

DUBOWSKI Adam P.^{1,2}, ZIENOWICZ Zbigniew³, ZEMBROWSKI Krzysztof², WEYMANN Sylwester²,
KARBOWSKI Radosław², RAKOWICZ Aleksander², WOJNİŁOWICZ Łukasz², SPYCHAŁA Wojciech²

Przedprototyp badawczy pływającego pojazdu gąsienicowego

*przedprototyp, pływający, pojazd, gąsienicowy,
transport, teren, wodno-błotny, cięcie, trawy,
trzciny, badania, środowisko, naturalne*

Streszczenie

W ramach Projektu Rozwojowego WND-POIG.01.03.01-00-164/09 opracowano wstępne założenia techniczne i zbudowano przedprototyp badawczy pływającego pojazdu gąsienicowego przeznaczonego do pracy na terenach wodno-błotnych. Nowy pojazd badawczy wyposażony w kilka narzędzi zaprojektowanych do cięcia traw i trzciny, a jego gąsienicowy system transportowy będzie testowany pod kątem ewentualnej dewastacji terenu przez transportowy system gąsienic gumowych. W oparciu o wnioski z przeprowadzonych badań i testów terenowych zostanie zaprojektowany i zbudowany nowy prototypowy zestaw pojazdów przeznaczonych do prowadzenia zabiegów ochronnych na terenach wodno-błotnych, zwłaszcza terenach Parków Narodowych i obszarów Natura 2000.

PREPROTOTYPE OF AMPHIBIAN TYPE VEHICLE WITH RUBBER TRACKS

Abstract

In the framework of R&D project WND-POIG.01.03.01-00-164/09 were prepared preliminary technical assumptions and was build research preprototype of amphibian type vehicle with rubber tracks. Preprototype of track vehicle is designed for work in wetlands. New research vehicle equipped with few tools for cutting grass, reeds will be mainly tested in aspect of potential terrain devastation by its rubber tracks transportation system. Based on conclusions delivered from preliminary research and yard tests new prototype of vehicles unit for wetlands conservation and protection will be designed, especially on terrains of National Parks and Natura 2000.

1. WSTĘP

W ramach Projektu Rozwojowego WND-POIG.01.03.01-00-164/09 [1] opracowano wstępną koncepcję i zbudowano przedprototyp pływającego pojazdu gąsienicowego dla potrzeb przeprowadzenia wstępnych badań i testów terenowych. Przedprototyp stanowi uproszczoną wersję pojazdu transportowego z dwoma zespołami gąsienicowymi, gdyż przewidziany jest do sprawdzenia w krótkotrwałych laboratoryjnych i terenowych próbach prawidłowości działania jego podzespołów, napędu jezdnego, sztywności i szczelności kadłuba oraz sprawdzenia oddziaływania gąsienic pojazdu transportowego na wierzchnią warstwę terenu. W kolejnej fazie projektu powstanie zespół pojazdów z nowymi napędami gąsienicowymi, który będzie składał się z pojazdu bazowego wyposażonego w maszyny i narzędzia do prowadzenia zabiegów ochronnych oraz sprzęgniętego z pojazdem bazowym – modułem transportowym.

Jest to o tyle ważne zagadnienie, że używane przez rolników ratraki umożliwiają poruszanie się po grząskim i podmokłym terenie, jednak zwłaszcza podczas wykonywania skrętów i zawracania ich gąsienice powodują duże zniszczenia warstwy wierzchniej. Stąd też pojawiają się coraz częściej głosy krytyczne naukowców i osób odpowiedzialnych za ochronę środowiska naturalnego, które dostrzegają pilną potrzebę wydania dla ratraków zakazu prowadzenia zabiegów koszenia traw i trzciny na terenach chronionych parków narodowych i obszarów Natura 2000. Pojazdy te nie dość, że dewastują mechanicznie chronione tereny to w dodatku częste ich awarie, zwłaszcza układu hydraulicznego powodują zanieczyszczenie gruntu substancjami olejowymi. Nikt nie usuwa w sposób profesjonalny takich zanieczyszczeń, które mogą skażać środowisko naturalne, zwłaszcza wodno-błotne tereny gniazdowania rzadkich gatunków ptaków i zamiast do ich ochrony mogą przyczynić się do ich wyginięcia.

