

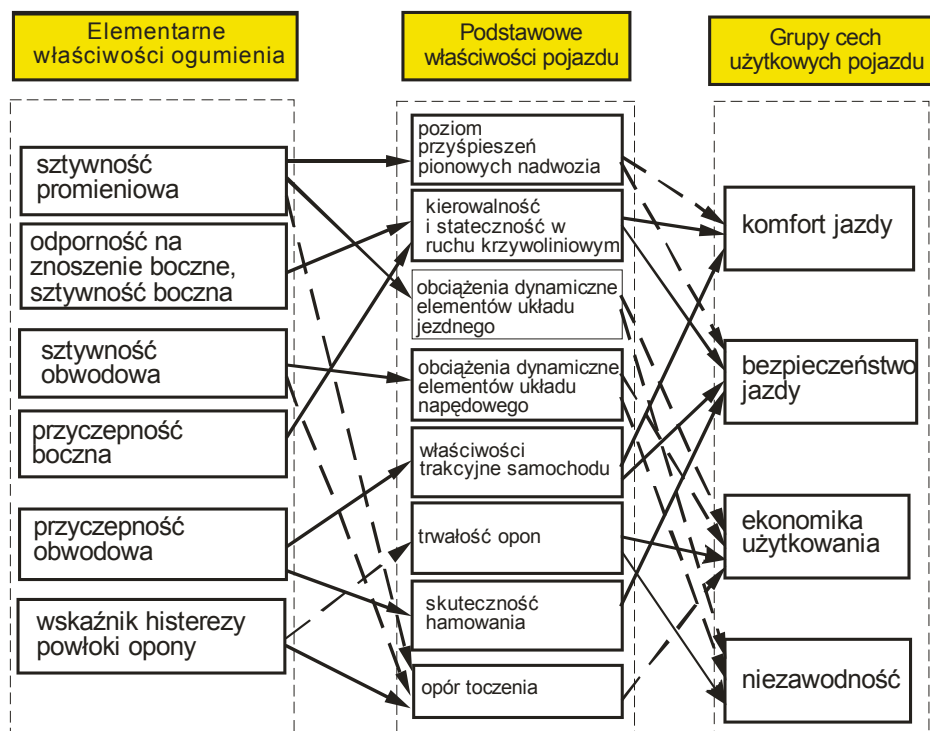
PRAWNO-TECHNICZNE ASPEKTY EKSPLOATACJI OGUMIENIA SPECJALNEGO POJAZDÓW WOJSKOWYCH

1. Wstęp

Ogumienie kół jezdnych determinuje szereg właściwości eksploatacyjnych pojazdów kołowych. Z kolei poszczególne właściwości pojazdów można powiązać z grupami cech użytkowych określanych jako komfort jazdy, bezpieczeństwo, ekonomika użytkowania i niezawodność. Przykładowy schemat powiązania elementarnych właściwości ogumienia z grupami właściwości pojazdu pokazano na rysunku 1.

W przypadku kołowych pojazdów wojskowych poza właściwościami eksploatacyjnymi ogumienia istotne znaczenie mają również jego cechy specjalne. Pod pojęciem ogumienia specjalnego można rozumieć ogumienie, które umożliwia zachowanie mobilności pojazdu po utracie szczelności opony pneumatycznej, np. w wyniku jej przestrzelenia, rozerwania lub najechania na ostry przedmiot albo nierówność podłoża. W tej samej kategorii mieści się również ogumienie, które ma zwiększoną odporność na przebicie albo w ogóle nie wymaga pompowania sprężonym powietrzem (tzw. ogumienie niepneumatyczne). Rozwój techniki doprowadził do powstania kół, których konstrukcja zapewnia uzyskanie podatności promieniowej koła bez zastosowania opony. W związku z tym w miejsce pojęcia „ogumienie specjalne” w praktyce należy zastosować pojęcie „koła specjalne”, co oznacza koła jezdne odporne lub o zwiększonej odporności na utratę możliwości kontynuowania jazdy w wyniku przebicia lub przestrzelenia.

Stosowanie kół specjalnych w pojazdach wojskowych niesie ze sobą szereg konsekwencji natury prawno-technicznej oraz w zakresie szeroko rozumianego zabezpieczenia technicznego. Przybliżenie problematyki w zakresie nomenklatury, wymagań prawnych, wybranych właściwości oraz eksploatacji kół specjalnych jest celem niniejszego rozdziału.

