

ZASILANIE GAZOWE SILNIKÓW CIĄGNIKÓW ROLNICZYCH

Streszczenie

W artykule przedstawiono przegląd rozwiązań technicznych gazowych układów zasilania silników ciągników rolniczych opracowanych przez czołowych producentów. W opracowaniu uwzględniono układy jednopaliwowe i dwupaliwowe.

Słowa kluczowe: ciągnik rolniczy, paliwa gazowe, zasilanie gazowe

Poszukiwania nowych rozwiązań układów napędowych ciągników rolniczych zapewniających poprawę eksploatacyjnych wskaźników ekonomicznych i mniejszą emisję składników spalin prowadzone są wielokierunkowo. Jednym z nich jest zastosowanie do zasilania silników paliw gazowych zarówno w postaci ciekłej (LPG), jak i sprężonej (CNG).

W 2011 r. na targach Agritechnica firma Steyr zaprezentowała ciągnik Profi 4135 Natural Power (rys. 1) zbudowany na bazie modelu Profi 6125. Do jego napędu zastosowano czterocyldrowy turbodoładowany silnik FPT Industrial o pojemności skokowej 3000 cm³, mocy 105 kW i maksymalnym momencie obrotowym 542 Nm. Jest to jednostka jednopaliwowa przeznaczona do zasilania sprężonym gazem ziemnym (CNG), a według producenta, szczególnie zalecany jest rafinowany biogaz - paliwo dostępne w gospodarstwach posiadających własne biogazownie. Ciągnik wyposażony jest w dziewięć zbiorników gazu o łącznej pojemności 300 dm³. Zapewniają one pracę ciągnika przez 5 do 7 godzin. Poza zwiększeniem efektywności energetycznej, według producenta, zasilanie silnika gazem ziemnym lub biogazem zamiast olejem napędowym, pozwoliło zmniejszyć emisję cząstek stałych (PM) o 99%, dwutlenku węgla (CO₂) o 25%, a tlenków azotu (NO_x) o 95%. Inny sposób zasilania silnika zastosowano we wcześniej zbudowanym modelu Steyr 6195 CVT. Ciągnik ten wyposażono w dwupaliwowy sześciocyldrowy silnik o pojemności 6600 cm³ i mocy 143 kW. Pracując na mieszance 60% biogazu i 40% oleju napędowego pozwalał zmniejszyć koszt paliwa o około 33%, emisję cząstek stałych (PM) o 19%, CO₂ o 20%, NO_x o 17%, a węglowodorów (HC) o 87% i tlenku węgla (CO) o 97%. Kompozytowe zbiorniki gazu (5 szt.) o pojemności 80 litrów przy ciśnieniu 204 bar (około 64 kg gazu) zapewniały 7-10 godzin pracy ciągnika [3, 4].



Rys. 1. Ciągnik Steyr Profi 4135 Natural Power [4]

Fig. 1. Tractor Steyr Profi 4135 Natural Power [4]

Również w 2011 r. swoją premierę miał ciągnik Valtra T133 HiTech Dual Fuel [6]. Jest to następca testowego czterocyldrowego modelu N101 HiTech Dual Fuel, który zapoczątkował prace firmy Valtra nad zasilaniem gazowym silników ciągników. Model T133 HiTech Dual Fuel napędza dwupaliwowy sześciocyldrowy silnik ZS Sisu Power o mocy 104 kW i maksymalnym momencie obrotowym 580 Nm. Przeznaczony jest on do zasilania biogazem i olejem napędowym. Jest to pierwszy ciągnik, w którego silniku zastosowano zasilanie biogazem i technologię selektywnej redukcji katalitycznej (SCR). Gaz wtryskiwany jest do kolektora dolotowego (rys. 2), a spalanie inicjuje wtrysk do cylindra niewielkiej ilości oleju napędowego. Podczas uruchamiania silnika do cylindrów wtryskiwany jest tylko ON. W trybie zasilania biogazem około 83% mocy wytwarzanej jest przez biogaz, a 17% przez olej napędowy lub biodiesel. W modelu N111 HiTech proporcja ta wynosiła 75/25. Silnik w trybie zasilania olejem napędowym pracuje jak tradycyjny silnik ZS [6].



