výzkum metod snižování energetické náročnosti dopravních procesů v zemědělství – teze disertační práce, Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha, 2010.
 [6] Kubín, K., Pexa, M., 2010: Model jízdy traktorové dopravní soupravy - energetické a exploatační ukazatele, Časopis - Agritech Science, Ročník IV, číslo 1, Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha, 2010. ISSN 1802-8942
 [7] Pexa, M., Cindr., M., Kubín, K., Jurča, V.: Measurements of tractor power parameters using GPS , Časopis - Research in Agricultural Engineering, Ročník 57, číslo 1, Czech Academy of Agricultural Sciences, Praha, 2011. ISSN 1212-9151
 [8] Pexa, M., Kubín, K., Cindr., M.: NRSC, ESC A EHK 49 test u Zetoru Forterra 8641, Case IH JX 90 a Fendt Farmer 412 Vario , Časopis - Agritech Science, Ročník IV, číslo 2, Výzkumný ústav zemědělské techniky, Praha, 2010. ISSN 1802-8942
 [9] Pejša, L., Lacina, J., Jurča, V., Kadleček, B.: Technická diagnostika. Česká zemědělská univerzita v Praze, Technická fakulta. Praha, 1995. ISBN 80-213-

[10] SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 97/68/ES ze dne 16. prosince 1997 o sblížení právních předpisů členských států týkajících se opatření proti emisím plyných znečišťujících látek a znečišťujících částic ze spalovacích motorů určených pro nesilniční pojízdné stroje

[11] SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2004/26/ES ze dne 21. dubna 2004, kterou se mění směrnice 97/68/ES o sblížení právních předpisů členských států týkajících se opatření proti emisím plyných znečišťujících látek a znečišťujících částic ze spalovacích motorů určených pro nesilniční pojízdné stroje

[12] SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2000/25/ES ze dne 22. května 2000 o opatřeních proti emisím plyných znečišťujících látek a znečišťujících částic z motorů používaných k pohonu zemědělských a lesnických traktorů, kterou se mění směrnice Rady 74/150/EHS

[13] SMĚRNICE KOMISE 2005/13/ES ze dne 21. února 2005, kterou se mění směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/25/ES týkající se emisí plyných znečišťujících látek a znečišťujících částic z motorů používaných k pohonu zemědělských a lesnických traktorů a kterou se mění příloha I směrnice Evropského parlamentu a Rady 2003/37/ES týkající se schvalování typu zemědělských a lesnických traktorů

ABSTRAKT

Výkon spalovacího motoru je významným diagnostickým signálem popisujícím technický stav motoru. Při naměření určitého výkonu je vhodné zjistit s jakou hospodárností a s jakými vedlejšími důsledky (emise výfukových plynů) bylo tohoto výkonu dosaženo. V článku je popsán způsob stanovení výkonových parametrů (vnější otáčkové charakteristiky) z podélného zrychlení traktoru Case IH JX 90 s využitím GPS (snímací frekvence 5 a 20 Hz) a z úhlového zrychlení samostatného spalovacího motoru traktoru Zetor Forterra 8641 měřeného přímo na klikovém hřídeli motoru. Ke kontrole naměřených údajů byl použit hydraulický dynamometr připojený přes zadní vývodový hřídel traktoru. Znalost technického stavu spalovacího motoru umožňuje kladně působit na ekologii a ekonomiku provozu traktoru.

Klíčová slova: výkonové parametry, statické a dynamické metody měření, dynamometr, GPS

Kontaktní adresa:

*Martin Pexa
Česká zemědělská univerzita v Praze
Technická fakulta, Katedra jakosti a spolehlivosti strojů
Kamýcká 129
Praha 6 – Suchbátka*

Recenzovali: doc. Ing. P. Zemánek, Ph.D., Ing. J. Frydrych