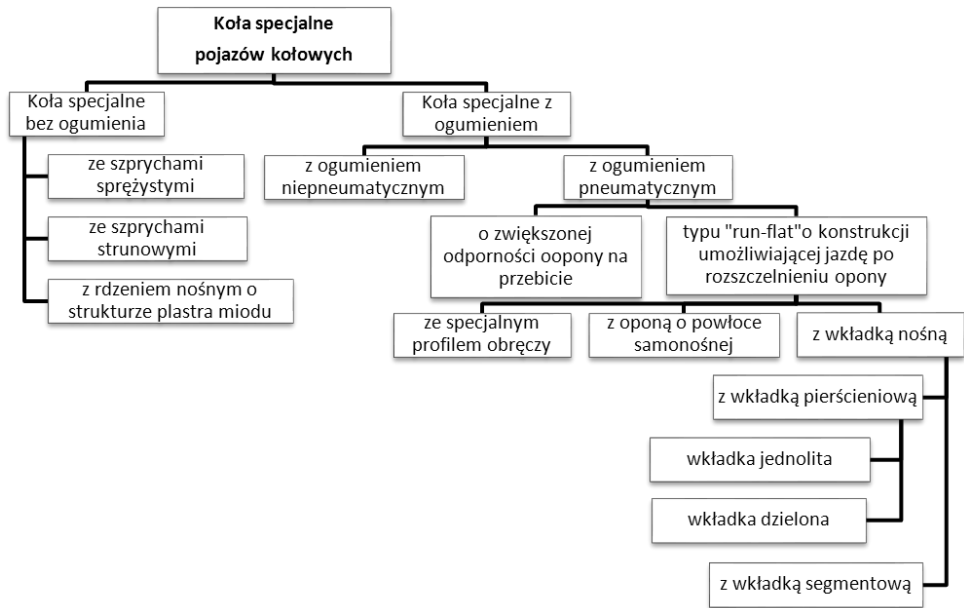


Rys. 1. Związek elementarnych właściwości ogumienia kół jezdnych z właściwościami pojazdu (linie ciągłe – zależność rosnąca, linie przerywane – zależność malejąca)

2. Klasyfikacja ogumienia specjalnego

Przykład klasyfikacji kół specjalnych pojazdów kołowych przedstawiono na rysunku 2.

Koło specjalne z ogumieniem niepneumatycznym jest wyposażone w oponę pełną (laną). Jest to najstarszy typ ogumienia specjalnego. Opony pełne tworzą obwodowy pas gumy osadzony na sztywnej obręczy, który mniej lub bardziej przypomina typową oponę (rys. 3). Początkowo opony pełne były wykonywane jako jednorodny odlew z elastomeru na bazie kauczuku. Współczesne opony lane mogą się składać z kilku warstw tworzyw o różnych właściwościach (rys. 3b). Warstwy te zapewniają oponie dobrą przyczepność do podłoża i odporność na zużycie (warstwa zewnętrzna), wymaganą elastyczność głównie w kierunku promieniowym (warstwa pośrednia) oraz solidne mocowanie na obręczy koła (warstwa wewnętrzna dodatkowo wzmocniona zbrojeniem). Obecnie zwiększenie podatności opony pełnej w kierunku promieniowym uzyskuje się np. poprzez specjalne ukształtowanie profilu jej rdzenia (rys. 3c) albo poprzez wprowadzenie zespołu otworów w rdzeniu (rys. 3d).

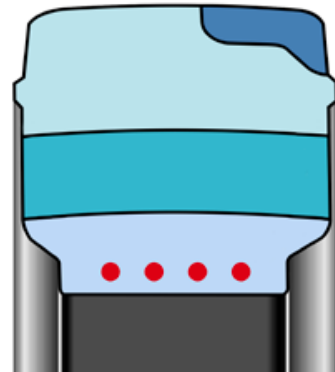


Rys. 2. Przykład klasyfikacji kół specjalnych pojazdów kołowych

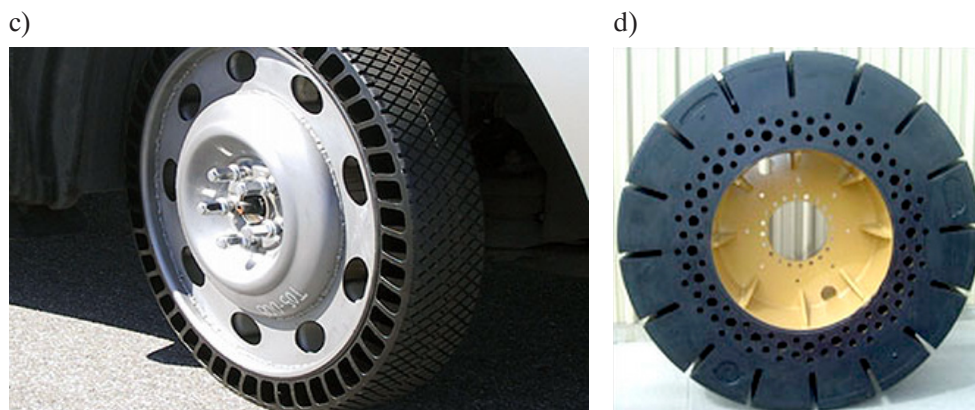
a)



b)



