

SZKOŁA GŁÓWNA SŁUŻBY POŻARNICZEJ
WYDZIAŁ INŻYNIERII BEZPIECZEŃSTWA POŻAROWEGO

Studia podyplomowe
DLA STRAŻAKÓW UBIEGAJĄCYCH SIĘ O ZAJMOWANIE STANOWISK
OFICERSKICH ZWIĄZANYCH Z KIEROWANIEM DZIAŁANAMI
RATOWNICZYMI

ml. kpt. inż. Sławomir Osiewała

WPŁYW NOWYCH TECHNOLOGII PRODUKCJI
POJAZDÓW MECHANICZNYCH NA
BEZPIECZEŃSTWO DZIAŁAŃ RATOWNICZYCH

Praca końcowa
napisana pod kierunkiem
st. bryg. mgr inż. Tadeusza Jopka

Warszawa 2013

SPIS TREŚCI

W S T Ę P	4
Rozdział 1	5
Przegląd systemów bezpieczeństwa stosowanych w pojazdach	5
1.1. Systemy bezpieczeństwa czynnego	6
1.1.1. Układy wspomagające kierowcę podczas hamowania.....	6
1.1.2. Układy wspomagające kierowcę podczas ruszania i jazdy	9
1.1.3. Elektroniczny układ stabilizujący tor jazdy	12
1.1.4. Systemy chroniące przed skutkami przewrócenia	14
1.2. Systemy bezpieczeństwa biernego	16
1.2.1. Poduszki powietrzne	17
1.2.2. Napinacze pasów	24
1.2.3. Aktywny zagłówek	27
1.2.4. Zmiany konstrukcyjne budowy pojazdów	29
1.3. Wpływ systemów bezpieczeństwa stosowanych w pojazdach mechanicznych na bezpieczeństwo prowadzonych działań ratowniczych	32
Rozdział 2	34
Alternatywne źródła zasilania pojazdów mechanicznych	34
2.1. Pojazdy zasilane LPG.....	35
2.2. Pojazdy zasilane CNG	41
2.3. Pojazdy hybrydowe	43
2.4. Wpływ alternatywnych źródeł zasilania na bezpieczeństwo działań ratowniczych.....	50
Rozdział 3	54
Wpływ nowych technologii budowy pojazdów mechanicznych na wyposażenie sprzętowe służb ratowniczych	54
3.1. Ratownicze narzędzia hydrauliczne	54
3.1.1. Nożyce hydrauliczne	55

3.1.2. Rozpieracze ramienne i kolumnowe.....	56
3.1.3. Technologia CORE.....	58
3.2. Środki ochrony indywidualnej i sprzęt ochronny.....	60
WNIOSKI.....	64
BIBLIOGRAFIA	67
SPIS RYSUNKÓW	68
SPIS ZDJĘĆ.....	69

WSTĘP

Począwszy od zaprojektowania pierwszego pojazdu, średnia prędkość pojazdów, stale rośnie. Samochody, pomimo podobnych ograniczeń prędkości, poruszają się szybciej, a przez to powodują coraz większe zagrożenie dla pasażerów i innych uczestników ruchu drogowego. Wychodząc naprzeciw tym trendom, producenci samochodów, wdrażają nowe technologie i systemy mające na celu poprawę bezpieczeństwa pasażerów. Drugim aspektem przyświecającym dokonywaniu postępu w dziedzinie motoryzacji jest aspekt ekonomiczny. Dąży się do tego, aby eksploatacja pojazdu była jak najtańsza. W tym celu producenci unowocześniają zarówno konstrukcje całych pojazdów, jak i dokonuje się modernizacji systemów napędowych. Podczas wypadków drogowych, często jednak dochodzi do swoistego konfliktu między bezpieczeństwem, a dostępnością do osób pozostających w pojeździe, między bezpieczeństwem, a bezpieczeństwem ratowników biorących udział w działaniach. Autorzy książek i opracowań zajmujących się tematyką ratownictwa drogowego, najczęściej skupiają się na technikach wykonania dojścia do osób pozostających w pojazdach, oraz ich ewakuacji, traktując pobieżnie tematykę związaną zagrożeniami dla ratowników. Nowoczesne systemy bezpieczeństwa mogą stwarzać duże zagrożenie, w momencie gdy nie zadziałają prawidłowo. W pracy przedstawiono czynne i bierne systemy bezpieczeństwa w pojazdach, alternatywne źródła zasilania pojazdów, nowe rozwiązania firm produkujących narzędzia ratownicze. Przedstawiono także zagrożenia jakie stwarzają nowe technologie, systemy bezpieczeństwa oraz alternatywne źródła zasilania, dla ratowników i osób postronnych podczas działań ratowniczych.

Rozdział 1

Przegląd systemów bezpieczeństwa stosowanych w pojazdach

Projektowanie nowoczesnych samochodów zaczyna się dzisiaj właściwie od bezpieczeństwa. Każdy producent dba o to, by pasażerowie podróżujący autem jego marki czuli się maksymalnie bezpiecznie. Jak dowodzą badania bezpieczeństwo jest jednym z głównych czynników, którymi kierują się klienci w wyborze samochodu. Systemy bezpieczeństwa w autach można podzielić na czynne i bierne. Co kryje się pod tymi nazwami? Pierwszym i być może najważniejszym czynnym systemem bezpieczeństwa w każdym samochodzie jest kierowca. To od jego zachowań, wyobraźni i szybkiego reagowania często zależy czy uda uniknąć się kolizji. Jeśli zaś chodzi o techniczne zabezpieczenia to najpopularniejszym jest o oczywście system ABS, który zapobiega blokowaniu kół podczas nagłego hamowania. Innym systemem jest tzw. „kontrola trakcji”, czyli wewnętrzny komputer samochodu, który rozdziela siłę hamowania oraz moment napędowy na poszczególne koła. Dzięki temu kierujący pojazdem ma większą kontrolę nad pojazdem w sytuacjach awaryjnych. Bierne systemy bezpieczeństwa służą minimalizacji skutków kolizji (za szczególnym uwzględnieniem zdrowia i życia pasażerów), jeżeli już do takiej dojdzie. Są to przede wszystkim kontrolowane strefy zgniotu, które pochłaniając energię zderzenia chroniąc osoby znajdujące się w samochodzie (sprawdzane są one w tzw. crash-testach, podczas których auto poddawane jest zaplanowanej i dokładnie obserwowanej kolizji). Także przemieszczenie się podczas kolizji silnika, pedałów czy kierownicy musi być tak zaprojektowane, by chronić kierowcę przed groźnymi urazami. Do biernych systemów bezpieczeństwa należą także poduszki powietrzne, pasy bezpieczeństwa, odpowiednio zaprojektowane zagłówki czy foteliki dla dzieci.

1.1. Systemy bezpieczeństwa czynnego

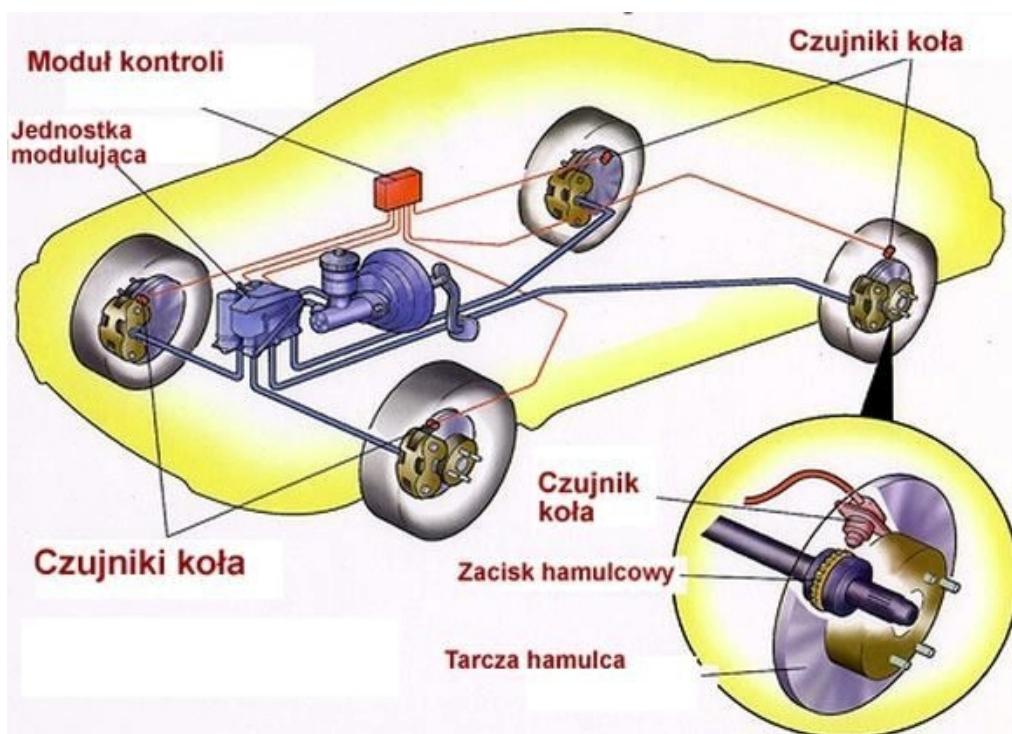
Ta grupa systemów odpowiedzialna jest za obniżenie prawdopodobieństwa wystąpienia kolizji drogowej z innym uczestnikiem ruchu drogowego lub przeszkodą przydrożną. Uwzględniają możliwe czynniki mogące doprowadzić do wypadku w czasie jazdy np.: warunki atmosferyczne, stan nawierzchni. Zaliczamy do nich:

- 1) elementy zapewniające odpowiednią widoczność (światła – zapewniające widoczność w złych warunkach, w tym także nocą, wycieraczki, okna, lusterka),
- 2) układ hamulcowy z układami wspomagającymi jego działanie, niezbędne do zredukowania prędkości lub całkowitego zatrzymania samochodu. Najczęściej spotykane systemy wspomagające układ hamulcowy: ABS (zapobiega blokowaniu kół podczas hamowania), ASR (jego zadaniem jest ograniczanie nadmiernego poślizgu), ESP (elektroniczny program stabilizacyjny, system, który współdziała z w/w systemami, a jego działanie skierowane jest na stabilizację toru pojazdu na zakrętach),
- 3) układ kierowniczy, zapewniający prawidłową kontrolę nad pojazdem;
- 4) ogumienie przystosowane dla danej pory roku,
- 5) umiejętności kierowcy oraz jego stan psychofizyczny, bardzo istotny element, ponieważ właśnie od zachowań, umiejętności kierującego będzie zależało przede wszystkim bezpieczeństwo jego jak i pasażerów, oraz innych uczestników ruchu.

1.1.1. Układy wspomagające kierowcę podczas hamowania

ABS (niem. Antiblockiersystem; ang. Anti-Lock Braking System) to układ stosowany w pojazdach mechanicznych w celu zapobiegania blokowaniu się kół podczas hamowania, jako element układu hamulcowego. System ten jest zaliczany do grupy systemów Advanced Vehicle Control Systems (lub Automated Highway Systems). Jego bezpośrednim rozwinięciem są systemy ASR. Jest on również

wykorzystywany jako element składowy bardziej rozwiniętych systemów jak ESP, czy Adaptive Cruise Control.



Rys. 1. Budowa systemu ABS

W praktyce występuje wiele rozwiązań konstrukcyjnych układów ABS. Różnice w budowie zależą przede wszystkim od podziału obwodów hamulcowych, liczby czujników i kanałów sterujących. Typowy system ABS zbudowany jest z układów kontrolujących prędkość obrotową każdego z kół oraz zaworów (układów) zmniejszających ciśnienie oddzielnie w każdym obwodzie hamowania, a w rozbudowanych układach indywidualnie na każdym kole. Działanie zaworów jest sterowane przez system komputerowy na podstawie prędkości obrotowej kół.

Podstawowe elementy układu ABS (czteroobwodowego):

- 1) czujniki prędkości obrotowej kół jezdnych (działające na zasadzie indukcji magnetycznej, bez zużywających się elementów mechanicznych)



Fot. 1. Układ pomiarowy mierzący prędkość obrotową

- 2) elektrozawory regulujące ciśnienie w obwodzie każdego koła (elektrozawory z wyłączonym zasilaniem nie wpływają na pracę układu hamulcowego)
- 3) centrala sterująca.

ABS mierzy prędkość obrotową wszystkich kół i nie ingeruje w działanie układu hamulcowego dopóki nie dostanie sygnału, że hamulec został uruchomiony przez kierowcę. W fazie pracy hamulca, ABS wykrywa poślizg dowolnego koła (lub kilku kół) i elektrozaworami moduluje ciśnienie w obwodzie tego koła. Wykrycie poślizgu odbywa się na 2 sposoby:

- 1) koło gwałtownie przestało się kręcić – poślizg,
- 2) koło zaczyna kręcić się wolniej, niż pozostałe koła.

Koło takie rozpoczyna poślizg i za chwilę zatrzyma się. ABS musi tu uwzględnić fakt, że różnica prędkości na zakręcie jest zjawiskiem normalnym. ABS nie ma informacji o położeniu kierownicy, więc różnice w obrotach muszą być na tyle duże, aby ABS miał pewność, że wynikają one z poślizgu. W przeciwnym razie ABS nie działałby na zakręcie na koła jadące po jego wewnętrznej stronie. W przypadku wykrycia poślizgu ABS zmniejsza ciśnienie w obwodzie hamulcowym koła tak długo, aż koło nie odzyska prawidłowej prędkości. Siła hamowania tego koła ulega zmniejszeniu, ale koło cały

czas jest hamowane (tylko słabiej). Po odzyskaniu obrotów przez koło, ABS przywraca ciśnienie w jego obwodzie. Ciśnienie to jest zależne od siły nacisku na pedał hamulca.

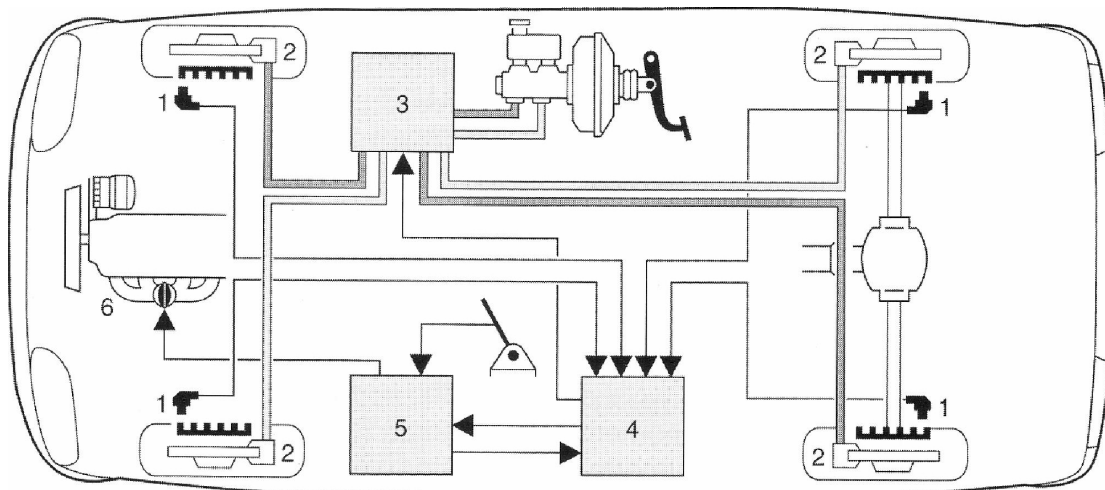
1.1.2. Układy wspomagające kierowcę podczas ruszania i jazdy

Nadmierny poślizg może być niebezpieczny nie tylko przy hamowaniu, ale także w przypadku napędu kół napędowych. Przed zablokowaniem kół przy hamowaniu chroni układ przeciwblokujący. Jego rozbudowa o dalsze funkcje umożliwiła stworzenie układu zabezpieczającego przed nadmiernym poślizgiem kół napędowych podczas przyspieszania. Układ ten oznaczany jest najczęściej skrótem ASR (Anti Skid Regulation - ang. lub Anti-Schlupf Regulierung - niem.) lub TCS (Traction Control System - ang.). Poszczególni producenci stosują też inne nazwy handlowe. Układ ASR powinien działać w sytuacjach, gdy grozi utrata przyczepności kół napędowych, zwłaszcza w czasie jazdy po śliskiej nawierzchni, a mianowicie:

- 1) przy ruszaniu,
- 2) przy pokonywaniu wzniesienia, zwłaszcza na niejednorodnej nawierzchni,
- 3) przy przyspieszaniu na zakręcie.

