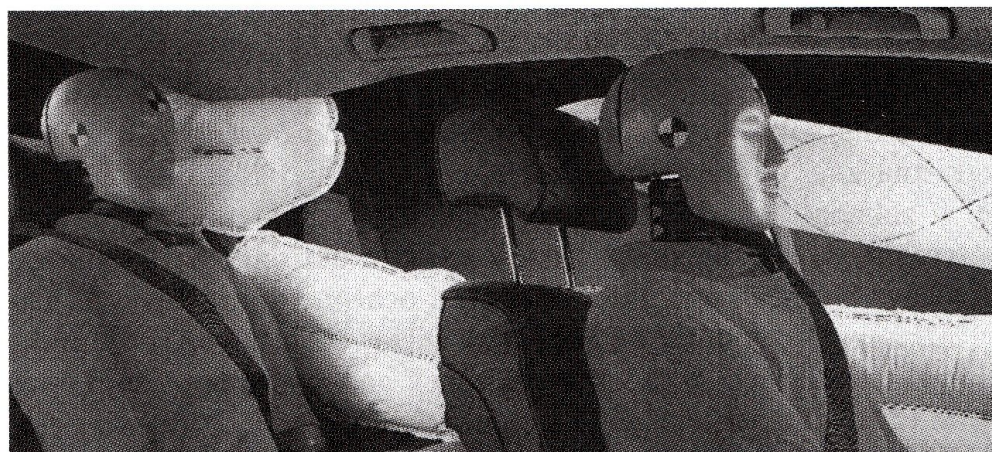
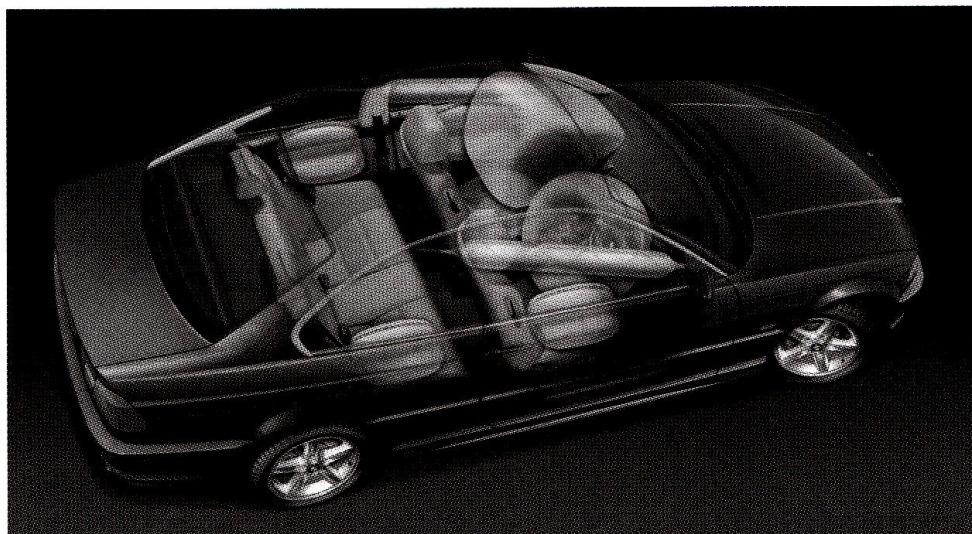


16. Układy bezpieczeństwa biernego

16.1. Wprowadzenie

Pomimo nieustannie zwiększającego się natężenia ruchu drogowego, ciągły rozwój techniki samochodowej umożliwia zmniejszanie liczby osób zabitych i ciężko poszkodowanych w wypadkach samochodowych. W ostatnich latach było to możliwe dzięki poprawie nie tylko bezpieczeństwa czynnego (porównaj rozdział 15), ale głównie dzięki znacznej poprawie bezpieczeństwa biernego. Konstrukcje nadwozia bada się w zakresie ich deformacji w wyniku wypadku podczas testów zderzeniowych (**crashtest**). Także nowe zastosowania elektroniki i dodatkowe układy bezpieczeństwa biernego znacznie zwiększają ochronę podróżujących. Do układów takich zalicza się trzypunktowe (bezwładnościowe) pasy bezpieczeństwa z napinaczami oraz coraz więcej rozwiązań poduszek gazowych, potocznie zwanych powietrznymi (**airbag**), napełniających się podczas zderzenia. Poduszki gazowe opatentowano już w latach 50. XX wieku. W końcu lat 70. zaczęto je stosować w Stanach Zjednoczonych, w których przepisy w zakresie bezpieczeństwa są dość rygorystyczne, lecz nie ma obowiązku zapinania pasów bezpieczeństwa podczas jazdy. Początkowo montowano poduszki gazowe tylko dla kierowcy, potem także dla pasażera siedzącego na przednim siedzeniu. Nie ulega wątpliwości, że zapięte trzypunktowe pasy bezpieczeństwa z napinaczami pasów i poduszki gazowe doskonale się uzupełniają oraz wspólnie gwarantują bardzo dobrą ochronę. Z racji obowiązku zapinania pasów w Europie dopasowany jest odpowiednio, czyli podwyższony, próg uruchamiania się poduszki podczas wypadku (wielkość opóźnienia). Po uderzeniu samochodu w przeszkodę z mniejszą prędkością zadanie utrzymania pasażerów na siedzeniach przejmują pasy bezpieczeństwa. Dopiero po uderzeniach z większymi prędkościami uruchamia się dodatkowo poduszka (jedna lub więcej) gazowa. Poduszka nie może zastąpić pasów bezpieczeństwa.

Stosowanie poduszek gazowych kierowcy i pasażera na przednim siedzeniu przyjęło się dopiero w końcu lat 80. i to najpierw w samochodach wyższej klasy. W połowie lat 90. pojawiły się poduszki boczne, a kilka lat później tzw. kurtyny powietrzne, czyli dodatkowe poduszki górne chroniące głowę. Obecnie standardem jest wyposażanie samochodu w poduszki gazowe przednie i boczne dla podróżujących na przednich siedzeniach i w trzypunktowe pasy bezpieczeństwa

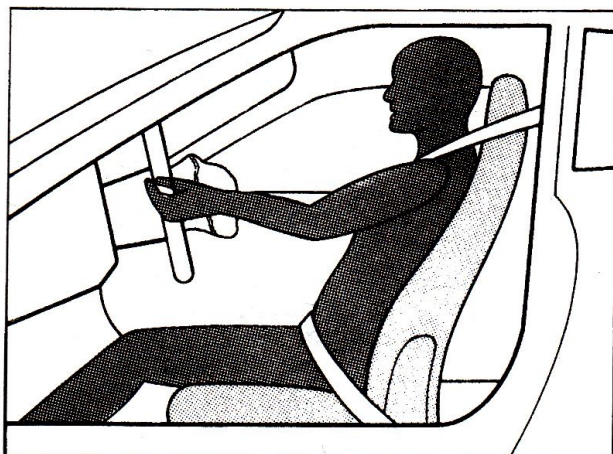
**Rys. 16.1**

Usytuowanie poduszek gazowych w samochodzie

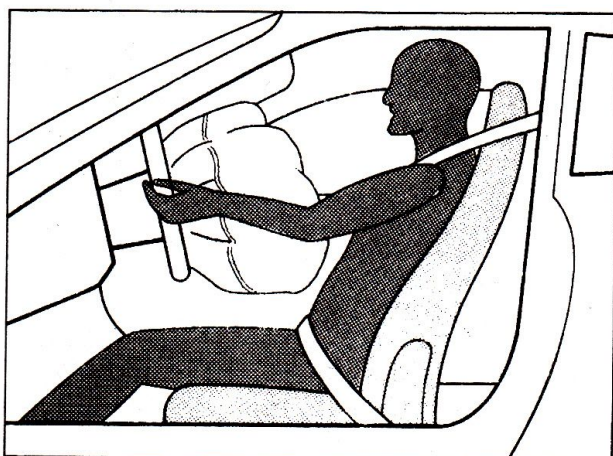
z napinaczami. Samochody wyższej klasy mają do dziesięciu poduszek: kierowcę i pasażera z przodu chronią poduszki przednie, boczne i górne (głowa); pasażerów z tyłu zabezpieczają poduszki boczne i górne. Do tego wszyscy podróżni mają trzypunktowe pasy bezpieczeństwa z napinaczami. Poduszkami i napinaczami pasów steruje urządzenie sterujące. Na rysunku 16.1 pokazano miejsca montowania poduszek gazowych w samochodzie.

16.2. Budowa i działanie przednich poduszek gazowych

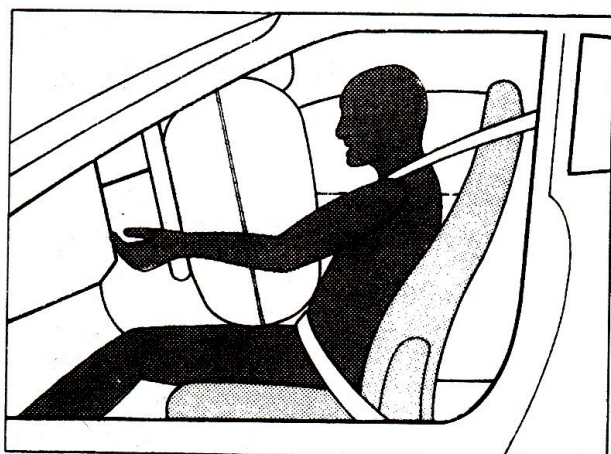
Skutkiem czołowego zderzenia mogą być znaczne obrażenia kierowcy i pasażera siedzącego z przodu, gdyby uderzyli w kierownicę, tablicę rozdzielczą albo wypadli przez przednią szybę. Zapięty pas bezpieczeństwa (najlepiej z regulowanym napinaczem) znacznie łagodzi skutki zderzenia, ale przy większych prędkościach nie może ich całkiem wykluczyć. Niezwykle przydatne są poduszki gazowe, umieszczone

**Rys. 16.2**

Stan poduszki gazowej po około 10 milisekundach od uderzenia o przeszkodę z prędkością ok. 80 km/h. Samochód jest silnie opóźniony, próg wyzwalania poduszki został przekroczony, ładunek odpalony.

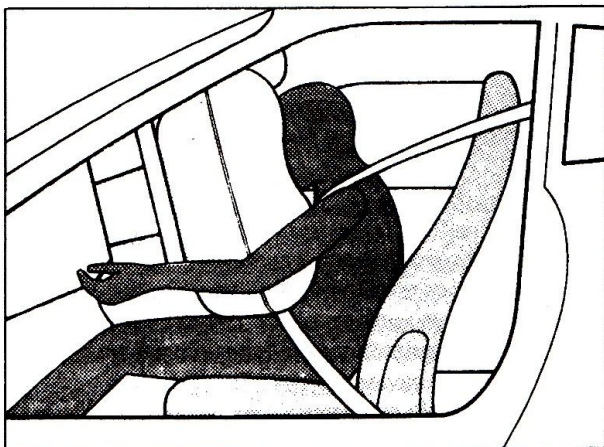
**Rys. 16.3**

Po około 20 ms. Poduszka zaczyna się napełniać gazem. Ciało kierowcy przemieszcza się do przodu, strefa zgniotu przodu samochodu jest już częściowo zdeformowana.

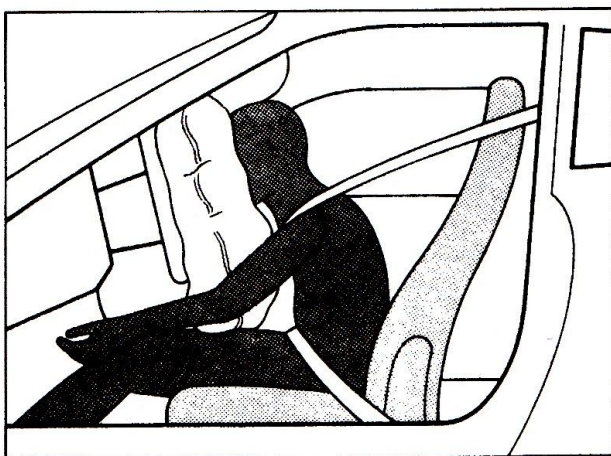
**Rys. 16.4**

Po około 30 ms. Poduszka jest całkowicie napełniona gazem. Energia uderzenia została już częściowo zmniejszona przez naciągający się pas bezpieczeństwa.

w kolumnie kierownicy i w tablicy rozdzielczej naprzeciwko pasażera, napełniające się gazem w ułamku sekundy. Przebieg napełniania i zachowanie poduszki kierowcy wyjaśniono na rysunkach 16.2 do 16.6. Wymienione tam czasy w samochodach różnych marek mogą być nieco inne. Są one zależne także od przebiegu deformacji stref kontrolowanego zgniotu nadwozia.

