

mł. bryg. mgr inż. **Adam GONTARZ**

Zakład-Laboratorium Technicznego Wyposażenia Straży Pożarnej
i Technicznych Zabezpieczeń Przeciwpożarowych CNBOP

NOWOCZESNE PODWOZIA I KABINY STOSOWANE W SAMOCHODACH POŻARNICZYCH – WADY I ZALETY

Streszczenie

Nowelizacja przepisów i norm międzynarodowych w zakresie emisji spalin, bezpieczeństwa biernego i czynnego wymusiła na producentach podwozi wprowadzenie nowych rozwiązań konstrukcyjnych. Lawinowo wzrosła ilość nowych układów elektronicznych, pneumatycznych i hydraulicznych oraz urządzeń automatyki. Zmiany te objęły również samochody pożarnicze budowane obecnie na bardzo nowoczesnych podwoziach. Wzrosły też oczekiwania użytkowników, którzy jednak na tym etapie nie są w stanie przewidzieć wszystkich konsekwencji wynikających ze stosowania nowoczesnych technik.

Summary

The amendment to the international regulations and standards in the scope of the emission of traffic fumes and passive and active safety forced the manufacturers of the chassis to introduce new solutions in design. The quantity of new electronic, pneumatic and hydraulic systems as well as automation devices has risen rapidly. That changes also covers fire engines which are currently constructed with application of very modern chassis. The expectations of users have risen as well, but in that stage they are not able to predict all the consequences resulting from using modern technologies.

Wstęp

Stosownie do przyjętej terminologii *samochodem pożarniczym* nazywamy samochód przystosowany do transportu osób, wyposażenia (przenośnego i/lub zamontowanego na stałe) i/lub środków gaśniczych, używany do zwalczania pożarów i/lub ratownictwa. Różnorodność zadań stawianych przed jednostkami straży pożarnej powoduje, że samochody pożarnicze mają różną konstrukcję i wyposażenie, co jest podstawą ich klasyfikacji i podziału.

W zakresie podziału i oznaczenia samochodów pożarniczych, obowiązuje norma PN-EN 1846-1:2000 „Samochody pożarnicze. Podział i oznaczenie”. Według normy, poza podziałem na grupy, pojazdy pożarnicze kwalifikują się do jednej z trzech klas (lekkiej, średniej i ciężkiej) oraz do jednej z trzech kategorii (miejskiej, uterenowionej i terenowej).

Taki podział sprawia, że straż pożarna dysponuje obecnie bardzo szeroką gamą pojazdów pożarniczych o masach rzeczywistych od 2500 kg do 32000 kg, występuje bardzo duża różnorodność konstrukcji, zarówno w części podwoziowej, jak i nadwoziowej oraz wyposażeniu dodatkowym montowanym na stałe.

Na kolejnych fotografiach przedstawione zostały różnorodne samochody pożarnicze zbudowane na nowoczesnych podwoziach