Układ ASR, obok poprawy właściwości trakcyjnych pojazdu, daje także dodatkowe korzyści:

- 1) przeciwdziałając nadmiernemu poślizgowi kół napędowych zwiększa stateczność poprzeczną, zwłaszcza w przypadku napędu tylnego,
- 2) zmniejsza zużycie opon,
- 3) zmniejsza naprężenia w układzie napędowym, przeciwdziałając nagle pojawiającym się obciążeniom, występującym wtedy, gdy ślizgające się koło trafia na fragment bardziej szorstkiej nawierzchni,
- 4) informuje kierowcę o wystąpieniu nadmiernego poślizgu zapaleniem lampki kontrolnej,



Rys. 2. Elementy systemu ASR: 1 - czujniki prędkości kół, 2 - hamulce kół, 3 - zespół hydrauliczny (modulator) ABS i ASR, 4 - sterownik ABS i ASR, 5 - sterownik Motronic, 6 - przepustnica silnika

Układ ASR, podobnie jak układ ABS, śledzi prędkości obrotowe kół. W przypadku wykrycia, że prędkość obrotowa kół napędowych jest większa od prędkości obrotowej kół nie napędzanych, a różnica tych prędkości przekracza założoną wartość, co świadczy o wystąpieniu nadmiernego poślizgu kół napędowych, następuje zmniejszenie doprowadzanego do nich momentu napędowego. Układ ASR reguluje poślizg kół w taki sposób, aby pozostawał on w przedziale wartości optymalnych, a więc takich, przy których uzyskuje się największą siłę przyczepności kół ~~koł~~ do podłoża. Zapewnia to uzyskanie maksymalnej możliwej w danych warunkach siły napędowej oraz zabezpiecza przed zerwaniem przyczepności. Przeciwdziałanie nadmiernemu poślizgowi kół napędowych przez zmniejszanie doprowadzanego do nich momentu napędowego tylko na drodze ograniczania momentu obrotowego silnika, może być jednak w wielu przypadkach zbyt wolne, co wynika z dużej bezwładności sterowania silnikiem. Dla przyspieszenia działania nowoczesne układy ASR wykorzystują hamulce, aby w pierwszej chwili pojawienia się nadmiernego poślizgu kół napędowych przyhamować je, zanim jeszcze zostanie zredukowany moment obrotowy silnika. Dodatkową korzyścią zastosowania hamulców jest możliwość regulacji momentu napędowego indywidualnie dla każdego z kół napędowych, co ma szczególne znaczenie w przypadku jazdy po drodze różnej przyczepności. Układ ASR musi mieć

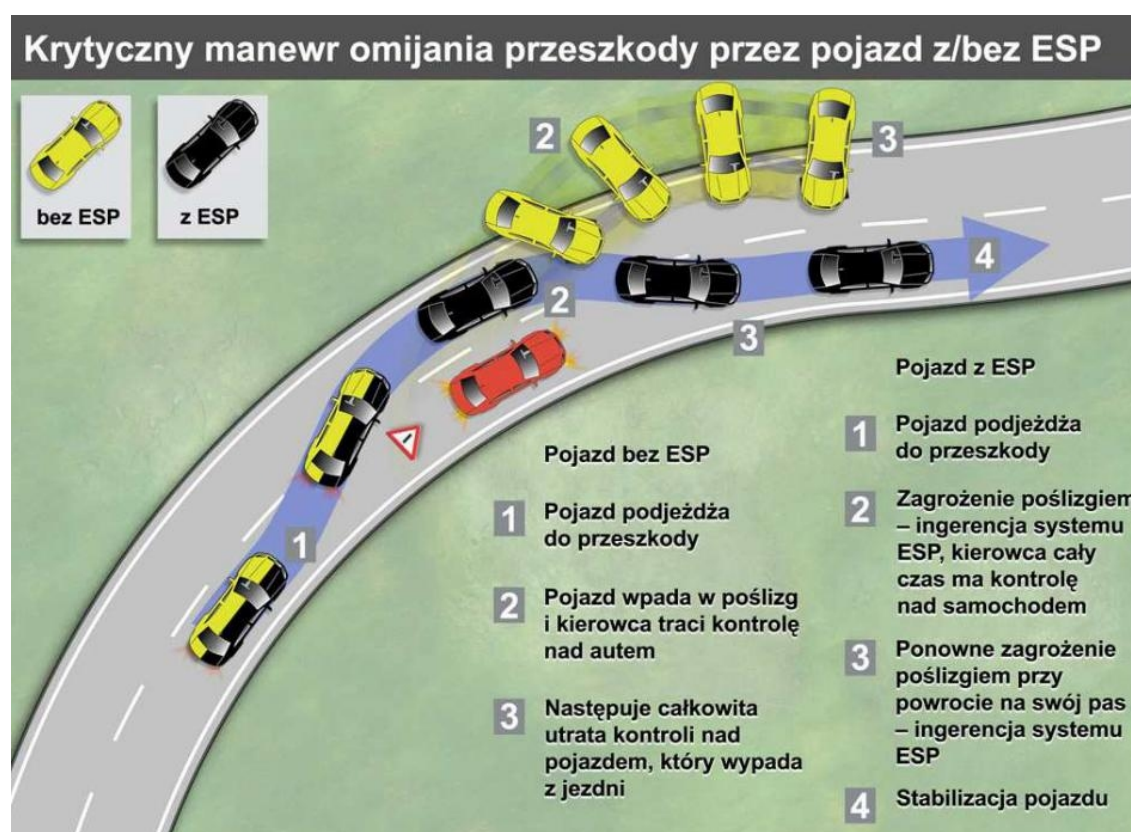
możliwość sterowania pracą silnika niezależnie od rozkazów wysyłanych przez kierowcę. Dlatego też sterowanie przepustnicą silnika z zapłonem iskrowym lub pompą wtryskową silnika z zapłonem samoczynnym nie może odbywać się przez ich mechaniczne połączenie z pedałem przyspieszania. Układ cięgien musi być zastąpiony przez układ elektroniczny, składający się z czujnika położenia pedału przyspieszania, elektronicznego sterownika i silnika wykonawczego. W razie potrzeby, gdy uaktywnia się układ ASR, sterownik elektroniczny ma możliwość realizowania jego sygnałów niezależnie od sygnału docierającego z pedału przyspieszania. W przypadku silników z zapłonem samoczynnym zmniejszenie momentu obrotowego odbywa się przez zmniejszenie dawki paliwa podawanego przez pompę. W przypadku silnika z zapłonem iskrowym zmiana kąta ustawienia przepustnicy odbywa się za pomocą układu elektronicznego sterowania przepustnicą - ETC (Electronic Throttle Control - ang.). Dodatkową możliwością wpływania na moment obrotowy silnika z zapłonem iskrowym jest sterowanie układem zapłonowym i/lub układem wtryskowym, realizowane zwykle przez odrębny układ sterowania silnika. W przypadku układu zapłonowego polega to na regulacji pojedynczych zapłonów, gdy konieczna jest gwałtowna redukcja momentu obrotowego silnika, lub zmniejszaniu kąta wyprzedzenia zapłonu, gdy zmniejszanie momentu powinno odbywać się łagodniej. W przypadku wykorzystywania układu wtryskowego zmniejszanie momentu silnika uzyskuje się przez wyłączanie wtrysków w pojedynczych cylindrach. Aby układ ASR mógł uruchamiać hamulce bez ingerencji kierowcy, należało układ hamulcowy wyposażać w źródło energii. W pneumatycznych układach hamulcowych samochodów ciężarowych i autobusów takim źródłem energii, podobnie jak w przypadku zwykłego hamowania, jest sprężone powietrze zmagazynowane w zbiornikach układu hamulcowego. W stosunku do układu ABS, z którego się on wywodzi, konieczne było zmodyfikowanie modulatora hydraulicznego tak, aby istniejąca w układzie pompa mogła tłoczyć płyn do siłowników mechanizmów hamulcowych wtedy, gdy układ pracuje w trybie regulacji. Obok elementów, które występowały już w układzie ABS, a mianowicie: pompa, tłumik, akumulator ciśnienia oraz zawory dolotowy i wylotowy dla każdego z kół, występują tu dodatkowo po dwa zawory dla każdego z kół napędowych, umożliwiające zmianę kierunku przepływu płynu hamulcowego przez pompę. Dzięki tym zaworom pompa może być wykorzystywana do zasilania hamulców, gdy układ pracuje w trybie ASR. W normalnym trybie pracy układu hamulcowego i przy regulacji ABS zawór ssący

pozostaje zamknięty, a zawór sterujący - otwarty. W przypadku konieczności zmniejszania siły hamowania (regulacja ABS) pompa powrotna przez otwarty zawór wylotowy i przy zamkniętym zaworze dolotowym wysysa płyn hamulcowy z siłownika hamulca. W trybie regulacji ASR zawór sterujący pozostaje zamknięty, a przez otwarty zawór ssący pompa powrotna zasysa płyn hamulcowy z pompy hamulcowej i tłoczy go przez zawór dolotowy do siłownika hamulca.

1.1.3. Elektroniczny układ stabilizujący tor jazdy

ESP – (ang. Electronic Stability Program - elektroniczny program stabilizacji) – układ elektroniczny stabilizujący tor jazdy samochodu podczas pokonywania zakrętu przejmujący kontrolę nad połączonymi układami ABS i ASR. System ten uaktywnia się samoczynnie, przyhamowując jedno lub kilka kół, z chwilą, gdy odpowiedni czujnik wykryje tendencję do wyślizgnięcia się samochodu z zakrętu. Niektórzy producenci nazywają go inaczej, np. VSC, STC itp. System ESP jest to rozbudowany elektroniczny system w którego skład wchodzi systemy takie jak kontrola trakcji, kontrola poślizgu itp. (kontrola poślizgu "wylapuje" ewentualny poślizg koła w związku z czym koło pojazdu nie może zakręcić się w miejscu „zabuksować” w przeciwnym razie system ten odetnie dopływ paliwa do silnika i spowoduje małe przyduszenie silnika). System ten działa na bardzo prostej zasadzie – zablokowane koło można poruszyć w każdą stronę (czyli także na boki) używając podobnej siły. W efekcie, na zakręcie koło jest wynoszone tam, gdzie działa siła odśrodkowa, czyli na zewnątrz zakrętu. Wykorzystując tę zasadę, gdy przód pojazdu traci przyczepność (zachodzi podsterowność), to blokowane są koła tylne, by te pozwoliły na obrót pojazdu wokół własnej osi celem skierowania przodu we właściwą stronę. Analogicznie, gdy mamy do czynienia z nadsterownością, kiedy to pojazd zbyt szybko obraca się wokół własnej osi (szybciej, niż pokonuje zakręt) blokowane są koła przednie, by spowolnić ten ruch poprzez wytworzenie niwelującej go podsterowności. Wszystkie te korekty zachodzą wielokrotnie w ciągu sekundy i tworzą w rzeczywistości kontrolowany uślizg wszystkich czterech kół. Poślizg kół jest obliczany na podstawie prędkości obrotowych kół, czujnika przyspieszenia poprzecznego, czujnika przyspieszenia kątownego, czujnika

skrętu kierownicy oraz ciśnienia w układzie hamulcowym. Na podstawie analizy danych z tych czujników system określa czy wystąpiła nadsterowność czy podsterowność i reaguje wyhamowaniem odpowiednich kół. Stabilizacja toru jazdy w pewnym stopniu zwiększa dopuszczalną prędkość początkową podczas wejścia w zakręt, dzięki optymalnemu wykorzystaniu przyczepności wszystkich kół. Dodatkowo do korygowania toru jazdy używane są hamulce, spowalniające pojazd w trakcie pokonywania zakrętu. Zmniejsza to prawdopodobieństwo wypadnięcia z zakrętu.



Rys. 3. Omijanie przeszkody przez samochód z systemem ESP i bez

Stabilizacja toru jazdy okazuje się być bardzo pomocna w tzw. teście łosia polegającym na ominięciu nagle pojawiającej się przeszkody i błyskawicznym powrocie na własny pas. W samochodach pozbawionych kontroli trakcji slalom składający się z 3 nagłych skrętów zazwyczaj powoduje nagłą nadsterowność, która to może spowodować ponowne wyrzucenie pojazdu na przeciwny pas. Rzadziej zdarza się tutaj zaobserwować podsterowność, która jest mniej groźna i powoduje tylko wydłużenie

promieni skrętów. ESP umożliwia wykonanie trzech w miarę ciasnych skrętów i szybką stabilizację pojazdu po powrocie na własny pas. Systemem wspomagającym ESP jest system DSR (dynamic steering response). System ten wykorzystuje informacje z systemu ESP i w razie potrzeby, silnikiem i wspomaganie kierownicy potrafi wykonać lekki manewr kierownicą, kontruujący moment obrotowy samochodu. W sytuacji hamowania na nawierzchni o różnej przyczepności (np. prawe koła na lodzie a lewe na śniegu) wystąpi tendencja do obrócenia pojazdu. ESP w takiej sytuacji odpowiednio skoryguje siły hamowania kół co może wydłużyć drogę hamowania. W takiej sytuacji dzięki skontrowaniu toru jazdy kierownicą można uzyskać krótszą drogę hamowania niż przy użyciu samego systemu ESP. System ESP nie jest stosowany w sporcie z uwagi na znaczne ograniczenie prędkości wyjścia z zakrętu, oraz uniemożliwienie wykonywania takich manewrów jak np. jazda w nadsterownym poślizgu kontrolowanym, hamowanie poprzez poślizg boczny czy obrót wokół własnej osi.

1.1.4. Systemy chroniące przed skutkami przewrócenia

W pojazdach z nadwoziami otwartymi (kabriolety, samochody terenowe itp.) w razie ich przewrócenia podczas wypadku, brakuje elementów ochronnych i odpierających, takich jak w przypadku pojazdów z nadwoziami zamkniętymi. Do ochrony przed obrażeniami pasażerów i kierowców pojazdów z nadwoziami otwartymi w razie ich przewrócenia stosuje się specjalne urządzenia. W niektórych samochodach z nadwoziami otwartymi do ochrony pasażerów przed skutkami przewrócenia służy rama szyby przedniej i sztywny pałąk umieszczony nad samochodem za tylnymi siedzeniami. Natomiast klasyczne kabriolety bez stałego pałąka ochronnego wyposaża się w chowane pałąki z tyłu samochodu lub wysuwane zagłówki. W razie wypadku elektroniczny sterownik powoduje bardzo szybkie uruchomienie urządzeń chroniących pasażerów przed skutkami przewrócenia samochodu, a w niektórych kabrioletach wyższej klasy oraz samochodach terenowych urządzenia zwiększające bierne bezpieczeństwo, które zostają włączone w razie wypadku w ciągu około 150 ms zapewniając ochronę jadących. Przewrócenie

samochodu może nastąpić w dowolnym, trudnym do przewidzenia kierunku, dlatego układy wykrywające to zagrożenie powinny mieć możliwość jego wykrycia we wszystkich kierunkach. Zastosowane czujniki emitują sygnały, na podstawie których sterownik ocenia kierunek ewentualnego przewrócenia samochodu.



Fot. 2. System ochrony przed skutkami dachowania w kabrioletcie

Występują dwa warunki wykrycia zagrożenia i uruchomienia urządzenia chroniącego przed skutkami przewrócenia. W celu spełnienia pierwszego warunku dwa czujniki mierzą wartość przyspieszenia, jeden w kierunku wzdłużnym, a drugi w kierunku poprzecznym samochodu. Mikroprocesor sterownika przetwarza sygnały z czujników dla wszystkich kierunków i porównuje wypadkowe przyspieszenie z zakodowanym programem uruchomienia wynoszącym około 5g. Urządzenie jest uruchomione jeśli ten próg zostanie przekroczony. W celu spełnienia drugiego warunku czujnik mierzy pochylenie samochodu. Jeśli pochylenie samochodu wyniesie minimum 27 st. i przynajmniej jeden z dwóch czujników umieszczonych w zawieszeniu przekaże sygnał odciążenia zawieszenia tylnego, urządzenie zostanie uruchomione. Mikroprocesor sterownika ocenia drugi warunek, niezależnie od pierwszego, aby

zwiększyć niezawodność działania. Gdy jest spełniony przynajmniej jeden z wymienionych warunków i z obliczeń wynika, że samochód się przewraca sterownik przesyła sygnał uruchomienia pałaka ochronnego lub wysunięcia zagłówków. Silny elektromagnes zwalnia napięte sprężyny, dzięki którym pałak ochronny wysuwa się z zagłębienia lub zagłówki się unoszą.



Fot. 3. Wysuwany pałak ochronny w momencie dachowania kabrioletu

Ponadto zostaje odblokowany zamek centralny drzwi samochodu. W innych układach do wykrywania przechyłu stosuje się czujniki działające na zasadzie poziomicy. Urządzenie chroniące przed skutkami przewrócenia jest uruchomione, jeśli kąty przechyłu wynoszą w kierunku poprzecznym co najmniej 52 st., a w kierunku wzdłużnym co najmniej 72 st. Dodatkowy czujnik zamyka zestaw hermetyczny wspomagający sprężyną, jeśli samochód przestanie stykać się z podłożem.

1.2. Systemy bezpieczeństwa biernego

Do tej grupy możemy zaliczyć systemy, których zadaniem jest minimalizowanie skutków kolizji. Pod uwagę bierze się w tym przypadku, w szczególności

bezpieczeństwo kierującego pojazdem oraz innych uczestników ruchu drogowego mogących uczestniczyć w zdarzeniu.

Elementy, które mają spełniać owe role to składowe części wyposażenia wnętrza samochodu, czyli:

- 1) poduszki bezpieczeństwa (powietrzne), jej głównym zadaniem jest przede wszystkim amortyzacja głowy przed uderzeniem o elementy samochodu,
- 2) pasy bezpieczeństwa oraz napinacze, podczas zderzenia automatycznie następuje zaciśnięcie pasów, co zabezpieczenia pasażerów przed ewentualnym wyrzuceniem na zewnątrz,
- 3) zagłówki, ten element znajduje zastosowanie w sytuacji, gdy nasz pojazd zostaje uderzony w tył, zagłówki amortyzują wtedy siłę odrzutu głowy,
- 4) konstrukcja nadwozia, zastosowanie stref kontrolowanego zgniotu, czyli miejsc, które ulegając zgnieceniu podczas zderzenia pochłaniają znaczną część energii. Kolejnym elementem w konstrukcji nadwozia jest zastosowanie tzw. klatki bezpieczeństwa, która dzięki swojej wytrzymałości zwiększa bezpieczeństwo pasażerów,
- 5) szyby - a raczej materiał z jakiego zostały wykonane tak, aby po ewentualnej stłuczce rozpadały się na kawałki o tępych brzegach, aby jak w najmniejszym stopniu uszkodzić ciało kierowcy czy też pasażera,
- 6) elementy wykończeniowe, czyli zastosowanie materiałów, które nie posiadają zaostzonych końcówek wewnątrz kabiny, ale i takich, które w razie pożaru nie będą rozprzestrzeniać płomieni.