**Rys. 16.5**

Po około 80 ms. Twarz i górna część ciała kierowcy uderza o poduszkę, która zaczyna się opróżniać szczelinami od strony kierowcy. Cała strefa zgniotu jest już zdeformowana, samochód się zatrzymuje

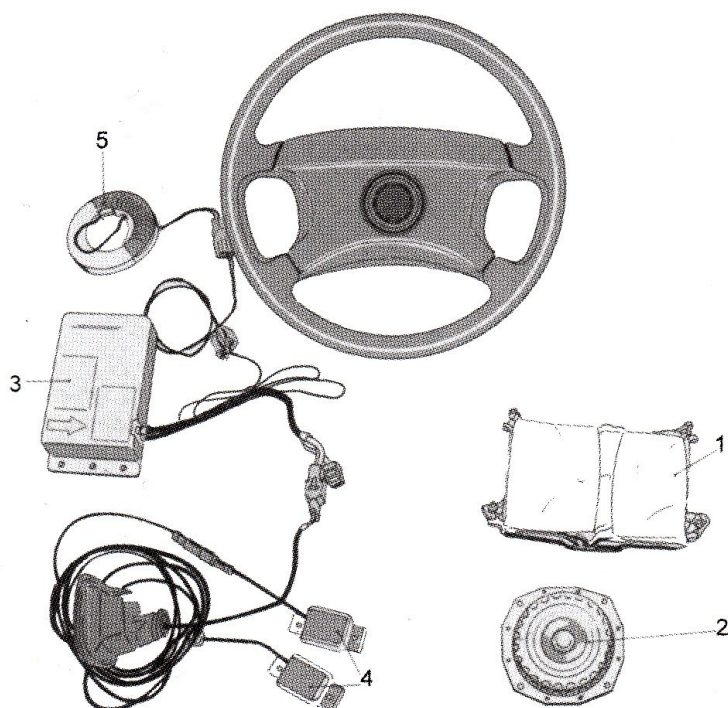
**Rys. 16.6**

Po około 120 ms. Poduszka jest prawie pusta. Ciało kierowcy zaczyna się przemieszczać z powrotem w stronę oparcia siedzenia

Czas reakcji poduszki pasażera jest nieco inny niż poduszki kierowcy. Chodziło jednak o przedstawienie budowy i sposobu działania poduszek na przykładzie poduszki kierowcy. Początkowo zespół poduszki gazowej dla kierowcy składał się z (rys. 16.7):

- ☐ nadmuchiwanego worka ze szczelinowymi otworami,
- ☐ wytwornicy gazu z detonatorem do napełnienia poduszki,
- ☐ elektronicznego urządzenia wyzwalającego (sterującego) z wbudowanym czujnikiem przyspieszenia (uderzenia), kondensatorem (jako akumulatorem energii) i przetwornikiem napięcia,
- ☐ lampki kontrolnej nadzorującej zespół,
- ☐ jednego albo dwóch (zależnie od producenta) przednich czujników przyspieszenia, których zadaniem było zapobieżenie nieuzasadnionemu otwarciu poduszek (współcześnie nie ma już potrzeby stosowania takich czujników),
- ☐ sprężyny spiralnej mającej zagwarantować pewny styk elektryczny kolumny kierownicy z kołem kierownicy (nie wszyscy producenci stosowali to rozwiązanie).

Stosowane rozmieszczenie elementów zespołu przednich poduszek gazowych kierowcy i pasażera oraz zakres ich reakcji po czołowym zderzeniu (obszar do 30° w bok od osi podłużnej samochodu) przedstawiono na rysunku 16.8.

**Rys. 16.7**

Elementy składowe zespołu poduszki gazowej

1 – napęczniany gazem worek poduszki

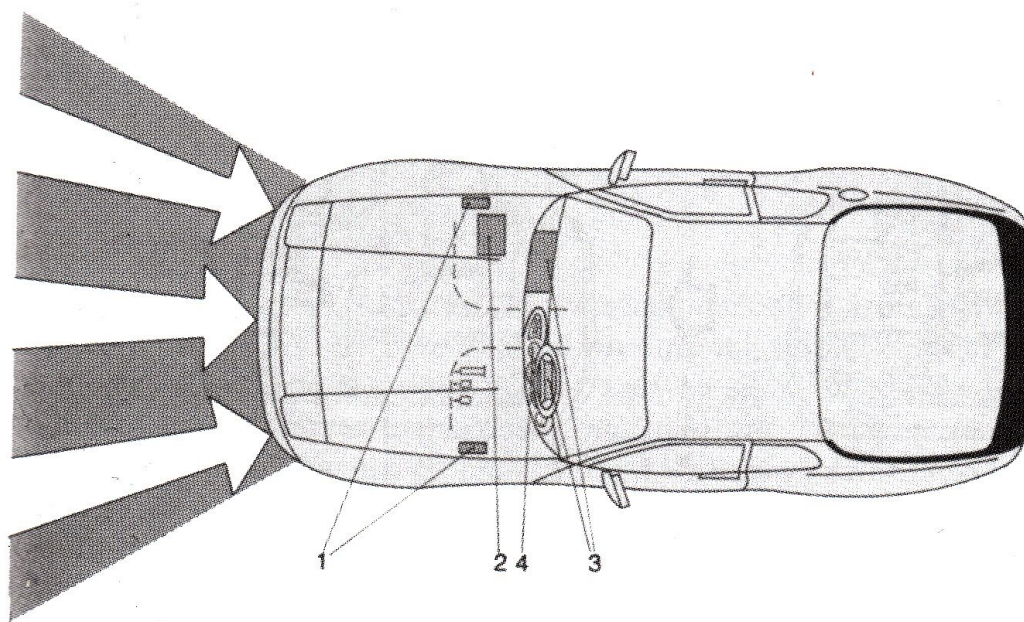
2 – wytwornica gazu z zapalnikiem pirotechnicznym

3 – urządzenie sterujące

4 – przednie czujniki

5 – przewód (sprężyna) spiralny

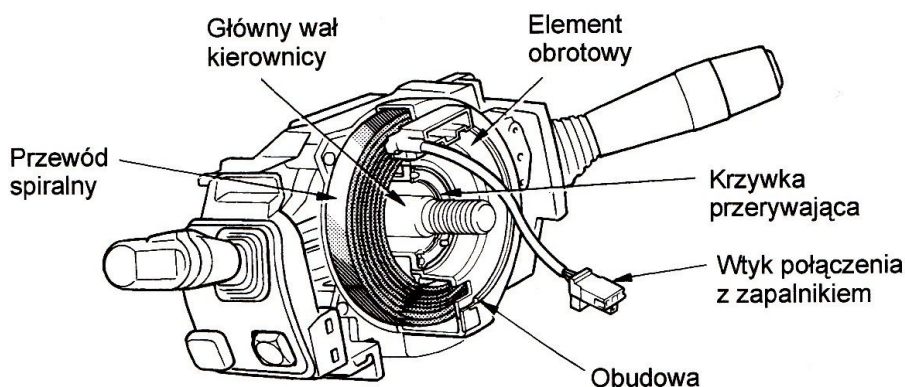
Sprawność zespołu poduszek gazowych jest na bieżąco kontrolowana i sygnalizowana lampką kontrolną. Po włączeniu zasilania elektrycznego (począwszy od 1. pozycji wyłącznika zapłonu) lampka zaczyna się świecić i gaśnie po ok. 4 do 6 sekundach, jeżeli nadzorujący obwód elektroniczny w urządzeniu sterującym nie wykryje usterek i potwierdzi sprawność zespołu. Kiedy dojdzie do czołowego zderzenia z przeszkodą i zostanie przekroczony zdefiniowany z góry próg opóźnienia

**Rys. 16.8**

Rozmieszczenie elementów zespołu przednich poduszek gazowych i obszar ich działania

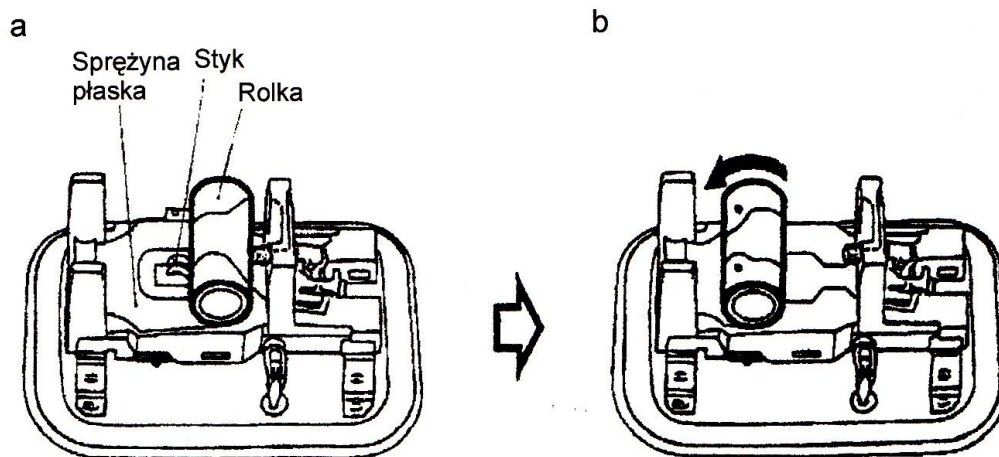
1 – przednie czujniki przyspieszenia, 2 – urządzenie sterujące z czujnikiem bezpieczeństwa, 3 – poduszki kierowcy i pasażera, 4 – lampka kontrolna w zestawie wskaźników

pojazdu, wtedy umieszczony w urządzeniu sterującym odbiornik sygnału z czujnika przyspieszenia uwalnia prąd zapłonu, który płynie przewodem do wytwornicy gazu i detonatora. W poduszce kierowcy, w celu zagwarantowania pewności styku, jest stosowana często **sprężyna zwijana** (także spiralny przewód albo zwój) zamiast typowego połączenia ślizgowego (rys. 16.9).



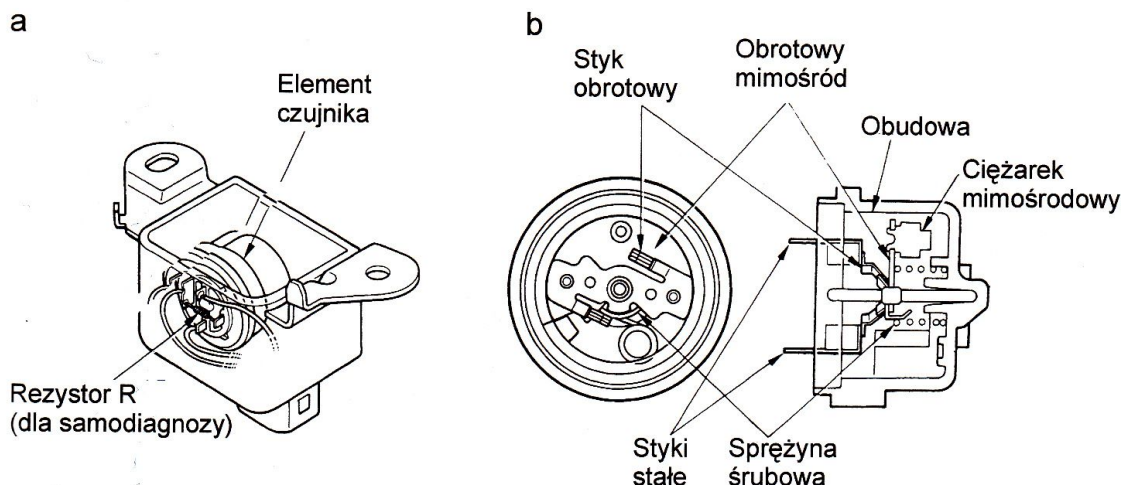
Rys. 16.9
Przewód spiralny

Napięcie zapłonu detonatora (ok. 35 V) ma zagwarantować kondensator w urządzeniu sterującym także w razie przerwania, w wyniku wypadku, zasilania z akumulatora pojazdu. Jeżeli zastosowano przednie czujniki przyspieszenia, to przynajmniej jeden z nich musi zewrzeć dodatkowy zestyk. Na rysunkach 16.10 i 16.11 przedstawiono dwa różne rozwiązania przednich czujników przyspieszenia.