Rys. 3. Przykłady opony lanej: a) opona wielowarstwowa do wózka widłowego lub maszyn roboczych [1,2], b) przykład ułożenia warstw polimerowych w oponie wielowarstwowej [1]

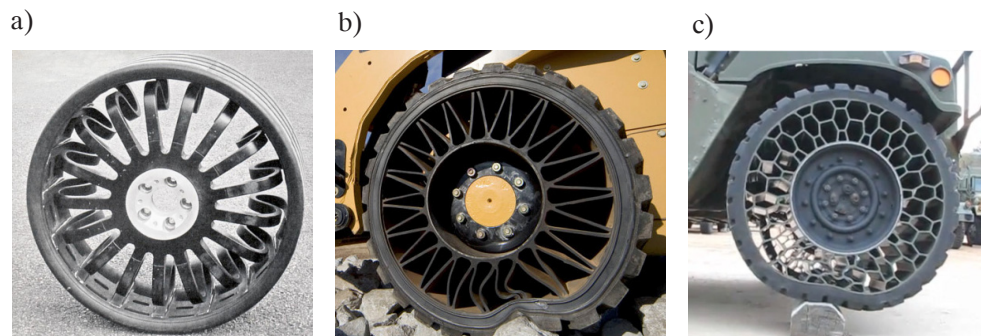


Rys. 3. Przykłady opony lanej: c) przykład opony lanej o specjalnie profilowanej geometrii rdzenia poliuretanowego, w celu zwiększenia podatności promieniowej [3], opona lana z otworami w rdzeniu zwiększającymi jej elastyczność w kierunku promieniowym [4]

Ze względu na niekorzystne właściwości, w tym wysoki opór toczenia, ograniczoną trwałość i odporność na skrajne obciążenia styczne, zakres stosowania opon lanych w pojazdach kołowych jest ograniczony. Są stosowane głównie w pojazdach wolnobieżnych, np. w maszynach roboczych oraz w podwoziach specjalnych, np. w podwoziach armat. Istnieje również realna możliwość zastosowania nowoczesnych kół z ogumieniem lanym o profilowanym rdzeniu w pojazdach samochodowych, jako kół zapasowych.

Nową generację kół specjalnych z ogumieniem niepneumatycznym stanowią koła, w których sprężystość opony została zastąpiona sprężystością struktury nośnej zespołu tarcza-obręcz koła. W takich kołach zachowany jest cienki obwodowy pas gumy bieżnika zapewniający wymaganą przyczepność koła do podłoża. Sprężystość promieniową koła można uzyskać na różne sposoby, których przykłady pokazano na rysunku 4. Na przedstawionych przykładach widać zaawansowaną postać prototypów kół specjalnych bez ogumienia. Takie koła mają określone zalety, w tym stosunkowo małą masę i niski opór toczenia. Szczególną zaletą kół specjalnych bez ogumienia jest zachowanie wymaganej sztywności promieniowej przy kilkukrotnie wyższej wartości sztywności bocznej w porównaniu z typowymi oponami pneumatycznymi (dotyczy to głównie opon ze szprychami strunowymi) (rys. 4b). Takie właściwości zapewniają skuteczne zmniejszanie obciążeń dynamicznych układu jezdnego pojazdu przy znacznej poprawie jego kierowności i stateczności ruchu. Ważną zaletą kół specjalnych bez ogumienia jest również ich bezobsługowość. Jednak zastosowanie kół specjalnych bez ogumienia w pojazdach poruszających się w warunkach terenowych może być źródłem istotnych problemów eksploatacyjnych. Otwarte

wnętrze takich kół ułatwia zbieranie się i utrzymywanie po wewnętrznej stronie obręczy znacznych ilości materiału podłoża gruntowego. Znane są przypadki stosowania kół specjalnych bez ogumienia w maszynach roboczych lub w innych pojazdach, np. typu „quad” albo w lekkich pojazdach elektrycznych. Jednak ciągle nie jest potwierdzona trwałość tego typu kół. Fakt braku ich seryjnego stosowania w szybkobieżnych pojazdach samochodowych jest potwierdzeniem istotnych problemów z ich trwałością, niezawodnością lub bezpieczeństwem.



