

STANOWISKO DO DEMONSTRACJI DZIAŁANIA UKŁADÓW NAPĘDOWYCH 4x4

EDUCATIONAL STAND FOR DEMONSTRATION OF 4x4 DRIVE SYSTEMS OPERATION

Rafał S. Jurecki

Politechnika Świętokrzyska
Katedra Pojazdów Samochodowych i Transportu
Al. 1000-lecia Państwa Polskiego 7
25-314 Kielce
e-mail: rjurecki@tu.kielce.pl

Przemysław Gajewski

Politechnika Świętokrzyska
Wydział Mechatroniki i Budowy Maszyn
Al. 1000-lecia Państwa Polskiego 7
25-314 Kielce
e-mail: gajewskiprzem@gmail.com

Abstract: This work concerns educational stand which presents construction and principle of operation of 4x4 drive systems with distribution gearbox. This article contains information which concerns different designs of other exemplary educational stands and justification for their use. At our work we do not delve into technical details of different mechanisms' construction which are used in 4x4 drive systems, but focus on acting elements used to build the educational stand. This work contains information concerning details of realization, principle of operation and assumptions which guided building of the educational stand. The didactic possibilities offered by the stand are described in detail. The stand can work at four different working modes, each one allows to simulate different conditions of traction independently for each wheel.

Keywords: 4x4 drives, educational stand, main gears, differential mechanism.

Wprowadzenie

Stosowanie układów napędowych umożliwiających przenoszenie momentu napędowego na wszystkie koła pojazdu niesie ze sobą wiele zalet, ale również wad [1]. W celu łatwiejszego zapoznania się z budową i zasadą działania mechanizmów oraz podzespołów stosowanych w tego typu układach napędowych często w procesie dydaktycznym wykorzystywane są specjalne stanowiska. Spotykane modele dydaktyczne charakteryzują się dużą różnorodnością. Występują zarówno uproszczone modele wykonane w skali np. fragmentów mostów napędowych, czy też modele o bardziej złożonej konstrukcji, zbudowane w oparciu o rzeczywiste podzespoły samochodowe. Przykłady takich modeli przedstawiono na rys. 1.

Z dydaktycznego punktu widzenia konstruowanie tego typu modeli i stanowisk jest bardzo uzasadnione,

ponieważ każdy pojazd samochodowy wyposażony w tłokowy silnik spalinowy posiada układ napędowy zbudowany ze sprzęgła, skrzynki biegów, przekładni głównej oraz mechanizmu różnicowego. Taki układ napędowy uznawany jest za stosunkowo prosty i zrozumienie sposobu jego działania nie sprawia zbyt wielu problemów. Istnieje jednak wiele pojazdów, których układy napędowe są o wiele bardziej rozbudowane i wykorzystują dużo bardziej skomplikowane rozwiązania.

W takich przypadkach zrozumienie wzajemnych oddziaływań pomiędzy poszczególnymi podzespołami jest o wiele trudniejsze. Niestety znacznie rzadziej spotykane są stanowiska dydaktyczne z układem napędowym 4x4, w tym takie, które wykorzystują inne odmiany mechanizmów różnicowych, na przykład mechanizmów o zwiększonym tarcu wewnętrznym.



Rys. 1. Przykłady modeli klasycznego układu napędowego, w których wykorzystano stożkowy mechanizm różnicowy [2, 3, 4].

Osoba, która dopiero zaczęła zdobywać wiedzę z dziedziny budowy układów napędowych może napotkać trudności w zrozumieniu sposobu działania całego układu, ponieważ zapoznaje się z reguły z każdym z jego elementów osobno. Wyobrażenie sobie wzajemnego oddziaływania poszczególnych elementów składowych może przysporzyć wiele problemów, lub co gorsza może spowodować błędną interpretację sposobu działania układu napędowego.

Jest to o tyle ważne, bowiem istnieje wiele rozmaitych rozwiązań konstrukcyjnych, często różniących się drobnymi szczegółami technicznymi, które stosowane są przez producentów pojazdów wyposażonych w napęd na więcej niż jedną oś. Niektóre z nich są to rozwiązania konwencjonalne, które opierają się na standardowych od dawna znanych rozwiązaniach, a inne są bardziej innowacyjne, znacznie bardziej skomplikowane w swojej budowie i działaniu.