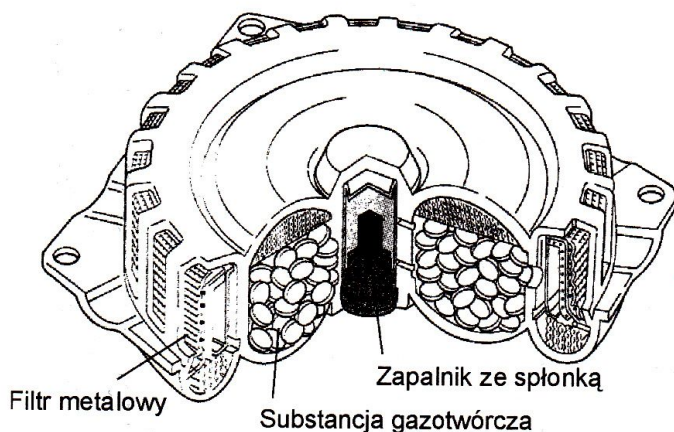
Rys. 16.10
Przedni czujnik zderzenia z rolką:
a) położenie spoczynkowe, b) położenie z odpowiednio ustawionym opóźnieniem działania

W pierwszym z nich na sprężystej bieżni z zestykiem jest umieszczona rolka (rys. 16.10). W drugim mimośrodowy wirnik z masą bezwładną obraca się, pokonując opór sprężyny śrubowej tak, aby zewrzeć styk obrotowy ze stykiem stałym.

**Rys. 16.11**

Przedni czujnik zderzenia z masą bezwładną na sprężynie: a) widok, b) przekrój

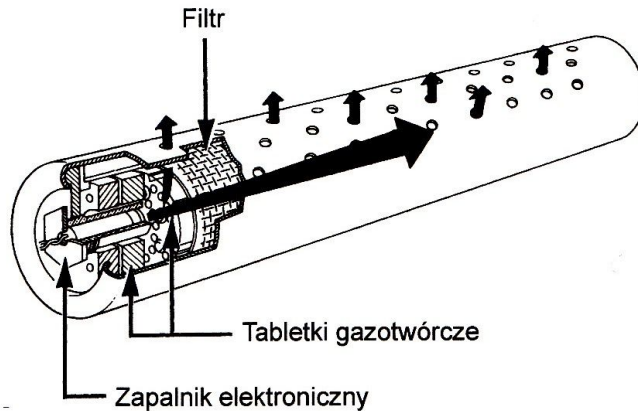
Doprowadzony do spłonki prąd zapłonu powoduje jej detonację w **wytwornicy** (generatorze) **gazu** (rys. 16.12), zawierającej stałą substancję wytwarzającą gaz. Wyzwalający się gaz przed skierowaniem do poduszki jest oczyszczany i schładzany w metalowym filtrze.

**Rys. 16.12**

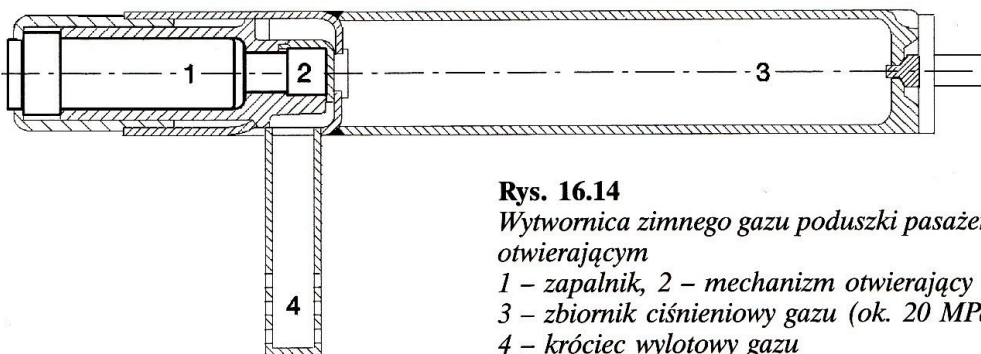
Przekrój pierścieniowej wytwornicy gazu

Po około 30 ms poduszka jest całkowicie napełniona gazem. Pojemność poduszki gazowej może wynosić, zależnie od producenta, do 80 litrów. Przez szczeliny znajdujące się na spodzie poduszki gaz zaczyna się ulatniać i po 100 do 120 ms poduszka jest prawie pusta (porównaj rys. 16.6).

Poduszka pasażera ma pojemność do 150 litrów (zależnie od producenta) i dlatego jest napełniana przez dwie pierścieniowe wytwornice gazu odpalane w krótkich odstępach czasu (5 do 10 ms). W zespole poduszki pasażera często jest używana **rurowa wytwornica gazu** (rys. 16.13). Jej rola jest podobna jak wytwornicy pierścieniowej. Różnica polega na tym, że używany jest tu zimny gaz ze zbiornika ciśnieniowego, zawierającego gaz pod ciśnieniem do 20 MPa (rys. 16.14). Podczas wypadku, w wyniku detonacji zapalnika, zbiornik zostaje otwarty i poprzez króciec wylotowy sprężony gaz płynie ze zbiornika do poduszki, napełniając ją.



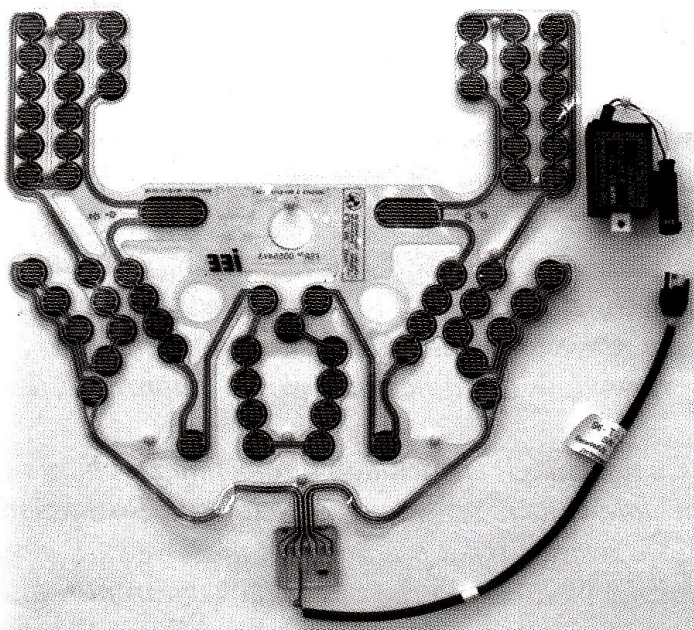
Rys. 16.13
Rurowa wytwornica gazu



Rys. 16.14
Wytwornica zimnego gazu poduszki pasażera z mechanizmem otwierającym
1 – zapalnik, 2 – mechanizm otwierający
3 – zbiornik ciśnieniowy gazu (ok. 20 MPa)
4 – króciec wylotowy gazu

Także poduszka pasażera opróżnia się przez szczeliny na jej spodzie, niezależnie od tego jaki rodzaj wytwornicy gazu zastosowano. Na ogół obie poduszki, kierowcy i pasażera, są uruchamiane jednocześnie. Od niedawna niektórzy producenci stosują w obu poduszkach dwustopniowe wytwornice gazu, które są odpalane w różnych odstępach czasu, zależnie od rodzaju i rozmiarów zderzenia. W ten sposób jest osiągana optymalna ochrona. Rozwijanie się poduszki pasażera w sytuacji, kiedy nikt tam nie siedzi podczas wypadku jest niepotrzebne i powoduje tylko wzrost kosztów naprawy. W celu uniknięcia takich sytuacji w wielu samochodach montuje się w siedzisku przedniego siedzenia pasażera urządzenia elektroniczne rozpoznające, czy siedzenie to jest zajęte. Jest to mata umieszczona pod materiałem obiciowym siedzenia, zawierająca czujniki ciśnienia i niewielki podzespół elektroniczny przetwarzający sygnały z tych czujników (rys. 16.15).

Począwszy od obciążenia ok. 12 kg podzespół elektroniczny wysyła do urządzenia sterującego układ poduszek gazowych sygnał informujący, że siedzenie pasażera jest zajęte. Jeżeli siedzenie nie jest zajęte, wówczas w razie czołowego zderzenia z przeszkodą uruchamia się tylko poduszka kierowcy. Działanie podzespołu rozpoznającego obecność pasażera na przednim siedzeniu jest na stałe nadzorowana przez urządzenie sterujące. Brak sygnału z podzespołu elektronicznego w momencie powoduje świecenie się lampki ostrzegawczej i układ (ze względów bezpieczeństwa) zachowuje się tak, jakby siedzenie pasażera było zajęte. Wówczas w razie wypadku otwierają się obie przednie poduszki.

**Rys. 16.15**

Mata SBE z czujnikami i urządzeniem elektronicznym do rozpoznawania obecności pasażera na siedzeniu

16.3. Nadzorowanie układu i przepisy bezpieczeństwa

Niezaświecenie się lampki kontrolnej po włączeniu zapłonu, świecenie się na stałe światłem ciągłym lub pulsującym (różne rozwiązania producentów) oznacza wykrycie przez urządzenie sterujące usterki w układzie poduszek gazowych. Układ może być niezdolny do działania częściowo albo całkowicie. W takim przypadku należy odczytać kody usterek zawarte w pamięci diagnostycznej i wymienić wadliwe elementy układu. Producenci na ogół nie dopuszczają możliwości samodzielnego naprawiania elementów składowych układu poduszek.

Zarówno w układzie poduszek gazowych, jak też napinaczy pasów bezpieczeństwa występują elementy pirotechniczne. Dlatego też obchodzenie się z nimi, przewożenie i składowanie podlega odpowiednim przepisom prawa o materiałach wybuchowych. Podczas napraw i prac związanych z tymi układami należy pamiętać, że błąd ludzki może mieć ciężkie następstwa (obrażenia ciała, a nawet śmierć).

Poniższe uwagi zestawiono wedle najlepszej wiedzy i woli, ale mogą nie zawierać wszystkich możliwych przypadków i dlatego należy bezwzględnie przestrzegać wszystkich przepisów bezpieczeństwa.

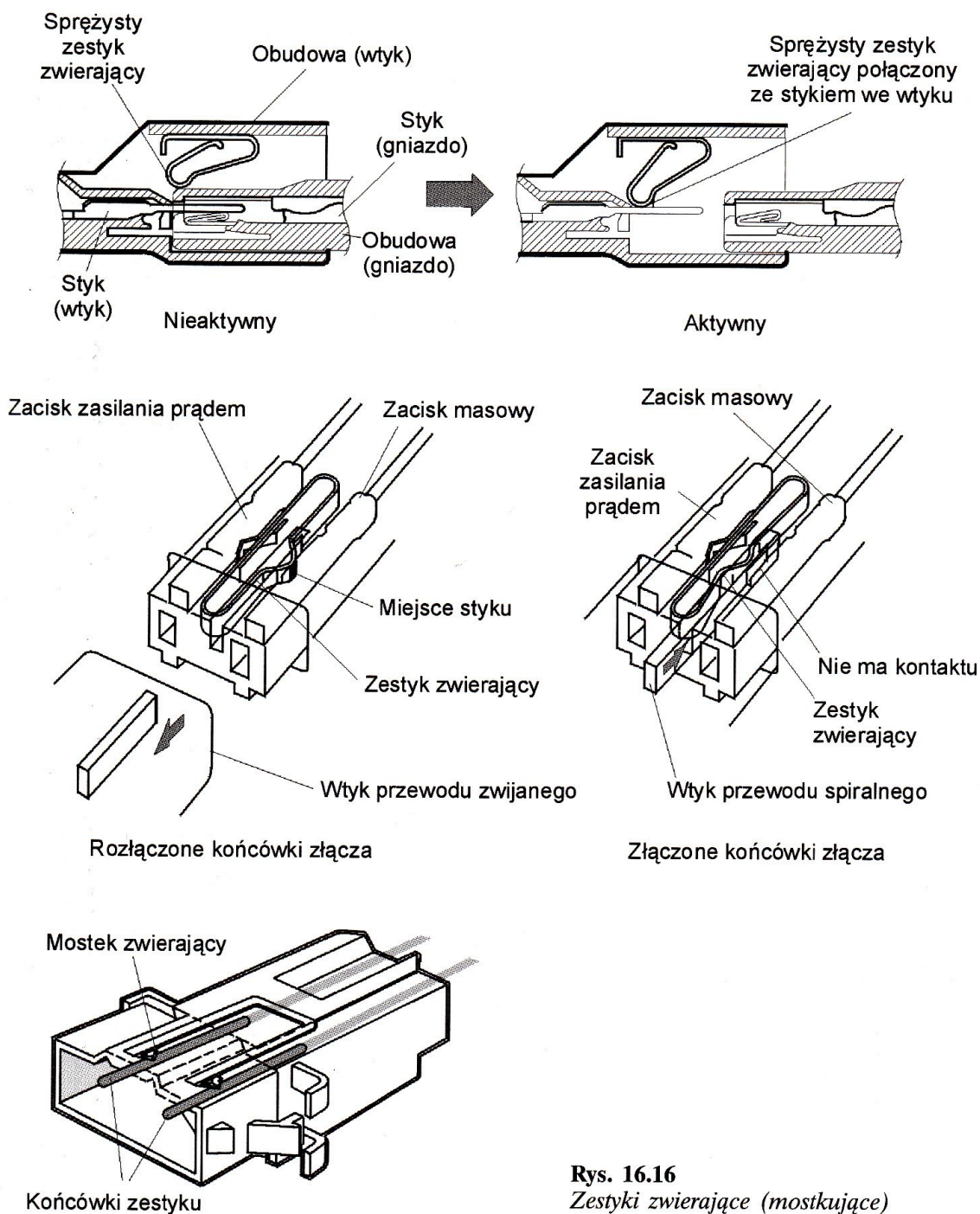
➡ *Prace montażowe i demontażowe powinni przeprowadzać z największą starannością jedynie odpowiednio przeszkoleni pracownicy.*