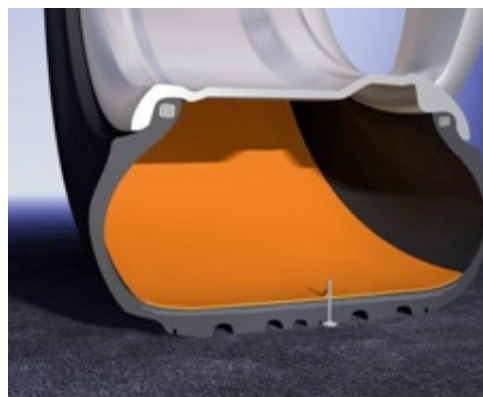
Rys. 4. Przykłady kół specjalnych bez ogumienia: a) koło ze szprychami sprężystymi [10], b) koło ze szprychami strunowymi [5], c) koło z rdzeniem nośnym o strukturze plastra miodu [6]

Zastosowanie kół specjalnych bez ogumienia albo kół z ogumieniem lany w pojazdach wojskowych niesie ze sobą poważne ograniczenie. Takie koła nie dają możliwości obniżenia dostosowania wartości nacisku jednostkowego na podłoże, np. podczas jazdy w warunkach terenowych. Takie możliwości mają praktycznie tylko opony pneumatyczne, w których można regulować wartość ciśnienia powietrzem. Dlatego koła z ogumieniem pneumatycznym stanowią najważniejszą grupę kół specjalnych z punktu widzenia zastosowania w pojazdach wojskowych, z których zasadniczą część stanowią pojazdy terenowe.

Ogumienie pneumatyczne kół specjalnych zachowuje komplet elementarnych właściwości takich samych lub zbliżonych do właściwości opon kół tradycyjnych. Zatem stosując koła specjalne z ogumieniem pneumatycznym w normalnych warunkach eksploatacji można w pełni korzystać z walorów opon pneumatycznych. Istnieje jednak problem podatności takich opon na rozszczelnienie i wynikających z tego skutków, w tym zachowania możliwości kontynuowania bezpiecznej jazdy w przypadku uszkodzenia opony jednego lub kilku kół po jej rozszczelnieniu. Problem ten jest rozwiązywany na dwa sposoby: poprzez zwiększenie odporności opony na przebicie albo poprzez zastosowanie rozwiązania konstrukcyjnego umożliwiającego bezpieczną jazdę po utracie ciśnienia powietrza w kole.

W oponach o zwiększonej odporności na przebicie stosuje się specjalną warstwę uszczelniającą, ułożoną wewnątrz powłoki opony na jej kapie (rys. 5).

Półpłynna warstwa uszczelniająca może znajdować się głównie w strefie czołowej opony, a według danych jednego z producentów zapewnia uszczelnienie powłoki opony w przypadku jej przebicia przedmiotem o średnicy tylko do 5 mm. Zatem warstwa uszczelniająca w ogóle nie chroni boków opony, a jednocześnie nie jest w stanie uszczelnić otworu powstałego w wyniku nawet pojedynczego przestrzelenia powłoki opony w strefie czołowej. W przypadku pojazdów wojskowych takie rozwiązanie techniczne nie zapewnia właściwej ochrony.



Rys. 5. Przykłady ogumienia o zwiększonej odporności na przebicie [7]

Kolejnym rozwiązaniem kół specjalnych z ogumieniem pneumatycznym są koła zwane często kołami typu „run-flat” albo „run on flat”. Ich konstrukcja zapewnia bezpieczną jazdę po całkowitym rozszczelnieniu ogumienia. Takie możliwości osiągnąć są np. poprzez zastosowanie zespołu obręcz-opona o specjalnej konstrukcji (rys. 6a). Odpowiednio ukształtowana obręcz może się opierać na czołowej części opony po jej rozszczelnieniu bez zagrożenia uszkodzenia jej powłoki. Wadą takiego rozwiązania jest znaczne zmniejszenie promienia koła po rozszczelnieniu opony, szczególnie w przypadku opon o wysokim profilu, typowych dla pojazdów terenowych. Istotną wadą takiego rozwiązania jest również zastosowanie nietypowej konstrukcji opony i obręczy. To niesie ze sobą realne problemy związane z kosztem zakupu, wymiennością oraz oprzyrządowaniem technicznym do obsługi i naprawy.

Innym rozwiązaniem jest zastosowanie opony, której bok jest wzmocniony od wewnątrz specjalną warstwą polimeru (rys. 6b). W przypadku rozszczelnienia opony warstwa ta ulega zgięciu wraz z bokiem powłoki opony. To powoduje usztywnienie boków opony i umożliwia przenoszenie obciążenia normalnego od czoła opony na obręcz koła bez zagrożenia przecięciem powłoki opony przez obrzeże obręczy lub zsunieniem stopki opony z obręczy. W tym przypadku pewność osadzenia opony na obręczy jest zapewniona poprzez specjalną konstrukcję stopki opony oraz ukształtowanie profilu obręczy. Szczególnie ciasne osadzenie stopek opony na obręczy wymaga stosowania specjalnej montażownicy.