1.2.1. Poduszki powietrzne

Na początku lat 50-tych ubiegłego wieku John W. Hetrick wpadł na pomysł stworzenia urządzenia które wyeliminowałoby lub ograniczyło obrażenia pasażerów podczas kolizji. W 1953 roku naukowiec zdobył patent na „zespół poduszki bezpieczeństwa dla pojazdów samochodowych”. W tym samym czasie niemiecki uczony Walter Linderer otrzymał patent na poduszkę, która miała napęlniać się sprężonym powietrzem po kontakcie zderzaka samochodu z przeszkodą. Dopiero w

1960 roku Alen K. Breed opracował system elektromechanicznych poduszek powietrznych napełnianych przez wybuch, który uruchamiany był za pomocą czujnika zderzeń. W 1971 roku Ford wprowadził na rynek pierwszy samochód wyposażony w poduszkę powietrzną. Obecnie wszystkie pojazdy wprowadzane na rynek wyposażone są już nie w poduszkę, a często w systemy poduszek powietrznych.



Fot. 4. Widok z tyłu wnętrza pojazdu z odpalonymi poduszkami i kurtynami

Źródło: www.autokult.pl

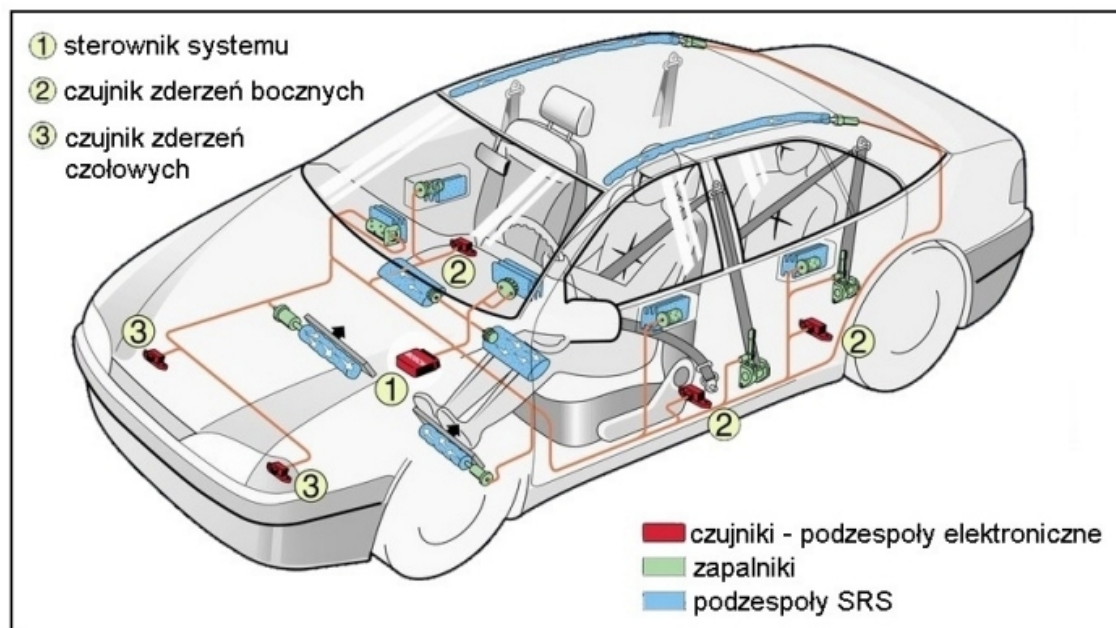
W chwili obecnej poduszki powietrzne mają za zadanie chronić kierowcę i pasażerów nie tylko przy uderzeniach czołowych, ale także podczas uderzeń bocznych poprzez zastosowanie poduszek bocznych oraz kurtyn.



Fot. 5. Widok z boku wnętrza pojazdu z odpalonymi poduszkami i kurtynami

Źródło: www.autokult.pl

Przez lata system ewoluował od prostego układu inicjującego, do skomplikowanego systemu SRS (Supplemental Restraint System), który w pierwszym etapie kolizji poprzez: akcelerometry, żyroskopy, czujniki ruchu siedzeń, zbiera informacje i doprowadza do wystrzelenia poduszek powietrznych.



Rys. 4. Rozmieszczenie elementów systemu SRS w samochodzie

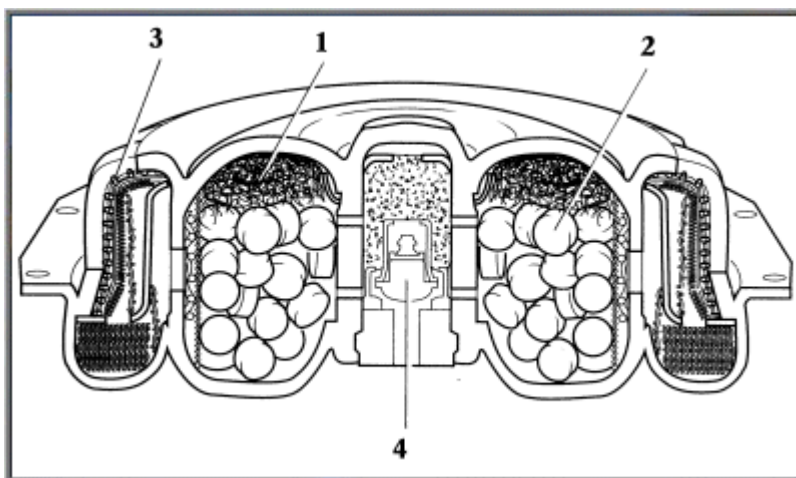
Źródło: www.trw.com

Gaz napełniający poduszkę powietrzną, może być wytworzony w wyniku spalania ładunków pirotechnicznych lub uwalniany ze zbiorników ciśnieniowych. Istnieją też generatory, które wykorzystują oba sposoby wytwarzania gazu. Ciśnienie gazu w generatorach może dochodzić do 200-700 bar. Generator pirotechniczny napełniający poduszkę powietrzną kierowcy zawiera zapalnik i ok. 73g stałego paliwa (azydek sodowy), co wystarcza do napełnienia poduszki o pojemności ok. 60dm³. Po zapłonie rozkłada się on wydzielając gaz o zawartości ok. 99% azotu i śladowe ilości innych składników, a reakcja trwa ok. 0,025s.



Fot. 6. Generator gazowy

Źródło: www.portal.ratowniczy.pl



Rys. 5. Przekrój generatora gazowego: 1- komora sprężania, 2- paliwo pirotechniczne, 3- kanały dolotowe, 4- zapalnik

Najczęściej występujące poduszki powietrzne zabezpieczają kierowcę i pasażera przed zderzeniami czołowymi. W nowych modelach samochodów, montowane są czujniki rejestrujące masę lub wysokość pasażera. System dzięki tym danym, pozwala na

częściowe "odpalenie" poduszki (poduszki dwustopniowe) - w zależności od masy pasażera oraz prędkości pojazdu i siły uderzenia. W większości przypadków aktywacja przednich poduszek powietrznych odbywa się za pomocą modułu (komputera) SRS odpowiedzialnego za systemy bezpieczeństwa czynnego. Istnieją jednak modele samochodów, które posiadają poduszki korzystające z mechanicznego czujnika ulokowanego wewnątrz koła kierownicy. Systemy te są niezależne od układu elektrycznego pojazdu i nawet po odłączeniu zasilania pozostają aktywne. Poduszka powietrzna środkowego pasażera tylnej kanapy ma za zadanie zamortyzowanie skutków zderzenia czołowego osoby siedzącej w środku tylnej kanapy. W przypadku gdy nie występuje pas barkowy umieszczona jest zazwyczaj w kapsule na pasie biodrowym. W pojazdach montowane są także poduszki powietrzne, które mają za zadanie chronić kolana i nogi kierowcy oraz pasażera - szczególnie w sytuacji gdy pasażer nie korzysta z pasów bezpieczeństwa. Uruchamiane są przeważnie razem z poduszkami czołowymi.



Fot. 7. Poduszki (kierowcy i pasażera)wystrzelone podczas wypadku

Boczne poduszki oraz kurtyny mają za zadanie chronić pasażerów przed uderzeniami bocznymi, szczególnie przed kontaktem z twardymi elementami karoserii. Czynnikiem

wpływającym na aktywowanie poduszek jest pomiar przyspieszeń bocznych (lub niekiedy pomiar ciśnienia wewnątrz drzwi). Niektóre poduszki boczne są tak duże, że chronią tułów i głowę pasażerów. W zależności od wielkości mogą chronić również pasażerów pierwszego lub pierwszego i drugiego rzędu siedzeń. W zależności od rozwiązań producenta istnieją wersje osobno chroniące pasażerów pierwszego lub drugiego rzędu. Możliwe są również rozwiązania gdzie dwa generatory napełniają jedną kurtynę chroniącą cały bok.

W celu zapewnienia ochrony pieszych stosowane są niekiedy poduszki powietrzne chroniące pieszych. Te poduszki powietrzne wykorzystywane są do zapewnienia "miękkiego lądowania" dla pieszego, który wpada na maskę pojazdu. Poduszka powietrzna jest schowana pod maską pojazdu na wysokości wycieraczek i dyszy spryskiwacza. W momencie uderzenia w pieszego, aktywowane są ładunki, poduszka napełnia się powietrzem chroniąc w ten sposób głowę pieszego przed uderzeniem w słupki „A” oraz obszar pomiędzy szybą, a maską. Jednocześnie maska jest odchylana na pewną odległość od silnika, dzięki temu może w pewien sposób zamortyzować ewentualne uderzenie.



Fot. 8. Poduszka powietrzna chroniąca pieszych

Poduszka pasów bezpieczeństwa to system, który w momencie zderzenia pojazdu wypełnia pas bezpieczeństwa gazem, przez co zwiększa on swoją objętość. Nie jest to jednak typowa “eksplozja” jak w przypadku innych poduszek, a nieco “wolniejsze” (40 milisekund) napełnianie. Taka poduszka pomaga ustawić ciało jadącej pojazdem osoby w odpowiedniej pozycji w momencie wypadku oraz lepiej chroni jego klatkę piersiową.



Fot. 9. Poduszka montowana w pasach bezpieczeństwa



Fot. 10. Prototyp Toyoty zapewniający 360-stopniową ochronę

Prototyp pojazdu przedstawiony przez firmę Toyota, przedstawia kierunek w jakim będą podążać producenci samochodów jeśli chodzi o zastosowanie systemów poduszek bezpieczeństwa. Jest to system który ma zapewniać 360-stopniową ochronę przez poduszki powietrzne.

1.2.2. Napinacze pasów

Podstawowymi elementami w budowie bezwładnościowych pasów bezpieczeństwa są zwijacze, które są blokowane podczas nagłego szarpnięcia, pas bezpieczeństwa oraz zamek (miejsce gdzie zapinamy pas). Obecnie większość nowych samochodów wyposażona jest dodatkowo w pirotechniczny napinacz pasów, który działa podczas wypadku dociskając ciało pasażera pojazdu do fotela. Typowy napinacz pirotechniczny składa się z tłoczka, ładunku pirotechnicznego oraz zapalnika.



Fot. 11. Ładunek pirotechniczny ze zwijaczem

Obecnie stosuje się dwa rodzaje pirotechnicznych napinaczy pasów bezpieczeństwa. Pierwszy z nich to napinacz umieszczony przy zwijaczu pasa. Natomiast drugi sposób to umieszczenie napinacza przy zamku. Stosowanie drugiego rozwiązania powoduje, że

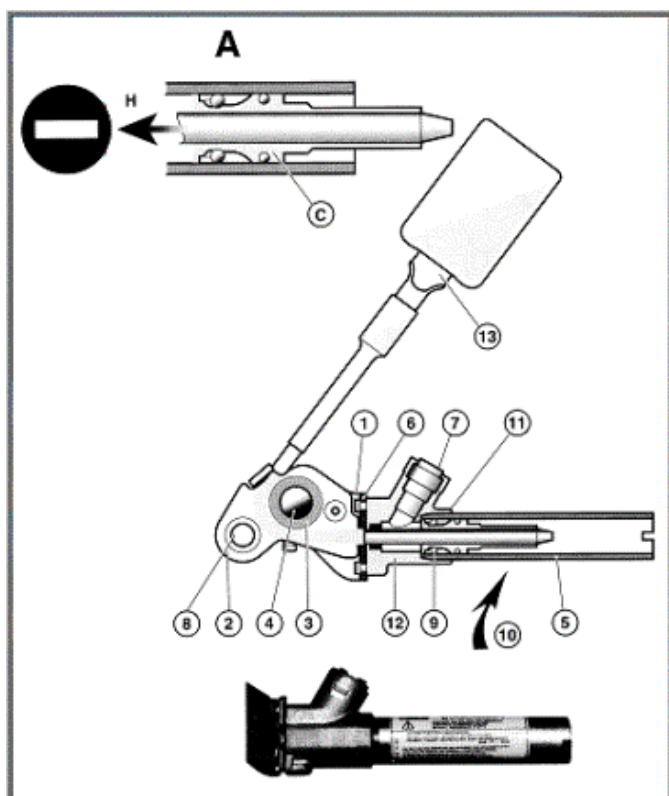
przy cofnięciu zamka trzypunktowego pasa bezpieczeństwa o 5 cm cały pas skraca się o 10 cm. W chwili wykrycia wypadku przez układ sterujący samochodu tłoczek napinacza przez wybuch ładunku pirotechnicznego przesuwany jest ku tyłowi powodując skrócenie pasa, a tym samym dociskając ciało pasażera do fotela. Całkowity czas jaki potrzebny jest na przesunięcie i zablokowanie napinacza wynosi ok. 15 ms od chwili wykrycia zderzenia.



Fot. 12. Ładunek pirotechniczny umiejscowiony przy zamku

W przypadku samochodu wyposażonego w jedną poduszkę powietrzną i pirotechniczne pasy, budowa układu SRS jest taka sama jak dla samych poduszek powietrznych. Zmieniona jest budowa jednego z mocowań pasa oraz program analizujący rodzaj zdarzenia, który wysyła sygnały o ewentualnym odpaleniu nie tylko do dwóch generatorów gazu, ale także do ładunków znajdujących się w napinaczu. Podczas zderzenia czujnik Crash Sensor w module sterującym układem mierzy opóźnienie wynikające ze zderzenia. Mikroprocesor oblicza wartość opóźnienia i na tej podstawie ustala przebieg opóźnienia podczas całego zderzenia. Ważną rolę odgrywają tu takie parametry jak kąt i prędkość zderzenia. Przebieg opóźnienia jest następnie porównywany z charakterystykami przechowywanymi w pamięci modułu sterującego. Po przekroczeniu określonego progu, czujnik „Safing Sensor” (wyłącznik zabezpieczający) jest pytany o sygnał. Gdy tylko czujnik „Safing Sensor” rozpozna minimalną wymaganą wartość opóźnienia następuje włączenie prądu do układu

zapłonu. W zależności od rozpoznanego stopnia ciężkości wypadku, moduł sterujący wyzwała oba pirotechniczne napinacze pasów bezpieczeństwa lub obie poduszki powietrzne i oba pirotechniczne napinacze pasów bezpieczeństwa. Znacznie częściej stosowane są, przez firmy produkujące pojazdy, napinacze klamer pasów bezpieczeństwa niż napinacze samo zwijacza pasa. Dzięki takiemu rozwiązaniu napinana jest zarówno część pasa obejmująca lędźwia, jak i część podtrzymująca klatkę piersiową oraz brzuch. Przesunięcie tłoka napinacza o 50 mm powoduje ściągnięcie pasa o 100 mm. Działanie napinacza ma miejsce w bardzo wczesnej fazie zderzenia jeszcze przed przemieszczeniem się podróżnych. Czas aktywowania (inicjacji) wynosi 20 ms licząc od początku zderzenia. Jako stały materiał wybuchowy dla pirotechnicznych napinaczy pasów stosuje się substancję na bazie nitrocelulozy. Powstałe w wyniku reakcji chemicznej ciśnienie gazów przesuwają tłoki w rurce hamującej. Linki zamocowane do tłoków i do klamer pasów pociągają oba zaciski pasów ku dołowi, powodując w ten sposób naprężenie pasów i utrzymanie podróżujących jak najbliżej siedzenia i oparcia z zagłówkiem. Po odpaleniu ładunku pirotechnicznego, wianek złożony z kulek ułożonych wokół stożka przeciwstawia się zwolnieniu linki, a więc w konsekwencji zwolnieniu pasa podtrzymującego jadącego pojazdem.