Fot. 1. samochód ratowniczo-gaśniczy



Fot. 2. samochód sprzętowy ratownictwa chemicznego



Fot. 3. drabina mechaniczna



Fot. 4. podnośnik hydrauliczny



Fot. 5. lekki samochód dowodzenia

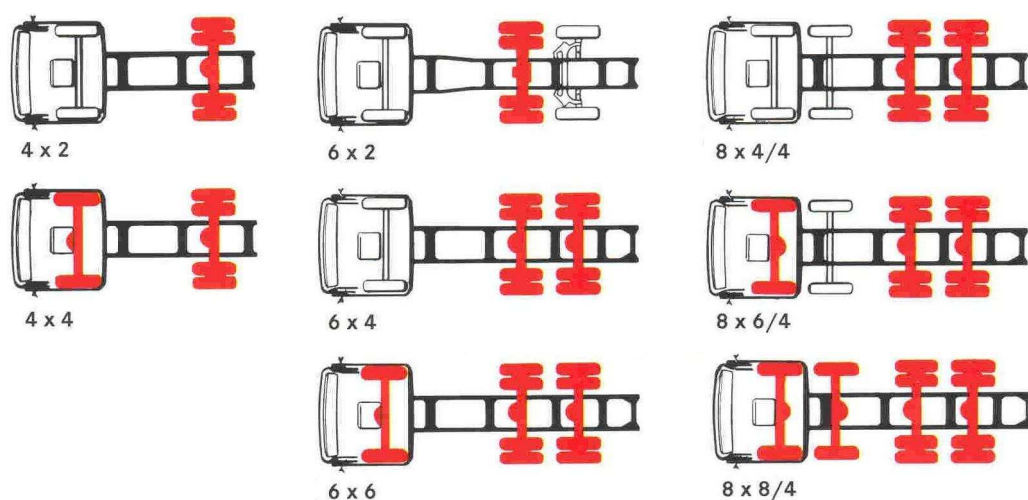


Fot. 6. samochód do przewozu kontenerów wymiennych

Konstrukcje podwozi samochodów pożarniczych

Samochody pożarnicze budowane są na podwoziach pojazdów produkowanych seryjnie, o odpowiednio dobranych zespołach i parametrach lub - rzadziej - na podwoziach specjalnych. Podwozia mogą mieć wzmocnione zawieszenia (resory, amortyzatory), przystosowane do długotrwałego statycznego obciążenia. Jak wiadomo większość czasu samochody te przebywają w garażach, obciążone masą sprzętu i/lub masą środków gaśniczych. Ważnym elementem, ze względu na wysoko umieszczony środek masy, który w ciężkich samochodach ratowniczo-gaśniczych dochodzi nawet do wysokości 1615 mm [9], jest odpowiedni dobór sztywności drążków stabilizatorów przechyłów bocznych. Mała ich sztywność powoduje niebezpieczne kołysanie poprzeczne pojazdu podczas jazdy, szczególnie po drodze z wyrobionymi koleinami.

W samochodach pożarniczych najczęściej stosuje się podwozia dwuosiowe, z napędzanymi kołami tylko tylnej osi (układ 4x2) lub napędzanymi kołami obydwu osi (układ 4x4), o rozstawach osi od 2900 mm do 4550 mm. Podwozia trzy- i czteroosiowe wykorzystuje się głównie pod zabudowę samochodów przewożących duże ilości środków gaśniczych, lub przeznaczonych do poruszania się po podłożach o małej przyczepności (drogi gruntowe, bezdroża), lub czasami w nośnikach kontenerów.



Ryc. 1. Rodzaje stosowanych układów napędowych w samochodach pożarniczych

W samochodach pożarniczych dominują głównie niezawodne **zawieszenia mechaniczne** (resory piórowe, sprężyny, rzadziej wałki skrętne), jednak można również spotkać konstrukcje z zawieszami pneumatycznymi lub hydropneumatycznymi.

Rozwiązania pneumatyczne występują w samochodach z drabiną mechaniczną i/lub podnośnikiem hydraulicznym, rzadziej w samochodach do transportu kontenerów, a obecnie - stosowane jeszcze sporadycznie - w samochodach ratowniczo-gaśniczych (ryc. 3). Konstrukcje zawiesz hydraulicznych mają natomiast zastosowanie w dźwigach ratowniczych.



Fot. 7. Pneumatyczne zawieszenie osi tylnej samochodu ratowniczo-gaśniczego



Duży wpływ na komfort jazdy, płynność ruchu w zmiennych warunkach oraz stateczność i kierowalność samochodu ma charakterystyka sprężystości zawieszenia.

Elementy sprężyste powinny być dobrane w ten sposób, aby zachowana była stała wartość częstotliwości drgań własnych nadwozia ($f=1,5\div 2$ Hz – pasmo korzystne dla człowieka [1]) oraz było ograniczone ugięcie zawieszenia w całym zakresie obciążenia (charakterystyka progresywna). Szczególne znaczenie ma to w samochodach ratowniczo-gaśniczych ze zbiornikami środków gaśniczych, których masa rzeczywista zmienia się w bardzo dużym zakresie. Dlatego bardzo korzystne jest tu stosowanie resorów piórowych parabolicznych (na osi tylnej - podwójnych), które oprócz zachowania powyższych warunków, posiadają dodatkowe zalety w stosunku do resorów konwencjonalnych wielopiórowych:

- mniejsza masa własna, nawet o 50%,
- zmniejszenie wysokości zawieszenia, a tym samym i obniżenie wysokości środka masy pojazdu.