Obecnie spotykane samochody wyposażone w napęd na więcej niż jedną oś należą głównie do segmentów pojazdów terenowych oraz SUV (ang. Sport Utility Vehicle) [5]. Takie układy napędowe wymuszają zastosowanie dodatkowych elementów umożliwiających rozdział momentu napędowego. Sprzedaż pojazdów należących do tego segmentu w Europie jak i w Polsce w ostatnich latach wzrosła [6], co oznacza, iż coraz większa liczba pojazdów poruszających się po europejskich drogach będzie wyposażona w napęd 4x4 [7].

Jak wcześniej wspomniano układy te różnią się znacznie pod względem budowy, zasady działania, stosowanych rozwiązań oraz poziomu skomplikowania od układów napędowych pojazdów wyposażonych w napęd na jedną oś. Układy napędowe 4x4 wykorzystują dodatkowe elementy umożliwiające rozdział momentu napędowego na obie osie np.: sprzęgła wiskotyczne, sprzęgła typu Haldex®, elektromagnetyczne sprzęgła wielopłytkowe oraz umożliwiające podział momentu napędowego na poszczególne koła danej osi np. wiele odmian mechanizmów różnicowych począwszy od mechanizmów typu Torsen®, skończywszy na stożkowych mechanizmach różnicowych o zwiększonym tarciu wewnętrznym.

Mnogość i różnorodność rozwiązań układów napędowych 4x4 stosowanych przez producentów pojazdów powoduje, iż proste modele i stanowiska są niewystarczające z punktu widzenia dydaktycznego, ponieważ uniemożliwiają poprawne przedstawienie wzajemnego oddziaływania elementów tworzących jeden kompletny układ napędowy.

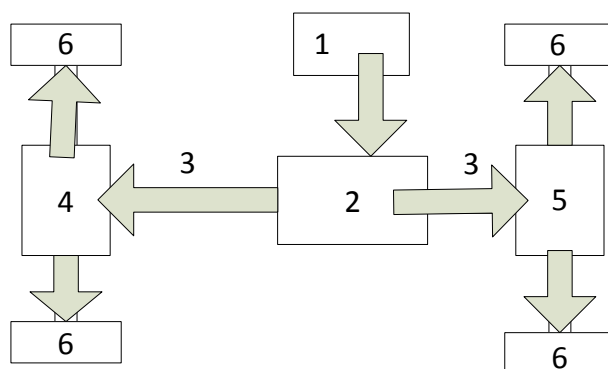
Ze względu na fakt, iż do tej pory nie powstało stanowisko, które przedstawiałoby działanie całego układu napędowego 4x4, wykorzystujące różne mechanizmy, zdecydowano się je zbudować.

Budowa stanowiska dydaktycznego

Z założenia stanowisko dydaktyczne ma za zadanie przedstawiać budowę i zasadę działania układu napędowego stosowanego w samochodach z napędem 4x4 z uwzględnieniem różnego rodzaju rozwiązań konstrukcyjnych stosowanych przez producentów pojazdów. Jest to istotne z punktu widzenia przydatności stanowiska w

procesie dydaktycznym. Aby stanowisko spełniało jak najlepiej swoją funkcję zdecydowano się, że będzie napędzane asynchronicznym trójfazowym silnikiem elektryczny, który można połączyć z falownikiem, dzięki czemu możliwa jest płynna regulacja jego prędkości obrotowej.

Schemat blokowy stanowiska przedstawiono na rys. 2.



Rys. 2. Schemat modelu układu napędowego 4x4.

Silnik elektryczny (1) został sprzężony ze skrzynką rozdzielczą (2) za pomocą przekładni pasowej. Skrzynka, która została zaadoptowana z pojazdu Lada Niva, umożliwia zwiększenie momentu napędowego oraz odpowiada za podział momentu obrotowego na obie osie pojazdu. Element ten wyposażony jest w klasyczny stożkowy mechanizm różnicowy międzyosiowy z możliwością blokady jego działania za pomocą tulei przesuwnej.

Moment napędowy ze skrzynki rozdzielczej za pośrednictwem dwóch wałów napędowych (3) jest przekazywany na dwa mosty napędowe, z których jeden jest odpowiednikiem przedniego mostu napędowego stosowanego w pojazdach samochodowych (4), drugi zaś tylnego (5). Wały napędowe są pozbawione możliwości kompensacji długości ze względu na fakt, iż względny ruch poszczególnych elementów odpowiedzialnych za rozdział momentu napędowego nie jest możliwy, bowiem w stanowisku nie uwzględniono elementów zawieszenia.

