

UKŁADY CENTRALNEGO POMPOWANIA KÓŁ CIĄGNIKÓW I MASZYN ROLNICZYCH

Streszczenie

Ochrona gleby przed ugniataniem i zmienne wartości nacisków jednostkowych opon podczas przejazdu kołowych pojazdów rolniczych w zróżnicowanym terenie wymagają rozwiązań godzących rozwiązania techniczne z potrzebami agrotechnicznymi, czy szerzej przyrodniczymi. W artykule przedstawiono przegląd rozwiązań układów centralnego pompowania kół stosowanych w pojazdach rolniczych i kierunki ich rozwoju.

Słowa kluczowe: pojazdy rolnicze, układy centralnego pompowania kół, CPK, tendencje rozwojowe

Zróżnicowane warunki terenowe (drogi utwardzone i polne, użytki rolne), w jakich pracują kołowe pojazdy rolnicze wymuszają konieczność poszukiwania rozwiązań zapewniających możliwie najlepsze parametry trakcyjne opon, przy zapewnieniu poprawnej ich trwałości. Jedną z dróg umożliwiających osiągnięcie tak zdefiniowanego celu jest dostosowanie ciśnienia powietrza w ogumieniu do warunków jazdy.

Podczas przejazdu po drogach utwardzonych wymagane jest zagwarantowanie bezpieczeństwa ruchu i możliwie dużej prędkości transportowej - stąd konieczność zapewnienia niewielkich oporów toczenia wiążących się ze stosunkowo dużymi ciśnieniami powietrza w ogumieniu (mała powierzchnia styku opony z podłożem). Z kolei podczas prac na użytkach rolnych, często o małej nośności, wymagana jest duża siła uciągu, a jednocześnie ważna pod względem agrotechnicznym jest ochrona warstwy wierzchniej gleby. Uwarunkowana jest ona zapewnieniem niewielkich nacisków jednostkowych układu jezdnych maszyny na grunt. Zadania powyższe wykonane powinny być ekonomicznie, przy najmniejszym zużyciu paliwa i opon. Naciski jednostkowe układów jezdnych na podłoże zmieniają się również podczas realizacji zabiegów agrotechnicznych maszynami o zmieniającej się podczas pracy masie całkowitej (cysterny asenizacyjne, roztrzaskacze obornika, opryskiwacze). Dostosowanie parametrów opon do tak zmiennych warunków możliwe jest, między innymi, przez różnicowanie ciśnienia powietrza w ogumieniu (rys. 1). Jednym ze sposobów osiągnięcia tego celu jest zastosowanie układu centralnego pompowania opon układów jezdnych ciągników, przyczep i przyczepianych maszyn rolniczych. Przez zastosowanie takiego rozwiązania uzyskuje się ponadto zmniejszenie zużycia paliwa, zużycia opon, ugniatania gleby, oporów toczenia i poślizgów kół, zwiększenie wydajności agregatu i w konsekwencji zmniejszenie kosztów wykonania zabiegu agrotechnicznego.



Rys. 1. Powierzchnia kontaktu opony radialnej z gruntem w zależności od ciśnienia powietrza w ogumieniu [2]

Fig. 1. Footprint of the radial tire depending on the air pressure [2]

Układy centralnego pompowania kół (CPK) były dotychczas najczęściej stosowane w pojazdach specjalnego przeznaczenia (wojskowych, budowlanych, sportowych). Od około 1990 r. zapoczątkowano prace nad zastosowaniem układów CPK w pojazdach rolniczych. W układy takie zaczęto wyposażać ciągniki oraz samobieżne i przyczepiane maszyny rolnicze.

Ze względu na sposób obsługi, stosowane obecnie w rolnictwie układy CPK, można podzielić na:

- półautomatyczne,
- automatyczne.

Układy półautomatyczne występują jako przyłączone do kół na postoju oraz stałe z zaworem (przy każdym z kół) ręcznie otwieranym (podczas postoju) na czas korekty ciśnienia (rys. 2).