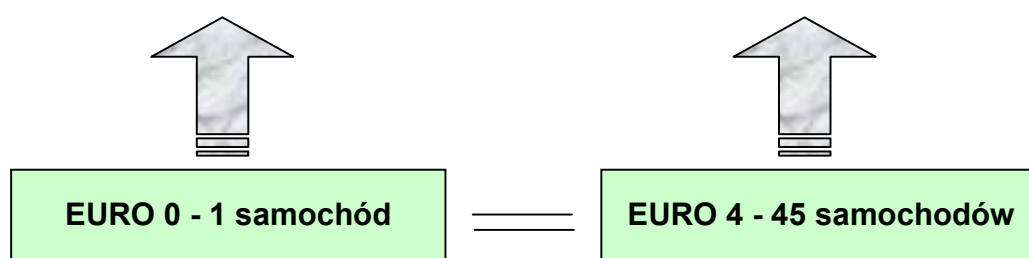
Zawieszenia pneumatyczne również posiadają progresywny kształt charakterystyki sprężystości. Dodatkowe zalety tych zawiesznień to:

- utrzymywanie stałego położenia nadwozia w czasie jazdy, niezależnie od obciążenia,
- obniżenie nadwozia podczas akcji ratowniczej, celem ułatwienia wyjęcia/załadunku sprzętu (ugięcie miechów powietrznych może wynosić nawet $200\div 350$ mm).

Zawieszenia pneumatyczne szczególnie nadają się do zastosowania w zawieszeniach osi tylnych samochodów pożarniczych kategorii miejskiej, gdyż w sposób znaczący poprawiają komfort jazdy oraz wpływają na zmniejszenie oddziaływań dynamicznych od kół na nawierzchnię drogi. Podstawową wadą zawiesznień pneumatycznych jest występująca powszechnie nieszczelność układu, zwiększająca się w miarę zużywania się elementów pneumatyki. Dla zapewnienia krótkiego czasu wyjazdu samochodu od momentu uruchomienia silnika występuje potrzeba ciągłego zasilania układu pneumatycznego z instalacji zewnętrznej. Natomiast w samochodach pracujących z wykorzystaniem podpór (drabiny, podnośniki) występuje niekorzystne zjawisko całkowitego rozciągania miechów powietrznych, powodujące szybsze ich zużycie. Konieczne jest stosowanie dodatkowych zabiegów przeciwdziałających temu zjawisku, np. podwieszanie osi.

W nowych samochodach pożarniczych stosuje się **silniki o zapłonie samoczynnym** spełniające rygorystyczne normy emisji spalin, wydzielające wielokrotnie mniej szkodliwych

substancji niż silniki poprzednich generacji (ryc. 4). Zmianie uległy również maksymalne moce uzyskiwane z porównywalnych pojemności skokowych. Przykładowo, stosowane obecnie w samochodach pożarniczych 12 –tonowych silniki MAN-a o pojemności 6,87 dm³ osiągają moce maksymalne od 240 do 326 KM przy 2400 obr/min, natomiast silniki wszystkim znanych Starów 244 (GBA 2,5/16 typ 005) o pojemności 6,83 dm³ dysponowały mocą 150 KM przy dużo większej prędkości obrotowej (2800 obr/min). Charakterystyka momentu obrotowego w nowych silnikach ma również korzystniejszy przebieg (maksymalna wartość jest uzyskiwana przy niższych prędkościach obrotowych i w większym zakresie obrotów), co wpływa między innymi na elastyczność silnika.