- ❑ *Podczas wszystkich prac przy poduszkach gazowych i napinaczach pasów należy wyłączać obwód bezpieczeństwa albo odłączyć zasilanie elektryczne od akumulatora. Należy to także zrobić przed rozpoczęciem prac spawalniczych i prostowaniem nadwozia.*

- ❑ *Po przerwaniu obwodu zasilania elektrycznego należy odczekać kilka minut w celu upewnienia się, że kondensator(y) zapłonowy(we) w urządzeniu sterującym całkowicie się rozładował(y).*
- ❑ *Układy utrzymujące pasażerów na miejscu mogą być sprawdzane tylko za pomocą zalecanych przez producenta testerów i przewodów pomiarowych i tylko w stanie całkowicie zmontowanym.*
- ❑ *Układy te należy regularnie kontrolować zgodnie z zaleceniami producenta.*
- ❑ *Nie wolno stosować uszkodzonych, zużytych albo używanych elementów układu. Należy montować wyłącznie nowe i oryginalne części zamienne.*
- ❑ *Uszkodzonych elementów i przewodów łączących nie wolno naprawiać, lecz wymieniać na nowe.*
- ❑ *Ze względów bezpieczeństwa we wszystkich elementach pirotechnicznych są stosowane złącza elektryczne z wbudowanym zestykiem zwarciovym. Rozłączenie złącza powoduje natychmiastowe zwarcie styku prądowego i masowego. Ponadto są stosowane różne mechanizmy blokowania złącza w celu zagwarantowania jego niezawodności. Po zakończeniu prac naprawczych należy zawsze skontrolować poprawność działania złącz i ich zabezpieczeń. Jedyńm sposobem naprawy jest ich wymiana. Na rysunku 16.16 pokazano niektóre rodzaje złącz.*
- ❑ *Układy utrzymujące pasażerów na miejscu nie mogą być w jakikolwiek sposób zmieniane, np. przez dodatkowe naklejki, osłony albo przez zmianę ich położenia w samochodzie.*
- ❑ *Elementy pirotechniczne należy wmontowywać natychmiast po ich pobraniu z magazynu. Nie wolno ich zostawiać w pomieszczeniu bez nadzoru.*
- ❑ *Po wymontowaniu kompletnej poduszki gazowej należy ją kłaść miękką stroną (roboczą) do góry (wytwornica gazu musi być pod spodem).*
- ❑ *Elementy układu nie mogą mieć kontaktu z olejem, smarem, wodą, środkami czystości itp.*
- ❑ *Należy unikać temperatur powyżej 100°C, nawet przez krótką chwilę.*
- ❑ *Podczas ponownego włączania zasilania elektrycznego nikt nie może znajdować się wewnątrz pojazdu.*
- ❑ *Elementy pirotechniczne można transportować i składować tylko w oryginalnych opakowaniach. Dotyczy to także wszystkich innych elementów układu, jeżeli są odsyłane z powrotem do producenta.*
- ❑ *Elementy pirotechniczne można przewozić wyłącznie w bagażniku albo w skrzyni ładunkowej pojazdu.*

Jeżeli podczas wypadku zadziałają układy utrzymujące pasażerów na miejscu, wskazane jest wymontowanie i zabezpieczenie urządzenia sterującego, mogącego być materiałem dowodowym. Dotyczyć to może także innych elementów układu, które nie zadziałały.

W samochodach wyposażonych w poduszkę pasażera na przednim siedzeniu nie można montować fotelików do przewozu dzieci zwróconych w kierunku jazdy, gdyż grozi to śmiercią po rozwinieniu się poduszki w czasie wypadku. Jeśli jest to możliwe, trzeba wówczas wyłączyć poduszkę pasażera na życzenie klienta. W starszych konstrukcjach poduszek gazowych można to zrobić dzięki odpowiedniemu



Rys. 16.16
Zestyki zwierające (mostkujące)

przeprogramowaniu urządzenia sterującego oraz dodatkowo, dla bezpieczeństwa, rozłączeniu połączenia wtykowego w zespole poduszki gazowej pasażera. Życzenia klienta, odpowiednia informacja i opis wykonanych czynności muszą być sformułowane na piśmie i podpisane przez klienta. W samochodach niektórych producentów bądź w niektórych modelach można odłączyć poduszkę pasażera, obracając specjalny zamek za pomocą kluczyka do samochodu. Jednak wtedy stale świeci się odpowiednia lampka ostrzegawcza.

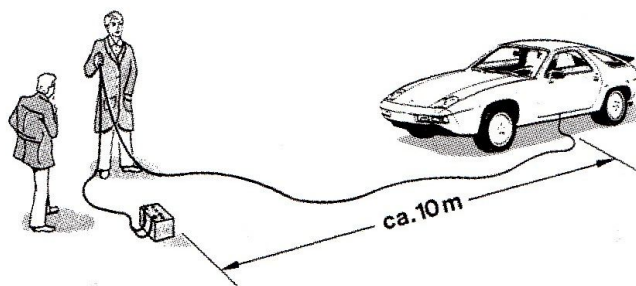
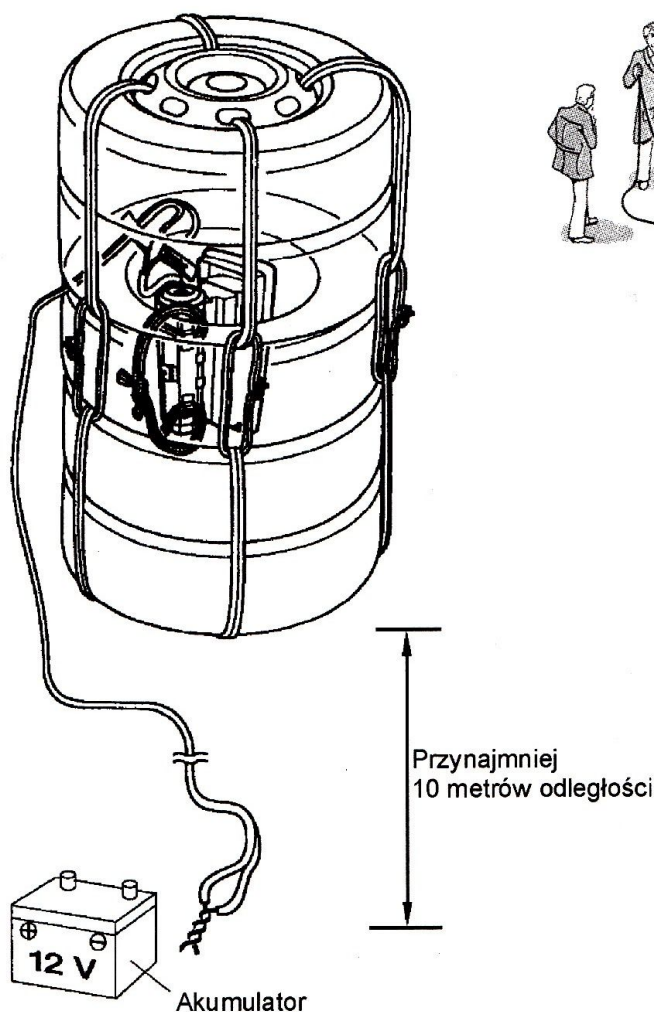
Po wypadku, w którym uruchomione zostały poduszki, należy je wymienić na nowe wraz ze wszystkimi elementami związanymi: pokrywy poduszki; detonatory;

wytwornice gazu i przednie czujniki przyspieszenia (jeżeli występują). Niekiedy konieczna jest także wymiana urządzenia sterującego i wszystkich innych części zalecanych przez producenta. Podobnie postępuje się z pirotechnicznymi napinaczami pasów bezpieczeństwa.

Przed złomowaniem samochodu należy zdalnie zdetonować wszystkie nieuruchomione jeszcze poduszki gazowe i pirotechniczne napinacze pasów. Jeżeli producent to przewiduje, poduszki i napinacze są uruchamiane za pomocą specjalnych przewodów detonujących. Kiedy zdalna detonacja nie jest możliwa, wtedy należy wymontować z samochodu wszystkie elementy pirotechniczne i odesłać je producentowi.

Podczas zdalnej detonacji jeden przewód mocuje się do elementu pirotechnicznego, a drugi do akumulatora.

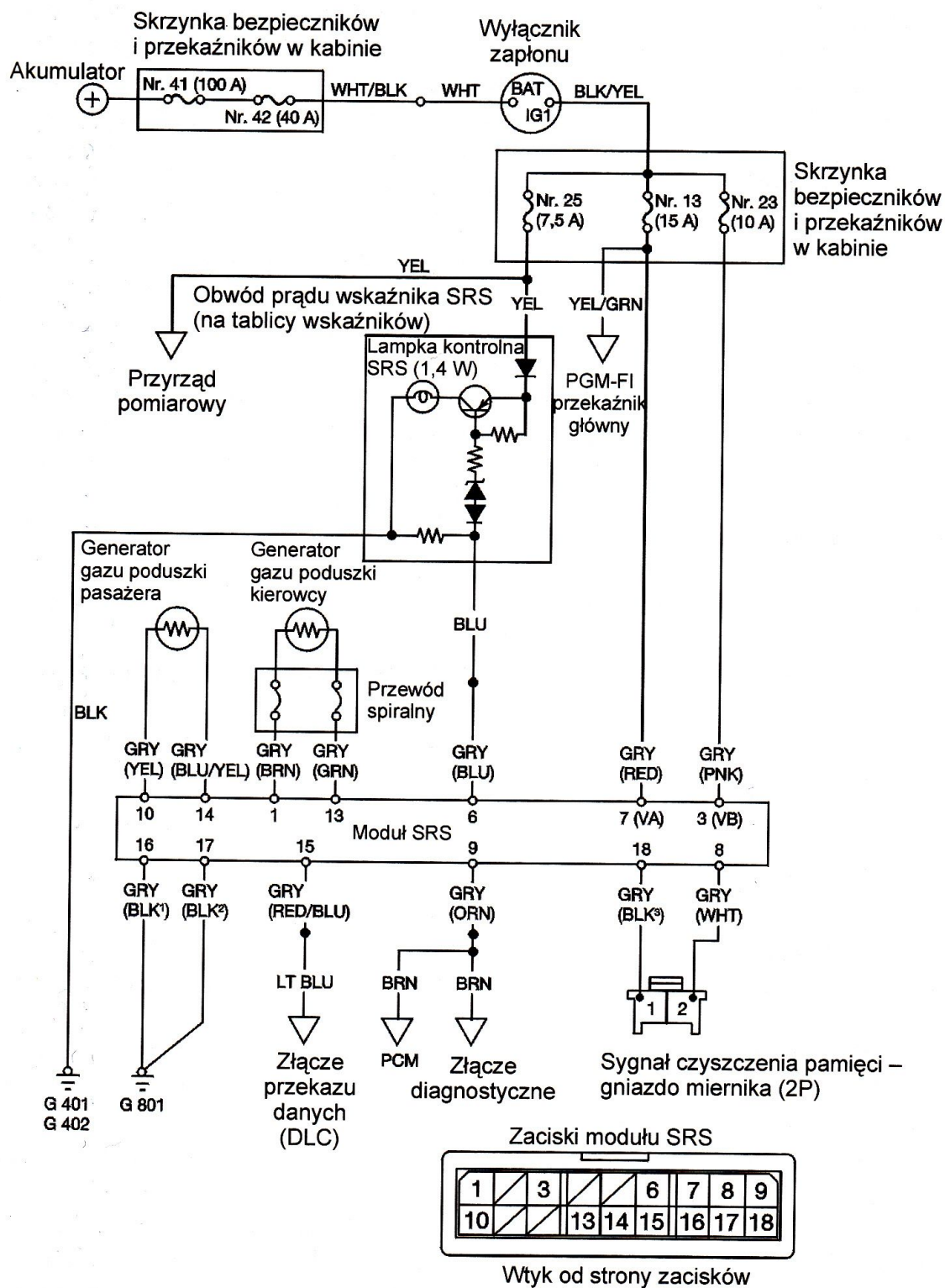
Zdalne detonowanie różnego rodzaju poduszek gazowych przeprowadza się bezpośrednio w samochodzie (rys. 16.17) albo w pojemniku ze starych opon, jak to przedstawiono na rysunku 16.18 i opisano na końcu tego punktu. W obu przypadkach należy zabrać wszystkie niezamocowane na stałe przedmioty ze strefy napełniania się poduszki i zachować bezpieczny odstęp 10 metrów od miejsca odpalania poduszek (dotyczy to także osób postronnych).



