

Układ sterowania skrętem kół naczepy w wieloczłonowych wieloosiowych zestawach naczepowych z osiami o kołach kierowanych

Przedmiotem wynalazku jest układ sterowania skrętem kół naczepy w wieloczłonowych wieloosiowych zestawach naczepowych z osiami o kołach kierowanych, w których naczepy zestawu są łączone sprzęgiem siodłowym.

W naczepach o dużej liczbie osi, zwykle większej niż trzy, stosowanych do przewozu ładunków o dużej masie lub dużych wymiarach, stosuje się koła kierowane kilku osi w celu uzyskania zgodności kinematycznej toczenia się kół. Warunkiem uzyskania zgodności kinematycznej, czyli możliwie małych poślizgów poprzecznych kół jest zapewnienie takich kątów skrętu kół, aby osie wszystkich kół przecinały się w jednym punkcie, zwanym środkiem skrętu. W przypadku, gdy naczepa ma więcej niż jedną oś z kołami niekierowanymi, dla wyznaczenia położenia środka skrętu przyjmuje się umowną zastępczą oś poprowadzoną równolegle do osi kół niekierowanych w połowie odległości między skrajnymi osiami niekierowanymi. Schemat układu ilustrującego stan techniki jest przedstawiony na fig. 1.

W zestawach naczepowych składających się z ciągnika siodłowego i jednej naczepy sterowanie kół kierowanych naczepy jest realizowane w zależności od kąta załamania zestawu α_1 z zachowaniem warunku, że osie kół ciągnika i naczepy przecinają się w jednym punkcie. Średni kąt skrętu kół naczepy δ_2 powinien być uzależniony od kąta załamania zestawu według zależności:

$$\operatorname{tg} \delta_2 = \operatorname{tg} \alpha_1 \frac{l_{12}}{l_{11}} \quad (1)$$

gdzie:

l_{11} - odległość sworznia sprzęgu naczepy od osi kół niekierowanych lub osi zastępczej w przypadku większej liczby osi z kołami niekierowanymi,

l_{12} – odległość osi kół kierowanych naczepy od osi kół niekierowanych lub osi zastępczej w przypadku większej liczby osi z kołami niekierowanymi,

α_1 – kąt załamania zestawu mierzony między osiami podłużnymi ciągnika i naczepy.

Aby to zrealizować, informacja o kącie załamania zestawu musi być przekazana do mechanizmu sterowania skrętem kół naczepy. Może to być realizowane na drodze mechanicznej lub elektronicznej.

W przypadku rozwiązania elektronicznego (ETS Electronic Trailer Steering) w sprzęgu naczepy znajduje się czujnik kąta załamania, którego ramię współpracuje z wycięciem prowadzącym siodła ciągnika. Sygnał elektryczny przekazywany jest do sterownika, który steruje pracą siłowników hydraulicznych realizujących skręt kół.

W rozwiązaniu mechanicznym w sprzęgu naczepy znajduje się klin sterujący wprowadzany w wycięcie prowadzące siodła ciągnika. Klin połączony z dźwignią umieszczoną w osi sworznia powoduje jej obrót względem osi podłużnej naczepy o kąt równy kątowi załamania zestawu. Ruch dźwigni przekazywany jest na mechanizm skrętu kół poprzez układ drążków i dźwigni lub system siłowników hydraulicznych.

Warunkiem prawidłowej pracy układu sterowania kół naczepy jest umieszczenie siodła ciągnika tak, aby znajdowało się ono możliwie blisko osi kół niekierowanych ciągnika lub osi zastępczej w przypadku dwóch osi niekierowanych.

W zestawach naczepowych o większej liczbie naczep niż jedna, zgodność kinematyczną uzyskuje przez umieszczenie siodła na naczepie poprzedzającej możliwie blisko osi jej kół lub osi zastępczej w przypadku większej liczby osi, analogicznie jak w ciągniku.

Innym rozwiązaniem umożliwiającym formowanie zestawów naczepowych jest stosowanie wózków pośrednich, na których umieszczone jest siodło. Wózek doczepiany jest do poprzedzającej naczepy. Tego typu rozwiązanie ma jednak wady: zwiększa liczbę stopni swobody zestawu, co utrudnia cofanie, oraz przy pokonywaniu zakrętu zwiększa wymaganą szerokość pasa drogi.