Ryc. 2. Porównanie łącznej emisji substancji szkodliwych zawartych w spalinach samochodów wyposażonych w silniki Euro 0 i Euro 4

Spełnienie obecnej normy czystości spalin Euro 4 wymaga stosowania zabiegów obróbki spalin, obniżających przede wszystkim zawartość tlenków azotu i cząstek stałych w spalinach.

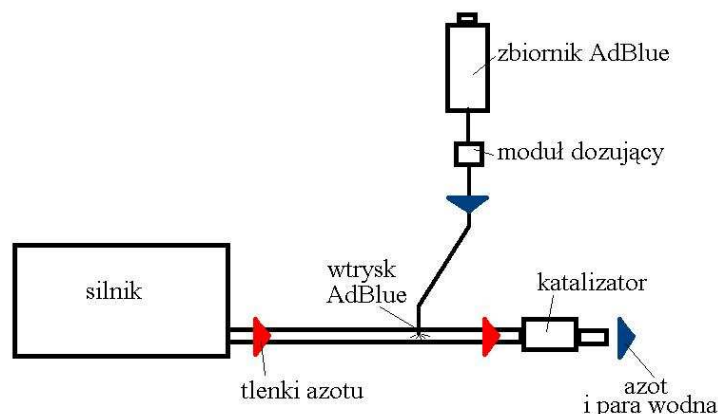
Powszechnie firmy samochodowe wykorzystują dwa systemy redukcji związków szkodliwych do poziomu normy Euro 4:

- system selektywnej redukcji katalitycznej SCR - polegający na redukcji tlenków azotu do nietoksycznego azotu i pary wodnej za pomocą wodnego roztworu mocznika (AdBlue) wtryskiwanemu do gorącego strumienia spalin(ryc. 5),
- system recyrkulacji gazów wydechowych EGR połączony z wtryskiem paliwa pod wysokim ciśnieniem – polegający na doprowadzeniu spalin do zasysanego przez

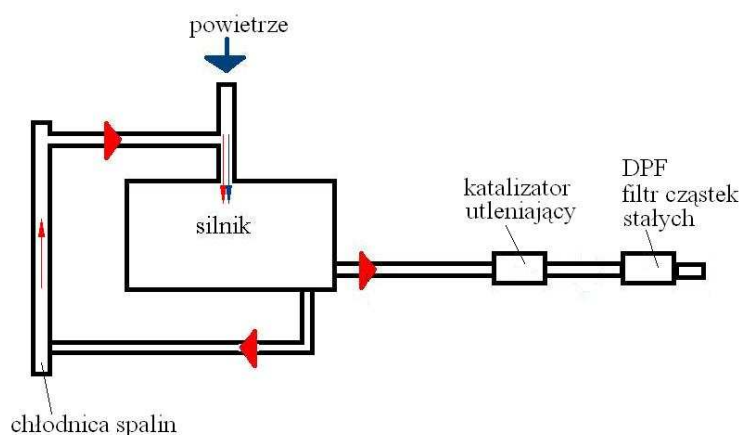
silnik powietrza, w wyniku czego maleje temperatura spalania, a tym samym następuje spadek zawartości tlenków azotu (ryc. 6).

Obydwa systemy mają swoje wady i zalety. System SCR jest droższy i wymaga stosowania dodatkowego zbiornika AdBlue (ryc. 7) o pojemności zazwyczaj 20-25 dm³, który „zabiera” najlepsze miejsce w przestrzeni użytkowej nadwozia z punktu widzenia ergonomii, jednak wydaje się być bardziej rozwojowy i ma większe szanse na przystosowanie silników do normy Euro 5.

System EGR natomiast wymaga stosowania dobrej jakości oleju napędowego zawierającego znikome ilości związków siarki oraz odpowiedniego niskopopiołowego oleju silnikowego. Zanieczyszczenie filtra powoduje konieczność jego wymiany na nowy, co wiąże się ze znacznymi kosztami.