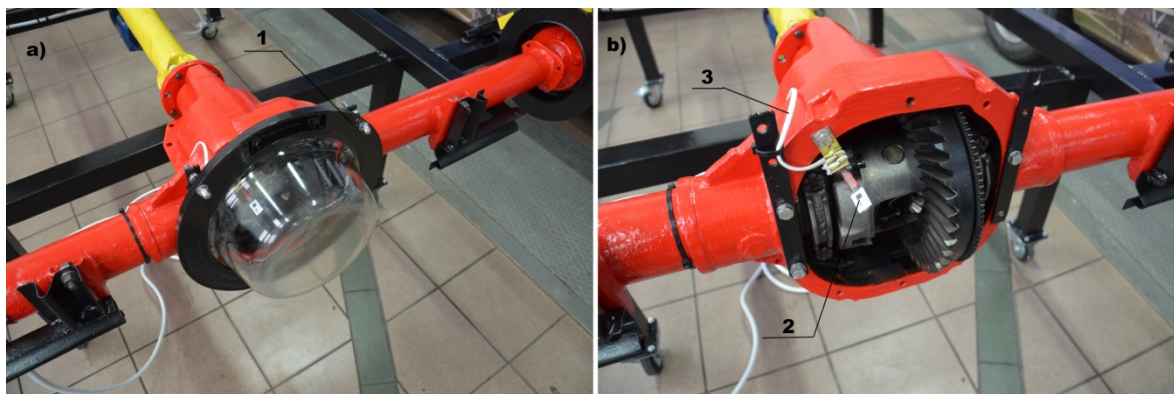
Aby stanowisko było jak najbardziej przydatne w procesie dydaktycznym, jeden z zastosowanych mostów napędowych - przedni (4) jest klasycznym mostem o przekładni głównej stożkowej hipoidalnej z klasycznym stożkowym mechanizmem różnicowym, w drugim zaś (5) zastosowano mechanizm różnicowy o zwiększonym tarciu wewnętrznym. Most napędowy (4), w którym zastosowano klasyczny stożkowy mechanizm różnicowy pochodzi z pojazdu FSO Polonez, drugi zaś z pojazdu Ford Explorer. Taka konfiguracja mostów pozwoliła

przedstawić w jednym stanowisku budowę różnych odmian mechanizmów różnicowych stosowanych w pojazdach samochodowych.

Mosty napędowe zostały oczyszczone z oleju, pozbawione pokryw mechanizmów różnicowych, co ułatwia zapoznanie się z ich budową wewnętrzną i co godne podkreślenia, gdy stanowisko jest uruchomione możliwa jest obserwacja poszczególnych części podczas pracy. Aby łatwiejsza była obserwacja, zastosowano doświetlenie wnętrza mechanizmów wbudowanym źródłem światła LED.

Z uwagi na fakt, że niektóre elementy stanowiska wirują ze znaczną prędkością obrotową, stanowisko zostało wyposażone w elementy chroniące użytkownika przed ewentualnym uszkodzeniem ciała. Elementy te to: osłona przekładni pasowej, która jest zamontowana w sposób uniemożliwiający jej demontaż bez specjalnych narzędzi oraz dwie przezroczyste osłony mechanizmów różnicowych przedstawione na rys. 3, które jednak można łatwo zdemontować po wyłączeniu silnika elektrycznego napędzającego stanowisko. Na rys. 2 przedstawiono widok tylnego mostu napędowego z zamontowaną osłoną i bez niej.

Wszystkie elementy stanowiska zostały zamocowane do ramy zbudowanej ze stalowych profili zamkniętych. W celu łatwego transportu oraz użytkowania rama została wyposażona w cztery nogi o odpowiedniej wysokości, z zamontowanymi kołami umożliwiającymi przemieszczanie stanowiska w zależności od potrzeb (rys. 4).



Rys. 3. Tylny mechanizm różnicowy, a - z zamontowaną osłoną, b - bez osłony, 1 - przezroczysta osłona mechanizmu różnicowego, 2 - oświetlenie poprawiające widoczność mechanizmu, 3 - przewód zasilający oświetlenie.



Rys. 4. Widok stanowiska gotowego do użycia.