Możliwość realizacji zestawu naczepowego z większą niż jedna liczbą naczep wieloosiowych z osiami kierowanymi przy zastosowaniu tradycyjnego sposobu sterowania kołami wymagałoby dla uzyskania zgodności kinematycznej toczenia się kół tego, aby siodło naczepy poprzedzającej było umieszczone nad osią jej kół niekierowanych, oraz aby każda z nich mogła być łączona z ciągnikiem jako pierwsza. Umieszczenie siodła nad osią kół niekierowanych w przypadku naczep o większej liczbie osi zmniejszałoby istotnie możliwą do wykorzystania powierzchnię naczepy, a więc ograniczałoby jej walory

użytkowe. Bardziej użytecznym rozwiązaniem jest umieszczenie siodła naczepy na jej końcu. Wymaga to jednak istotnej modyfikacji samego siodła.

Prawidłowe sterowanie kół naczepy wymaga, aby do jej układu sterowania dostarczyć informację o kierunku prędkości punktu ciągnika lub naczepy poprzedzającej, do którego dołączona jest dana naczepa. W przypadku ciągnika kierunek prędkości jest zgodny z osią podłużną ciągnika i osią siodła pokrywającą się z osią wycięcia prowadzącego, ponieważ siodło leży nad osią kół niekierowanych lub w ich pobliżu. Kąt obrotu dźwigni układu sterowania skrętem kół naczepy jest w tym przypadku równy kątowi załamania zestawu. W przypadku innego umieszczenia siodła, kierunek prędkości jego środka nie jest równoległy do osi podłużnej naczepy, jest natomiast prostopadły do prostej poprowadzonej do niego ze środka skrętu. Dla prawidłowego sterowania kół naczepy drugiej (następującej) konieczne jest, aby kąt obrotu dźwigni sterującej był, podobnie jak w przypadku jej połączenia z ciągnikiem, równy kątowi między osią podłużną naczepy następującej, a kierunkiem prędkości środka siodła naczepy poprzedzającej.

Układ sterowania skrętem kół naczepy w wielocłonowych wieloosiowych zestawach naczepowych z osiami o kołach kierowanych, w których naczepy są łączone sprzęgiem siodłowym, przy czym pomiędzy osią sworznia sprzęgu w przedniej części naczepy a osią kół kierowanych jest usytuowana co najmniej jedna oś o kołach niekierowanych, według wynalazku charakteryzuje się tym, że siodło 6 naczepy jest osadzone na jej końcu obrotowo wokół osi pionowej i połączone mechanizmem dźwigniowym z mechanizmem sterowania skrętem kół naczepy tak, że kąt obrotu δ_s siodła 6 naczepy jest zależny od kąta załamania zestawu α_1 .

Mechanizm dźwigniowy składa się korzystnie z dźwigni sterowanej 7 przytwierdzonej do siodła 6 naczepy, przy czym każde ramię dźwigni sterowanej 7 jest połączone przegubowo z siłownikiem sterującym 5 połączonym hydraulicznie z mechanizmem sterowania skrętem kół naczepy.

Korzystnym jest, jeżeli kąt obrotu δ_s siodła 6 naczepy jest zależny od kąta załamania zestawu α_1 według zależności:

$$\operatorname{tg} \delta_s = \operatorname{tg} \alpha_1 \frac{l_{1s}}{l_{11}}$$

gdzie: l_{1s} - odległość siodła naczepy od osi kół niekierowanych lub osi zastępczej,
 l_{11} - odległość sworznia sprzęgu naczepy pierwszej od osi kół niekierowanych lub osi zastępczej.

Inny układ sterowania skrętem kół naczepy w wielocłonowych wieloosiowych zestawach naczepowych z osiami o kołach kierowanych, w których naczepy są łączone sprzęgiem siodłowym, przy czym pomiędzy osią sworznia sprzęgu w przedniej części naczepy a osią kół kierowanych jest usytuowana co najmniej jedna oś o kołach niekierowanych, według wynalazku charakteryzuje się tym, że siodło 6 naczepy jest osadzone na jej końcu obrotowo wokół osi pionowej i połączone mechanizmem dźwigniowym z mechanizmem sterowania skrętem kół naczepy tak, że kąt obrotu δ_s siodła 6 naczepy jest zależny od kąta skrętu δ_2 kół kierowanych.

Mechanizm dźwigniowy składa się korzystnie z drążków sterujących 10 i dźwigni pośredniej 11 łączących przegubowo siodło 6 naczepy z dźwignią skrętu kół 8 w mechanizmie sterowania skrętem kół naczepy.

Korzystnym jest, jeżeli kąt obrotu δ_s siodła 6 naczepy jest zależny od kąta skrętu δ_2 kół naczepy według zależności:

$$\operatorname{tg} \delta_s = \operatorname{tg} \delta_2 \frac{l_{1s}}{l_{12}}$$

gdzie: l_{1s} - odległość siodła naczepy od osi kół niekierowanych lub osi zastępczej,
 l_{12} - odległość osi kół kierowanych naczepy pierwszej od osi kół niekierowanych lub osi zastępczej.