2. PRZEDPROTOTYP POJAZDU TRANSPORTOWEGO

2.1 Wymagania techniczne dla przedprototypu pojazdu transportowego

W Zespole ds. Energetyki i Dynamiki Maszyn Rolniczych Przemysłowego Instytutu Maszyn Rolniczych w Poznaniu zostały określone wstępne wymagania techniczne dla przedprototypu pojazdu (modułu) transportowego - jako informację dla firm, które zechcą podjąć się sporządzenia uproszczonej dokumentacji i zbudowania rzeczywistego modelu pojazdu badawczego.

²Przemysłowy Instytut Maszyn Rolniczych, 60-963 Poznań, ul. Starołęcka 31 ;

² Tel: +48 61 871-22-22, Fax: +48 61 879-32-62 ,

¹ Tel: +48 61 871-22-30, + 48 604-485-516 , E-mail: dubowski@pimr.poznan.pl

³Hydromega , Gdynia

Zgodnie z tymi założeniami przedprototyp pojazdu transportowego powinien posiadać zdolność pokonywania przeszkód wodnych, obszarów wodno błotnych i łąk o charakterze zmiennie wodnym. Minimalny prześwit wzdłużny powinien wynosić 400 mm. Maksymalna szerokość transportowa pojazdu nie powinna przekraczać 2800 mm, natomiast długość winna wynikać z nacisków jednostkowych (długości gaśienicy), nie powinna jednak być większa niż 3500 mm.

Kadłub przedprototypu powinien być konstrukcją wykonaną z materiałów cechujących się odpowiednią wytrzymałością przy małej masie (stopy aluminium, kompozyty, i inne). Pojazd powinien posiadać odpowiednią trwałość i sztywność kadłuba podczas przejazdów z ładunkiem w zróżnicowanym terenie; jego wymiary i masa powinny umożliwić zamontowanie urządzeń specjalistycznych (żurawik, manipulator). Silnik spalinowy ZS o mocy nie mniejszej niż 95 kW powinien m.in. służyć do napędu pompy (zespołu pomp) hydraulicznej. Silnik hydrauliczny, o mocy nie mniej niż 25 kW powinien zapewnić napęd dla układu bieżnego i przyłączanych modułów urządzeń roboczych. Hydrauliczny układ zasilania urządzeń roboczych powinien zapewnić ciśnienie robocze nie mniejsze niż 20 MPa, przy natężeniu przepływu 90-100 l/min.

Układ bieżny powinien być zbudowany z gaśienic modułowych napędzanych silnikami hydrostatycznymi i umożliwiać poruszanie się pojazdu w terenie bagienno-błotnym z roboczą prędkością 4-6 km/h, oraz w środowisku wodnym z prędkością nie mniejszą niż 4 km/h. Naciski jednostkowe gaśienic na podłoże nie powinny przekraczać wartości 5,7 kN/m². Układ aktywnego skrętu powinien zapewnić wykonanie skrętu za pomocą płynnego różnicowania prędkości gaśienic, a sterowanie winno być prowadzone w sposób automatyczny (z pulpitu sterującego).

W pojeździe należy zamontować dodatkowo system samo - ewakuacji na bazie profesjonalnej wyciągarki o minimalnej sile uciągu 3,5 t. System ten powinien umożliwić ewakuację z terenu w przypadku awarii pojazdu. Pojazd powinien być także wyposażony w odpowiednią pompę zenzową do wypompowywania wody z wnętrza kadłuba, która za pomocą czujnika pojemnościowego powinna być automatycznie włączana.