Rys. 2. Przyłączony do kół na postoju półautomatyczny układ CPK zamontowany na ciągniku rolniczym [2]

Fig. 2. Tractor equipped with semi-automatic central tire inflation systems (CTIS) [2]

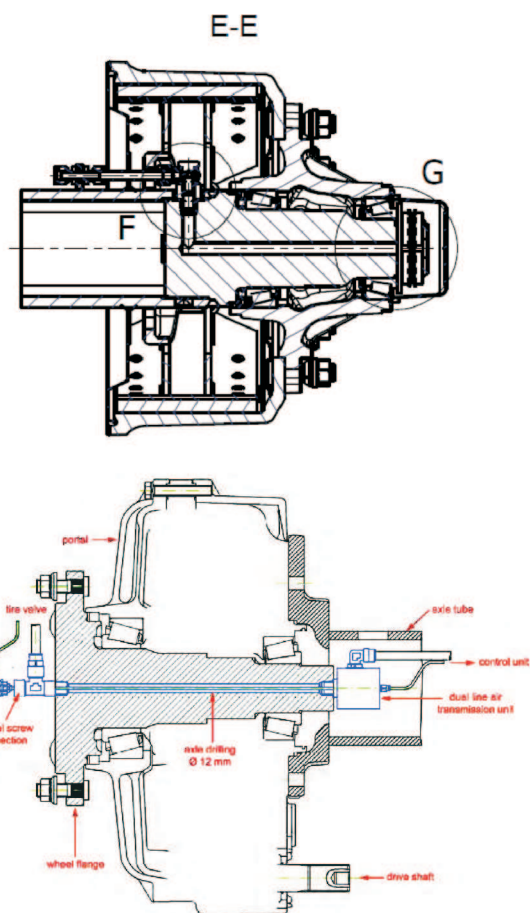
Układy automatyczne pozwalają na regulację ciśnienia w oponach kół w trakcie ruchu pojazdu i są sterowane z kabiny operatora. Zmiana ciśnienia dokonywana jest przez kierowcę w czasie do 5 minut i umożliwia automatyczną regulację ciśnienia jednakową dla wszystkich kół pojazdu lub dla każdej osi oddzielnie, a nawet dla każdego z kół osobno. W układach automatycznych powietrze doprowadzane jest do złącza obrotowego koła i dalej do opon:

- przez otwór w czopie wiercony osiowo (rys. 3, 4),
- przewodem prowadzonym po zewnętrznej lub wewnętrznej stronie koła (rys. 5).



Rys. 3. Koło automatycznego dwuprzewodowego układu CPK z doprowadzeniem powietrza przez otwór w czopie wiercony osiowo [3]

Fig. 3. Wheel of automatic dual line CTIS [3]



Rys. 4. Osie z doprowadzeniem powietrza przez otwór w czopie wiercony osiowo [1, 2]

Fig. 4. Axles with air supply through axially drilled pin [1, 2]



Rys. 5. Przykładowe rozwiązania automatycznego dwuprzewodowego układu CPK z doprowadzeniem powietrza do opony przewodem prowadzonym po zewnętrznej stronie koła [4]

Fig. 5. Exemplary solutions of an automatic dual-line CTIS with air supply to the tire by a cable running on the outside of the wheel [4]

Pierwsze ze stosowanych rozwiązań wymaga przygotowania osi (wiercenie otworów w czopie) już na etapie projektowania i produkcji. Zwiększa to koszty takiego opracowania i powoduje, że jest ono dostępne tylko dla dużych i wyspecjalizowanych producentów. Drugi ze sposobów doprowadzenia powietrza do kół nie wymaga tak daleko posuniętej ingerencji w konstrukcję osi i tym samym jest znacznie tańszy. Pozwala on na montaż układów CPK w pojazdach już eksploatowanych. Wadą takiego rozwiązania jest jednak wrażliwość na uszkodzenia przewodu powietrznego prowadzonego po zewnętrznej stronie koła.

Ze względu na sposób sterowania wyróżnia się automatyczne układy:

- jednoprzewodowe - w których zawsze występuje nadciśnienie,
- dwuprzewodowe - w których nadciśnienie występuje tylko podczas korekty ciśnienia powietrza (drugi przewód jest przewodem sterującym otwieranie zaworu na obręczy koła).