Konstrukcja skrzynki rozdzielczej zastosowanej przy budowie stanowiska umożliwia zablokowanie mechanizmu różnicowego znajdującego się w jej wnętrzu, co pozwala zademonstrować zasadę działania oraz zalety takiego rozwiązania. Aby móc przedstawić wszystkie możliwe warunki pracy mechanizmów różnicowych (zarówno tych znajdujących się w mostach jak i centralnego umieszczonego wewnątrz skrzynki rozdzielczej) stanowisko zostało wyposażone w układ pozwalający

symulować różne warunki przyczepności, niezależnie dla każdego z kół. W celu uproszczenia konstrukcji zdecydowano się zrezygnować z kompletnych układów hamulcowych stosowanych w obu pojazdach i zastosowano ręcznie sterowane dźwignie z okładzinami ciernymi, przypominające nieco swoją budową hamulce klockowe (rys. 5). Hamulce te współpracują z cylindryczną powierzchnią zewnętrzną bębna lub tarczy hamulcowej.

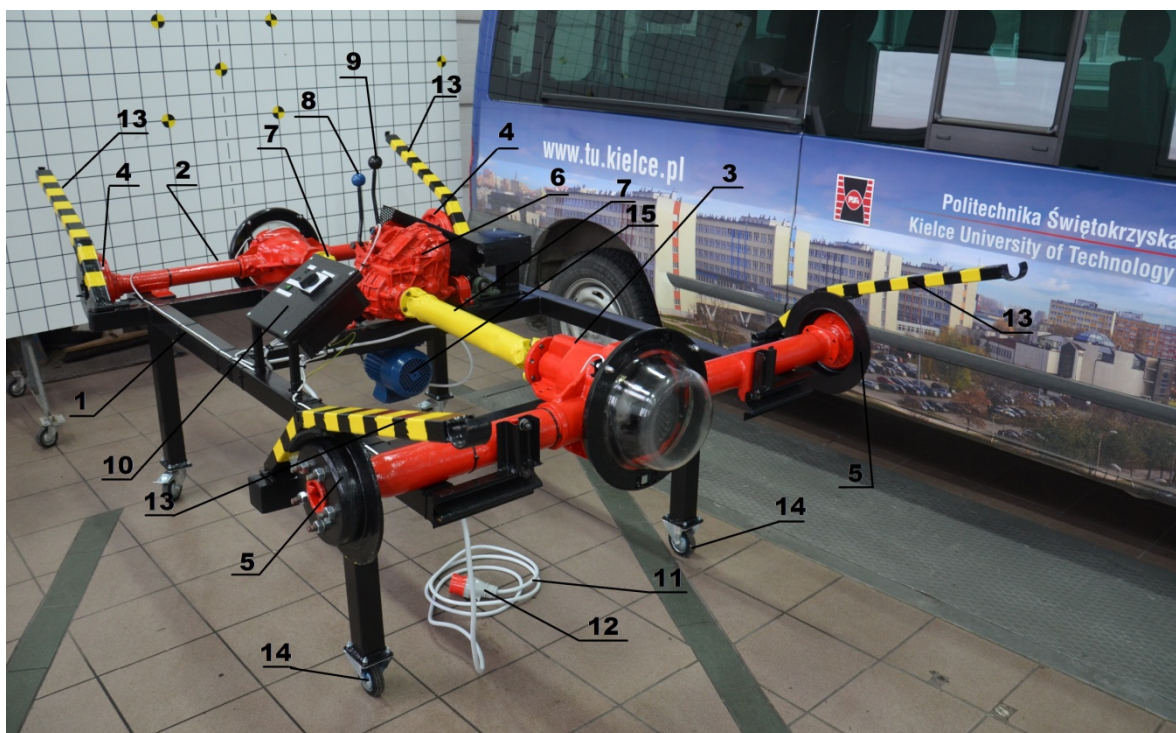


Rys. 5. Wyjściowe pozycje dźwigni hamulcowej.

W celu symulowania zwiększenia przyczepności koła przez konkretne koło wystarczy opuścić i odpowiednio nacisnąć dźwignię hamulca. W celu zapewnienia stałego nacisku można na końcu dźwigni umieścić odpowiedni obciążnik. W przypadku symulowania poślizgu daną dźwignię można podnieść, redukując tym samym tarcie

do wartości odpowiadającej sumie siły tarcia łożysk mostu napędowego i tarcia wewnętrznego mechanizmu różnicowego.

Na rys. 6 przedstawiono zdjęcie pokazujące ogólną budowę stanowiska dydaktycznego.