2.2 Model rzeczywisty przedprototypu pojazdu transportowego

W oparciu o wstępne wymagania techniczne opracowane w PIMR firma Hydromega z Gdyni [2] przystąpiła do opracowania uproszczonej dokumentacji i zbudowania przedprototypu badawczego małego pływającego pojazdu gaśienicowego. W trakcie rozmów stwierdzono celowość zamontowania w pojeździe transportowym uproszczonego trzypunktowego układu zawieszenia dla opracowanych w PIMR konstrukcji lekkich kosiarek. Pojazd dostarczono do PIMR pod koniec trzeciego kwartału 2011 roku. (rys. 1-3). Sterowanie pojazdem odbywa się przy użyciu przenośnego pulpitu sterowniczego, który za pomocą kilkumetrowej długości przewodu elektrycznego przesyła sygnały do sterowników umieszczonych w kadłubie pojazdu. Dla ułatwienia obsługi panel sterujący posiada specjalnie zaprojektowany system pasów, który po założeniu przez kierowcę na ramionach i biodrach stanowi rodzaj nosidła – z jednej strony umożliwiającego swobodne zawieszenie panelu na barku kierowcy, a z drugiej daje możliwość sterowania różnymi dźwigniami i pokrętkami przy użyciu obu rąk. Pojazd w przedniej części posiada plastikowy fotel mocowany od spodu do odchylanej pokrywy, dzięki takiemu rozwiązaniu kierowca może sterować pojazdem zarówno stojąc z jego boku jak i po odchyleniu pokrywy do tyłu ma możliwość siedzenia w fotelu i sterowania pojazdem np. przy pokonywaniu wodnych akwenów.



Rys. 1. Przedprototyp gaśienicowego pojazdu badawczego w widoku z boku, na nadwoziu zamocowano pasami agregat hydrauliczny do napędu maszyn i narzędzi wypożyczony na czas prowadzenia prób przez firmę Hydromega



Rys. 2. Przedprototyp badawczego pojazdu gasienicowego - w widoku z przodu z zamontowanym rozdrabniaczem wirnikowym zamontowanym na trzypunktowym układzie zawieszenia narzędzi, wciągarka elektryczna służy do ustalania wysokości położenia narzędzia względem podłoża

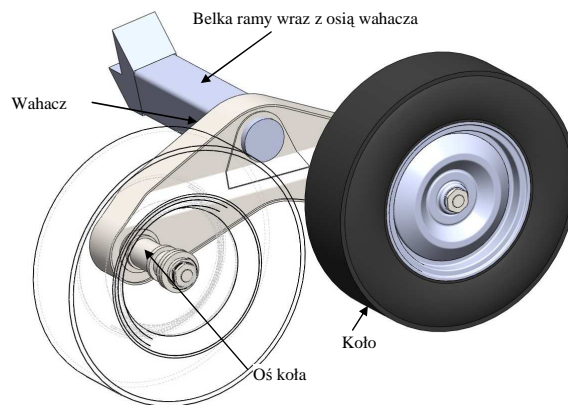


Rys. 3. Przedprototyp gasienicowego pojazdu badawczego w widoku z tyłu, mały agregat prądowórczy służy do zasilania aparatury kontrolno-pomiarowej, za nim widoczny agregat hydrauliczny Hydromega, w lewym górnym narożniku nadwozia widoczny otwór odpływu wody z pompy zęzowej

W gasienicowy module transportowym zespoły gasienicowe zamontowano do ramy głównej, która z zabudowanym na niej nadwoziem tworzy szczelną konstrukcję zapewniającą odpowiednią wyporność pojazdu podczas pływania. Kratownicę ramy głównej wykonano ze stali S235JR, natomiast nadwozie wykonane jest z płyt aluminiowych EN Aw-5754 (wg. PN Pa11) o grubości 5 mm. Masa ramy wynosi około 400 kg, nadwozia około 335 kg. Do ramy głównej zamontowano trzy zespolone pompy hydrauliczne firmy Parker [3] o łącznym zapotrzebowaniu mocy 41,2 kW, przy maksymalnym ciśnieniu i prędkości obrotowej silnika $n=1500$ obr/min. Do napędu gasienic zastosowano dwa silniki hydrauliczne wielotłoczkowe firmy Parker, które są połączone z przekładnią planetarną produkcji firmy Hydromega.