Ryc. 3. Schemat działania systemu selektywnej redukcji katalicznej (SCR)



Ryc. 6. Schemat działania systemu recykulacji gazów wydechowych (EGR)

Zbiornik AdBlue
(25 dm³)



Fot. 8. Dodatkowy zbiornik AdBlue (silnik Mercedes z systemem SCR)

W nowych pojazdach straży pożarnej możemy spotkać obydwa systemy obróbki spalin. Wpływ użytkownika na wybór systemu jest bardzo znikomy, gdyż uzależnione jest to od zastosowanego podwozia. Poszczególni producenci podwozi prowadzą własną politykę dostosowywania silników do kolejnych norm Euro i zazwyczaj preferują tylko jeden system. Praca nowoczesnego silnika jest sterowana elektronicznie poprzez układ EDC (Electronic Diesel Control), który poza obniżeniem emisji spalin umożliwia również zwiększenie osiągnięć silnika i zmniejszenie zużycia paliwa.

Układ EDC spełnia dodatkowe funkcje, bardzo ważne w samochodach pożarniczych:

- ochrona silnika przy zimnym rozruchu,
- zmniejszanie dawki paliwa przy zbyt wysokiej temperaturze silnika,
- regulacja prędkości obrotowej silnika przy załączonej przystawce dodatkowego odbioru mocy,
- ograniczenie prędkości maksymalnej samochodu,
- monitorowanie zużycia paliwa.

Silnik samochodu to niewątpliwie najbardziej skomplikowany zespół mechaniczny w każdym samochodzie. W wielu przypadkach awaria silnika w samochodzie pożarniczym będzie się wiązała z dużymi nakładami finansowymi oraz unieruchomieniem pojazdu nawet na kilka dni. Dlatego ważne jest, aby przestrzegać rygorów obsługi i użytkowania określonych przez producenta.

Coraz większe uznanie wśród użytkowników samochodów pożarniczych wzbudzają **półautomatyczne lub automatyczne skrzynie biegów**. Przy sterowaniu półautomatycznym kierowca decyduje o wyborze biegu i momencie jego włączenia, natomiast sama czynność włączenia jest wykonywana bez udziału kierowcy.

W skrzyniach automatycznych wszystkie czynności są wykonywane bez udziału kierowcy, a jedynie na skutek zmieniających się oporów jazdy i prędkości samochodu.

Skrzynie automatyczne posiadają możliwość zmiany przełożenia bez konieczności rozłączenia układu napędowego oraz zapewniają możliwość płynnego ruszania z miejsca. Te zalety powodują, że takie rozwiązania sprawdzają się zwykle w samochodach jeżdżących na krótkich trasach w ruchu miejskim, jak również przeznaczonych do pracy w warunkach terenowych. Samochody pożarnicze jak najbardziej mieszczą się w tych kategoriach.

Wadą skrzyń automatycznych jest większe zużycie paliwa, większa masa oraz skomplikowana budowa i wysoka cena, jednak jest to rekompensowane dużą trwałością. Rozwiązaniem pośrednim jest wybór półautomatycznej skrzyni biegów posiadającej wiele zalet charakterystycznych dla skrzyni automatycznej, a przy tym o wiele tańszej. Pewną niedogodnością stosowania skrzyń półautomatycznych jest spora zwłoka czasowa mechanizmu przełączania kolejnych biegów.

Techniczną nowością w **układach hamulcowych**, która znalazła już zastosowanie w samochodach pożarniczych, jest blokada przeciwdziałająca stoczeniu się pojazdu ze wzniesienia (stosowana m. in. w samochodach Mercedes). Pneumatyczne zawory hamulcowe sterowane w pełni elektronicznie, ułatwiają ruszanie samochodu z miejsca o dowolnym nachyleniu. Po każdym użyciu pedału hamulca w przypadku, gdy samochód pozostaje w miejscu, ciśnienie w układzie hamulcowym zostaje utrzymane przez około jedną sekundę po zwolnieniu pedału. W ciągu takiego opóźnienia kierowca może bezpiecznie ruszyć z miejsca ze wzniesienia, naciskając pedał przyspieszenia.