Rys. 6. Widok ogólny stanowiska dydaktycznego przedstawiającego budowę i zasadę działania układów napędowych 4x4 ze skrzynką rozdzielczą, 1 - rama, 2 - przedni most napędowy z klasycznym stożkowym mechanizmem różnicowym, 3 - tylny most napędowy z mechanizmem różnicowym o zwiększonym tarcu wewnętrznym, 4 - bębny hamulcowe przedniego mostu, 5 - tarczobębny hamulcowy tylnego mostu, 6 - skrzynka rozdzielcza z międzyosiowym stożkowym mechanizmem różnicowym z możliwością blokady za pośrednictwem tulei przesuwnej oraz dodatkowym reduktorem, 7 - wały napędowe, 8 - dźwignia sterowania blokadą międzyosiowego mechanizmu różnicowego, 9 - dźwignia sterowania przełożeniem reduktora, 10 - panel sterowania pracą stanowiska, 11 - główny przewód zasilający stanowisko, 12 - wtyka zasilania, 13 - dźwignie hamulcowe z okładzinami ciemnymi, 14 - koła umożliwiające przemieszczenie stanowiska, 15 - trójfazowy silnik elektryczny.

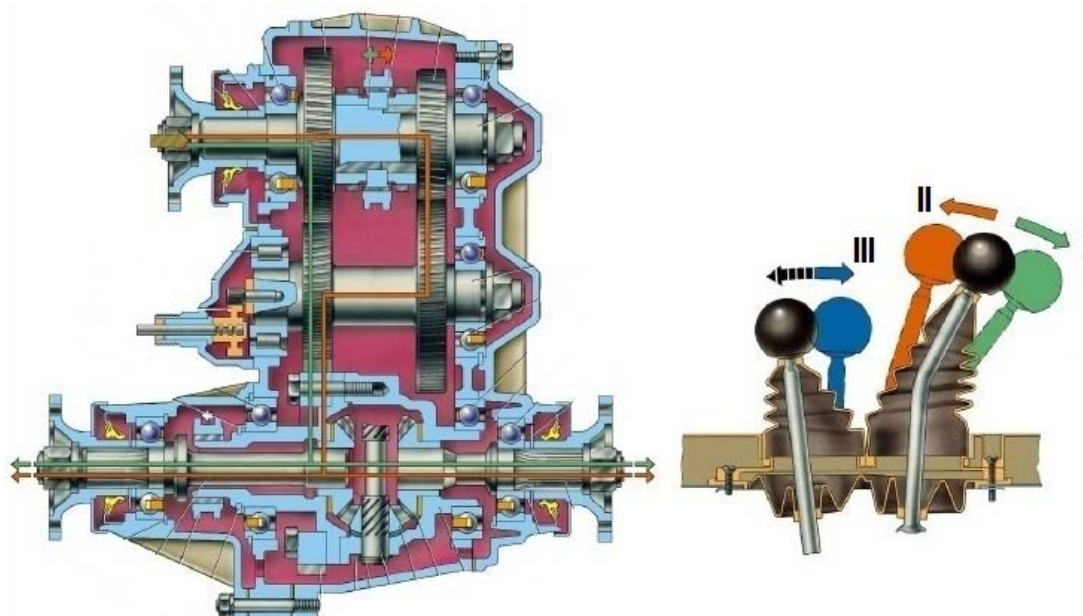
Możliwości dydaktyczne stanowiska

Dzięki zastosowanym w stanowisku podzespołom możliwe jest symulowanie różnych trybów pracy stanowiska:

- trybu biegu jałowego,
- podstawowego trybu pracy,
- trybu pracy z blokadą centralnego mechanizmu różnicowego,
- trybu pracy z włączonym reduktorem w skrzynce rozdzielczej.

Pierwszy **tryb biegu jałowego**, charakteryzuje się tym, że moment napędowy generowany przez silnik elektryczny nie zostanie przekazany na wały napędowe. Aby go uruchomić należy dźwignię sterowania przełożeniem skrzynki rozdzielczej ustawić w położeniu środkowym, to znaczy pomiędzy położeniem I i II (rys. 7).

Położenie dźwigni sterowania blokadą międzyosiowego mechanizmu różnicowego nie ma znaczenia, ponieważ po uruchomieniu silnika elektrycznego napęd nie zostanie przekazany do międzyosiowego mechanizmu różnicowego, a więc nie trafią również na koła.