Osie wahaczy układu bieżnego (rys. 4) – zespołu kół biernych, po których przetacza się gasienica, przyspawane są do ramy głównej pojazdu bazowego. Masa jednego wahacza wynosi 35 kg, natomiast masa koła zamontowanego w gasienicy wynosi 12 kg. Każdy z zespołów gasienicowych ma szerokość 1100 mm i przylega do podłoża na długości 3800 mm. Łączna powierzchnia przylegania gasienic do płaskiego podłoża wynosi $83\,600\text{ cm}^2$. Każda gasienica składa się z trzech pasów gumowych zespolonych ze sobą za pomocą ostróg. Pasy gumowe wykonane są z tworzywa na bazie

kauczuku (guma odporna na ścieranie i rozrywanie) z zatopionymi trzema przekładkami poliamidowo-poliestrowe, które nadają odpowiednią wytrzymałość. Minimalna wytrzymałość na rozrywanie na jednostkę szerokości pasa wynosi 630N/mm. Natomiast masa 1 mb pasa gumowego (szerokość 300 mm, grubość 10 mm) wynosi 3,6 kg.



Rys. 4. Zespół wahacza wraz z kompletem kół

Masa pojazdu gaśnicowego wraz z agregatem zasilającym wynosi 4300 kg. Gabaryty przedprototypu pojazdu transportowego: długość 4300 mm, szerokość 3000 mm, wysokość 1400 mm, przy czym długość i szerokość nieco odbiegają od wstępnie zakładanej wielkości w wytycznych technicznych. Zmiana ta spowodowana była potrzebą odpowiedniej przestrzeni niezbędnej do zabudowy podzespołów napędowych w ramie głównej pojazdu.

Moc silnika Andoria ADCR zastosowanego do napędu układu hydrostatycznego narzędzi roboczych oraz przekładni hydrostatycznych układu bieżnego wynosi 85 kW przy 3700 obr/min. Agregat hydrauliczny, firmy Hydromega, zastosowany w pojeździe bazuje na silniku Andoria 4CT90-1ME A1603 o mocy 63,5 kW przy 4000 obr/min. Masa agregatu wraz z elementami hydraulicznymi i oprzyrządowaniem silnika to około 600 kg.

Gotowy do jazdy pojazd charakteryzuje się jednostkowymi naciskami na podłoże, na poziomie $0,051 \text{ kg}\cdot\text{cm}^{-2}$, a wraz z narzędziem lub maszyną - naciski te wzrastają do poziomu $0,057 \text{ kg}\cdot\text{cm}^{-2}$.

2.3 Wstępne badania terenowe przedprototypu badawczego pojazdu gaśnicowego

W celu przewiezienia przedprototypu pojazdu badawczego trzeba było wynająć specjalną przyczepę niskopodłogową, na którą oprócz pojazdu, na którym zamontowany był rozdrabniacz wirnikowy, załadowano także moduł kosiarki czołowej z nagarniaczem ślimakowym (rys. 5).



Rys. 5. Przedprototyp pojazdu badawczego z narzędziami na niskopodwoziowej naczepie

Po rozładowaniu osprzętu z naczepy i zjechaniu pojazdem badawczym - na rozdrabniaczu zamontowano moduł kosiarki czołowej i przystąpiono to wstępnych prób terenowych (rys. 6) nad rzeką Samicą Kierską stanowiącą obszar Natura 2000 [4]. W trakcie przejazdów i manewrów pojazdu -zwracano uwagę na ślady gaśienic pozostawiane w terenie oraz na funkcjonalność i bezpieczeństwo pracy samego pojazdu jak i zamontowanych na nim narzędzi.