Rys. 16.17
Zdalne wyzwalanie poduszki gazowej
w samochodzie

Rys. 16.18
Zdalne wyzwalanie poduszki gazowej
w pojemniku

Samochód albo opony umieścić w odpowiednim miejscu na wolnej przestrzeni i uprzedzić osoby znajdujące się w najbliższym otoczeniu o przygotowywanej detonacji (hałas).



Rys. 16.19

Schemat ideowy układu przednich poduszek gazowych (SRS)

Po zdetonowaniu trzeba ostudzić zespół poduszki (pod nadzorem). W razie niepowodzenia detonacji należy odczekać kilka minut przed zbliżeniem się do samochodu albo zestawu opon.

Konstrukcję do detonacji buduje się (rys. 16.18) z czterech starych opon bez obręczy i jednej opony z obręczą, która służy do „zasznurowania” zestawu. Najpierw łączy się ze sobą za pomocą drutu po dwie opony. Do piątej opony mocuje się drutem poduszkę tak, aby mogła się swobodnie rozwinąć do wnętrza stosu. Do obu złączy elektrycznych wytwornicy gazu przyłącza się przewody elektryczne o długości co najmniej 10 m. Parę opon bez obręczy umieszcza się na dole, na niej oponę z detonowaną poduszką, a parę opon z obręczą na górze i łączy się wszystkie opony w stos. Detonację wywołuje się, przyłączając oba przewody do biegunów akumulatora.

Po opisanu wszystkich zaleceń związanych z bezpieczeństwem zostaną omówione pokrótce procedury kontrolne. Zawsze należy zacząć od przeglądu zawartości pamięci diagnostycznej. Do tego są potrzebne właściwe testery diagnostyczne albo specjalne czytniki kodów usterek. Stosowane początkowo urządzenia wyświetlające kody usterek nie są już używane. Ponadto jest szczególnie ważne, jak we wszystkich układach elektronicznych, sprawdzenie zasilania elektrycznego (plus, minus, masa). W wyniku pomiaru rezystancji sprawdza się lampkę kontrolną, spiralny przewód (połączenie zwijane) i czujniki przednie, jeżeli występują. Należy sprawdzić mocowanie i dobry styk wszystkich zacisków i złączy wtykowych, obejrzeć wszystkie przewody i mierzyć ich rezystancję, upewnić się, że nie ma przerw w obwodzie. Na rysunku 16.19 przedstawiono przykładowy schemat elektryczny układu z przednimi poduszkami gazowymi kierowcy i pasażera.

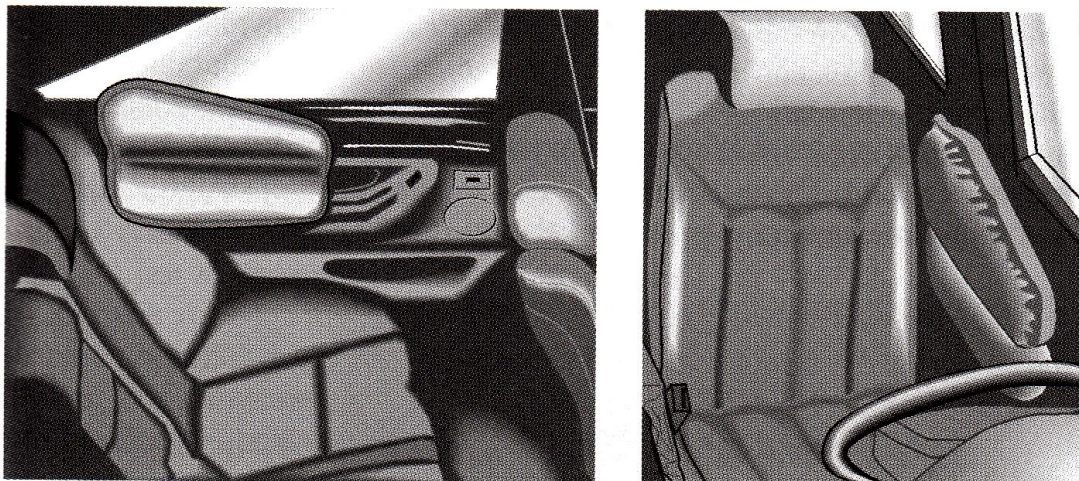
Podczas prac przy układach zawierających elementy pirotechniczne należy ściśle przestrzegać wyżej omówionych zasad bezpieczeństwa. Odnoszą się one także do opisanych dalej układów poduszek gazowych i pirotechnicznych napinaczy pasów bezpieczeństwa.

16.4. Boczne poduszki gazowe

Boczne poduszki gazowe mają pojemność 10 do 20 litrów. Umieszcza się je w fotelach albo w drzwiach (rys. 16.20 i 16.21). Występują także poduszki boczne dla podróżujących na tylnych siedzeniach.

Do napełniania poduszek używa się pierścieniowych albo rurowych wytwornic gazu albo wytwornic gazu zimnego (porównaj punkt 16.2). Podczas uderzenia bocznego nie ma kontrolowanej strefy zgniotu, dlatego uruchomienie poduszki i zajęcie przez nią właściwej pozycji musi nastąpić jeszcze szybciej, niż w poduszkach przednich.

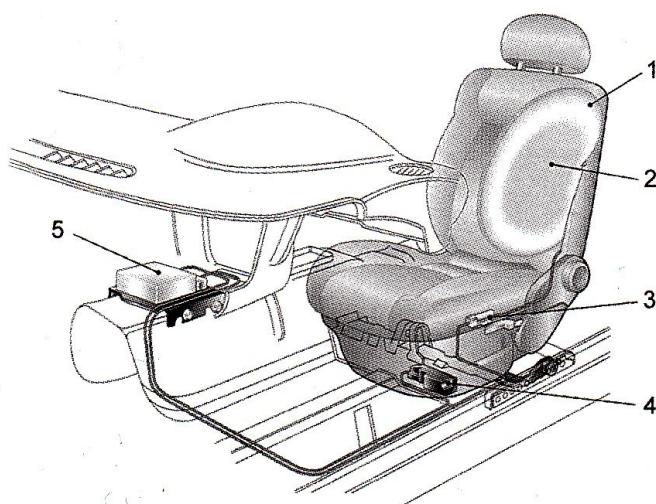
Uderzenie boczne jest rozpoznawane w ciągu zaledwie 6 milisekund. Już po 20 ms poduszka jest napełniona i całkowicie gotowa do użytku. Aby uderzenie boczne i potrzeba uruchomienia poduszki zostały natychmiast i prawidłowo rozpoznane, po lewej i prawej stronie samochodu umieszczono możliwie najszerzej

**Rys. 16.20**

Boczne poduszki gazowe Thorax z przodu i z tyłu; pojemność ok. 14 l

rozstawione czujniki. Po wymianie czujnika należy zachować jego położenie (może go wskazywać np. grot strzałki skierowany na zewnątrz).

Uruchamiana jest zawsze poduszka od strony uderzenia. Zadaniem poduszki bocznej jest zarówno złagodzenie skutków uderzenia w drzwi, szybę boczną itp., jak i przyspieszenie przemieszczenia się pasażerów w kierunku środka pojazdu. Dzięki temu zmniejszone zostają największe obciążenia działające na ich ciała.

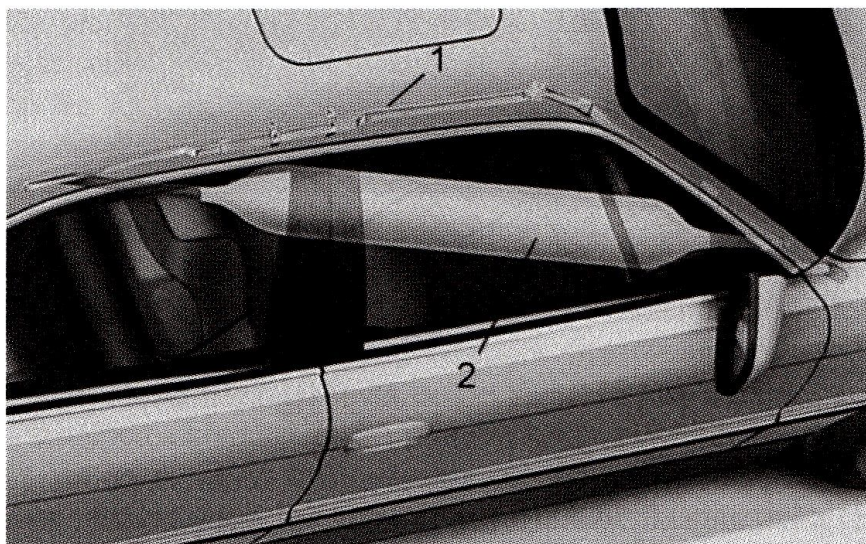
**Rys. 16.21**

*Usytuowanie poduszek bocznych
1 – profilowane oparcie fotela,
2 – poduszka boczna,
3 – połączenie wtykowe,
4 – czujnik,
5 – urządzenie sterujące*

16.5. Kurtyny gazowe

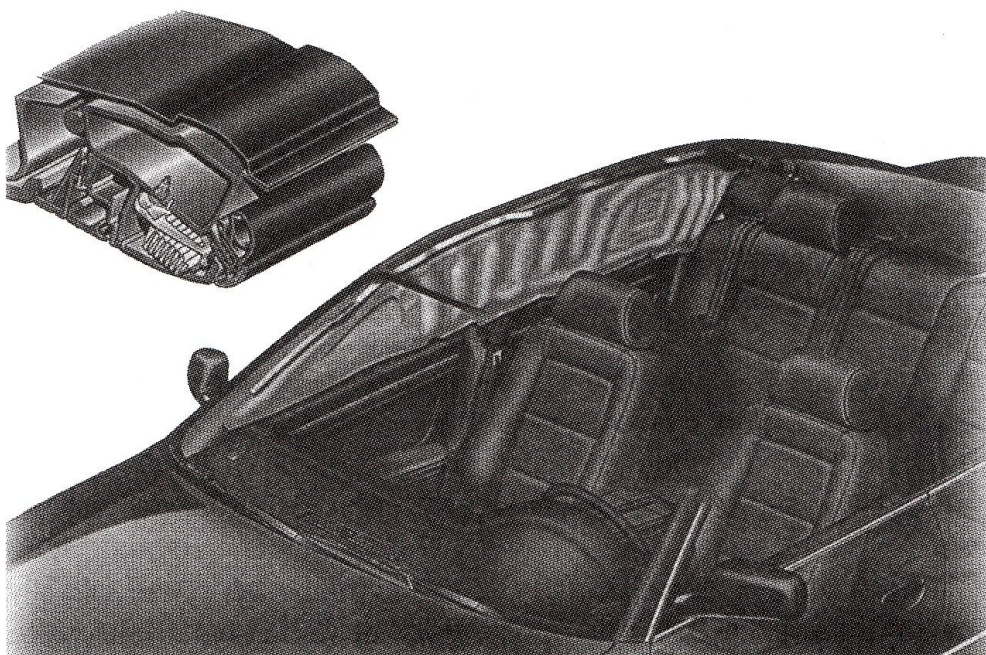
Podczas uderzenia bocznego, pomimo ochrony ze strony bocznych poduszek, siły działające na głowę i kręgi szyjne są bardzo duże. W celu zmniejszenia także tych obciążeń, w uzupełnieniu poduszek bocznych (działających na poziomie miednicy i klatki piersiowej), opracowano kurtyny gazowe, chroniące głowę i szyję.