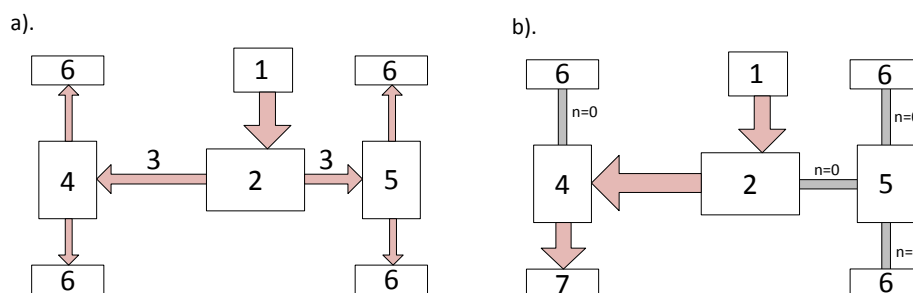
Rys. 7. Schemat sterowania blokadą centralnego mechanizmu różnicowego i przełożeniem skrzynki rozdzielczej, I – wyłączony reduktor, II – włączony reduktor, III – włączona blokada centralnego mechanizmu różnicowego [8].

Podstawowy tryb pracy jest uruchamiany poprzez ustawienie dźwigni skrzynki rozdzielczej w pozycji I (przełożenie reduktora znajdującego się wewnątrz skrzynki rozdzielczej wynosi wtedy 1.2), natomiast dźwignię sterującą blokadą międzyosiowego mechanizmu różnicowego w pozycji neutralnej (należy ją pchnąć w kierunku przedniego mostu napędowego). W tym trybie centralny mechanizm różnicowy pracuje, jako mechanizm różnicowy, z wyłączoną blokadą (lampka sygnalizująca blokadę międzyosiowego mechanizmu różnicowego nie powinna się świecić).

Po uruchomieniu stanowiska (rys. 8a) napęd z silnika elektrycznego (1) zostanie przekazany do centralnego (2) mechanizmu różnicowego, skąd za pośrednictwem wałów (3) trafia do mostów napędowych (4) i (5) oraz do kół (6). W tym momencie może być symulowana praca układu napędowego.

Przy założeniu, że wszystkie koła dysponują odpowiednio dużym i w przybliżeniu, co do wartości równym zapasem przyczepności, napęd trafia do wszystkich kół

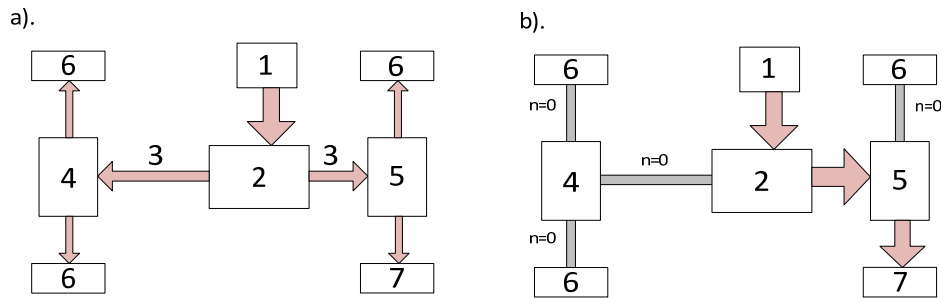
(wszystkie dźwignie są obciążone). Aby zademonstrować działanie międzyosiowego mechanizmu różnicowego oraz przedniego mechanizmu różnicowego (stożkowego) należy, zmniejszyć obciążenie dźwigni jednego z kół osi przedniej (7). W takim przypadku zasymulowana zostaje sytuacja zmniejszenia przyczepności jednego z kół osi przedniej (rys. 8b). Z racji, że w tym trybie blokada centralnego mechanizmu różnicowego jest wyłączona, nawet niewielka różnica w przyczepności jednego z kół przednich spowoduje, iż cały moment napędowy trafi do tego właśnie koła. W tym momencie można zaobserwować, iż tylny wał napędowy zatrzyma się, a przedni zwiększy swoją prędkość obrotową, przy czym koło na osi przedniej, które dysponuje zapasem odpowiednim zapasem przyczepności zatrzyma się, a koło, które utraciło przyczepność zwiększy swoją prędkość obrotową. W rzeczywistym pojeździe oznaczałoby to, że dalsza jazda mogłaby się okazać niemożliwa już przy niewielkiej utracie przyczepności jednego z kół osi przedniej.



Rys. 8. Symulacja pracy przedniego oraz centralnego mechanizmu różnicowego; a) wszystkie koła posiadają tę samą przyczepność, b) jedno z kół przednich ma zmniejszoną przyczepność.