W rozwiązaniu według wynalazku siodło naczepy jest obracane w ten sposób, że jego oś podłużna (oś wycięcia) jest ustawiona zgodnie z kierunkiem prędkości środka siodła, czyli prostopadle do prostej łączącej środek siodła ze środkiem skrętu naczepy. Obrót siodła jest sterowany w podobny sposób, jak sterowane są kąty skrętu kół naczepy. Rozwiązanie według wynalazku umożliwia zwiększenie powierzchni użytecznej naczepy przy zachowaniu zgodności kinematycznej toczenia kół zestawu.

Wynalazek jest objaśniony w przykładzie wykonania uwidocznionym na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat znanego zestawu naczepowego składającego się z ciągnika siodłowego i naczepy o dwóch osiach niekierowanych i dwóch osiach kierowanych, poruszającego się po zakręcie, fig. 2 przedstawia schemat zestawu naczepowego składającego się z ciągnika siodłowego i dwóch naczep poruszającego się po zakręcie, w którym pierwsza naczepa wyposażona jest w siodło o sterowanym kącie obrotu, fig. 3 przedstawia schemat sterowania hydraulicznego kątem obrotu siodła naczepy, a fig. 4 przedstawia schemat mechanizmu dźwigniowego sterowania obrotem siodła naczepy, w widoku z góry.

Jak przedstawiono na fig. 1, znany ciągnik siodłowy z naczepą o dwóch osiach niekierowanych i dwóch kierowanych poruszający się po zakręcie o środku skrętu O , ma średni kąt skrętu δ_2 kół kierowanych naczepy (dla danej osi) zależny od średniego kąta skrętu δ_1 kół kierowanych ciągnika. Środek S_1 sworznia siodła ciągnika jest usytuowany nad osią kół niekierowanych ciągnika. Pozostałe oznaczenia oznaczają:

l_{11} - odległość sworznia sprzęgu naczepy od osi kół niekierowanych lub osi zastępczej w przypadku większej liczby osi z kołami niekierowanymi,

l_{12} - odległość osi kół kierowanych naczepy od osi kół niekierowanych lub osi zastępczej w przypadku większej liczby osi z kołami niekierowanymi,

v_1 - prędkość środka osi przedniej ciągnika,

v_2 - prędkość środka osi kół kierowanych naczepy,

α_1 - kąt załamania zestawu (między osiami podłużnymi ciągnika i naczepy),

δ_1 - średni kąt skrętu kół ciągnika,

O - środek skrętu.

W rozwiązaniu według wynalazku siodło 6 naczepy jest osadzone na końcu ramy naczepy obrotowo wokół osi pionowej i połączone mechanizmem dźwigniowym z mechanizmem sterowania skrętem kół naczepy.

Jak przedstawiono na fig. 2, naczepa pierwsza (poprzedzająca), wyposażona w obrotowe siodło 6 o sterowanym kącie obrotu, jest połączona z ciągnikiem sprzęgiem siodłowym ze środkiem S_1 sworznia siodła ciągnika. Do naczepy pierwszej jest przyłączona naczepa druga sprzęgiem siodłowym ze środkiem S_2 sworznia siodła naczepy pierwszej. Pomiędzy osią sworznia przechodzącą przez środek S_1 a osią kół kierowanych jest usytuowana co najmniej jedna oś o kołach niekierowanych. Pozostałe oznaczenia na rysunku oznaczają:

l_{11} - odległość sworznia sprzęgu naczepy pierwszej od osi kół niekierowanych lub osi zastępczej w przypadku większej liczby osi z kołami niekierowanymi,

l_{12} - odległość osi kół kierowanych naczepy pierwszej od osi kół niekierowanych lub osi zastępczej w przypadku większej liczby osi z kołami niekierowanymi,

l_{1s} - odległość siodła naczepy od osi kół niekierowanych lub osi zastępczej w przypadku większej liczby osi z kołami niekierowanymi,

l_{21} - odległość sworznia sprzęgu naczepy pierwszej od osi kół niekierowanych lub osi zastępczej w przypadku większej liczby osi z kołami niekierowanymi,

l_{22} - odległość osi kół kierowanych naczepy pierwszej od osi kół niekierowanych lub osi zastępczej w przypadku większej liczby osi z kołami niekierowanymi,

v_1 - prędkość środka osi przedniej ciągnika,

- v_2 – prędkość środka osi kół kierowanych naczepy pierwszej,
 v_3 – prędkość środka osi kół kierowanych naczepy drugiej,
 v_{s2} – prędkość środka siodła naczepy pierwszej,
 α_1 – kąt załamania zestawu (między osiami podłużnymi ciągnika i naczepy pierwszej),
 α_2 – kąt między osią siodła naczepy pierwszej a osią podłużną naczepy drugiej,
 δ_1 – średni kąt skrętu kół ciągnika,
 δ_2 – średni kąt skrętu kół kierowanych naczepy pierwszej (dla danej osi),
 δ_s – kąt obrotu siodła naczepy pierwszej,
 δ_3 – średni kąt skrętu kół kierowanych naczepy drugiej (dla danej osi).