Kurtyny są uruchamiane jednocześnie z poduszkami bocznymi. Istnieją dwa różne rozwiązania kurtyń gazowych. Pierwsze z nich to ITS (Inflatable Tubular Structure). W przeciwieństwie do pozostałych poduszek są one całkowicie szczelne, tzn. nie może się z nich ulatniać gaz uzyskany z wytwornicy. W kurtynie tej (a raczej rękawie, rys. 16.22) zastosowano materiał o szczególnej strukturze. Przed użyciem jest ona umieszczona w przednim słupku i na krawędzi dachu.



Rys. 16.22
Poduszka górna ITS
1 – nie napełniona,
2 – napełniona

Dopiero po napełnieniu gazem pod ciśnieniem średnica rękawa wielokrotnie się zwiększa, ale długość zmniejsza się o około 10%. Dzięki temu kurtyna gazowa rozciąga się z siłą ok. 1500 N i przyjmuje przewidziane położenie. Pojemność wypełnionej poduszki wynosi 11 litrów.



Rys. 16.23
Poduszka w formie kurtyny

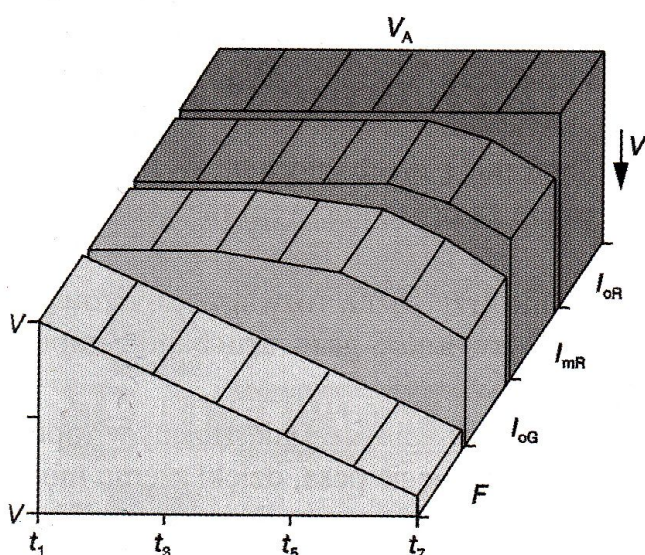
Jeden koniec rękawa wraz z wytwornicą gazu jest zamocowany u podstawy przedniego słupka, a drugi koniec w okolicy połączenia tylnego słupka z dachem.

Po wykonaniu prac blacharskich w miejscach mocowania rękawa albo po jego wymianie należy bardzo dokładnie odtworzyć punkty mocowania i ułożenie poduszki. Dotyczy to także drugiego rozwiązania kurtyny gazowej. W tym przypadku wzdłuż bocznych szyb rozwija się rodzaj zasłony, napełnionej gazem (rys. 16.23). Kurtyna jest schowana wzdłuż krawędzi dachu.

Kurtyna rozciąga się (zależnie od producenta) od przedniego do środkowego słupka albo wzdłuż obu bocznych szyb. Kurtyna nie zaczyna się od razu opróżniać z gazu, lecz pozostaje przez dłuższy czas napełniona w celu dalszej ochrony w razie ewentualnego „koziołkowania” samochodu.

16.6. Pirotechniczne napinacze pasów

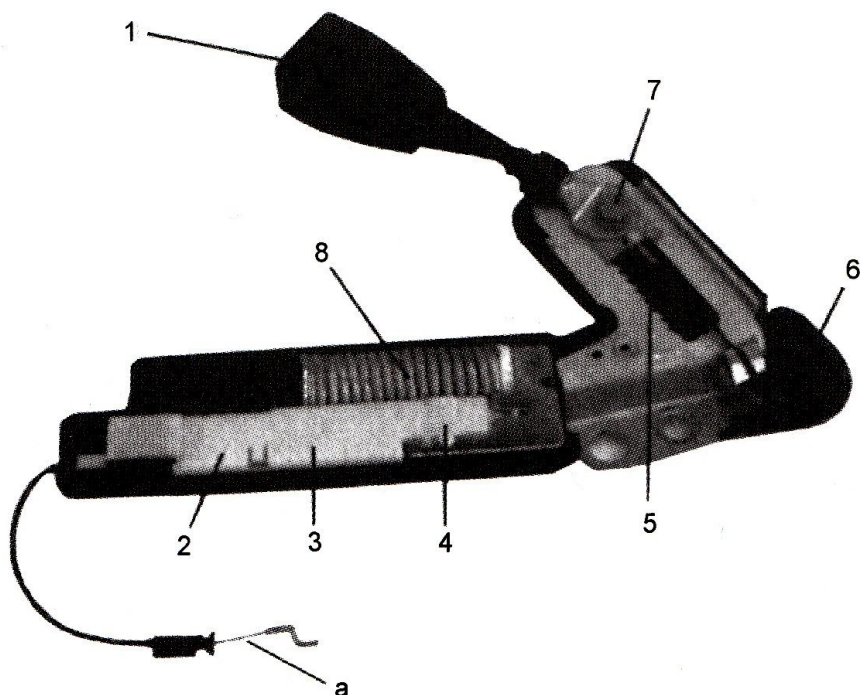
Najważniejszym i najoryginalniejszym rozwiązaniem w celu utrzymania kierowcy i pasażerów na siedzeniach jest niewątpliwie pas bezpieczeństwa, który gwarantuje, że ciało pasażera bierze udział w gwałtownym zwalnianiu samochodu w czasie wypadku. Im wcześniej pasażer uczestniczy w zwalnianiu samochodu, tym są mniejsze ekstremalne obciążenia jego ciała. W tym celu jest konieczny mocno zaciśnięty pas bezpieczeństwa. W rzeczywistości tak nie jest i podróżujący są przypięci dość luźno. Na rysunku 16.24 pokazano krzywe opóźnienia podczas wypadku w zależności od różnych czynników. Widać na nich jak ważne jest uniknięcie fazy bez pełnego zadziałania pasów bezpieczeństwa.



Rys. 16.24

Symulacja czołowego zderzenia z przeszkodą przy prędkości 50 km/h
 V_A – opóźnienie w wyniku zderzenia,
 $\downarrow V$ – zmniejszanie prędkości, V – prędkość 0...50 km/h, t_1 – czas 0, t_3 – chwila rozpoczęcia opóźniania przez ciało pasażera I_{oG} , t_5 – chwila rozpoczęcia opóźniania przez ciało pasażera I_{mR} , t_7 – koniec opóźniania, F – opóźnianie samochodu, I_{oG} – opóźnienie ciała pasażera bez luzów pasa, I_{mR} – zwalnianie pasażera z luzami pasa, I_{oR} – opóźnienie ciała pasażera bez pasów

W celu zlikwidowania **luzów pasa**, bez jednoczesnego ograniczania komfortu kierowcy i pasażera podczas jazdy, opracowano różne sposoby napinania pasa podczas wypadku. Istnieją dwie zasadnicze możliwości. Jedna to wykorzystanie

**Rys. 16.25***Mechaniczny napinacz pasa*

W stanie pogotowia – po czołowym zderzeniu mechaniczny czujnik zderzenia uruchamia napinacz. Napięta wstępnie sprężyna odciąga zapięcie pasa o ok. 55 mm. Pas w okolicy miednicy i ramion zostaje napięty.

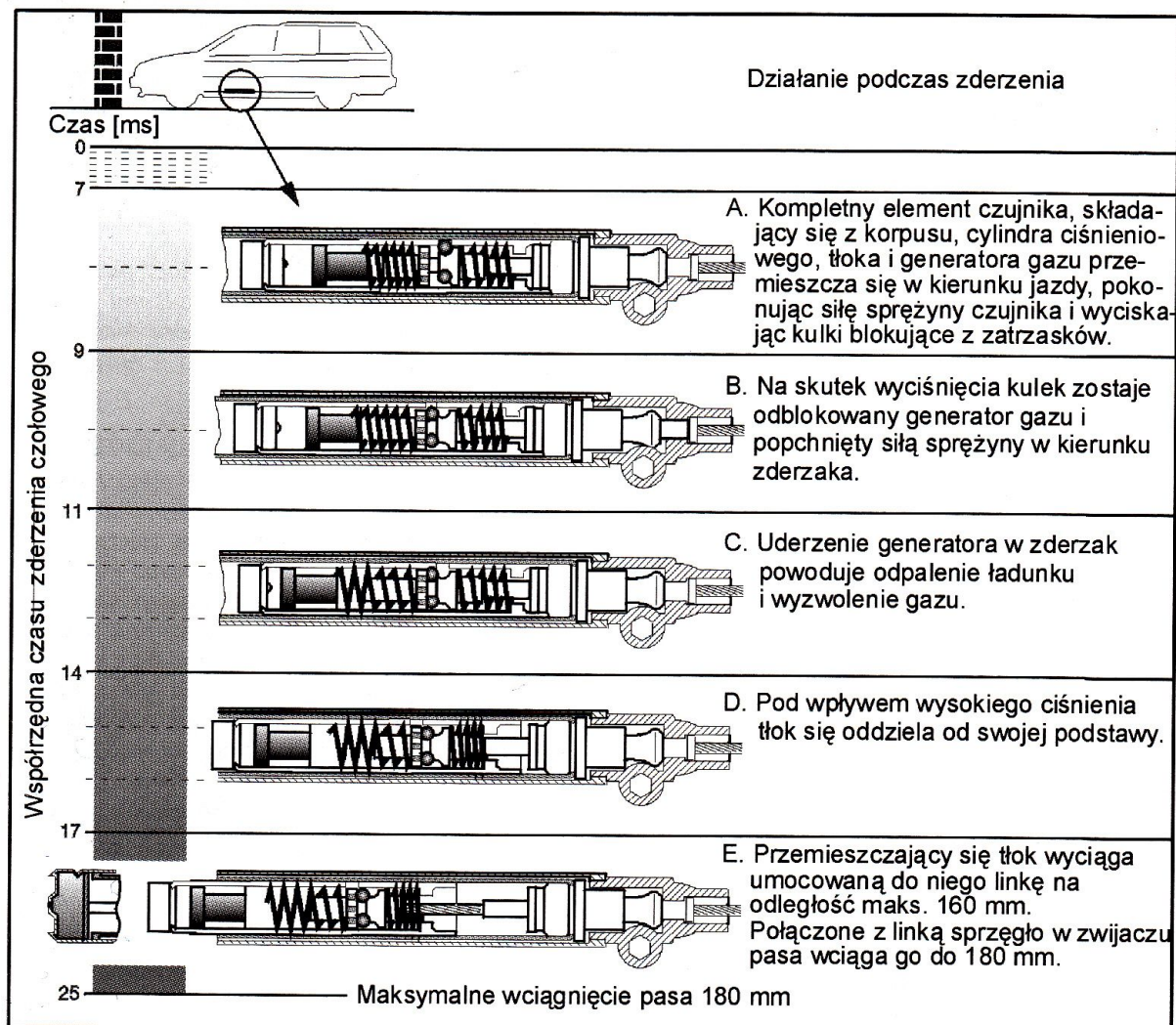
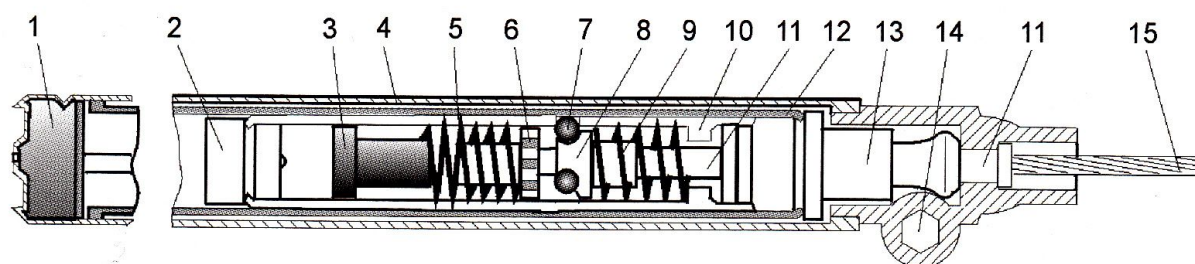
1 – zapięcie pasa, 2 – miejsce zabudowy sprężyny czujnika, 3 – miejsce zabudowy ciężarka czujnika, 4 – miejsce zabudowy ramienia dźwigni, 5 – prowadnica blokady z zapadką, 6 – ciągnio Bowdena, 7 – element blokujący, 8 – sprężyna napinająca, a – ciągnio zabezpieczające

mechanizmu zwijania pasa do jego naprężenia (góra), a druga to naprężenie pasa w wyniku odciągnięcia zapięcia (dół). Napinanie pasa w miejscu zapięcia może być mechaniczne; wymieniono je dla porządku, ale nie jest już ono stosowane (rys. 16.25).