Rys. 2. Silnik Sisu Power 4.4 ciągnika Valtra T133 HiTech Dual Fuel [6]

Fig. 2. Sisu Power 4.4 litre engine of tractor Valtra T133 HiTech Dual Fuel tractor [6]

Silnik dwupaliwowy, według producenta, cechuje się większą elastycznością od silników zasilanych samym gazem. Do uzyskania normy czystości spalin Stage IIIB wykorzystano technologię selektywnej redukcji katalitycznej (SCR). Ciągnik posiada zbiorniki gazu o pojemności 170 dm³ (przy ciśnieniu 20 MPa) wystarczające na 3 do 5 godzin pracy. Zbiorniki oleju napędowego mieszczą 165 dm³, a AdBlue 27 dm³. Według producenta koszt paliwa przy zasilaniu ciągnika mieszaniną biogaz-ON jest o 10 do 40% mniejszy niż przy zasilaniu ON [6].

Kolejnym krokiem firmy Valtra na drodze rozwoju gazowych silników ciągników było rozpoczęcie w 2014 r.

limitowanej produkcji seryjnej dwupaliwowych modeli N103.4 (rys. 3), N113, N123. Silniki w nowych modelach wyposażone są w wiele nowych lub udoskonalonych rozwiązań uwzględniających potrzeby użytkowników (rys. 4). Skład mieszaniny biogazu i ON spalanej w najnowszych silnikach ustalany jest dynamicznie w zależności od warunków użytkowania. W trudnych warunkach jazdy udział biogazu może wynosić nawet 90%. Dużo wysiłku włożono w ograniczenie emisji składników spalin, a w szczególności tlenków azotu, cząstek stałych i metanu. Aby ograniczyć emisję niespalonego metanu opracowano inteligentne systemy sterowania silnikiem oraz nowe rodzaje katalizatorów. Trzy zbiorniki kompozytowe o łącznej pojemności 192 dm³ (odpowiednik 35 l oleju napędowego) umieszczono poniżej poziomu podłogi kabiny. Maksymalne ciśnienie sprężonego gazu wynosi 200 bar. Taka ilość gazu umożliwia pracę ciągnika przez około 4 godziny [3].



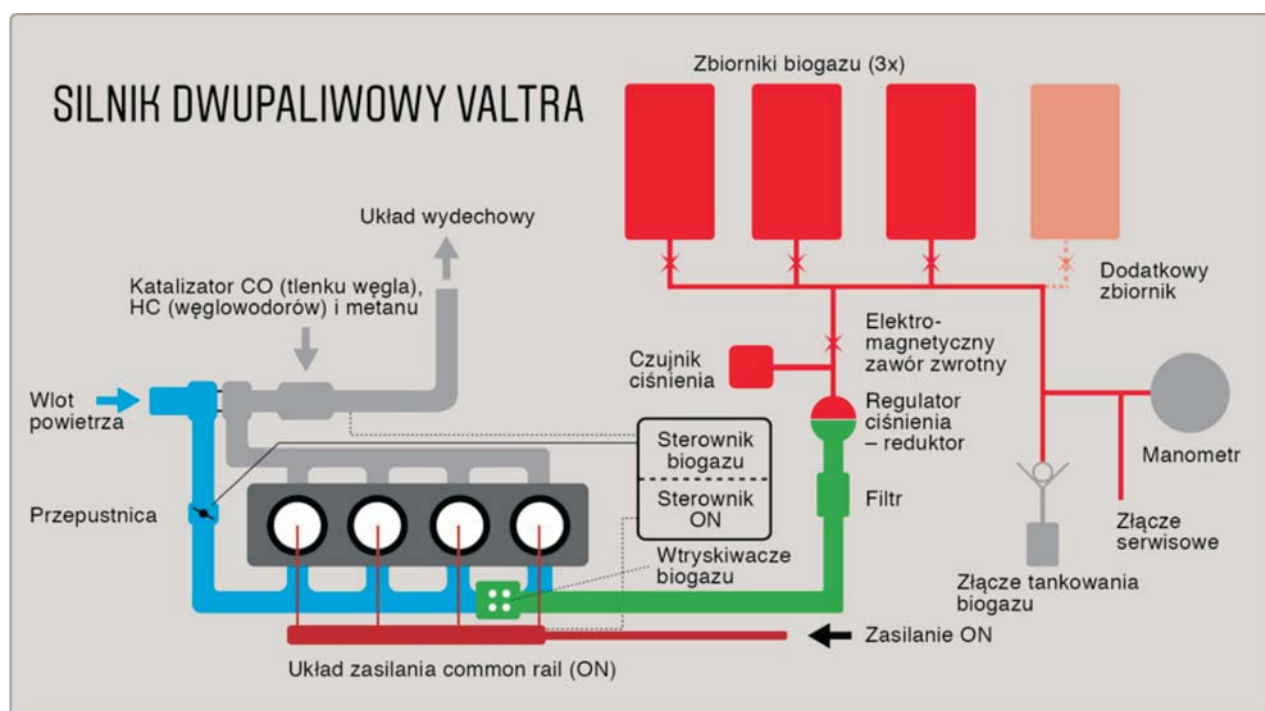
Rys. 3. Ciągnik Valtra N103.4 HiTech Dual Fuel [6]
Fig. 3. Tractor Valtra N103.4 HiTech Dual Fuel [6]