Aby pokazać zasadę działania tylnego mechanizmu różnicowego o zwiększonym tarciu wewnętrznym, należy ponownie zasymulować sytuację, w której wszystkie koła dysponują odpowiednio dużym zapasem przyczepności. W tym celu ponownie należy ustawić wszystkie dźwignie hamulcowe w pozycji wyjściowej, a na jej końcu umieścić obciążniki. Kolejnym krokiem jest zasymulowanie utraty części przyczepności przez jedno z kół tylnych (rys. 9a). W tym celu należy odciążyć dźwignię przy jednym z kół osi tylnej (7). Z racji, iż w

tylnym moście napędowym zastosowano mechanizm różnicowy o zwiększonym tarciu wewnętrznym, mimo znacznej różnicy w wartości współczynnika przyczepności moment napędowy zostaje przekazywany na drugie koło tylne oraz na koła przednie (6), co nie było by możliwe w przypadku klasycznego mechanizmu różnicowego. Dzięki zastosowaniu takiego rozwiązania pojazd mógłby kontynuować jazdę mimo poruszania się w warunkach pogorszonej przyczepności kół osi tylnej.

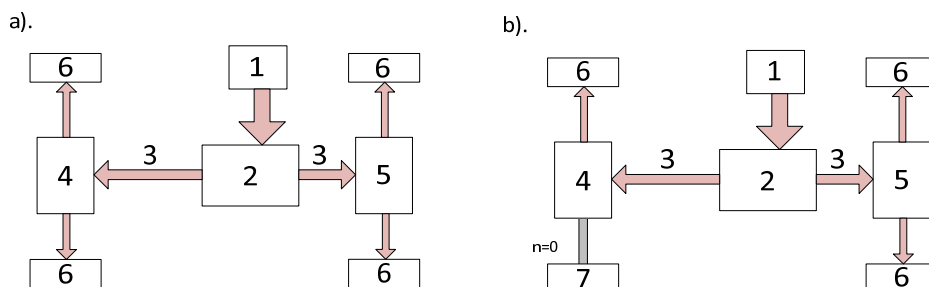


Rys. 9. Symulacja pracy tylnego oraz centralnego mechanizmu różnicowego, a) wszystkie koła posiadają tę samą przyczepność, b) jedno z kół przednich ma zmniejszoną przyczepność.

Aby zasymulować całkowitą utratę przyczepności jednego z kół osi tylnej należy podnieść dźwignię hamulca danego koła (rys. 9b). Dopiero wtedy cały napęd kierowany jest na koło niehamowane (7) a pozostałe koła się zatrzymują.

Trzecim trybem pracy jest tryb pracy z blokadą centralnego mechanizmu różnicowego. Aby go uruchomić należy dźwignię sterującą blokadą centralnego mechanizmu różnicowego ustawić w pozycji III (lampa sygnalizująca blokadę centralnego mechanizmu różnicowego powinna się zapalić), natomiast dźwignię sterującą przełożeniem reduktora należy ustawić w pozycji I. Takie ustawienie obu dźwigni spowoduje blokadę centralnego mechanizmu różnicowego przy przełożeniu reduktora równym 1.2. Przy jednakowej przyczepności kół (rys. 10a) obracają się one z tą samą prędkością. Aby pokazać różnicę w pracy układu

napędowego przy włączonej blokadzie centralnego mechanizmu różnicowego można zasymulować różnicę w wartości przyczepności kół osi przedniej. W tym celu należy zdjąć obciążnik z dźwigni hamulca jednego z kół osi przedniej (rys. 10b). W tym momencie koło osi przedniej, które dysponuje odpowiednim zapasem przyczepności zatrzyma się, a koło które ma mniejszą lub zerową przyczepność z podłożem zwiększy swoją prędkość obrotową. Jest to niemal identyczna sytuacja jak w przypadku podstawowego trybu pracy stanowiska, lecz w tym przypadku (z racji włączonej blokady międzyosiowego mechanizmu różnicowego) napęd trafia również na koła osi tylnej. Oznacza to, że przy włączonej blokadzie centralnego mechanizmu różnicowego moment napędowy trafia do obu osi w takich samych proporcjach, bez względu na warunki przyczepności kół.



Rys. 10. Symulacja pracy układu przy włączonej blokadzie centralnego mechanizmu różnicowego, a) wszystkie koła posiadają tę samą przyczepność, b) jedno z kół przednich ma zmniejszoną przyczepność.