Liczba producentów układów CPK dla rolnictwa dotychczas jest niewielka ze względu na ciągle małe zapotrzebowanie rynku. Jeden z większych producentów (firma PTG Reifendruckregelsysteme GmbH) sprzedał w 2014 r. na całym świecie 450 układów CPK zastosowanych w pojazdach rolniczych. Główne rynki to Niemcy i Holandia. Podstawową przyczyną niewielkiego popytu, według producenta, jest niewielka średnia wielkość gospodarstwa oraz brak sprzężarki w wyposażeniu wielu ciągników (nie dotyczy to rynku polskiego) [2]. Potencjał rynku jest jednak duży. Za niezbędne uważa się najczęściej wyposażanie w układy CPK ciągników, systemy asenizacyjnych, opryskiwaczy i rozrzutników obornika, a w dalszej perspektywie kombajnów zbożowych i siewczarni polowych. Brak danych dotyczących sprzedaży układów CPK przez drugiego znaczącego producenta układów CPK firmę Teleflow.

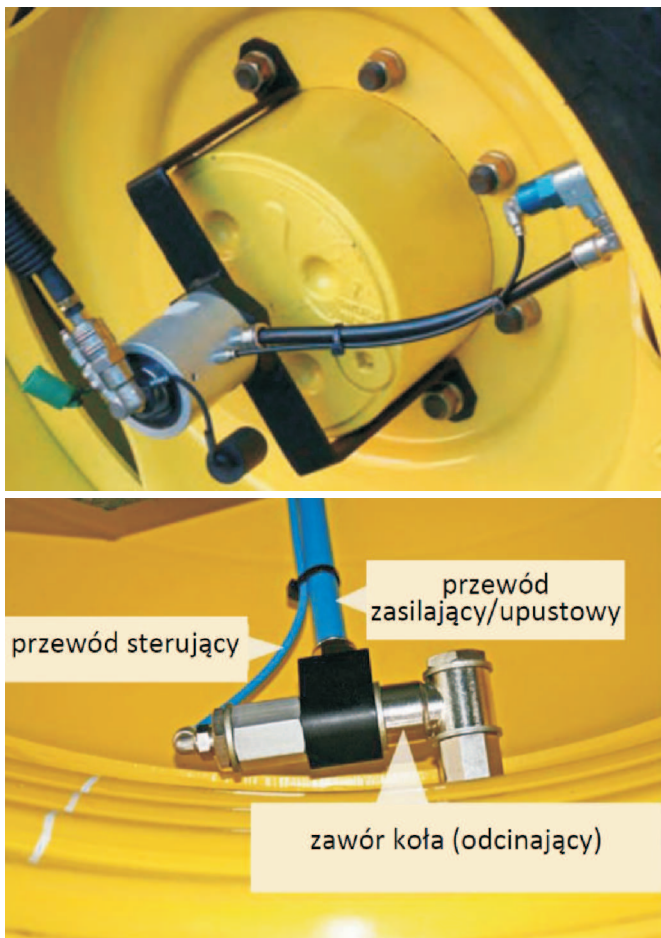
Najczęściej spotyka się następujące warianty wykonania systemów CPK:

1. System centralnego pompowania kół (CPK) zabudowany przez producenta pojazdu/maszyny rolniczej z wykorzystaniem osi z nawierconymi osiowo czopami;
2. System CPK zabudowany na istniejących pojazdach/maszynach rolniczych z prowadzeniem przewodów pneumatycznych po zewnętrznej stronie koła.

Pierwszy wariant (tzw. wersja OEM) przeznaczony jest do zabudowy u producenta maszyn. Do montażu układu jezdnego maszyny wykorzystuje się osie z nawierconymi osiowo czopami, przygotowanymi do montażu systemu CPK przez ich producenta lub osie zmodyfikowane przez wytwórcę maszyny. Firma ADR (ATW S.A.) oferuje osie z hamulcami o nośności od 130 do 170 kN przystosowane do montażu CPK. Podobne osie oferuje również firma BPW [1].