Na targach Agritechnika 2015 firma New Holland przedstawiła prototyp ciągnika T6.140 Metan Power. Wyposażony jest on w jednopaliwowy, czterocyldrowy silnik FPT Industrial o pojemności 3000 cm³, maksymalnej mocy 100 kW i maksymalnym momencie obrotowym 620 Nm. Sprężony metan (około 50 kg) tankowany jest do dziewięciu zintegrowanych z ciągnikiem zbiorników. Taka ilość gazu zapewnia około pół dnia pracy ciągnika. Pomocniczy zbiornik paliwa ma pojemność 15 l. Układ oczyszczania spalin wyposażony jest w katalizator i zapewnia spełnienie normy Tier 4B bez stosowania dodatkowych układów. Według producenta emisja spalin przy zasilaniu metanem jest o 80% mniejsza niż w przypadku ON, a koszt paliwa mniejszy o 25 do 40% [6].



Rys. 5. Ciągnik New Holland T6.140 Metan Power [6]
Fig. 5. Tractor New Holland T6.140 Metan Power [6]

W 2015 r. odbyła się prezentacja prototypu ciągnika Deutz-Fahr 5120C (rys. 6) z jednopaliwowym silnikiem zasilanym sprężonym gazem ziemnym (CNG) lub biometanem. Projekt realizowany był przez firmę Deutz AG i Uniwersytet w Rostocku. Do modyfikacji na zapłon iskrowy wybrano czterocyldrowy silnik ZS Deutz TCD 3.6. Przy pojemności 3600 cm³ uzyskuje on moc 90 kW i maksymalny moment obrotowy 480 Nm. Łączna pojemność siedmiu zbiorników sprężonego gazu wynosi 236 dm³ z możliwością powiększenia



Rys. 4. Układ zasilania Dual Fuel ciągników Valtra N103.4, N113, N123 [6]
Fig. 4. Injection system Dual Fuel of Valtra N103.4, N113, N123 tractors [6]

do 316 dm³. Ilość ta równoważna jest około 77 litrom oleju napędowego. Przy zasilaniu silnika biometanem uzyskano znaczną redukcję emisji cząstek stałych, tlenków azotu (NO_x) o 90%, a dwutlenku węgla (CO₂) o 10 do 14% (przy zasilaniu gazem ziemnym nawet o 24%). Ciągnik, mimo że nie posiada specjalnych systemów oczyszczania gazów wylotowych jest przygotowany do spełnienia najnowszych norm czystości spalin [2, 6].



Rys. 6. Ciągnik Deutz-Fahr 5120C zasilany biometanem [2]
Fig. 6. Tractor Deutz-Fahr 5120C powered by biogas [2]

W Polsce nad zasilaniem gazowym ciągników prace prowadził Ursus przystosowując model 4512 w dwóch wersjach, do zasilania sprężonym gazem ziemnym (CNG) i propanem-butanem (LPG). W wersji drugiej zastosowano zapłon iskrowy firmy NGV Autogaz. Do zasilania CNG przystosowano również dwa ciągniki Ursus 2812 [1].