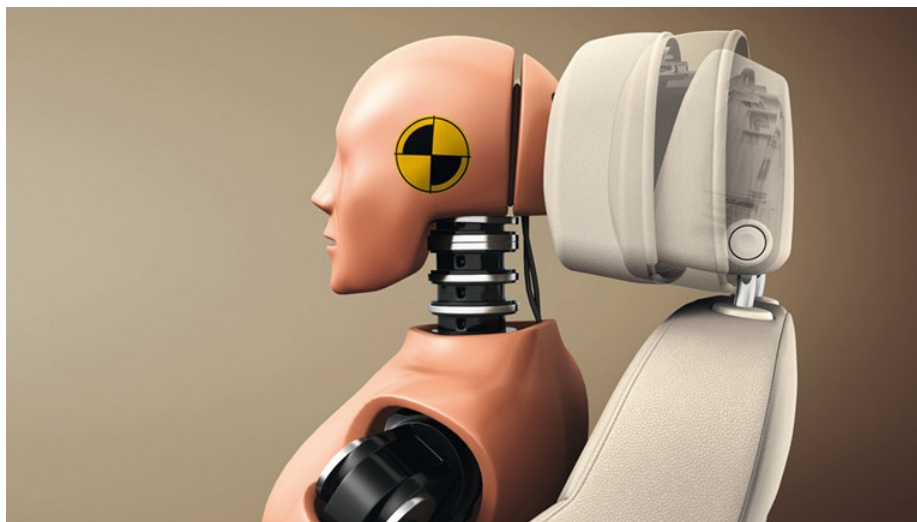


Rys. 6. Budowa napinacza pasów: 1- płytka, 2- wspornik, 3- rolka, 4- nit rolki, 5- rurka, 6- śruba mocująca, 7- generator gazu, 8- podkładka, 9- kulki, 10- naklejka informacyjna, 11- kod i data produkcji, 12- linka i zatrzask.

1.2.3. Aktywny zagłówek

Na pomysł zastosowania aktywnych zagłówek (wyłącznie na przednich fotelach) jako pierwsi na świecie wpadli konstruktorzy szwedzkiego koncernu Saab nazwano je SAHR. Działanie aktywnego zagłówka polega na tym, że w momencie tylnego uderzenia ciało kierowcy i pasażera naciska na specjalną płytę umieszczoną w oparciu fotela. Wówczas uruchamiany jest mechanizm przesuwający zagłówek (do przodu i góry), który w ten sposób zapobiega swobodnemu ruchowi głowy do tyłu (zmniejsza jednocześnie siłę uderzenia głowy o zagłówek). Inne rozwiązanie zastosowała firma Autoliv - urządzenie SIHR (samo-nadmuchujący się zagłówek; Self-Inflating Head Restrain), które polega na tym, że montowane są w oparciach fotela małe pojemniki z powietrzem. Aktywne zagłówki są stosowane także w wielu modelach aut produkcji BMW, jako opcja wyposażenia dodatkowego. Są to tzw. zagłówki

pirotechniczne, w których w chwili uderzenia w tył pojazdu, małe ładunki pirotechniczne rozdzielają elementy dystansowe w zagłówkach. Powoduje to ich błyskawiczne przemieszczenie się (kurczące się mocne sprężyny stalowe) w kierunku głowy osoby na siedzeniu, skracając tym samym dystans między zagłówkiem a "lejącą" w jego kierunku głową. Efektem jest złagodzenie siły uderzenia (zmniejszenie przyspieszeń uderzających w zagłówki głów).



Fot. 13. Aktywny zagłówek

Źródło: www.opel.pl

W momencie uderzenia w tył pojazdu, osoba siedząca na fotelu przyjmuje falę uderzeniową poprzez lędźwiowo-piersiowy odcinek kręgosłupa (pierwsze miejsca przejścia przez kręgosłup sił uderzenia z oparcia foteli) i dalej, poprzez wiotką szyję aż do głowy. W przypadku zastosowania aktywnych zagłówków, głowa jest już wówczas dość skutecznie podparta lub przynajmniej jest już przygotowany zagłówek na przyjęcie-podparcie „lejącej” w jego kierunkach głowy. Francuski koncern Renault stosuje zagłówki umieszczone na elipsoidalnych wspornikach z możliwością regulowania ich szerokości.

1.2.4. Zmiany konstrukcyjne budowy pojazdów

Opracowanie konstrukcji pojazdu wymaga ogromnego doświadczenia z uwagi na potrzebę zastosowania takiego rozwiązania, aby przednia część karoserii posiadała wysoką zdolność pochłaniania siły uderzenia, natomiast część pasażerska była sztywna i wytrzymała. Warunkiem przeżycia osób podróżujących autem jest zapewnienie im tzw. klatki ochronnej. Kabina pasażerska ma gwarantować maksymalne bezpieczeństwo dzięki zastosowaniu stali o wysokiej granicy plastyczności, która może pochłonąć trzy razy większą energię w porównaniu z konwencjonalnymi materiałami. Sztywna, stalowa klatka przedziału pasażerskiego jest niezwykle wytrzymała, a strefy kontrolowanego zgniotu z przodu i z tyłu pojazdu pomagają chronić osoby siedzące w przestrzeni pasażerskiej.



Fot. 14. Nowoczesna konstrukcja samochodu

Służą do tego tzw. strefy kontrolowanego zgniotu, które w przypadku zderzenia ulegają odpowiednim zniekształceniom. Nie mogą one jednak zagrozić osobom siedzącym w przedziale pasażerskim. Osiąga się to poprzez wielokrotne próby zderzeniowe oraz co dziś się staje normą poprzez symulacje komputerowe. Tak więc przedział pasażerski stanowi rodzaj skorupy otoczony z przodu i z tyłu strefami zgniotu. O ile strefy kontrolowanego zgniotu winny się maksymalnie odkształcić o tyle przedział pasażerski winien pozostać w miarę nie naruszony. Dzięki zastosowaniu nowych gatunków stali i materiałów, kabiny posiadają bardzo wysoką zdolność pochłaniania i rozpraszania

energii wyzwolonej podczas zderzenia. Kontrola toru, po którym przesuwają się podzespoły i komponenty znajdujące się w komorze silnika pozwala na maksymalne wzajemne zgniecenie, zabezpieczając przed ich przedostaniem się do kabiny. Kompleksowa kontrola odkształceń pozwala na zmniejszenie tzw. opóźnienia działającego na użytkowników i ograniczenie ryzyka obrażeń, które mogłoby spowodować niekontrolowane przedostanie się podzespołu do wnętrza pojazdu. Osiąga się to poprzez wzmacnianie struktury tej części pojazdu i takie rozwiązania, które powodowałyby przenoszenie naprężeń powstających podczas kolizji na całą konstrukcję. Poważnym problemem jest jednak ochrona przed uderzeniami bocznymi. Dochodzi do nich przy około 20% kolizji i pochłaniają one około 36% ofiar, a niestety, boki pojazdów nie oferują wiele możliwości w dziedzinie stref kontrolowanego zgniotu. Dlatego też pewnym zabezpieczeniem są dziś wzmocnienia boczne, solidne elementy konstrukcyjne ukryte we wnętrzach drzwi i słupków, mające za zadanie chronić pasażerów przed skutkami uderzenia.



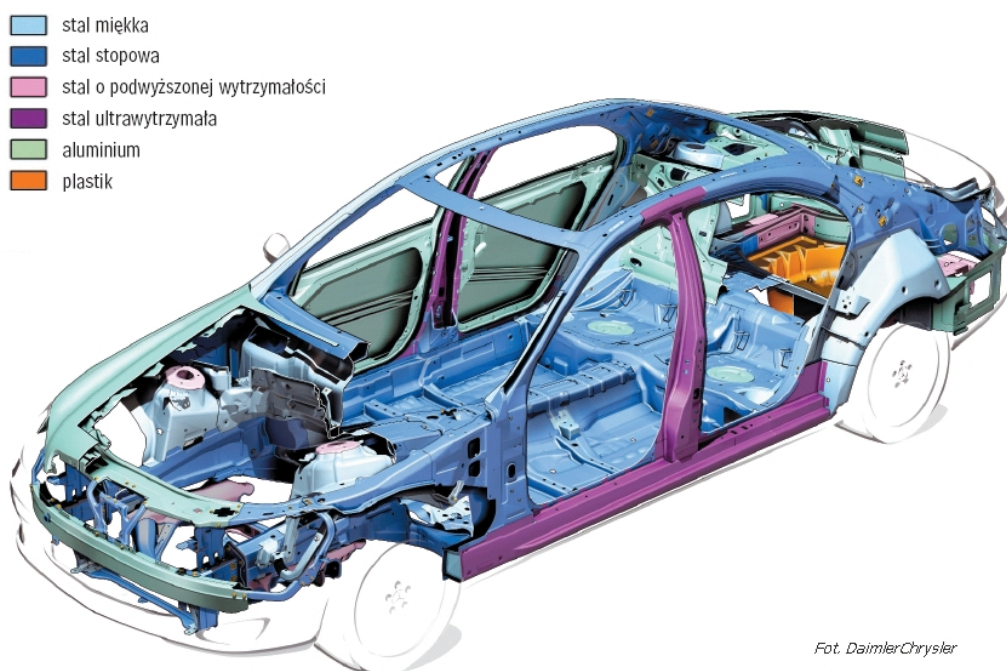
Fot. 15. Wzmocnienie słupka B

Aby zapewnić bezpieczeństwo użytkowników podczas zderzenia bocznego, dzisiejszy pojazd został wyposażony w sztywny środkowy słupek ulegający kontrolowanemu złamaniu. System ten zabezpiecza użytkowników dzięki skuteczniejszemu wykorzystaniu specjalnych wyściółek wbudowanych w płyty drzwi i ograniczeniu jego przesunięcia do wnętrza kabiny. Do lepszego zabezpieczenia boków przyczynia się również dwukrotnie zwiększona grubość środkowego słupka i poprzeczki dachowej. Należy również wspomnieć o wzmocnieniu środkowej części drzwi oraz umieszczonych w nich elementach zapobiegających wgniataniu. Zastosowano również system zapobiegający skręcaniu słupka w celu ograniczenia ryzyka wyrwania przednich drzwi podczas zderzenia.



Fot. 16 Wzmocnienia boczne drzwi

Wzmocnienie progu zapewnia zaś maksymalne przeniesienie naprężeń pomiędzy kołem a progiem. Ta sama strategia wzajemnego zgniatania podzespołów, stref kontrolowanego zgniotu i rozwiązań zapobiegających przedostawaniu się podzespołów do kabiny została zastosowana w odniesieniu do uderzeń w tył pojazdu. Zbiornik paliwa został umieszczony w strefie, która jest mniej narażona na odkształcenia dzięki zwiększeniu wytrzymałości progów i zabezpieczeniu przed zgnieciem przez elementy znajdujące się pod płytą podłogową.



Fot. DaimlerChrysler

Rys. 7 Różnorodność materiałów wykorzystywana w budowie samochodu

Źródło: www.chrysler.com

Bezpieczeństwo zostało zapewnione dzięki wzmocnieniom strukturalnym nadwozia zaprojektowanym tak, aby odkształciło się ono w sposób kontrolowany i pochłaniało energię zderzenia, zapobiegając deformacji przestrzeni przeżycia w jego wnętrzu.

1.3. Wpływ systemów bezpieczeństwa stosowanych w pojazdach mechanicznych na bezpieczeństwo prowadzonych działań ratowniczych

Przedstawione w Rozdziale 1, systemy bezpieczeństwa mają za zadanie nie dopuścić do kolizji, a w przypadku już jej zaistnienia do zapewnienia maksymalnej ochrony osób pozostających w pojeździe. Podczas wypadków drogowych, często jednak dochodzi do swobodnego konfliktu między bezpieczeństwem, a dostępnością do osób pozostających w pojeździe, między bezpieczeństwem, a bezpieczeństwem

ratowników biorących udział w działaniach. W przypadku aktywnych systemów bezpieczeństwa największe zagrożenie może płynąć ze strony systemów chroniących przed skutkami przewrócenia montowanych w nadwoziach typu kabriolet. Najczęściej są to chowane pałaki z tyłu samochodu lub wysuwane zagłówki. W razie wypadku elektroniczny sterownik powoduje bardzo szybkie uruchomienie urządzeń chroniących pasażerów przed skutkami przewrócenia samochodu. W przypadku niezadziałania takiego systemu stwarza on zagrożenie dla ratowników jak i poszkodowanego który może być ~~byłby~~ ewakuowany na desce ratowniczej w tył pojazdu. Dużo większe zagrożenie dla ratowników i osób poszkodowanych, w przypadku ich nieprawidłowego zadziałania, stwarzają bierne systemy bezpieczeństwa. Czasy w których montowano poduszkę kierowcy i pasażera już dawno odeszły w niepamięć. W nowoczesnych samochodach poduszki umiejscowione są praktycznie w każdym miejscu. W przypadku niekontrolowanego zadziałania poduszek, w trakcie działań ratowniczych, mogą doprowadzić do obrażeń ratowników jak i osób poszkodowanych. Poduszka uruchamia się (odpala się) w czasie ok. 0,025s i porusza się z prędkością 200 – 250 km/h. Dodatkowym zagrożeniem są poduszki dwustopniowe. W generatorach, po odpaleniu pierwszego stopnia, dalej pozostaje ładunek gazu do odpalenia drugiego stopnia. Generatory gazowe poduszek, kurtyn jak i napinaczy pasów, umiejscowione są w elementach konstrukcyjnych najczęściej przecinanych przez ratowników podczas wykonywania dojścia do osób poszkodowanych. Przecięcie generatora gazowego może uwolnić gaz znajdujący się w nim pod ciśnieniem 200-700 bar, co może rozrzuć fragmenty szkła z rozbitych szyb, powodując obrażenia. Stosowana zasada 30, 60, 90, oznaczająca iż bezpieczna odległość od kurtyn powietrznych to 30 cm, 60 cm od poduszki powietrznej kierowcy i 90 cm od poduszki powietrznej pasażera powoli traci na znaczeniu ze względu na ilość poduszek jaka w tej chwili jest montowana w nowoczesnych pojazdach.

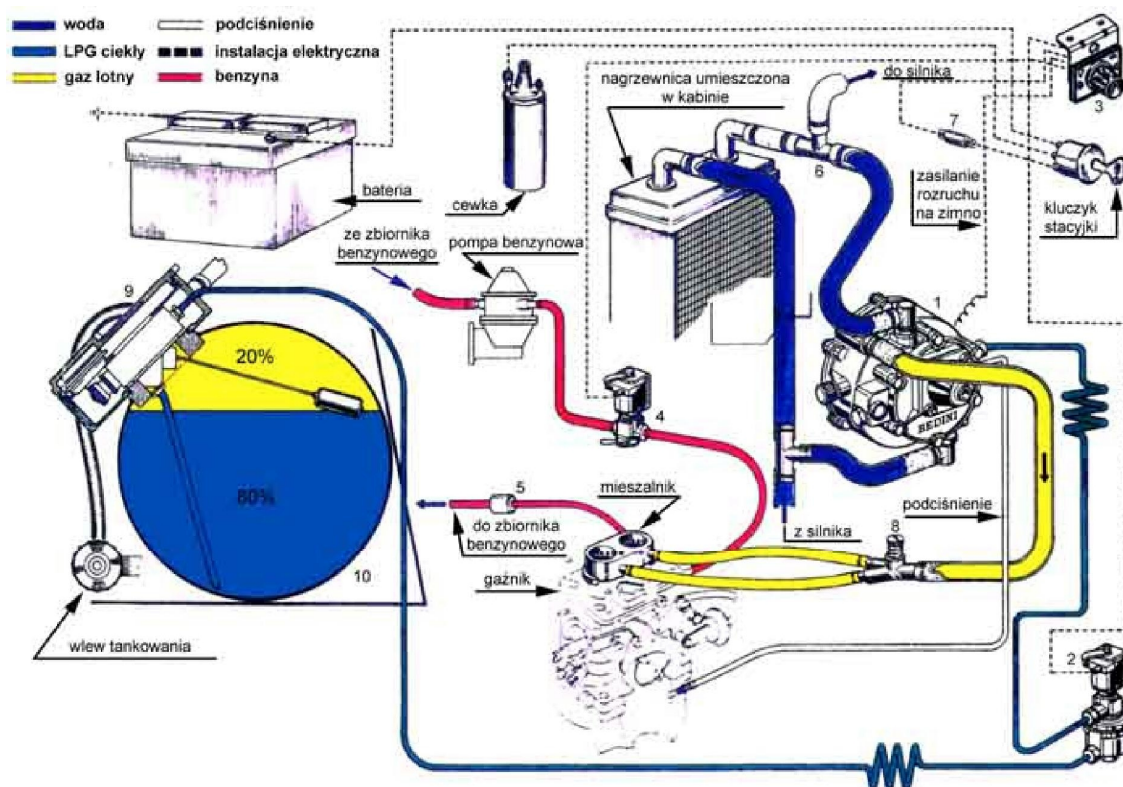
Rozdział 2

Alternatywne źródła zasilania pojazdów mechanicznych

Bardzo często jesteśmy informowani przez media o zanieczyszczeniu środowiska i ograniczonych zapasach paliw kopalnianych. Promowany jest bardziej ekologiczny styl życia, oszczędzanie energii, zwiększanie troski o dalszy los naszej planety. Nie inaczej jest w przemyśle motoryzacyjnym. Jest on pod ciągłym ostrzałem z powodu wytwarzanych przez samochody spalin i źródła ich zasilania – czyli benzyny i oleju napędowego. Nie dziwi więc, że wyścig do alternatywnych źródeł energii rozpoczął się już dawno i warto byłoby przedstawić niektóre z już istniejących technologii i rozwiązań konstrukcyjnych pojazdów. Zaczniemy od technologii, która już jest wykorzystywana na dużą skalę – chodzi tu o silniki zasilane LPG i pokrewne im CNG. Paliwem staje się tutaj gaz, który jest tańszy od benzyny. Silniki zasilane CNG i LPG stają się coraz bardziej popularne. Według szacunków POGP, na całym świecie ponad 17 mln pojazdów zasilanych jest LPG, z czego ponad 2 mln porusza się po polskich drogach. Spowodowane jest to horrendalnie wysoką ceną benzyny na rynku. Inną, ostatnio najczęściej omawianą i budzącą największą nadziei, jest koncepcja samochodów o napędzie elektrycznym. Chociaż ta technologia wymaga jeszcze dopracowania (by zwiększyć osiągi, zasięg, a przede wszystkim skrócić czas ładowania baterii) samochody tego typu coraz częściej pojawiają się na targach motoryzacyjnych i są swoistym „punktem honoru” dla producentów samochodów. Mamy tu do czynienia z co najmniej dwoma technologiami: BEV – czyli samochód zasilany tylko i wyłącznie energią elektryczną i PHEV – czyli następca obecnych samochodów „hybrydowych”, który wykorzystywałby poza silnikiem elektrycznym także tradycyjny, spalinowy, na przykład w dłuższych trasach czy przy potrzebie nagłego przyspieszania.