Zaproponowany układ napędu miał umożliwiać dokonywanie zmian kierunku przy użyciu różnej prędkości poruszania się obu gaśienic tak by nie powielać rozwiązań napędu stosowanych w ratrakach tj. dokonywania zakrętu przy pracującej tylko jednej gaśienicy. Próby nie przebiegły zgodnie z oczekiwaniami, różnice w wielkości strumieni służących do napędu każdej z gaśienic były zbyt duże i w praktyce pokonywanie zakrętu powodowało znaczną destrukcję podłoża. Stwierdzono

konieczność opracowania nowej wersji sterowania napędem, by dokonywanie zakrętów nie powodowało nadmiernych uszkodzeń wierzchniej warstwy gruntu. Również sposób napięcia gaśienic wymaga przekonstruowania i zmiany zakresu regulacji, bowiem przy większych oporach gruntu, na garbach i w jeździe pod górę wieńce kół napędowych kilkakrotnie przeskakiwały pod ostrogami, niemniej przy spokojnej jeździe - pojazd mógł bez większych trudności pokonać napotkane przeszkody.



Rys. 6. Przedprototyp pojazdu badawczego w trakcie przejazdów terenowych

Próby terenowe z narzędziami pozwoliły ocenić ich prawidłowość i bezpieczeństwo pracy oraz funkcjonalność przyjętych rozwiązań. Próby cięcia traw (rys. 7) wykazały np. konieczność wprowadzenia modyfikacji nagarniacza ślimakowego w kosiarce czołowej oraz potrzebę opracowania nowego układu sprzęgania zawieszanych narzędzi i maszyn.



Rys. 7. Przedprototyp pojazdu badawczego w trakcie prób koszenia

W trakcie prowadzonych badań stwierdzono także potrzebę poprawy rozmieszczenia, łatwości obsługi i funkcjonalności przycisków oraz dźwigni na pulpicie sterowniczym - tak by np. przy użyciu jednej dźwigni móc kontrolować ruch obu gaśienic. Należy jednak stwierdzić, że sterowanie pojazdu - czy to z siedzenia kierowcy, czy też poza pojazdem - nie stwarzało większych problemów, manewrowanie odbywało się płynnie, podobnie - wjazd pojazdu na niskopodłogowa naczepę nie sprawiał żadnych trudności.

3. WNIOSKI

1. Opracowana konstrukcja przedprototypu pojazdu badawczego pozwala na skuteczną i efektywną weryfikację prawidłowości przyjętych rozwiązań konstrukcyjnych, zwłaszcza zespołu napędu gąsienicowego jak i możliwości zabudowy osprzętu, narzędzi i maszyn na podobnego typu pojeździe.
2. W zespołach gąsienicowych przedprototypu należy zwiększyć zakres regulacji naciągu gąsienic, należy również zmienić sposób sterowania pracą zespołów gąsienicowych, by podczas zawracania czy też pokonywania zakrętów warstwa wierzchnia terenu nie ulegała zniszczeniu.
3. Prototypowy zestaw pojazdów powinien być wyposażony w nową wersję zespołów gąsienicowych, być może o budowie modułowej - by możliwie ograniczyć niekorzystne oddziaływanie gąsienic podczas poruszania się zestawu pojazdów po objętych ochroną środowiska naturalnego terenach parków narodowych czy też obszarów Natura 2000.
4. W projektowanym pojeździe bazowym należy zaprojektować łatwiejszy sposób sprzęgania narzędzi i zawieszanych maszyn oraz ulepszyć proces sterowania ich pracą w trudnym terenie wodno-błotnym.

4. BIBLIOGRAFIA

- [1] **Projektu Rozwojowego WND-POIG.01.03.01-00-164/09** pt.: *Zintegrowana technologia ochrony obszarów wodno – błotnych przed sukcesją roślinności powodującej degradację środowiska przyrodniczego*. Zleceniodawca projektu: **Ośrodek Przetwarzania Informacji, Warszawa**
- [2] **Hydromega Sp. z o.o.** - <http://www.hydromega.pl/>
- [3] **Parker** – <http://www.parker.com>
- [4] **Natura 2000** - <http://www.natura.org/>