Współcześnie stosuje się układy pirotechniczne z mechanicznym wyzwaniem (rys. 16.26) oraz z elektronicznym wyzwaniem za pośrednictwem urządzenia sterującego poduszkami gazowymi.

Na rysunkach 16.27 do 16.29 przedstawiono trzy różne rozwiązania pirotechnicznych napinaczy pasów bezpieczeństwa. Wytwornicę gazu uruchamia impuls z urządzenia sterującego poduszkami gazowymi.

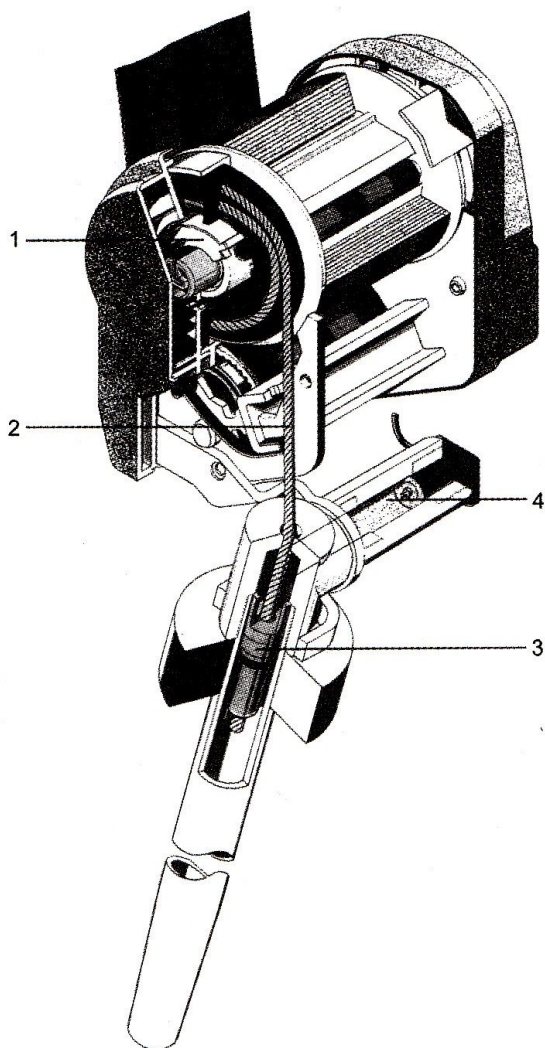
Na rysunku 16.30 przedstawiono pirotechniczny napinacz umieszczony w zapięciu pasa. Ma on dodatkowy zestyk, rozpoznający zapięcie pasa, dzięki czemu może być ustawiony wyższy próg uruchamiania poduszek gazowych. Wszystkie napinacze pasów, zarówno w zwijaczach, jak i w zapięciach, po zadziałaniu muszą być (podobnie jak poduszki) wymienione na nowe. W przypadku mechanicznych i pół-mechanicznych napinaczy pasów należy zwracać uwagę na ich właściwe mocowanie. Pirotechniczne napinacze pasów podlegają takim samym przepisom bezpieczeństwa, jak poduszki gazowe (porównaj punkt 16.3).



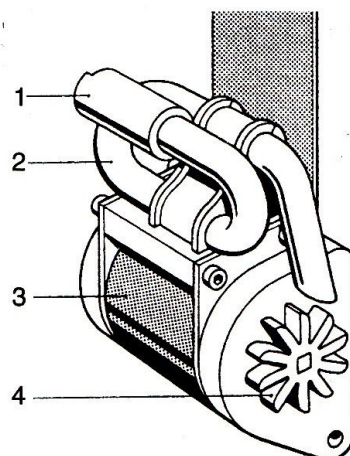
Rys. 16.26

Mechanizm napinacza pasa (VW Golf)

1 – pokrywa prowadnicy, 2 – zderzak, 3 – generator gazu, 4 – rura ochronna, 5 – sprężyna zderzaka, 6 – mocowanie linki ciągnącej, 7 – kulka blokująca (3x), 8 – czoło czujnika, 9 – sprężyna czujnika, 10 – tłok, 11 – nit cylindryczny, 12 – cylinder ciśnieniowy, 13 – korpus czujnika, 14 – zabezpieczenie transportowe, 15 – cięgno Bowdena

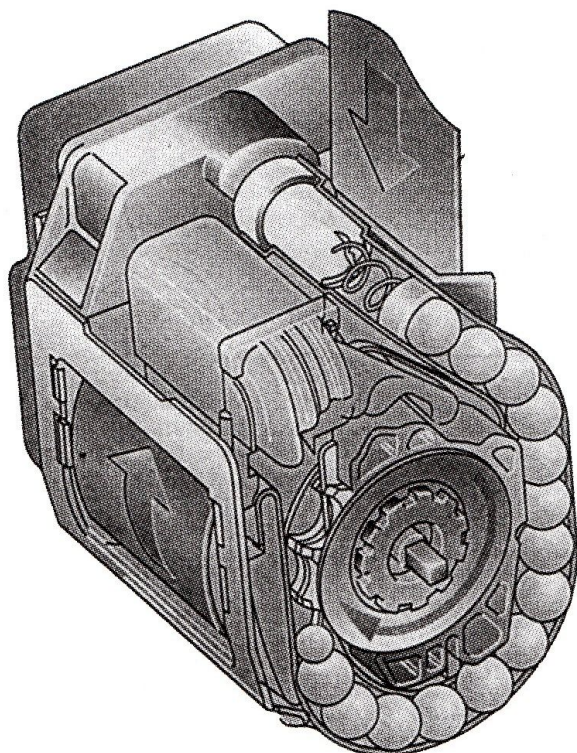
**Rys. 16.27**

Pirotechniczny, automatyczny napinacz pasa z blokadą. Na skutek eksplozji w cylindrze tłok się przesuwa i pociąga umocowaną do niego linkę stalową, która uruchamia zwijacz pasa. 1 – automatyczny zwijacz pasa bezpieczeństwa, 2 – linka stalowa, 3 – cylinder z tłokiem, 4 – generator gazu

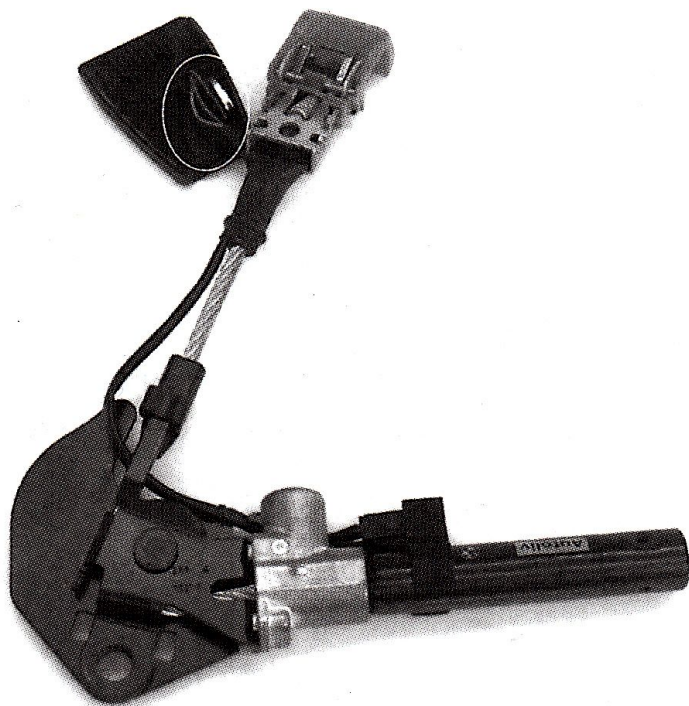
**Rys. 16.28**

Pirotechniczny napinacz pasa 1 – obudowa z kapsułkami gazotwórczymi, komorą spalania i tłokiem, 2 – rura, 3 – zwijacz, 4 – wirnik turbinki

Pod wpływem impulsu elektrycznego zapalają się kapsułki gazotwórcze. Powstałe przy tym wysokie ciśnienie przepycha tłok przez rurę wypełnioną cieczą. Rozrywa się umieszczona na drugim końcu rury przepona uszczelniająca. Mieszanina wody z gliceryną wydobywa się z wielką prędkością z dyszy na końcu rury, skierowanej na wirnik turbinki. Połączony z wirnikiem wałek zwijacza pasa się obraca, napinając przy tym pas.

**Rys. 16.29**

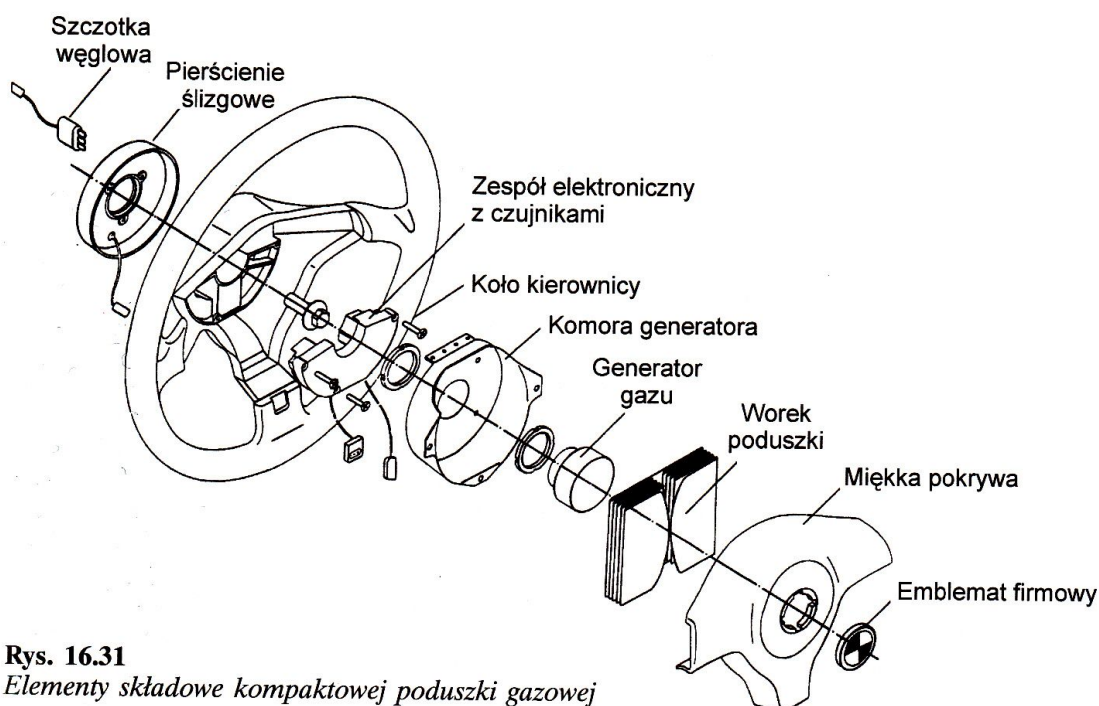
Kulkowy napinacz pasa. Wybuch ładunku wprawia w ruch kulki, które przemieszczając się, napędzają koło zębate. Koło jest odpowiednio połączone ze zwijaczem pasa, który obracając się, likwiduje istniejące luzy pasa.