Pozostałe elementy niezbędne do zabudowy to:

- sprężarka o wydajności umożliwiającej pożądaną zmianę ciśnienia w czasie do 5 minut (w przypadku braku sprężarki o odpowiednich parametrach montowanej na ciągniku lub maszynie),
- zbiornik powietrza z reduktorem, filtrem i osuszaczem,
- rozdzielacz dostosowany do liczby kół (dwa, cztery, sześć lub osiem) i potrzeb użytkownika (regulacja ciśnienia jednocześnie we wszystkich kołach lub indywidualnie dla każdej osi lub dla każdego koła osobno),
- kątowe złącze obrotowe dla każdego z kół (rys. 6),
- zawór opony z zaworem odcinającym (rys. 6),
- układ kontrolno-sterujący z interfejsem (czujniki ciśnienia, interfejs z wyświetlaczem, jednostka sterująca, oprogramowanie jednostki sterującej i interfejsu) (rys. 7),
- przewody pneumatyczne sztywne i elastyczne.



Rys. 6. Kątowe złącze obrotowe i zawór koła [3]
Fig. 6. Rotary unit and tyre valve [3]



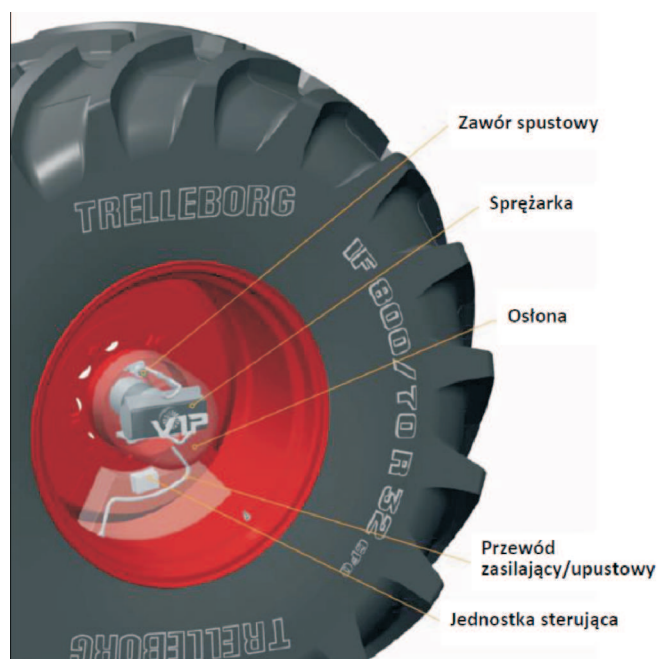
Rys. 7. Przykładowe rozwiązania interfejsu systemu CPK [2, 3, 5]

Fig. 7. Examples of CTIS system interface solutions [2, 3, 5]

Drugi wariant przeznaczony jest do zabudowy na istniejących maszynach będących własnością użytkownika. Umożliwia on montaż systemu CPK bez ingerencji w istniejącą konstrukcję osi układu jezdnego. Od wariantu pierwszego odróżnia się sposobem prowadzenia przewodów pneumatycznych od osi do złącza obrotowego koła. Prowadzone są one po elementach konstrukcji maszyny (rama, błotniki) i zewnętrznej stronie koła do kąтового złącza obrotowego.

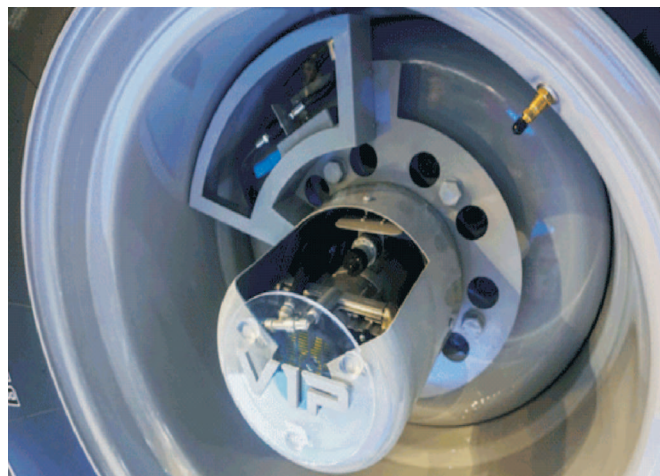
Elementem decydującym o trwałości układu w warunkach użytkowania rolniczego jest kątowe złącze obrotowe. Przy ciągłej pracy pod nadciśnieniem, podczas użytkowania maszyny rolniczej, jego trwałość oceniana jest na około 100 godzin (według PTG). W warunkach rolniczych jest to zdecydowanie zbyt mało. Jednym ze sposobów na zwiększenie trwałości jest ograniczenie pracy złącza pod nadciśnieniem tylko do czasu regulacji ciśnienia powietrza w oponach. Układ taki z dodatkowym przewodem sterującym (pneumatycznym lub elektrycznym) stosowany jest przez firmę PTG [2].