W tym trybie, aby pokazać zasadę działania tylnego mechanizmu różnicowego, należy postępować dokładnie tak samo jak w przypadku podstawowego trybu pracy, jednak w tym przypadku z racji włączonej blokady centralnego mechanizmu różnicowego, nie zachodzi potrzeba symulowania dobrych warunków przyczepności kół osi przedniej. Dzięki temu pojazd mógłby dalej kontynuować jazdę, co nie byłoby możliwe w przypadku całkowitej utraty przyczepności jednego z kół osi przedniej lub tylnej przy wyłączonej blokadzie centralnego mechanizmu różnicowego.

Czwartym trybem jest tryb pracy z włączonym reduktorem umieszczonym w skrzynce rozdzielczej. Tryb ten można łączyć z trybem podstawowym i trybem pracy z włączoną blokadą międzyosiowego mechanizmu różnicowego. Aby go uruchomić należy postępować tak przypadku trybów drugiego i trzeciego, z tą różnicą, że dźwignię sterowania przełożeniem reduktora należy ustawić w pozycji II. Spowoduje to, iż jej przełożenie wynosić będzie 2,135. Tryb ten różni się od dwóch poprzednich zwiększoną wartością momentu napędowego oraz zmniejszoną prędkością obrotową kół.

Podsumowanie

Stanowisko zostało zaprojektowane oraz skonstruowane w taki sposób, aby w jak najbardziej przystępny sposób przedstawić budowę i funkcjonowanie całego układu napędowego 4x4. Wszystkie elementy stanowiska zostały umieszczone tak, aby ich pozycja zapewniała jak najlepszy widok działających mechanizmów. Stanowisko wykorzystuje elementy pochodzące z rzeczy-

wistych pojazdów osobowych, więc wszystkie podzespoły są przedstawione w rzeczywistej skali oraz proporcjach. Fakt połączenia wszystkich pojedynczych elementów układu napędowego 4x4 czyni to stanowisko wyjątkowym. Dzięki temu, studenci mogą obserwować, jak zmiana przyczepności jednego z kół, wpływa nie tylko na drugie koło tej samej osi, ale na także na koła drugiej osi. Konstrukcja stanowiska umożliwia płynną symulację zmian warunków przyczepności w bardzo szerokim zakresie dla każdego z kół. Symulowanie zmian przyczepności każdego z kół odbywa się niezależnie. Na uwagę zasługuje fakt zapewnienia bezpieczeństwa podczas pracy mechanizmów. Bezpieczeństwo zapewniają osłony, które celowo zostały wykonane z przezroczystego materiału. Oprócz możliwości zmiany warunków przyczepności kół, możliwa jest również zmiana pracy centralnego mechanizmu różnicowego.

Poszczególne mechanizmy różnicowe zostały dobrane tak, aby przedstawić jak najwięcej rozwiązań technicznych spotykanych w tego typu układach napędowych. Dzięki temu na jednym stanowisku można zapoznać się aż z trzema różnymi mechanizmami różnicowymi, które znacznie różnią się od siebie budową i działaniem. Oprócz przedstawienia działania stanowisko może zostać w przyszłości wykorzystane do badania wpływu różnych ustawień układu napędowego oraz warunków przyczepności na prędkości obrotowe poszczególnych jego elementów.

Wszystkie wyżej wymienione cechy dowodzą, iż stanowisko zostało wykonane w sposób przemyślny, przez co skutecznie będzie spełniało swoje zadanie.

Bibliografia

1. Gabrylewicz, M., Podwozia i nadwozia pojazdów samochodowych 1. Podstawy teorii ruchu i eksploatacji oraz układ przeniesienia napędu, WKŁ, Warszawa, 2014.
2. <http://m.autokult.pl/mechanizm-roznicowyreal-21b3e040,750,470,0,0.jpg> (dostęp 29.05.2017).
3. Materiały reklamowe Fabryki pomocy naukowych Bio-Fiz Częstochowa.
4. Stanowiska dydaktyczne Laboratorium Samochodów i Ciągników Politechniki Świętokrzyskiej.
5. <https://www.merriam-webster.com/dictionary/sport-utility+vehicle> (dostęp 26.05.2017).
6. <http://www.motofakty.pl/artykul/suv-y-na-polskim-ryнку.html> (dostęp 26.05.2017).
7. <http://www.antyradio.pl/Adrenalina/Duperele/Poznaj-ulubione-nowe-SUV-y-Polakow-w-2016-8269> (dostęp 13.06.2017).
8. <http://docslide.us/embed/techniczne-przekroje-lada-niva.html> (dostęp 22.10.2016).