Coraz częściej można spotkać samochody ciężarowe wyposażone w **hamulce tarczowe**, stosowane na osi przedniej i tylnej. Rozwiązania takie pozwalają na skrócenie drogi hamowania w porównaniu z hamulcami bębnowymi oraz wykazują dużą stabilność wartości momentu tarcia podczas długotrwałego hamowania.

Konstrukcje kabin samochodów pożarniczych

Kabiny samochodów pożarniczych wykonywane są głównie w wersji wagonowej „krótkiej” (z silnikiem umieszczonym pod kabiną), 2- lub 3-osobowej lub w wersji brygadowej wielomiejscowej (zazwyczaj 6-osobowej). Należy się również spodziewać, że nastąpi powrót do kabin dzielonych, w których przedział załogi będzie zintegrowany z nadwoziem użytkowym lub niezależnie zamocowany do ramy podwozia (ryc. 8). Rozwiązania takie mają uzasadnienie szczególnie w przypadku pojazdów z załogami powyżej 6 osób, w których istnieje konieczność stosowania trzech rzędów siedzeń. Zastosowanie, w tym przypadku, jednomodułowej kabiny o znacznej długości powoduje występowanie drgań i dużych naprężeń podczas jazdy, co w konsekwencji może doprowadzić do poważnych uszkodzeń, włącznie z pękaniem poszycia. Dostęp do silnika po odchyleniu długiej kabiny jednomodułowej również jest bardzo ograniczony.

Wadą kabin dzielonych jest natomiast mniejszy komfort jazdy, wynikający ze sposobu jej zawieszenia i zamocowania do ramy pojazdu.



Fot. 9. Samochód pożarniczy z dzieloną kabiną (układ miejsc: 1+1+2+4)

Obecnie stosowana jest unifikacja kabin, polegająca na stosowaniu jednego typu kabin załogowych dla samochodów budowanych w różnych klasach. Daje to wymierne korzyści w postaci obniżenia kosztów produkcji, kosztów ewentualnych napraw oraz kosztów badań.

W konstrukcji zawieszonych kabin załogowych są stosowane nowe elementy w postaci sprężyn pneumatycznych, zastępujących sprężyny śrubowe. Konstrukcje takie umożliwiają regulację położenia kabiny w czasie jazdy, zabezpieczając przed nadmiernymi przechyłami kabiny na boki podczas jazdy po łuku oraz kołysaniem wzdłużnym.

Duży postęp nastąpił również w dziedzinie ergonomii. Wiele uwagi projektanci poświęcają rozplanowaniu tablicy rozdzielczej, aby wszystkie przyrządy kontrolne w kabinie były widoczne z miejsca kierowcy, natomiast wszystkie urządzenia sterownicze znajdowały się w zasięgu ręki. Niektóre firmy stosują dodatkowe lusterka umieszczone przed szybą czołową, ułatwiające manewrowanie pojazdem i dojazd do ściany lub przeszkody, np. podczas wjazdu do garażu.



Fot. 10. Ergonomiczne rozplanowanie urządzeń kontrolno-sterowniczych, łatwy dostęp do dźwigni zmiany biegów oraz lusterko czołowe ułatwiają pracę kierowcy.

W kabinach załogowych stosowane są czasem ruchome stopnie wejściowe, rozkładające się automatycznie po otwarciu drzwi. Takie rozwiązanie ułatwia wychodzenie z kabiny i poprawia bezpieczeństwo, gdyż stopnie są bardziej wysunięte na zewnątrz obrysu kabiny i bardziej widoczne. Za stopniami można zamontować osprzęt podwozia lub akumulatory. Wadą takiego rozwiązania jest, jak na razie, duża ich awaryjność, polegająca na zacinaleniu się w pozycji otwartej lub zamkniętej. Konstrukcja umożliwia w tym przypadku awaryjne (ręczne) otwarcie/złożenie.