2.1. Pojazdy zasilane LPG

Aktualnie, w wielu krajach wzrasta popularność LPG (skrót od ang. Liquefied Petroleum Gas), jako paliwa silnikowego, zwłaszcza w Europie (głównie w Holandii, Polsce, Niemczech, Wielkiej Brytanii) oraz w Indiach. LPG stosowany w motoryzacji jest głównie jako źródło zasilania silników benzynowych, ale stosowany jest także w silnikach diesla. Głównym powodem stosowania LPG jako paliwa silnikowego jest oczywiście jego cena wynosząca w Polsce ok. 50% ceny benzyny bezołowiowej. W silnikach spalinowych zasilanych LPG paliwo gazowe podawane jest w postaci lotnej i wprowadzane jest do komory spalania (cylindra) już w postaci mieszanki. Mieszanka dostaje się do cylindra poprzez zawory ssące. Miejsce podania jest uzależnione od zamontowanego systemu, a on jest uwarunkowany rodzajem zastosowanego silnika. Wyróżniamy różne generacje systemów zasilania paliwem gazowym. W systemach I i II generacji mieszanka gazowo - powietrzna powstaje w mikserze i za jego pośrednictwem dostaje się centralnie - przed przepustnicą powietrza - poprzez kolektor ssący do silnika skąd zostaje zassana do cylindra. W systemach III i IV generacji gaz podawany poprzez wtryskiwacz gazu indywidualnie do każdego cylindra. Urządzenia tego typu umożliwiają wtrysk gazu porcjami oddzielnie dla każdego cylindra i doprowadzenie przewodami do kolektora ssącego w pobliżu zaworów ssących (za przepustnicą powietrza).



Rys. 8. Budowa instalacji LPG

Prosta instalacja składa się z następujących elementów:

- reduktor, parownik (1),
- elektrozawór LPG (2),
- przełącznik (3),
- elektrozawór benzynowy (4),
- zaworek benzynowy powrotny (5),
- przewody wodne (6),
- bezpiecznik (7),
- regulator podwójny (8),
- urządzenie wielo-zaworowe z obudową (9),
- zbiornik gazu (10).

W momencie otwarcia zaworu gazu znajdującego się w wielozaworze zamontowanym na zbiorniku (9) w związku z tym, że gaz w zbiorniku jest sprężony pod ciśnieniem, w fazie płynnej przedostaje się przewodami wysokociśnieniowymi do

elektrozaworu gazowego (2). W czasie, gdy silnik nie pracuje lub zasilany jest benzyną elektrozawór gazowy jest zamknięty nie pozwalając na pomieszanie się paliw. Po przełączeniu na centralce w kabinie kierowcy (przełącznik gaz – benzyna, 3) na zasilanie gazowe, gaz nadal w fazie ciekłej przedostaje się przewodem wysokociśnieniowym do parownika zwanego też reduktorem (1), gdzie na skutek podgrzania (ciepłą cieczą z układu chłodzenia silnika) odparowuje, po czym ciśnienie gazu obniżane jest do ciśnienia atmosferycznego pozwalającego już na dalszą drogę i przygotowanie do wytworzenia mieszanki – paliwowo powietrznej. Dalej, gaz już w fazie lotnej (po odparowaniu w reduktorze) pod niewielkim nadciśnieniem dostaje się do mieszalnika (gaźnika) i po zmieszaniu z powietrzem zostaje zasysany przez silnik do kolektora oraz komór spalania. Zbiornik wykonany jest z wysokojakościowej stali grubości minimum 3 mm, o wysokiej odporności na uszkodzenia mechaniczne i chemiczne. Dla porównania – grubość blachy zbiornika benzyny to zwykle do 0,75 mm. Każdy zbiornik LPG poddawany jest testom wytrzymałościowym i zaopatrzony jest w certyfikat ważności na 10 lat. Zbiornik standardowo jest również wyposażony w kołnierz, do którego mocowany jest osprzęt zbiornika (wielo-zawór, lub wielo-zawór z obudową). Ciśnienie obliczeniowe i próbne to 3000 kPa. Ciśnienie robocze: max. 2000 kPa .

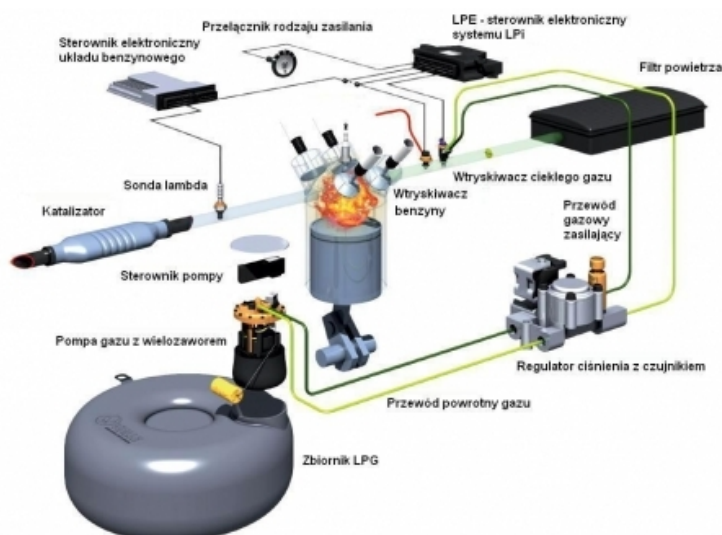
Schemat instalacji gazowej



1. Zbiornik
2. Sterownik STAG-300 premium
3. Wtryskiwacze gazowe
4. Elektrozawór
5. Przełącznik B/G
ze wskaźnikiem
6. Czujnik ciśnienia PS 02
7. Filtr gazu /faza lotna/
8. Reduktor

Rys. 9. Rysunek samochodu z rozmieszczonymi elementami instalacji LPG

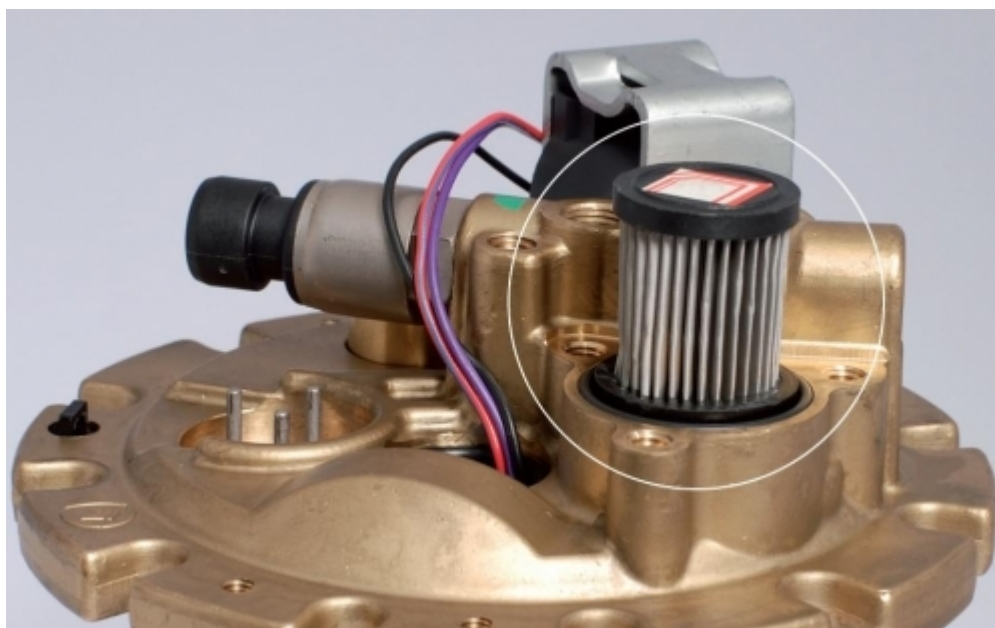
Instalacje LPG od I do IV generacji działają na podobnej zasadzie, czyli na dostarczeniu gazu do zaworów ssących w fazie lotnej. W instalacjach V generacji (LPi) następuje wtrysk gazu w fazie ciekłej do kanałów dolotowych, w pobliżu zaworów. Działające sekwencyjnie wtryskiwacze podają ciekły gaz wprost do kanałów dolotowych w pobliżu zaworów. Odparowanie paliwa odbywa się w przepływającym przez kolektor dolotowy powietrzu. Wtryskiwany w fazie ciekłej gaz pobiera od powietrza ciepło, powodując jego schłodzenie (temperatura w pobliżu wtryskiwacza gazu wynosi około - 42 st. C). Dzięki temu gęstość mieszanki gazowo-powietrznej rośnie, a tym samym współczynnik napełniania cylindrów jest porównywalny lub czasami nawet wyższy do uzyskiwanego przy zasilaniu benzyną. Budowa i zasada działania systemu gazowego LPi jest bardzo zbliżona do wielopunktowego, sekwencyjnego układu wtrysku benzyny. Bardzo proste rozwiązania w nim zastosowane powodują, że układ jest niezawodny. Zasilanie silnika z wykorzystaniem gazu w stanie ciekłym wymaga wytworzenia odpowiedniego ciśnienia, co wymusza zastosowanie pompy. Stosowane w układzie LPi pompy wymagają zastosowania innych zbiorników. Mają one nieco inną konstrukcję, większy kołnierz, umożliwiający zamocowanie pompy, która pracuje zanurzona w ciekłym gazie. W instalacji LPi początkowo stosowano pompę membranową (PTC). Do jej napędu używany jest bezszczotkowy silnik prądu przemiennego, zapewniający przy niewielkich wymiarach zewnętrznych duży moment obrotowy. Zasilanie pompy wymaga napięcia zmiennego zapewniającego łatwą regulację prędkości obrotowej, a tym samym wydajności pompy. Do zamiany napięcia stałego występującego w instalacji samochodu na napięcie zmienne służy elektroniczna przetwornica, która jest elementem montowanym w gazoszczelnej pokrywie armatury zbiornika. Jest ona zintegrowana ze kontrolerem, który poprzez zmianę amplitudy napięcia zapewnia zmienną prędkość obrotową silnika napędzającego pompę.



Rys. 10 Schemat instalacji LPi

Z uwagi na sposób smarowania pompy membranowej (PTC) zbiornik jest montowany w ściśle określonym położeniu i tak musi być również transportowany. W kołnierzu pompy znajdują się również elementy wymagane w armaturze każdego zbiornika LPG (zawór 80%, zawór bezpieczeństwa, zawór nadmiernego wypływu, elektrozawór). W pompie PTC znajduje się również niewymienny filtr paliwa, który wystarcza na cały okres eksploatacji systemu LPi. Pompa tłoczy gaz do regulatora ciśnienia, który montowany jest w komorze silnikowej. Zawiera on elektrozawór otwierający przepływ gazu do dalszej części instalacji. Pracuje on równocześnie z elektrozaworem zamontowanym na zbiorniku. Głównym zadaniem regulatora jest utrzymanie w układzie odpowiedniej wartości ciśnienia o około 0,5 MPa większego od panującego w zbiorniku (w zależności od warunków otoczenia wynosi ono od 0,7 do 1,7 MPa). Wartość ciśnienia w układzie waha się w granicach 0,7-2 MPa. Powyżej górnej wartości, ze względów bezpieczeństwa, silnik przełącza się na zasilanie benzyną. W 2008 r. wprowadzono do systemu LPi nową pompę łopatkową (PTS). Jest ona zasilana napięciem stałym występującym w instalacji elektrycznej samochodu. Podobnie jak pompy łopatkowe stosowane w benzynowych układach paliwowych musi ona pracować w ciekłym gazie, który zapewnia jej chłodzenie i smarowanie. Z tego względu pompa jest umieszczona w specjalnej wannie, która zapewnia poziom paliwa pozwalający na jej prawidłową pracę, nawet jeśli w zbiorniku pozostała niewielka ilość LPG. Wanna

ma zawsze kontakt z dnem zbiornika, dzięki sprężynom dociskającym. Zapewnia to umieszczenie części ssącej pompy w najniższym punkcie zbiornika.



Fot. 17 Pompa łopatkowa PTS

W systemach LPi wyposażonych w pompy łopatkowe w miejscu regulatora ciśnienia stosowana jest jednostka łącząca PTS. Jest to elektrozawór otwierający przepływ gazu do wtryskiwaczy oraz jego powrót do zbiornika. Odpowiednie ciśnienie w układzie paliwowym (0,5 MPa powyżej ciśnienia w zbiorniku gazu) zapewnia umieszczona w wielozaworze na króćcu powrotnym gazu kalibrowana dysza. Pompy PTS występują w dwóch wersjach wydajności. W zależności od tego parametru stosowane są dysze o różnych średnicach otworu, aby zapewnić wymagane ciśnienie w układzie. Z regulatora ciśnienia ciekły gaz przepływa do wtryskiwaczy, które muszą być osadzone w ściśle określonym miejscu kolektora dolotowego. Niewłaściwe osadzenie gniazd w kolektorze wiąże się z niedokładnym ustawieniem końcówki wtryskiwacza względem kanału dolotowego. Powoduje to, że gaz będzie wtryskiwany w kierunku ścianki kanału dolotowego. Może to doprowadzić do oblodzenia kanału (temperatura rozprężającego się gazu wynosi -42 st. C) i zakłóceń w pracy silnika. Aby zapobiec oblodzeniu końcówek wtryskiwaczy wykonuje się je ze stopu na bazie miedzi. Charakteryzuje się

on bardzo dobrym przewodnictwem cieplnym. W ten sposób końcówki stosunkowo szybko nagrzewają się od kolektora dolotowego.

2.2. Pojazdy zasilane CNG

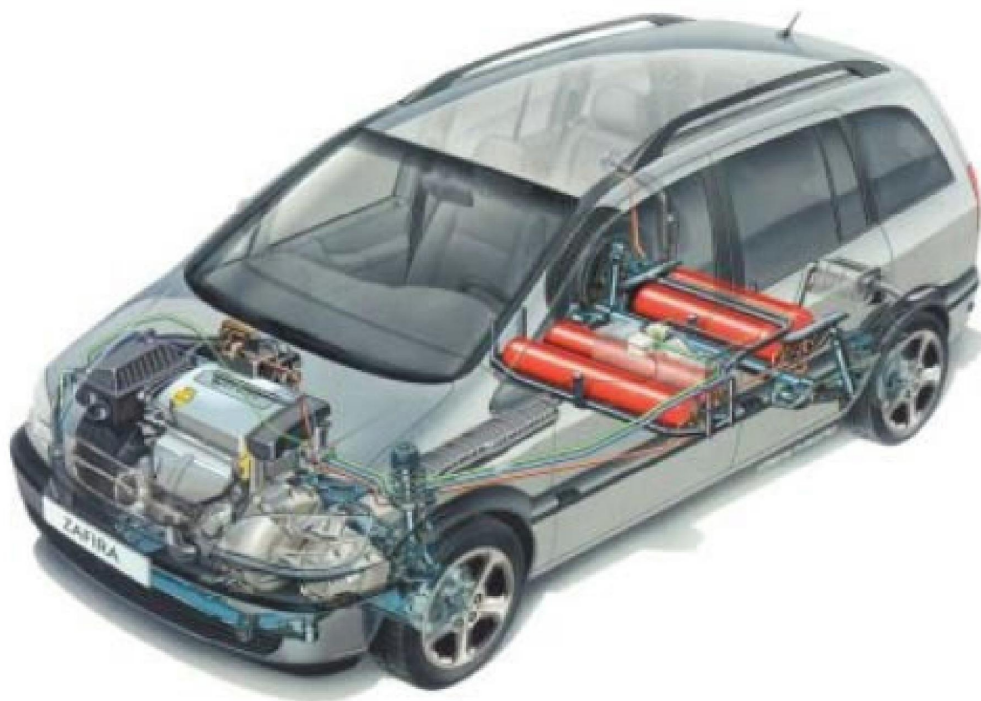
Różnica w działaniu instalacji CNG (sprężony gaz ziemny), a LPG polega na tym, że wszystkie elementy przez które przepływa gaz są przystosowane do utrzymania wysokiego ciśnienia (250 bar), które nie występuje przy instalacjach na paliwo LPG. W przypadku CNG stosuje się przewody polimerowe lub też stalowe. Ilość gazu określa się na podstawie ciśnienia na manometrze. Wtryskiwacze gazu pracują na wyższym ciśnieniu, a użyte reduktory (w systemach wtrysku gazu) są w większości dwustopniowe. Ze względu na ciśnienie oraz użycie innego rodzaju paliwa zbiornik gazu posiada inną budowę, inne jest również jego usytuowanie w pojeździe. W przypadku CNG najczęściej zbiornik jest umieszczony pod podłogą pojazdu lub też na dachu.