Odmienne podejście do rozwiązania tego problemu zaprezentowała firma Trelleborg w swoim systemie o nazwie VIP™ (*Variable Inflation Pressure*). System ten to inteligentne i autonomiczne kompletne koło. Samoczynnie, bez udziału operatora pojazdu, dostosowuje ono ciśnienie w oponie kombajnu zbożowego podczas pracy uwzględniając jej obciążenie. Zintegrowany z obręczą opony system VIP składa się z zestawu czujników mierzących obciążenie, ciśnienie i temperaturę, a także z elektronicznej jednostki sterującej pracą sprężarki i zaworu regulującego ciśnienie (rys. 8, 9). System VIP automatycznie wykrywa, czy maszyna znajduje się na polu, czy na drodze i w zależności od stopnia obciążenia koła odpowiednio dostosowuje ciśnienie w oponie do warunków terenowych. W wyniku tego ślad opony, podczas przejazdu, pozostaje niezmienny. Na podstawie testów firma Trelleborg uważa, że system VIP zapewnia mniejsze do 10,5 procent ugniatanie gleby i tym samym umożliwia uzyskanie większych o 5 procent



Rys. 8. System VIP firmy Trelleborg - budowa [1]
Fig. 8. Trelleborg VIP (*Variable Inflation Pressure*) system construction [1]

plonów w porównaniu z kołem standardowym. Wynika to z faktu, że w standardowym kole ciśnienie wewnątrz opony jest stałe i stąd ślad opony zmienia się w zależności od obciążenia, co wpływa na stopień ugniatania gleby. Innowacyjny system Trelleborg VIP uzyskał złoty medal w konkursie SIMA Innovation Awards 2017 w Paryżu [1].



Rys. 9. System VIP firmy Trelleborg - widok [1]
Fig. 9. Trelleborg VIP (*Variable Inflation Pressure*) system view [1]

Podsumowanie

W grupie kołowych pojazdów rolniczych zagadnienia związane z szeroko rozumianym kontaktem opona-gleba są od wielu już lat jednymi z najistotniejszych. Obecnie obowiązujące tendencje w budowie maszyn i środków transportu rolniczego dążące do zwiększania ich szerokości roboczej i ładowności, a tym samym ich masy całkowitej i nacisków jednostkowych powodują, że rozwiązanie tych problemów jest szczególnie pilne. Nadmierne obciążanie powierzchni gleby powoduje zmiany właściwości profilu glebowego i dotyczy nie tylko warstwy ornej, ale także podglebia i powoduje długookresowe (niekiedy wieloletnie) skutki. Przejawiają się one ostatecznie w zmniejszeniu plonów uprawianych roślin i degradacji środowiska przyrodniczego. Opisanie wyżej sposoby zmniejszania nacisków jednostkowych kół pojazdów rolniczych są tylko jedną z wielu dróg ograniczania tego zjawiska.

Bibliografia

- [1] Materiały firm: ADR SpA (ATW S.A.), BPW Bergische Achsen KG, Trelleborg AB. 2018.
- [2] Tigges M. Central Tire Inflation Systems for Agricultural Vehicles. ASABE, 2015.
- [3] http://www.ptg.info/ptg-home_eng.html.
- [4] <http://www.teleflow.net/galleries.php?rub2=agriculture#.WtC17C5ubmE>.
- [5] <http://www.teleflow.net/gamme.php#.WtCm6y5ubmE>.

CENTRAL TIRE INFLATION SYSTEMS FOR FARM TRACTORS AND AGRICULTURAL MACHINES

Summary

Soil protection against kneading and variable values of unit tire pressures during the passage of wheeled agricultural vehicles in diverse areas require solutions that reconcile technical solutions with agrotechnical or wider natural needs. The article presents an overview of solutions for central tire inflation systems used in agricultural vehicles and directions of their development.

Key words: agricultural vehicles, central tire inflation systems, CTIS, development trends