

wykręceniu centralnego pokrętła i zwolnieniu napięcia sprężyny tarczowej można zdemonstrować gwintowany rozpięrcz – pierścien przestawny pozostanie w pozycji początkowej. Po zmontowaniu całego sprzęgła zgodnie z opisaną wcześniej procedurą, pierścien przestawny samoczynnie obroci się o określony kąt, kasując luz odpowiednio do grubości nowej tarczy sprzęgła.

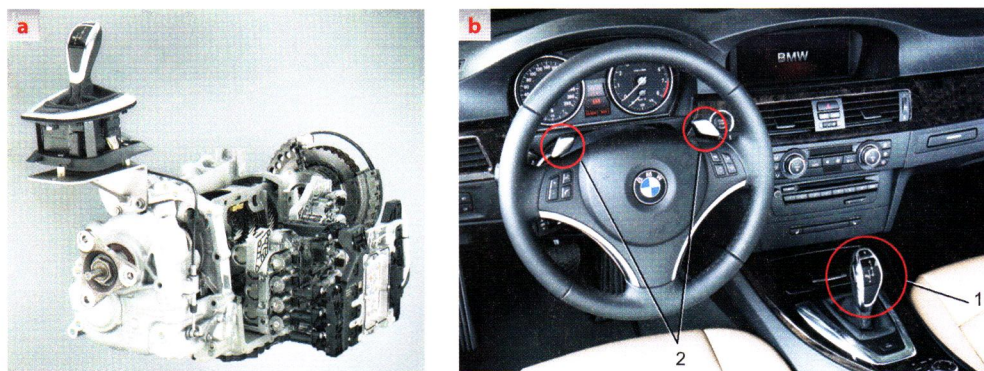
Przykłady typowych uszkodzeń elementów sprzęgieł pojazdów samochodowych przedstawiono na rysunku 3.42.

## 3.4 Skrzynki biegów

### W tym rozdziale dowiemy się:

- w jakim celu w pojazdach samochodowych stosuje się skrzynki biegów,
- jakie są zadania, rodzaje i zasada działania skrzynek biegów,
- na czym polega prawidłowa obsługa i naprawa skrzynek biegów,
- z jakich elementów składają się skrzynki biegów różnej konstrukcji,
- jakie są typowe uszkodzenia i skutki zużycia skrzynek biegów

Przedział użytecznej prędkości obrotowej silnika oraz jego momentu obrotowego jest zbyt mały, aby uzyskać odpowiednio szeroki zakres prędkości pojazdu. W celu umożliwienia poruszania się samochodem od prędkości zerowej do maksymalnej oraz rozszerzenia zakresu zmian momentu obrotowego niezbędnego do pokonania pojawiających się w różnych warunkach oporów ruchu potrzebne jest dodatkowe urządzenie – skrzynka biegów.



**Rys 3.43** Przykład skrzynki biegów zastosowanej w samochodach BMW (mechaniczna, dwusprzęgłowa, siedmiobiegowa, zautomatyzowana, stopniowa, o osiach stałych) [133]

*a* – widok skrzynki z mechanizmem sterowania *b* – elementy mechanizmu zmiany biegów  
*1* – dźwignia wyboru biegu *2* – łopatki wyboru biegu. *ma* do wyboru trzy położenia dźwigni zmiany biegów: *D* – jazda do przodu, *R* – jazda do tyłu, *N* – położenie neutralne. W położeniu *D* kierowca może wybierać poszczególne biegi, przesuwając dźwignię po lewym torze (+/-) lub skorzystać z łopatek wyboru biegu (+) i (-) umieszczonych na kolumnie kierownicy. Wybor biegów zależy wówczas od kierowcy, natomiast jego włączenie odbywa się automatycznie.

## Zadania, rodzaje i zasada działania skrzynek biegów 3.4.1

Skrzynka biegów, umieszczona pomiędzy sprzęgłem a przekładnią główną, umożliwia

- zmianę przełożenia układu przeniesienia napędu,
- jazdę do tyłu,
- odłączenie silnika od układu przeniesienia napędu przy włączonym sprzęgle