Fot. 18 Zbiorniki CNG zamontowane w bagażniku pojazdu

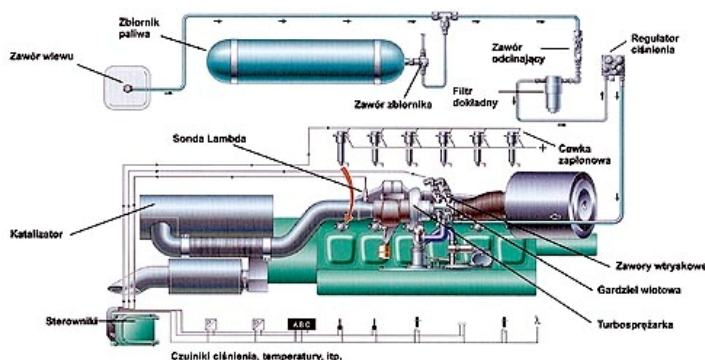
Korzystniejsze dla warunków trakcyjnych pojazdu jest umieszczenie zbiornika pod podłogą. Umieszczenie pod podłogą zbiorników nie zmniejsza przestrzeni bagażowej. Wybór podłogi jako miejsce montażu zbiornika zwiększa również bezpieczeństwo pasażerów przy ewentualnym rozszczelnieniu. Umieszczenie butli pod

podłogą wykonaną z jednego arkusza blachy prawie całkowicie uniemożliwia takie przeniknięcie gazu do przestrzeni pasażerskiej. Zbiorniki umieszczone na dachach są stosowane w przypadku, kiedy ich takie usytuowanie nie ma większego znaczenia dla pogorszenia warunków trakcyjnych (podwyższenie środka ciężkości pojazdu) dlatego też stosuje się takie rozwiązanie np. w autobusach komunikacji miejskiej.



Rys. 11. Schematyczny rysunek instalacji CNG

O ile w przypadku układów zasilania LPG zbiorniki są wykonane ze stali, to przy systemach CNG są to zbiorniki zbudowane ze stali pokrytej polimerami zbrojonymi, lub też całkowicie kompozytowe. Ciśnienie rozrywające takich zbiorników waha się od 450 barów (stal) do 730 barów (kompozyty).

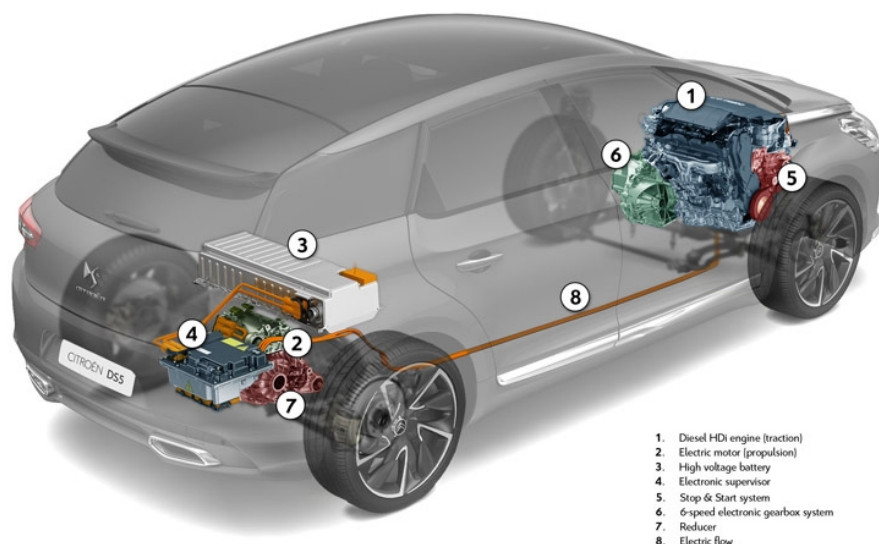


Rys. 12 Schemat instalacji CNG

Samochody zasilane sprężonym gazem ziemnym (CNG) są obecnie produkowane na świecie przez wiodące koncerny samochodowe (Mercedes, Volvo, Ford, Fiat, Volkswagen, Honda czy Opel). Prawie wszyscy producenci autobusów mają w swojej ofercie jednostki zasilane tym paliwem.

2.3. Pojazdy hybrydowe

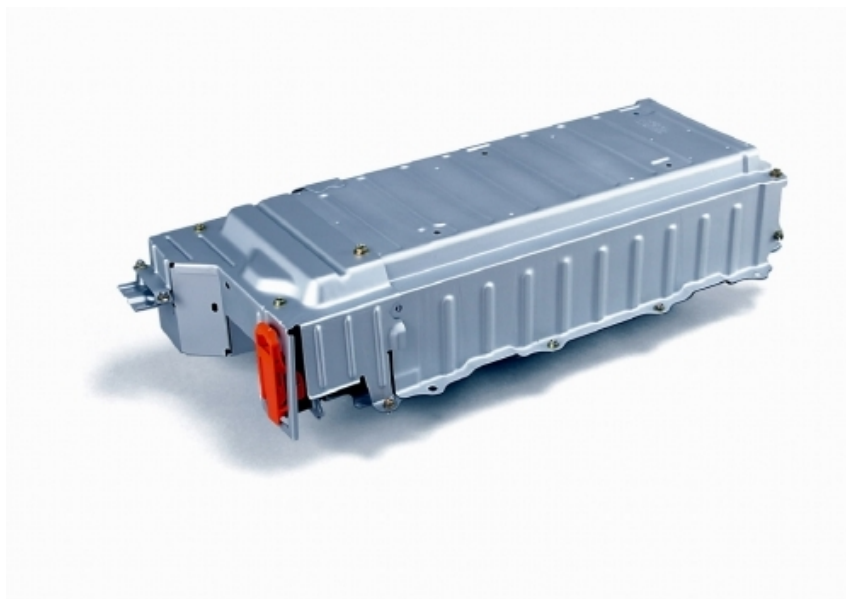
Elektryczne samochody hybrydowe odróżniają się od konwencjonalnych (z silnikiem spalinowym) zastosowaniem dodatkowego napędu za pomocą silnika elektrycznego. Wykorzystanie pełni możliwości silnika spalinowego, pod względem uzyskania minimalnego zużycia paliwa i emisji szkodliwych składników spalin wymaga pracy w zakresie prędkości obrotowej maksymalnego momentu obrotowego przy minimalnym przełożeniu w układzie napędowym.



Rys. 13 Elementy hybrydowego układu napędowego

Wysiłki konstruktorów konwencjonalnych pojazdów skupiają się zatem na odpowiednim zaprojektowaniu przełożeń skrzyni biegów, przekładni głównej. Pomimo tego uzyskanie takich warunków pracy silnika, szczególnie w warunkach ruchu miejskiego jest praktycznie niemożliwe. Klasyczny silnik spalinowy pracujący w pojeździe eksploatowanym w ruchu miejskim, charakteryzującym się dużą zmiennością obciążenia osiąga sprawność przeciętną na poziomie 10%, czyli około 4-krotnie niższą od maksymalnej, co objawia się podwyższonym poziomem zużycia paliwa i emisji szkodliwych składników spalin. Około 15-20% całkowitego zużycia paliwa można zaoszczędzić wykorzystując układ napędowy umożliwiający rekuperację (odzysk) energii kinetycznej pojazdu, która normalnie jest tracona przy hamowaniu. Dalsze oszczędności podnoszące oszczędności do 20-30% można uzyskać „zmuszając” silnik spalinowy do pracy w ustalonych warunkach (pod stałym obciążeniem). Układ napędowy wykorzystujący te rozwiązania określamy właśnie mianem hybrydowego. Hybrydowy układ napędowy ma co najmniej dwa źródła energii, pierwotne o dużej pojemności energetycznej (np. silnik spalinowy) i wtórne stanowiące akumulator energii odzyskiwanej przy hamowaniu, która w klasycznym układzie napędowym jest rozpraszana w postaci ciepła w mechanizmach hamulcowych. Odzysk energii hamowania jest jedną z najważniejszych cech hybrydowego układu napędowego. Odzyskana energia musi zostać dostarczona do kół jezdnych, zatem w hybrydowym

układzie napędowym znajduje się jeszcze jeden silnik, zasilany z akumulatora gromadzącego energię hamowania. Konstrukcja i zasada działania tego silnika jest wymuszona przez rodzaj zastosowanych akumulatorów.



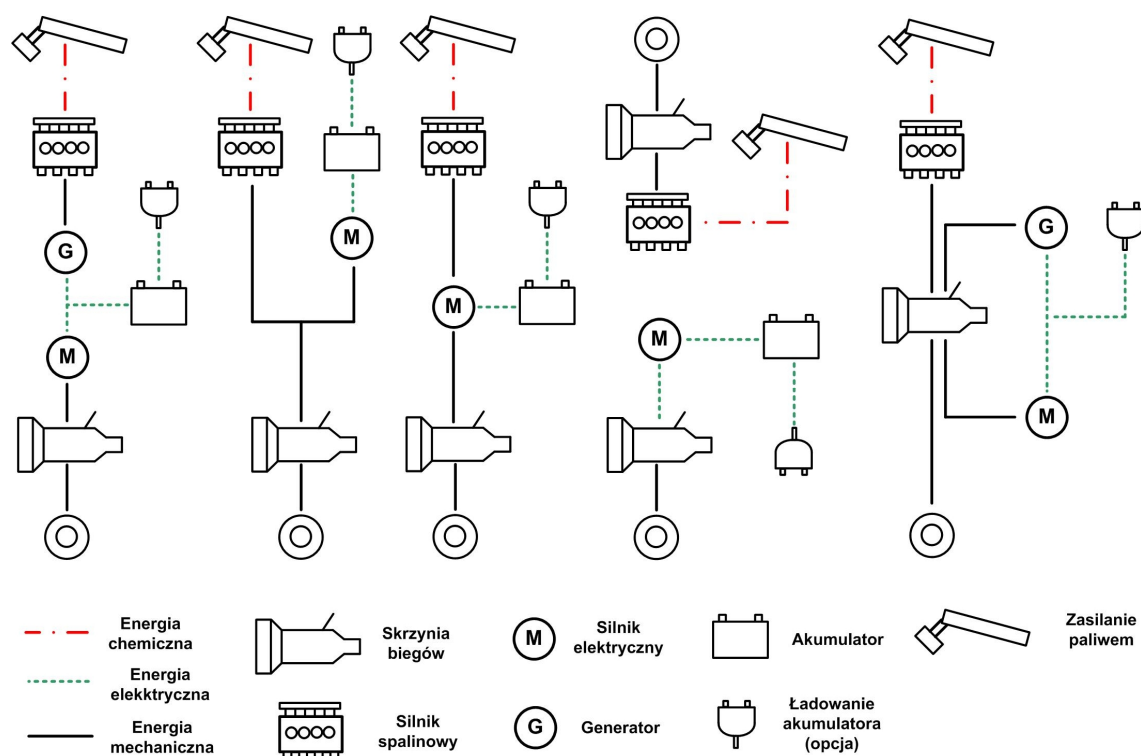
Fot. 19 Bateria akumulatorów

Obecnie, w samochodach najczęściej stosowane są akumulatory elektrochemiczne, a w samochodach użytkowych (autobusach) pojawiają się także superkondensatory. Zgromadzona w akumulatorach energia, odzyskiwana w czasie hamowania jest wykorzystywana w czasie przyspieszania. Pozwala to zmniejszyć moc źródła pierwotnego (silnika spalinowego) o około 35%, co bezpośrednio wiąże się z mniejszym zużyciem paliwa i emisją szkodliwych składników spalin. Rozróżniamy hybrydowe układy napędowe z szeregowym lub równoległym przepływem mocy oraz ich różne mutacje, np. układ szeregowo-równoległy. Szeregowy układ hybrydowy (spalinowo-elektryczny) charakteryzuje się tym, że cała energia pierwotnego źródła energii (silnika spalinowego) jest zamieniana na elektryczną (w generatorze elektrycznym), a ta dopiero kierowana do kół jezdnych napędzanych silnikiem elektrycznym. W czasie hamowania elektryczny silnik napędowy staje się prądnicą (pojawia się moment hamujący), a wytworzona w tym czasie energia elektryczna jest gromadzona w akumulatorach elektrochemicznych. Jeśli zapotrzebowanie na moc w układzie napędowym przekracza parametry silnika spalinowego, jej niedobór jest pokrywany z akumulatorów.



Fot. 20 Komora silnika – Toyota Prius

Gdy silnik spalinowy pracuje z wyższą mocą niż wynika z oporów ruchu, nadwyżka jest wykorzystywana do ładowania akumulatorów. Równoległy układ hybrydowy (spalinowo-elektryczny) działa w ten sposób, że tylko część energii silnika spalinowego zostaje przetwarzana na elektryczną (do ładowania akumulatorów). Znacznie większa część energii jest kierowana bezpośrednio do kół napędowych. Dostarczenie energii odzyskiwanej z hamowania do kół napędowych w czasie rozpędzania, zachowując przy tym przepływ mocy z silnika spalinowego komplikuje nieco układ napędowy pojazdu, zmniejsza się sprawność przeniesienia napędu. Jest to jednak rekompensowane przez kilkukrotny wzrost sprawności silnika spalinowego, który pracuje pod stałym obciążeniem, pomimo zmieniającego się obciążenia na kołach napędowych. W czasie przyspieszania pojazdu, silnik spalinowy o mniejszej mocy jest wspomagany przez energię zgromadzoną w akumulatorze. Hamowanie z wykorzystaniem odzysku energii zwiększa trwałość mechanizmów hamulcowych, które są wykorzystywane sporadycznie. Praca silnika spalinowego w hybrydowym układzie napędowym w warunkach stałego obciążenia wymusza stosowanie przekładni zapewniających płynną zmianę przełożenia w bardzo szerokim zakresie bez przerywania przepływu mocy. Dzięki temu możliwa jest zmiana prędkości poruszania się pojazdu.



Rys. 14 Schematy podstawowych hybrydowych układów napędowych

Źródło: opracowanie własne

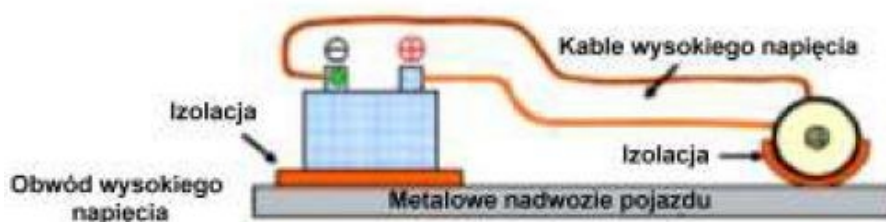
Zapewnienie ciągłej zmiany przełożenia w tradycyjnej przekładni mechanicznej jest dość trudne, wymaga zastosowania bardziej skomplikowanych zespołów. Najlepiej w hybrydowym układzie napędowym sprawdzają się przekładnie zapewniające płynną zmianę przełożenia. Największą barierą w rozwoju hybrydowych układów napędowych był sposób magazynowania energii odzyskiwanej w procesie hamowania. Nie od dziś wiadomo, że z uwagi na sprawność przemiany, najbardziej racjonalnym jest zastosowanie akumulatorów elektrochemicznych. Niestety do niedawna efektywne magazynowanie energii elektrycznej nie było możliwe. Akumulatory elektrochemiczne były bardzo ciężkie i zgromadzenie w nich odpowiedniej ilości energii pochłaniało znaczną część ładowności pojazdów, co było szczególnie uciążliwe w samochodach osobowych. Dopiero ostatnie lata i postęp w dziedzinie konstrukcji akumulatorów (różne rodzaje akumulatorów litowo-jonowych) spowodował spopularyzowanie hybrydowych układów napędowych. Nie wyeliminowano jednak podstawowej wady akumulatorów elektrochemicznych, którą jest ich ograniczona trwałość. Po kilku latach eksploatacji wymagają one wymiany.



Rys. 15 Bateria litowo-jonowa

Obecnie, szczególnie w autobusach, do magazynowania energii stosuje się specjalne kondensatory o dużej pojemności, które umożliwiają odbieranie dużych porcji energii w bardzo krótkim czasie, co w dużych pojazdach użytkowych jest bardzo istotne. We wcześniejszych latach rozwoju napędów hybrydowych eksperymentowano również z innymi rodzajami akumulatorów energii. Stosowano, np. akumulatory kinetyczne, w których magazynowano energię kinetyczną. Obrótowe krążki o dużej masie i bezwładności rozpędzano w czasie hamowania pojazdu do wysokich prędkości obrotowych (przez połączenie wirującej masy z układem napędowym). Połączenie rozpędzonej masy z układem napędowym w czasie ruszania dawało możliwość odzysku zgromadzonej w „kole zamachowym” energii kinetycznej. Innym rodzajem akumulatorów są akumulatory hydrauliczne, magazynujące energię w postaci ciśnienia cieczy. Układ napędowy składa się wtedy z silnika spalinowego i zamocowanej na wale pompy hydraulicznej, która wytwarza ciśnienie napędzające silniki hydrauliczne umieszczone na moście napędowym lub bezpośrednio w kołach napędowych. W czasie hamowania silniki hydrauliczne zamieniają się w pompy, które wtłaczają ciecz

hydrauliczną pod wysokim ciśnieniem do akumulatorów. W czasie rozpędzania pojazdu ciecz pod wysokim ciśnieniem jest kierowana z akumulatorów do silnika (silników) hydraulicznych zamontowanych na moście lub bezpośrednio w kołach. Akumulator wysokonapięciowy najczęściej montowany jest w przestrzeni bagażowej, za tylnym siedzeniem lub w podłodze. Od akumulatora biegną kable elektryczne prowadzące do komputera i silnika elektrycznego znajdującego się w pobliżu silnika spalinowego. Kable te poprowadzone są w rurce stalowej lub w profilach płyty podłogowej. Wszystkie pojazdy, zarówno hybrydowe, jak i konwencjonalne, posiadają obwód niskonapięciowy, zasilający oświetlenie, poduszki powietrzne, radio itd. Instalacja 12 V wykorzystuje nadwozie pojazdu jako masę (biegun ujemny). W instalacji niskonapięciowej prąd płynie przez nadwozie samochodu. W przypadku zetknięcia metalowych części nadwozia pojazdu z odsłoniętym kablem plusowym zamyka w ten sposób obwód niskonapięciowy. Może to powodować iskrzenie oraz narażenie na działanie prądu elektrycznego. Pojazdy hybrydowe są dodatkowo wyposażone w obwód wysokonapięciowy, zasilający silnik elektryczny. W odróżnieniu od instalacji niskonapięciowej obwód wysokonapięciowy nie wykorzystuje nadwozia pojazdu jako masy. Zamiast tego, obwód ten posiada oddzielny przewód minusowy, poprowadzony od akumulatora do silnika elektrycznego. Akumulator i silnik są izolowane od metalowego nadwozia samochodu.