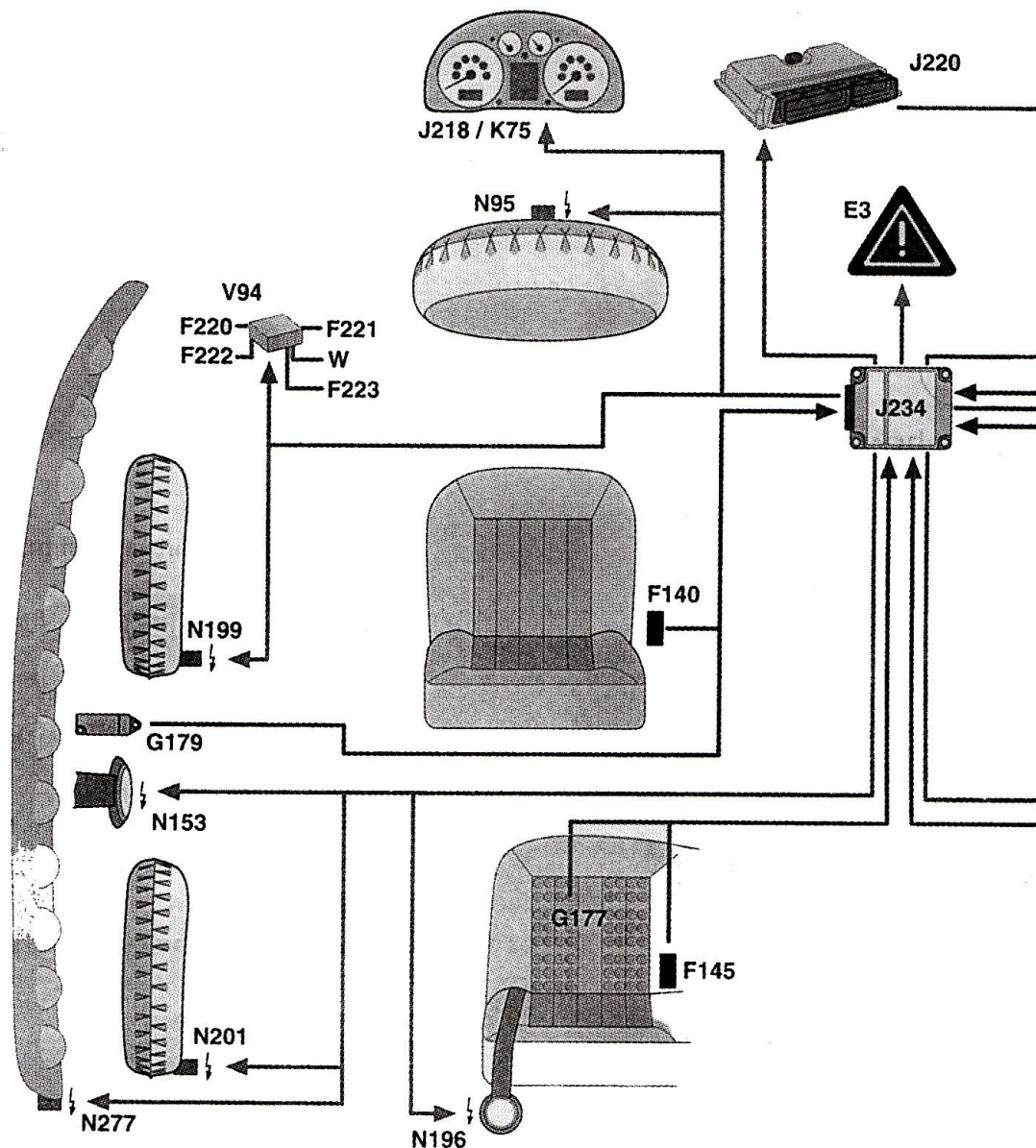
Rys. 16.30
*Pirotechniczny napinacz pasa
umieszczony w zapięciu
z czujnikiem napięcia pasa*

16.7. Poduszka kompaktowa (eurobag)

Przez krótki czas, na początku lat 90. XX wieku była używana, opracowana specjalnie na rynek europejski (stąd nazwa eurobag), tzw. kompaktowa poduszka gazowa. U podstaw tej konstrukcji leży założenie, że kierowca zawsze zapina pasy bezpieczeństwa i skutki urazów klatki piersiowej oraz głowy w wyniku uderzenia o kierownicę można wystarczająco ograniczyć za pomocą mniejszej poduszki.



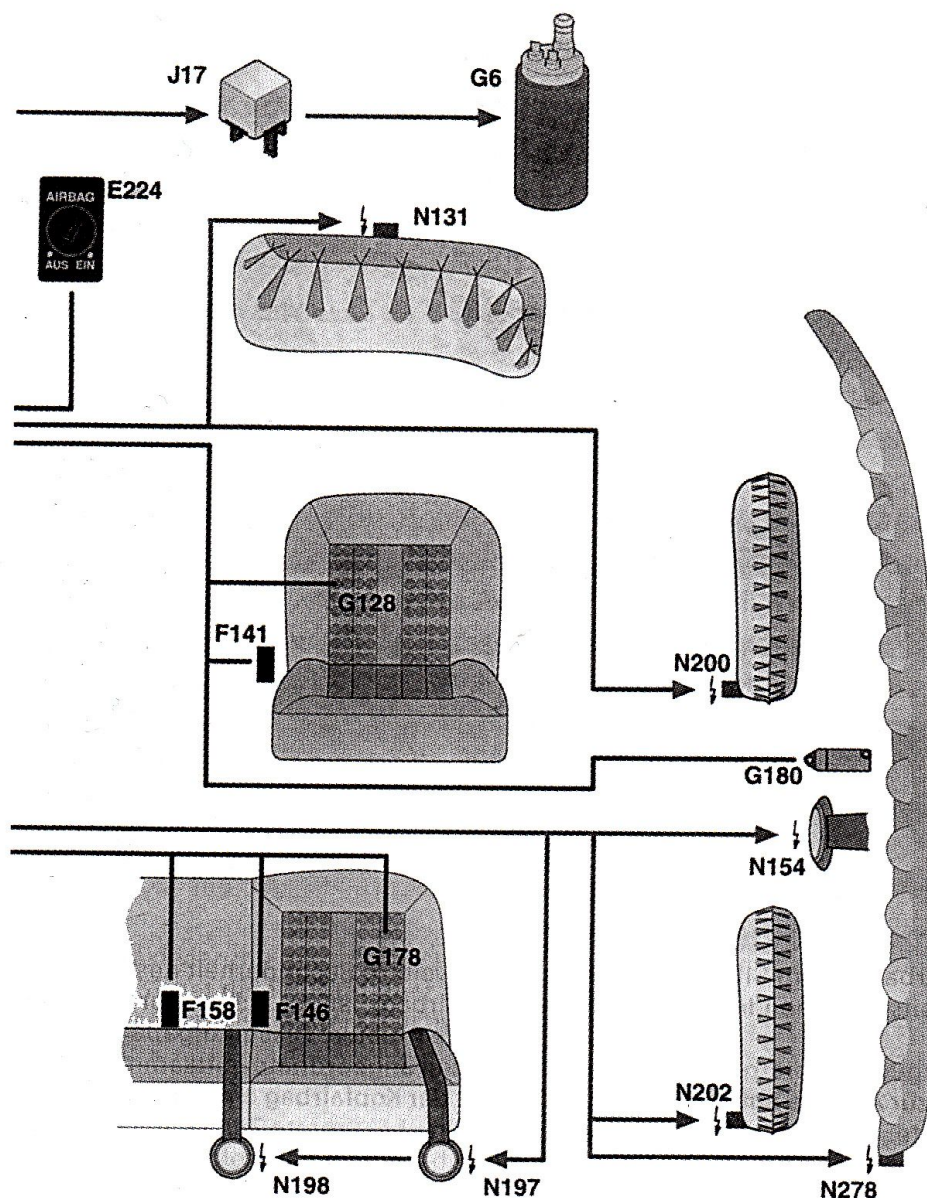
Rys. 16.31
Elementy składowe kompaktowej poduszki gazowej



Rys. 16.32

Kompletny układ biernego bezpieczeństwa w samochodzie

- E3 – włącznik światła awaryjnych
- E224 – wyłącznik przedniej poduszki pasażera
- F140 – zestyk potwierdzający zapięcie pasa, przedni lewy fotel
- F141 – zestyk potwierdzający zapięcie pasa, przedni prawy fotel
- F145 – zestyk potwierdzający zapięcie pasa, tylne lewe siedzenie
- F146 – zestyk potwierdzający zapięcie pasa, tylne prawe siedzenie
- F158 – zestyk potwierdzający zapięcie pasa, tylne środkowe siedzenie
- F220÷223 – zestyki czujników otwarcia drzwi
- G6 – pompa paliwa
- G128 – czujnik obecności pasażera na przednim prawym fotelu
- G177 – czujnik obecności pasażera na tylnym prawym siedzeniu
- G178 – czujnik obecności pasażera na tylnym lewym siedzeniu
- G179 – czujnik zderzenia dla poduszki bocznej kierowcy (środkowy słupek)
- G180 – czujnik zderzenia dla poduszki bocznej pasażera z przodu (środkowy słupek)
- J17 – przekaźnik obwodu zasilania paliwem
- J218 – procesor zespolony w zestawie wskaźników
- J220 – urządzenie sterujące Motronic



- J234 – urządzenie sterujące poduszek gazowych
- K75 – lampka kontrolna poduszek gazowych
- N95 – zapalnik przedniej poduszki kierowcy
- N131 – zapalnik 1 przedniej poduszki pasażera
- N153 – zapalnik 1 napinacza pasa kierowcy
- N154 – zapalnik 2 napinacza pasa pasażera
- N196 – zapalnik napinacza pasa na tylnym lewym siedzeniu
- N197 – zapalnik napinacza pasa na tylnym prawym siedzeniu
- N198 – zapalnik napinacza pasa na tylnym środkowym siedzeniu
- N199 – zapalnik bocznej poduszki kierowcy
- N200 – zapalnik bocznej poduszki pasażera
- N201 – zapalnik bocznej poduszki tylnego lewego siedzenia
- N202 – zapalnik bocznej poduszki tylnego prawego siedzenia
- N277 – zapalnik górnej poduszki kierowcy (krawędź dachu)
- N278 – zapalnik górnej poduszki pasażera (krawędź dachu)
- V94 – silnik centralnego zamka z urządzeniem sterującym opóźnieniem wyłączania się oświetlenia wewnętrznego i instalacji alarmowej; w bagażniku po lewej stronie
- W – oświetlenie wewnętrzne z przodu

Bardzo dobrym uzupełnieniem poduszki był mechaniczny napinacz pasów kierowcy i pasażera.

Taka kompaktowa poduszka o pojemności zaledwie 30 litrów potrzebowała mniej gazu, co z kolei ograniczało hałas i zadymienie podczas jej otwierania. Poduszka napełniała się w takim samym czasie (30 ms), jak duże poduszki (patrz punkt 16.2). Oszczędzono także na masie zarówno zespołu poduszki, jak i całej kolumny kierownicy. Prosty sposób zabudowy pozwalał na oszczędność kosztów produkcji.

Sposób uruchamiania i działanie poduszki nie różni się w zasadzie od opisanych już rozwiązań poduszek gazowych. Różnica sprowadza się do tego, że całość była umieszczona w kolumnie kierownicy, łącznie z elektroniką sterującą poduszką (rys. 16.31).

Zasilanie elektryczne doprowadzono dwoma stykami ślizgowymi w kole kierownicy. Jeden pierścień ślizgowy ma stałe połączenie z masą, drugi jest połączony z (+) akumulatora od chwili ustawienia wyłącznika zapłonu w położeniu R (albo 1). Gotowość układu jest sygnalizowana świeceniem się lampki kontrolnej przez ok. 6 sekund. Umieszczano ją w kierownicy albo na tablicy rozdzielczej. Niezaświecenie się lampki po włączeniu zapłonu, albo świecenie się bez przerwy, oznacza usterkę w układzie. Jej rodzaj jest definiowany w procesie samodiagnozy układu. Jeżeli okaże się, że zasilanie elektryczne i wytwornica gazu są sprawne, to należy wymienić cały podzespół elektroniczny z wbudowanym czujnikiem przyspieszenia. Przed demontażem należy odłączyć zasilanie. Także w tym przypadku kondensator zapłonowy musi się całkowicie rozładować.

Zespół poduszki kompaktowej także zawiera elementy pirotechniczne. Mają tu zatem zastosowanie powołane wyżej przepisy i obowiązują wszystkie środki bezpieczeństwa (patrz punkt 16.3).

16.8. Przykład kompletnego układu

Kompletny, współczesny, elektroniczny układ utrzymania pasażerów na siedzeniach przedstawiono na rysunku 16.32.

Układ składa się z przednich poduszek gazowych dla kierowcy i pasażera, poduszek bocznych dla kierowcy i pasażerów siedzących z przodu i z tyłu oraz kurtyn z obu stron. Każdy pas bezpieczeństwa ma osobny napinacz i zestyk zwierny, sygnalizujący napięcie pasa. Dzięki temu mogą być odpowiednio dopasowane, czyli ustawione na większe wartości opóźnień, progi wyzwalania poduszek. Jako pierwsze są uruchamiane napinacze pasów. Jeżeli czujniki w siedzeniach foteli sygnalizują, że nie są one zajęte, wówczas przyporządkowane im poduszki gazowe i napinacze pasów nie są uruchamiane podczas wypadku. Czujniki takie są wbudowane we wszystkie siedzenia z przodu i z tyłu oprócz siedzenia kierowcy.

Przednia poduszka pasażera może być odłączona oddzielnym wyłącznikiem. Stan odłączenia jest sygnalizowany świecącą się w sposób ciągły lampką kontrolną (airbag off).

Podczas wypadku, powodującego uruchomienie poduszek gazowych, urządzenie sterujące poduszek wysyła dodatkowy sygnał do urządzenia sterującego Motronic, które odłącza pompę paliwa, włącza oświetlenie wewnętrzne i światła awaryjne oraz centralnie odblokowuje wszystkie drzwi.