Fot. 11 Rozkładane stopnie wejściowe

Wnioski

Stosowanie nowych rozwiązań konstrukcyjnych w podwoziach samochodów i ich układach napędowych ma na celu przede wszystkim podniesienie bezpieczeństwa biernego oraz zwiększenie trwałości. Stosowanie silników o niskiej emisji spalin (Euro 4) w przypadku samochodów pożarniczych ma drugorzędne znaczenie, ze względu na niewielkie roczne przebiegi tych pojazdów. Sprawdzają się one jednak w samochodach wyposażonych w urządzenia dodatkowe napędzane od silnika (np. samochody ratowniczo-gaśnicze z pompą, drabiny mechaniczne, podnośniki hydrauliczne, samochody z żurawiem), pracujące często nieprzerwanie przez kilka godzin na postoju. Stosowane powszechnie układy elektryczne i elektroniczne charakteryzują się obecnie dużą awaryjnością. Spowodowane jest to znacznym skomplikowaniem konstrukcji (często w jednym pojeździe znajduje się kilka komputerów) oraz wciąż nie dostosowaniem ich do rzeczywistych – i jednak – nietypowych warunków pracy samochodu pożarniczego. Samochody z takimi układami wymagają profesjonalnej obsługi i dbałości o sprzęt, co często jest ignorowane przez użytkowników. Zabezpieczeniem na wypadek wystąpienia awarii, co w przypadku działań straży pożarnej mogłoby mieć tragiczne skutki, jest w wielu przypadkach pozostawiona przez konstruktorów możliwość awaryjnego działania

i sterowania. Komputery posiadają również tryb pracy awaryjnej, na wypadek gdyby zawiodło któreś ogniwo systemu, np. czujnik.

Nowe materiały i technologie stosowane do produkcji elementów nośnych podwozi, poza zwiększeniem trwałości i niezawodności, pozwalają na ograniczenie masy własnej pojazdu, a tym samym zwiększenie ładowności, która może być wykorzystana na poszerzenie wykazu sprzętu przenośnego, zamontowanie dodatkowego wyposażenia, np. urządzenia CAFS lub zwiększenie pojemności zbiorników na środki gaśnicze.

Stosowanie „modułowości” konstrukcji (np. skręcane dzielone ramy) i ograniczenie ilości elementów upraszcza wymianę uszkodzonych lub zużytych podzespołów oraz obniża koszt naprawy. Z uwagi na koszty serwisowe należy, w miarę możliwości, minimalizować ilości typów i odmian podwozi stosowanych do zabudowy pojazdów pożarniczych. Specyfika warunków pracy samochodów pożarniczych znacznie odbiega od standardowego użytkowania pojazdu ciężarowego, dlatego należy zdawać sobie sprawę z tego, że najbardziej nowoczesne podwozia mogą przysporzyć dużo kłopotów podczas ich eksploatacji.

Literatura

1. L. Prochowski, A. Żuchowski: Pojazdy samochodowe. Samochody ciężarowe i autobusy. WKŁ, Warszawa 2006.
2. K. Studziński: Teoria, konstrukcja i obliczanie samochodu. WNT, Warszawa 1973.
3. A. Gontarz: współautor opracowania pt. „Zastosowanie nowoczesnych rozwiązań konstrukcyjnych w samochodach pożarniczych i wpływ na ich walory użytkowe i prowadzenie działań ratowniczo-gaśniczych”, praca zbiorowa, CNBOP 2007.
4. Szkoła Aspirantów Państwowej Straży Pożarnej w Krakowie: Tendencje rozwojowe w technikach ratowniczych i wyposażeniu technicznym. Materiały konferencyjne. Kraków, 16-17 października 2006 r.
5. PN-EN 1846-1:2000 Samochody pożarnicze. Podział i oznaczenie.
6. PN-EN 1846-2:2005/A1:2005 (U) - „Samochody pożarnicze. Część 2: Wymagania ogólne. Bezpieczeństwo i parametry”.
7. PN-EN 1846-3:2006 - „Samochody pożarnicze. Część 3: Wyposażenie zamontowane na stałe. Bezpieczeństwo i parametry”.
8. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania.
9. Sprawozdania z badań samochodów ratowniczo-gaśniczych, CNBOP.