Rys. 16. Schemat przepływu prądu w instalacji wysokonapięciowej

Źródło: www.holatro.pl

W przypadku zetknięcia metalowych części pojazdu z odsłoniętym przewodem plusowym instalacji wysokonapięciowej nie nastąpi zamknięcie obwodu elektrycznego. Poza izolacją obwodu wysokiego napięcia od nadwozia samochodu dodatkowe bezpieczeństwo zapewnia komputer pojazdu, który automatycznie blokuje działanie

instalacji wysokonapięciowej po wypadku. Komputer ten monitoruje stan czujników kolizji w układach poduszek powietrznych oraz czujników wysokiego napięcia i prądu. W przypadku zadziałania poduszki powietrznej lub wykrycia nierównowagi prądu/napięcia komputer automatycznie rozwiera przełączniki styków dodatniego i ujemnego akumulatora, aby przerwać dopływ napięcia z akumulatora do kabli wysokiego napięcia. To samo ma miejsce w sytuacji rozłączenia instalacji 12 V lub wyjęcia kluczyka ze stacyjki. Efektem rozwarcia przełączników jest brak napięcia i prądu w kablach wysokiego napięcia. Tak więc w razie przypadkowego przecięcia kabli nie ma zagrożenia porażeniem prądem elektrycznym. Ponadto, bezpiecznik umieszczony w akumulatorze także przerywa obwód wysokiego napięcia w przypadku przeciążenia tego obwodu.

2.4. Wpływ alternatywnych źródeł zasilania na bezpieczeństwo działań ratowniczych

Alternatywne źródła zasilania samochodów niosą dla ratowników nowe zagrożenia, które jeszcze kilka czy kilkanaście lat temu nie występowały podczas wypadków drogowych. W chwili obecnej oprócz tradycyjnych zagrożeń związanych z rozszczelnieniem układu paliwowego często dochodzą zagrożenia wynikające z uszkodzenia, czy awarii drugiego alternatywnego źródła zasilania. Pojazdy zasilane LPG nie mają zazwyczaj dodatkowych oznaczeń. Często jedynym sposobem na stwierdzenie że pojazd jest zasilany LPG, to otworzenie bagażnika lub podniesienie maski samochodu, co wymaga od ratowników wykonanie dodatkowych czynności. Mieszanina propanu i butanu stosowana w instalacjach LPG jest cięższa od powietrza i ma wyczuwalny zapach (dzięki stosowaniu nawaniaczy), a jej granica wybuchowości w powietrzu wynosi od 1,5 do 13,5% obj. W zamkniętym pojemniku (zbiornik) ciśnienie gazu płynnego jest zależne od temperatury otoczenia. Ponieważ gaz płynny ma duży współczynnik rozszerzalności cieplnej (przy wzroście temperatury o 6 st. C, objętość gazu wzrasta o 1%). Do głównych zagrożeń od instalacji LPG podczas wypadków możemy zaliczyć:

- 1) rozerwanie zbiornika na skutek zgniecenia,

- 2) wybuch uwolnionej mieszaniny propanu-butanu
- 3) wypływ ciekłego lub gazowego propanu butanu z rozszczelnionego układu
- 4) pary propanu-butanu mogą przedostać się do pobliskich rowów i zagłębień powodując zagrożenie pożarowe
- 5) na skutek przekroczenia ciśnienia granicznego może dojść do wyrzutu mieszaniny ze zbiornika instalacji

Gaz ziemny jest bezwonny, lżejszy od powietrza, a jego granica wybuchowości wynosi od 5 do 15% w powietrzu. W przypadku instalacji zasilanych CNG do głównych zagrożeń podczas wypadku możemy zaliczyć:

- 1) rozszczelnienie instalacji będącej pod ciśnieniem ok. 250 bar,
- 2) rozerwanie zbiornika na skutek zgniecenia,
- 3) rozerwanie zbiornika na skutek pożaru.

W przypadku pojazdów elektrycznych i hybrydowych głównym zagrożeniem dla ratowników jest:

- 1) porażenie prądem elektrycznym (układy wysokonapięciowe 260-500 Volt)
- 2) pożar na skutek zjawiska zwarcia elektrycznego.

W przypadku zdarzeń w których udział biorą pojazdy zasilane alternatywnym źródłem zasilania w pierwszej kolejności musimy określić z jakim rodzajem napędu mamy do czynienia i jakie w związku z tym kryją się dla nas dodatkowe zagrożenia w odróżnieniu do tradycyjnych jednostek napędowych na benzynę czy olej napędowy. Bardzo ważna staje się kolejność wykonywanych czynności. Chodzi o to czy ratownicy w pierwszej kolejności w ramach udzielanej pomocy technicznej, przystąpią do uwalniania osób pozostających w pojeździe czy wcześniej przystąpią do neutralizacji zagrożeń jakie stwarzają alternatywne źródła zasilania. Niezależnie od rodzaju napędu pojazdu, muszą być zachowane pewne procedury jako standard postępowania podczas działań ratowniczych:

- 1) zabezpieczenie miejsca akcji (np. poprzez właściwe ustawienie pojazdu ratowniczego, zastosowanie pachołków, taśm, lamp ostrzegawczych),
- 2) zabezpieczenie pod względem ochrony przeciwpożarowej (wykorzystanie urządzeń gaśniczych),
- 3) podjęcie czynności ratunkowych ukierunkowanych na osoby poszkodowane
- 4) (wykonanie dojścia do osób pozostających w pojeździe przy użyciu sprzętu hydraulicznego, udzielenie pomocy medycznej),

- 5) podjęcie czynności chroniących środowisko naturalne (zastosowanie środków wiążących lub zapobiegających się rozprzestrzenianiu substancji szkodliwych),
- 6) przekazanie miejsca akcji (np. przekazanie miejsca akcji).

Dodatkowo należy wdrożyć szczególne środki przeciwdziałania ze względu na alternatywny napęd pojazdu. Bardzo ważne jest wnikliwe rozpoznanie miejsca zdarzenia dzięki któremu możemy stwierdzić czy pojazd nie jest wyposażony w szczególny rodzaj napędu. W tym względzie istnieje cały szereg możliwości i wskazówek dzięki którym możemy taki pojazd rozpoznać:

- 1) rzucające się w oczy oznaczenie pojazdu (np. napis "pojazd napędzany gazem ziemnym"),
- 2) pomalowanie samochodu w sposób wyróżniający,
- 3) oznaczenie typu samochodu (np. Toyota Prius Hybrid Synergy Driver),
- 4) szczególny korek paliwa,
- 5) zbiorniki na gaz znajdujące się w tylnej części pojazdu.

Po zakończeniu rozpoznania mającego na celu rozpoznanie jednostki napędowej, należy przewidzieć mogące z tego wynikać zagrożenia oraz przedsięwziąć odpowiednie środki zaradcze. W przypadku stosowania do napędu LPG lub gazu ziemnego szczególnego znaczenia nabierają dwa zjawiska:

- 1) ulatnianie się gazu,
- 2) tworzenie się mieszaniny palnego gazu z powietrzem,

W związku z czym należy wdrożyć zasady postępowania mające na celu minimalizację zagrożeń wynikających z zastosowania tego typu źródeł zasilania:

- 1) obszar niebezpieczny odgrodzić na dużej przestrzeni,
- 2) wyłączyć silnik,
- 3) zamknąć gaz na zaworach odcinających,
- 4) dokonać pomiaru obecności gazu przy użyciu odpowiednich przyrządów detekcyjnych,
- 5) w przypadku pożaru zarówno zagrożony pojazd jak i otoczenie, schładzać z odpowiedniej odległości.

W przypadku pojazdów elektrycznych i hybrydowych głównymi zagrożeniami są:

- 1) prąd elektryczny o napięciu powyżej 260 Volt,
- 2) obecność dużych akumulatorów o dużej sprawności,

- 3) w przypadku uszkodzenia akumulatora możliwość wycieku szkodliwych substancji.

Głównymi zasadami postępowanie w przypadku pojazdów elektrycznych i hybrydowych powinny być:

- 1) praca ratowników w izolacyjnym sprzęcie ochrony osobistej (izolacyjne rękawice gumowe, buty z gumową podszewką izolacyjną odporne na minimum 400 Volt)
- 2) odłączenie elektrycznego systemu napędowego (postępowanie zgodne z zasadami producenta)
- 3) okablowanie wysokonapięciowe nie powinno być dotykane i przecinane
- 4) pojazd powinien być zabezpieczony przed toczeniem się,
- 5) w przypadku wydostania się elektrolitu w postaci żelu stosować rękawice i okulary ochronne,
- 6) płyn z akumulatorów zbierać przy pomocy chemicznych środków wiążących,
- 7) przestrzegać wymaganych odległości ochronnych, gaszenie pożaru jak przy urządzeniach elektrycznych pod napięciem.

Rozdział 3

Wpływ nowych technologii budowy pojazdów mechanicznych na wyposażenie sprzętowe służb ratowniczych

Producenci samochodów coraz powszechniej stosują w samochodach wzmocnione konstrukcje oraz materiały o zwiększonej wytrzymałości, aby lepiej chronić pasażerów w razie wypadku. Nowa technologia budowy samochodów stwarza jednak konflikt między bezpieczeństwem, a dostępnością do osób poszkodowanych. Inaczej mówiąc, konstrukcja samochodu, która chroni znajdujących się w nim ludzi w czasie wypadku jednocześnie utrudnia dostęp ratowników do wnętrza pojazdu przez co trudniejsze jest wykonanie dojścia do osoby pozostającej w pojeździe. Nowe technologie stawiają nowe wyzwania przed służbami ratowniczymi, dlatego aby skutecznie działać muszą być wyposażane w coraz nowocześniejszy sprzęt hydrauliczny. Sprzęt który będzie rozginał i przecinał elementy wykonane z coraz twardszych stopów metali. Dodatkowo sprzęt ochronny, jak sprzęt indywidualnej ochrony strażaka musi spełniać coraz bardziej rygorystyczne wymagania.

3.1. Ratownicze narzędzia hydrauliczne

W rozdziale tym przedstawiono nowe rozwiązania firmy Holmatro jako jednego z wiodących producentów sprzętu ratowniczego na świecie. W celu wsparcia ratowników, aby mogli oni skutecznie i efektywnie prowadzić działania ratownicze podczas zdarzeń z udziałem pojazdów wykonanych nowymi technologiami. Holmatro opracowało nową serię narzędzi hydraulicznych określanych mianem New Car Technology (NCT™). Dzięki wprowadzeniu kilku specjalnych cech narzędzia te zapewniają większą

skuteczność działań w przypadku bardziej wytrzymałych konstrukcji spotykanych w nowoczesnych samochodach.

3.1.1. Nożyce hydrauliczne

Nożyce hydrauliczne to podstawowe narzędzie pracy podczas wypadków drogowych. W nożycach kształt i materiał z jakiego wykonane są ostrza mają istotny wpływ na jego zdolność przecinania elementów konstrukcyjnych samochodu. Rewolucyjne ostrza Holmatro NCT™ o charakterystycznym kącie 90° cechują się bardzo szerokim rozwarciem końcówek. Ułatwia to objęcie ostrzami szerokich słupków współczesnych samochodów. Układ ostrzy NCT™ w kształcie litery „U” powoduje automatyczne wciąganie materiału głębiej między ostrza, gdzie siła cięcia jest największa. Efekt: nadzwyczajna skuteczność cięcia. Nowoczesne konstrukcje samochodów oraz nowe, twardsze materiały, przecinane są o wiele skuteczniej oraz przy znacznie niższym ciśnieniu roboczym niż w przypadku narzędzi wyposażonych w ostrza uniwersalne (typ GP). Konstrukcja ostrzy o kształcie litery „U” powoduje wciąganie materiału do zagłębień, w których siła cięcia jest największa. Szerokie elementy konstrukcyjne, jak np. słupki B i C można przecinać wykorzystując miejsce największej siły cięcia ostrzy.



Fot. 21 Nożyce Holmatro z nożami w kształcie litery „U”

Źródło: www.holmatro.com

Do cięcia twardych materiałów oraz wzmocnionych konstrukcji nowoczesnych samochodów potrzebna jest odpowiednio duża moc. Poza tym, akcje ratownicze wymagają także zastosowania sprzętu o odpowiedniej szybkości i łatwego w obsłudze. Dzięki wprowadzeniu przez Holmatro nożyc NCT™ uzyskano zwiększenie hydraulicznej siły cięcia przy jednakowym ciśnieniu zasilającym.



Rys. 17 Zwiększenie sił cięcia dzięki nożycom NCT

Źródło: www.holmatro.com

Zapás siły dla nożyc NCT sprawia, iż sprzęt nie jest eksploatowany na granicy możliwości, co znacznie wydłuża okres użytkowania, oraz daje ratownikom pewność, że w przypadku natrafienia na dodatkowo wzmocniony element nożyce te poradzą sobie bez najmniejszego problem.

3.1.2. Rozpieracze ramienne i kolumnowe

Firma Holmatro wprowadziła w nowych modelach rozpieraczy ramiennych i kolumnowych szybki zawór Speed Valve, który umożliwia znacznie szybsze otwieranie tłoków lub ramion rozpieraczy już przy ciśnieniu mniejszym niż 150 bar. Pozwala to na szybsze i bardziej skuteczne wstawienie narzędzia we właściwe miejsce, a tym samym skraca czas akcji ratowniczej. Przy ciśnieniu roboczym 150 bar zawór automatycznie

redukuje szybkość otwierania do normalnej, aby zapewnić kontrolowany i bezpieczny proces poruszania ramionami narzędzia



Rys. 18 Różnica szybkości otwierania się narzędzi z zaworem Speed Valve

Źródło: www.holmatro.com

Firma Holmatro wprowadziła na rynek rozpieracz kolumnowy Extendo. Rozpieracz ten umożliwia ręczne rozsuwanie wstępne dzięki czemu możliwa jest większa dokładność i szybsze dopasowanie do szerokości otworu do rozpierania. Ręczne rozsuwanie z zastosowaniem automatycznej blokady auto-lock sprawia iż nie wymaga on blokowania ręcznego, a 2 stopniowy system usuwania blokady uniemożliwia przypadkowe odblokowanie narzędzia.



Fot. 22 Rozpierak kolumnowy Extendo

Źródło: www.holmatro.com

Extendo wyposażony jest w regulowany uchwyt, który daje możliwość obrotu w lewo lub prawo, co ułatwia użycie rozpieracz z każdej strony samochodu. Rozpieracz charakteryzuje się brakiem straty mocy na całej długości skoku tłoka.



Fot. 23. Regulowany uchwyt w rozpieraczu Extendo

Źródło: www.holmatro.com

3.1.3. Technologia CORE

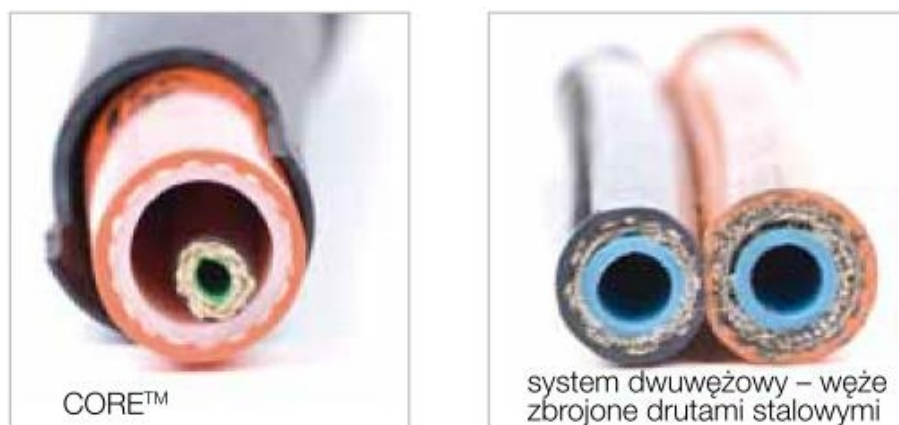
Technologia CORE™ to zmiana w technice narzędzi ratowniczych i coś znacznie więcej niż tylko nowy typ sprzętu. Pozwala ona ratownikom na zastosowanie nowego i prostszego podejścia do technik ratowniczych oraz standardowych procedur działania. Technologia CORE™ (COaxial Rescue Equipment – współosiowe połączenia sprzętu hydraulicznego) dotyczy węży, złączy i zaworów układu hydraulicznego. Innymi słowy, dotyczy to sposobu doprowadzania oleju z pompy do narzędzia i z powrotem. Tradycyjny układ dwu-wężowy składa się z dwóch oddzielnych węży: wysokociśnieniowego i powrotnego oraz z narzędzia ratowniczego. W systemie CORE™ zastosowano podwójny, współosiowy wąż, którego wewnętrznym przewodem płynie olej pod wysokim ciśnieniem, a w przestrzeni między przewodem wewnętrznym a płaszczem zewnętrznym płynie olej powracający do pompy. Zasada działania oraz wydajność narzędzi w technologii CORE™ są identyczne, jak w technologii z dwoma węzami. W porównaniu do systemu tradycyjnego, praca z narzędziami CORE™ jest bezpieczniejsza, łatwiejsza i szybsza.