Jak przedstawiono na fig. 3, sterowanie hydrauliczne kątem obrotu δ_s siodła 6 naczepy pierwszej jest zależne od kąta załamania zestawu α_1 mierzonego między osią podłużną ciągnika i osią podłużną naczepy. Ciągnik ma nieruchome siodło 1. W skład układu sterowania skrętem kół naczepy wchodzi klin sterujący 3 wprowadzony w wycięcie prowadzące nieruchomego siodła 1 ciągnika. Klin jest połączony sztywno z dźwignią sterującą 2, której końce są połączone przegubowo z tłoczkami cylindrów śledzących 4 hydraulicznego mechanizmu sterowania skrętem kół naczepy. Obrotowe siodło 6 naczepy jest połączone mechanizmem dźwigniowym z mechanizmem sterowania skrętem kół naczepy. Mechanizm dźwigniowy składa się z dźwigni sterowanej 7 przytwierdzonej do siodła 6 naczepy, przy czym każde ramię dźwigni sterowanej 7 jest połączone przegubowo z siłownikiem sterującym 5, który jest połączony hydraulicznie z mechanizmem sterowania skrętem kół naczepy.

W czasie jazdy po łuku naczepa obraca się względem ciągnika o kąt załamania zestawu α_1 i o taki sam kąt obraca się dźwignia sterowana 7 względem osi podłużnej naczepy, co wywołuje ruch tłoków w cylindrach śledzących 4 i odpowiednie przetłaczanie oleju. Olej doprowadzany jest do cylindrów siłowników sterujących 5 i wymusza odpowiedni ruch tłoków połączonych końcami dźwigni sterowanej 7 obrotowego siodła 6 naczepy a tym samym obrót siodła o kąt δ_s . Dla przejrzystości schematu na rysunku nie pokazano zasilania układu hydraulicznego. Przełożenie zrealizowane na drodze mechanicznej (stosunek długości ramion dźwigni sterującej i dźwigni siodła) i hydraulicznej (stosunek powierzchni przekrojów cylindrów śledzących i siłowników) zapewnia uzyskanie w zestawie pokazanym na fig. 4 następującej zależności między kątem załamania zestawu α_1 , a kątem obrotu siodła naczepy δ_s :

$$\operatorname{tg} \delta_s = \operatorname{tg} \alpha_1 \frac{l_{1s}}{l_{11}} \quad (2)$$

Jak przedstawiono na fig. 4, w innym rozwiązaniu układu sterowania skrętem kół naczepy zastosowano mechanizm dźwigniowy łączący obrotowe siodło 6 naczepy z mechanizmem sterowania skrętem kół naczepy tak, że kąt obrotu δ_s siodła (6) naczepy jest zależny od kąta skrętu δ_2 kół kierowanych. W skład mechanizmu sterowania skrętem kół wchodzi dwa siłowniki skrętu kół 9 zamocowane pomiędzy ramą naczepy a ramionami dźwigni skrętu kół 9. W tym przypadku siodło 6 naczepy, a dokładniej płyta montażowa, za pośrednictwem której siodło zamontowane jest obrotowo wokół osi pionowej na ramie naczepy, jest połączone z dźwignią skrętu kół (8) w mechanizmie sterowania skrętem kół naczepy za pośrednictwem mechanizmu dźwigniowego złożonego z połączonych przegubowo drążków sterujących 10 i dźwigni pośredniej 11. Mechanizm dźwigniowy z dźwignią pośrednią 11 zapewnia uzyskanie w zestawie uwidocznionym na fig. 4 następującej zależności między kątem obrotu siodła δ_s a kątem skrętu kół naczepy δ_2 :

$$\operatorname{tg} \delta_s = \operatorname{tg} \delta_2 \frac{l_{1s}}{l_{12}} \quad (3)$$

Ponieważ układ sterowania kół naczepy powinien zapewniać zależność średniego kąta skrętu kół δ_2 od kąta załamania zestawu α_1 opisaną wzorem (1), więc także w tym przypadku spełniona jest zależność kąta obrotu siodła δ_s od kąta załamania zestawu α_1 opisana wzorem (2):

$$\operatorname{tg} \delta_s = \operatorname{tg} \alpha_1 \frac{l_{1s}}{l_{11}}$$

RZECZNIK PATENTOWY

mgr inż. Jerzy Woźnicki