Firma Pronar opracowała układ dwupaliwowy (LPG i ON) do modelu 5236. Ciągnik ten napędza silnik FPT Industrial o mocy 71 kW i maksymalnym momencie obrotowym 398 Nm. Spełnia on normę czystości spalin Stage IIIA. Wyposażony jest on w instalację gazową firmy Stag z wtryskiwaczami gazu

umieszczonymi w kolektorze dolotowym. Instalacja gazowa uruchamia się automatycznie po osiągnięciu przez reduktor temperatury około 30°C. Według informacji producenta koszt paliwa, przy zasilaniu mieszaniną LPG+ON, jest o 10-30% mniejszy niż przy zasilaniu olejem napędowym [5].

Wszystkie przedstawione powyżej rozwiązania umożliwiają, poza zmniejszeniem emisji niepożądanych składników spalin, wykorzystanie najtańszych, dostępnych lokalnie paliw, a w szczególności wytwarzanego coraz częściej na wielu fermach biometanu. Pozwoli to na zapewnienie pewnej samowystarczalności energetycznej gospodarstwa, a ponadto na zmniejszenie kosztów pracy ciągników; pozwoli także na zagospodarowanie w większym stopniu organicznych odpadów produkcyjnych.

Niestety, upowszechnienie i wdrożenie na szerszą skalę, przez producentów ciągników rolniczych, technologii zasilania gazowego silników hamuje brak przepisów homologacyjnych, umożliwiających użytkowanie ciągników na drogach publicznych.

Bibliografia

1. Cieślowski B., Knapik P. 2007. „Adaptacja konstrukcyjna ciągnika rolniczego C-385 do zasilania CNG”. *Inżynieria Rolnicza* 9 (97).
2. Deutz world No 3/2015. http://www.deutz.com/file/ae23f586357671ac01362ed359147419.en.0/deutzworld_3_2015_en_web.pdf.
3. <http://www.farmer.pl/technika-rolnicza/maszyny-rolnicze/steyr-jedzie-na-gazie,34751.html>.
4. <http://www.ngvglobal.com/blog/steyr-presents-dedicated-natural-gas-tractor-1130>.
5. Juchimuk D. 2012. „Ochrona środowiska. Ciągnik z instalacją LPG”. *Kwartalnik Pronar* 3 (22).
6. Materiały firmowe: Valtra, New Holland, Deutz AG.
7. Szularz G.: Deutz-Fahr prezentuje ciągnik zasilany metanem gotowy na normę Stage 5. <http://www.farmer.pl/technika-rolnicza/aktualnosci/deutz-fahr-prezentuje-ciagnik-zasilany-metanem-gotowy-na-norme-stage-5,60893.html>.

GAS SUPPLY OF AGRICULTURAL TRACTOR ENGINES

Summary

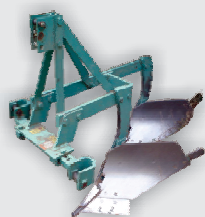
This paper presents an overview of the technical solutions of gas supply systems of agricultural tractor engines developed by leading manufacturers. The study includes mono-and bi-fuel systems.

Key words: agricultural tractor, gaseous fuels, gaseous fuel feed

W marcu mija kolejna rocznica śmierci wybitnego naukowca prof. dr. hab. inż. Jana Bogdanowicza (1925-1997). Był on wieloletnim dyrektorem Instytutu Mechanizacji Rolnictwa Akademii Rolniczej we Wrocławiu, a także wieloletnim członkiem Rady Naukowej Przemysłowego Instytutu Maszyn Rolniczych w Poznaniu. Był wymagający. Słynął z przestrzegania dyscypliny, ale był też człowiekiem życzliwym. Wielokrotnie troszczył się o prawidłowy rozwój młodej kadry naukowej. Wyrazem tego jest m.in. krótki wiersz Józefa Dionizego Minasowicza (1792-1849) bardzo często cytowany przez Profesora, jakże znamienny w dzisiejszych czasach. Jak stwierdził jeden z jego wychowanków „... wiele osób powinno brać do serca przesłanie, jakie niesie w sobie kilka wersów”.

Zbyszek Zbytek

Dwa pługi



*Nad wieczorem pod szopą
zeszły się dwa pługi;
jeden w niej dawno leżał,
z pola wrócił drugi.
Toż samo w nich żelazo,
ten sam majster-kowal,
pordzewiał ten, co leżał;
jaśniał - co pracował.*