Fot. 24. Wąż hydrauliczny zbudowany w technologii CORE

Źródło: www.holmatro.com

Zastosowanie technologii CORE to zwiększone bezpieczeństwo dla ratowników. Wąż wzmocniony jest włóknami aramidowymi, dodatkowo wąż wysokociśnieniowy osłonięty jest przez wąż niskociśnieniowy. Brak wzmocnienia wykonanego z drutów stalowych znacznie zmniejsza ryzyko załamania lub przebicia.



Fot. 25 Przekrój węża w systemie CORE i dwuwężowym

Źródło: www.holmatro.com

Zastosowanie szybkozłącza auto-lock umożliwia podłączenie przewodu do narzędzia lub pompy jedną ręką co znacznie skraca czas wejścia narzędzia do działań. Narzędzia można wymieniać w dowolnym momencie działań bez konieczności odcinania przepływu na pompie, a obracające się o 360° złącza minimalizują ryzyko skrzywienia węża.

3.2. Środki ochrony indywidualnej i sprzęt ochronny

Należy pamiętać o tym iż, strażak może nieść pomoc innym tylko wtedy, gdy sam będzie należycie zabezpieczony. Bezpieczeństwo strażaka podczas akcji ratowniczej zapewnia min. właściwe stosowanie środków ochrony indywidualnej. Do środków ochrony indywidualnej dla strażaków zaliczamy:

- 1) odzież ochronną
 - ubrania specjalne – współczesne ubrania specjalne wykonane są z
 - kominiarki
 - rękawice
- 2) hełmy
- 3) buty
- 4) sprzęt ochrony układu oddechowego:
 - maski
 - aparaty oddechowe

Wymagania prawne które powinny spełniać środki ochrony indywidualnej dla strażaków zawarte są w:

- 1) Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dn. 30.11.2005r. w sprawie umundurowania strażaków Państwowej Straży Pożarnej (Dz. U. z 2006r. nr 4, poz. 25).
- 2) Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 21.12.2005r. w sprawie wymagań zasadniczych dla środków ochrony indywidualnej (Dz. U. 2005r. nr 259, poz. 2173).
- 3) Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 20 czerwca 2007r. w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania (Dz. U. nr 143 poz. 1002).
- 4) Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 16 września 2008 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpieczeństwa i higieny służby strażaków Państwowej Straży Pożarnej.

Głównymi składnikami tkanin z jakich wykonane są współczesne ubrania specjalne to włókna aramidowe (około 98-99%), oraz włókna antystatyczne. W ubraniach zastosowane są wkłady termoizolacyjne z materiału wykonanego z włókien aramidowych i wiskozy, co powoduje że pot jest łatwo wchłaniany poprawiając komfort pracy. Na ubranie naszyte są taśmy odblaskowe i fluorescencyjne, poprawiające widoczność ratownika w porze nocnej lub podczas ograniczonej widoczności.



Fot. 26 Ubranie specjalne

Rękawice ochronne mają za zadanie chronić dłonie podczas działań ratowniczych. Muszą być odporne na rozerwanie i rozdzieranie, a także zapewniać ochronę przed substancjami chemicznymi. Wewnętrzna część dłoni wykonana jest ze 100% Kevlaru, pokrytego karbowanym silikonem. Wierzchnia część rękawicy wykonana jest z materiału Nomex. Środek wypełniony jest membraną klimatyczną oraz 100 % Kevlarem.



Fot. 27 Rękawice strażackie

Hełm składa się ze skorupy wykonanej w jednej wielkości. Wewnątrz skorupy zamontowane jest wyposażenie służące do pewnego osadzenia hełmu na głowie. Skorupa hełmu wykonana jest z kompozytu kewlarowo-szklanego na bazie żywicy poliestrowej samogasnącej. Kształt skorupy oraz użyte materiały gwarantują ochronę głowy ratownika przed urazami mechanicznymi wywołanymi uderzeniami, wysoką temperaturą, substancjami chemicznymi, stopionym metalem, ogniem. Dodatkowo hełm wyposażony jest w przyłbicę wykonaną z poliwęglanu o podwyższonych parametrach termicznych odpornego na działanie wysokiej temperatury, chemikaliów, płomienia oraz na zarysowania.



Fot. 28 Hełm strażacki

Głównym materiałem z jakiego wykonane są buty strażackie jest skóra wodoszczelna, hydrofobowa, przepuszczająca powietrze, o grubości 2,5 - 2,7 mm. Powłoka wewnętrzna buta wyściełana jest w środku 4 warstwowym gore-texem, wodoszczelna, przepuszczająca powietrze. Materiał wysokiej jakości odporny naścieranie. Zapewnia komfort użytkowania obuwia przez cały rok, niezależnie od warunków atmosferycznych. Odporna na wszelkiego rodzaju substancje chemiczne. Podeszwa buta wykonana jest z gumy, odpornej na ujemne jak i bardzo wysokie temperatury, samoczyszcząca, olejo i benzyno-odporna.



Fot. 29 Buty strażackie

Na bezpieczeństwo ratowników podczas działań ratowniczych ma wpływ wiele czynników. Właściwe stosowanie środków ochrony indywidualnej podczas działań ratowniczych znacznie zmniejsza ryzyko obrażeń dla ratowników spowodowane przez ostre elementy konstrukcyjne pojazdów, odpryski szkła, agresywne ciecze np. elektrolit z uszkodzonego akumulatora. W porze nocnej jak i w warunkach ograniczonej widoczności ratownicy kierujący ruchem drogowym, powinni być dodatkowo ubrani w kamizelki odblaskowe i wyposażeni w lizaki lub lampy do kierowania ruchem.

WNIOSKI

Producenci samochodów wychodząc naprzeciw światowym trendom dotyczącym bezpieczeństwa podróżnych jak i ekonomii podróżowania prześcigają się we wprowadzaniu nowych technologii. Zmiany dotyczą konstrukcji pojazdu, poprzez wprowadzanie nowych technologii twardszych i wytrzymalszych materiałów. Wdrażane są systemy bezpieczeństwa które mają zapewnić maksymalne bezpieczeństwo podróżujących. Poszukuje się nowych alternatywnych źródeł zasilania pojazdów. Wszystkie te zmiany stawiają przed producentami narzędzi ratowniczych jak i przed samymi służbami ratowniczymi nowe wyzwania. Ratownicy potrzebują coraz mocniejszych narzędzi ratowniczych, konieczne staje się wdrażanie nowych zasad i procedur postępowania podczas wypadków drogowych. Nowe technologie niosą ze sobą zagrożenia, które jeszcze kilka czy kilkanaście lat temu nie występowały podczas działań ratowniczych. W przypadku czynnych i biernych systemów bezpieczeństwa, największym zagrożeniem dla ratowników są poduszki powietrzne montowane w tej chwili praktycznie w każdym miejscu w przedziale pasażerskim. Ładunki pirotechniczne montowane są w miejscach które do tej pory były najczęściej przecinane podczas działań ratowniczych w celu wykonania dojścia do osoby pozostającej w pojeździe. Stosowane są nowe stopy metali w celu wzmocnienia elementów konstrukcyjnych pojazdu. Wzmocnienia boczne drzwi, wzmocnienia słupków, często utrudniają wykonanie dojścia w przypadku zaklinowania się tych elementów na skutek zderzenia. Mówiąc o alternatywnych źródłach zasilania pojazdów najczęściej myślimy o instalacjach LPG i CNG. Coraz popularniejsze stają się jednak napędy elektryczne czy hybrydowe, które jeszcze pomimo wysokich kosztów pojazdów pojawiają się w ofercie coraz większej ilości producentów. Nie należy też zapominać, że wciąż rozwijana jest technologia mająca na celu wykorzystywanie ogniw paliwowych jako źródła zasilania pojazdów. Technologie mające na celu wykorzystanie alternatywnych źródeł zasilania rozwijają się w 2 kierunkach: w pierwszym przypadku jako źródło

zasilania wykorzystywane są gazy palne (technologia ta jest coraz powszechniej stosowana), w drugim jako źródło zasilania wykorzystywana jest energia elektryczna. W pierwszym przypadku główne zagrożenia dla ratowników wynikają z właściwości fizykochemicznych gazów które w wyniku zdarzenia mogą wydostawać się z układów zasilania, stwarzając zagrożenie powstania pożaru lub wybuchu. W przypadku technologii wykorzystującej energię elektryczną jako alternatywne źródło zasilania głównym zagrożeniem jest możliwość porażenia prądem elektrycznym podczas działań ratowniczych. Sporym problemem podczas działań może być duża ilość akumulatorów, które podczas zderzenia mogą ulec uszkodzeniu powodując wyciek elektrolitu z którego do otoczenia parują trujące substancje, oraz stwarzającego zagrożenie pożarowe. Alternatywne źródła zasilania coraz częściej montowane są w pojazdach, które mają zastosowanie w transporcie publicznym o bliskim zasięgu. Można zaryzykować stwierdzenie, że w autobusach, napędy na gaz ziemny staną się standardem a napędy z zastosowanym ogniw paliwowych będą stawały się coraz powszechniejsze. Potrzebne do napędu "paliwo" (wodór, gaz ziemny) gromadzone jest w zbiornikach ciśnieniowych o większych pojemnościach niż to ma miejsce w przypadku samochodów osobowych. Autobusy napędzane na gaz ziemny są wyposażone w kilka zbiorników ciśnieniowych a każdy posiada pojemność 190 litrów, które często montowane są na dachu pojazdu.. Takim to sposobem można zgromadzić do 1500 litrów sprężonego gazu ziemnego (CNG). Z kolei jeżeli chodzi o napęd wykorzystujący ogniwa paliwowe, butle z wodorem umieszczone na dachu pojazdu o pojemności do 1600 l. wodoru i ciśnieniu roboczym sięgającym 300 bar. Dlatego należy podjąć działania zmierzające do przygotowania służb ratowniczych do zagrożeń wynikających z eksploatacji tego typu pojazdów. Należy przypuszczać iż w następnych latach będą się rozpowszechniały alternatywne napędy dzięki prowadzonym intensywnym badaniom nad nowymi technologiami w zakresie gromadzenia paliw. Należałoby sobie tylko życzyć, aby urządzenia z zakresu bezpieczeństwa uległy standaryzacji a zasady postępowania dla służb ratowniczych uległy ujednoliceniu. Konieczne staje się stworzenie systemu oznakowania, który umożliwi szybką identyfikację napędu pojazdów. Również oznakowanie miejsc, w których znajdują się elementy biernych systemów bezpieczeństwa (poduszki, powietrzne, ładunki pirotechniczne), w znacznym stopniu zwiększyłoby bezpieczeństwo ratowników podczas działań ratowniczych. Ratownicy w większym stopniu powinni być zapoznawani z nowymi napędami i technologiami

wykorzystywanymi przy budowie pojazdów. W tym celu powinni przechodzić teoretyczne i praktyczne szkolenia. Duże znaczenie ma tutaj współpraca pomiędzy producentami pojazdów a służbami ratowniczymi. Ważne jest aby producenci samochodów przekazywali odpowiednie materiały informacyjne i szkoleniowe w których zawarte byłyby informacje o zagrożeniach, oraz zasady postępowania aby tych zagrożeń uniknąć. Równie ważna jest współpraca pomiędzy producentami samochodów, a firmami produkującymi narzędzia ratownicze. Należy pamiętać, że ratownik aby mógł prowadzić profesjonalnie działania, musi być dostatecznie przeszkolony oraz wyposażony w środki ochrony osobistej które zapewnią mu bezpieczeństwo podczas działań oraz sprzęt ratowniczy, który sprosta nowym rozwiązaniom konstrukcyjnym i materiałowym stosowanym podczas budowy pojazdów. Współcześni ratownicy muszą posiadać ogromną wiedzę odnośnie budowy pojazdów i występujących zagrożeń aby móc przeprowadzić działania szybko, skutecznie, efektywnie, a zarazem bezpiecznie dla poszkodowanych jak i samych ratowników. Możliwe, że w niedługiej przyszłości widok dowódcy akcji z tabletem czy laptopem w ręku „wspierającego” się podczas działań, specjalistyczny oprogramowaniem jak chociażby „Crash Recovery System” to będzie konieczność, wymuszona różnorodnością zastosowanych przez producentów samochodów rozwiązań.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Idzior M., *Kierunki zmian materiałowych w motoryzacji w świetle wymogów ekologii*.
- [2] Morris B., *Techniki ratownictwa drogowego Holmatro*, Delta Service.
- [3] *Rescue equipment*, Biuletyn Delta Service 2012 r.
- [4] Sowa A., *Instalacje zasilane gazem LPG i CNG*, Dobry eBook.
- [5] Sowa A., *Samochodowe instalacje zasilania gazem*, Dobry eBook.
- [6] Szumanowski A., *Hybrid electric vehicle driver design*, 2006
- [7] Tutak W., *Układy bezpieczeństwa czynnego w pojazdach samochodowych*.
- [8] Widerski T., *Bezpieczeństwo czynne w pojazdach*, prezentacja
- [9] Węglarz A., Pleśniak M., *Samochód elektryczny*, GCP Warszawa 2011.
- [10] www.firemax.pl
- [11] www.pogp.pl
- [12] www.instalacje-gazowe.pl
- [13] www.citroen.pl
- [14] www.tremolo.pl
- [15] www.gazeo.pl
- [16] www.nopex.com.pl
- [17] www.flamis.pl
- [18] www.autokult.pl
- [19] www.motoryzacja.interia.pl
- [20] www.ratowniczy.pl
- [21] www.motofakty.pl

SPIS RYSUNKÓW

Rys. 1. Budowa systemu ABS.....	7
Rys. 2. Elementy systemu ASR.....	10
Rys. 3. Omijanie przeszkody przez samochód z systemem ESP	13
Rys. 4. Rozmieszczenie elementów systemu SRS w samochodzie	19
Rys. 5. Przekrój generatora gazowego.....	20
Rys. 6. Budowa napinacza pasów.....	27
Rys. 7. Różnorodność materiałów wykorzystywana w budowie samochodu	32
Rys. 8. Budowa instalacji LPG.....	36
Rys. 9. Rysunek samochodu z rozmieszczonymi elementami instalacji LPG.....	37
Rys. 10. Schemat instalacji LPi.....	39
Rys. 11. Schematyczny rysunek instalacji CNG	42
Rys. 12. Schemat instalacji CNG.....	43
Rys. 13. Elementy hybrydowego układu napędowego	44
Rys. 14. Schematy podstawowych hybrydowych układów napędowych	47
Rys. 15. Bateria litowo-jonowa	48
Rys. 16. Schemat przepływu prądu w instalacji wysokonapięciowej.....	49
Rys. 18. Zwiększenie sił cięcia dzięki nożycom NCT.....	56
Rys. 19. Różnica szybkości otwierania się narzędzi z zaworem Speed Valve.....	57

SPIS ZDJĘĆ

Fot. 1. Układ pomiarowy mierzący prędkość obrotową	8
Fot. 2. System ochrony przed skutkami dachowania w kabrioecie	15
Fot. 3. Wysuwany pałąg ochronny w momencie dachowania kabrioletu	16
Fot. 4. Widok z tyłu wnętrza pojazdu z odpalonymi poduszkami i kurtynami	18
Fot. 5. Widok z boku wnętrza pojazdu z odpalonymi poduszkami i kurtynami.....	18
Fot. 6. Generator gazowy	20
Fot. 7. Poduszki (kierowcy i pasażera)wystrzelone podczas wypadku.....	21
Fot. 8. Poduszka powietrzna chroniąca pieszych.....	22
Fot. 9. Poduszka montowana w pasach bezpieczeństwa.....	23
Fot. 10. Prototyp Toyoty zapewniający 360-stopniową ochronę	23
Fot. 11. Ładunek pirotechniczny ze zwijaczem.....	24
Fot. 12. Ładunek pirotechniczny umiejscowiony przy zamku	25
Fot. 13. Aktywny zagłówek.....	28
Fot. 14. Nowoczesna konstrukcja samochodu.....	29
Fot. 15. Wzmocnienie słupka B.....	30
Fot. 16 Wzmocnienia boczne drzwi.....	31
Fot. 17 Pompa łopatkowa PTS	40
Fot. 18 Zbiorniki CNG zamontowane w bagażniku pojazdu	41
Fot. 19 Bateria akumulatorów	45
Fot. 20 Komora silnika – Toyota Prius	46
Fot. 21 Nożyce Holmatro z nożami w kształcie litery „U”	55
Fot. 22 Rozpierak kolumnowy Extendo.....	57
Fot. 23. Regulowany uchwyt w rozpieraczu Extendo.....	58
Fot. 24. Wąż hydrauliczny zbudowany w technologii CORE.....	59

Fot. 25 Przekrój węża w systemie CORE i dwuwężowym	59
Fot. 26 Ubranie specjalne.....	61
Fot. 27 Rękawice strażackie.....	62
Fot. 28 Hełm strażacki	62
Fot. 29 Buty strażackie.....	63