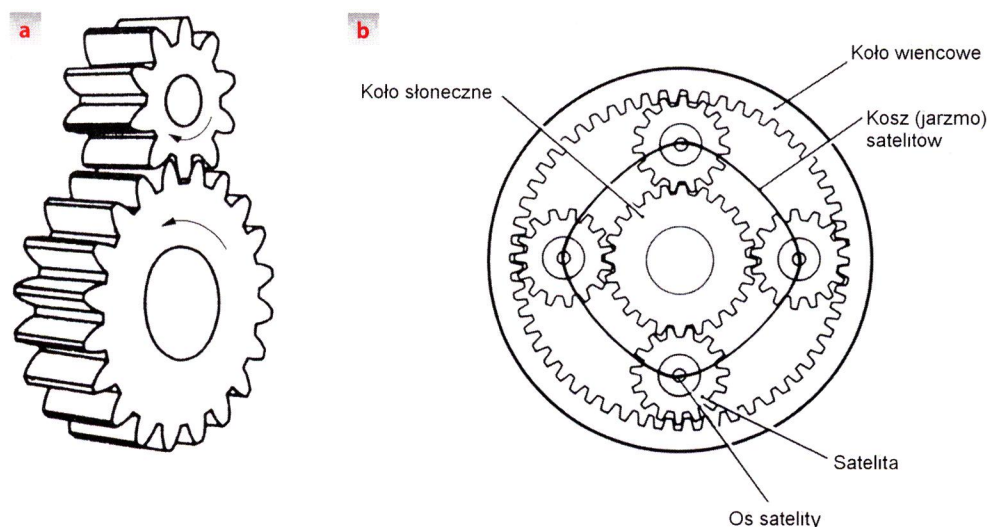
Podziału skrzynek biegów, stosowanych w pojazdach samochodowych, można dokonać przyjmując różne kryteria. Z uwagi na sposób przeniesienia napędu skrzynki biegów dzielą się na

- **mechaniczne**, składające się np. z przekładni zębatych walcowych z kołami o uzębieniu zewnętrznym,
- **hydromechaniczne**, będące połączeniem przekładni hydrokinetycznej i mechanicznej (np. zębatej planetarnej – obiegowej, zębatej z kołami zębatymi walcowymi o uzębieniu zewnętrznym, pasowej, łańcuchowej lub toroidalnej)

Przyjmując jako kryterium sposób zmiany przełożenia, skrzynki biegów można podzielić w następujący sposób

- **stopniowe**, zbudowane z włączanych jedna po drugiej przekładni zębatych, z których każda ma inne przełożenie – mogą to być przekładnie
  - o osiach stałych (nieruchomych),
  - o osiach obracających się (przekładnie planetarne),
- **bezstopniowe**, w których zmiana przełożenia nie jest skokowa, ale odbywa się w sposób ciągły

W stopniowych skrzynkach biegów o osiach stałych walcowe koła zębate poszczególnych przełożeń są osadzone na równoległych wałkach ułożonych w obudowie. Wałki te mają możliwość obrotu, ale ich osie pozostają nieruchome (patrz rys. 3.44a). Stopniowe skrzynki biegów o osiach obracających się zbudowane są z **przekładni planetarnych** (obie-



**Rys. 3.44** Przekładnie zębate [60], [79]  
a – o osiach stałych b – o osiach obracających się (planetarna)



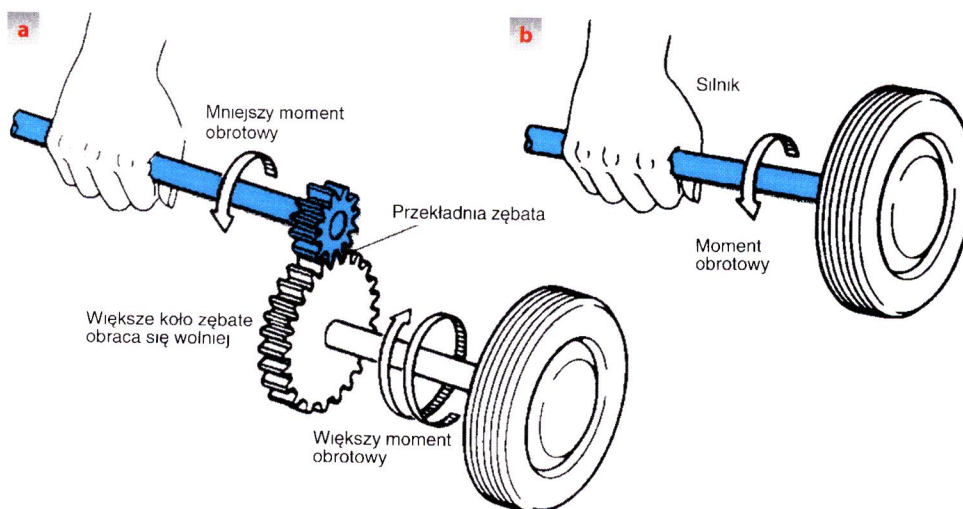
gowych) W skład takiej przekładni wchodzi dwa współśrodkowe koła zębate – mniejsze, zwane **śłonecznym** (centralnym) i większe, zwane **wiencowym** (o uzębieniu wewnętrznym) oraz umieszczone między nimi koła, zwane **satelitami**. Ponieważ satelity mogą obracać się wokół swoich osi, a także obiegać wokół osi całego mechanizmu, stąd nazwa „przekładnia o obracających się osiach” (patrz rys. 3.44b)

Ze względu na sposób sterowania skrzynki biegów można podzielić na

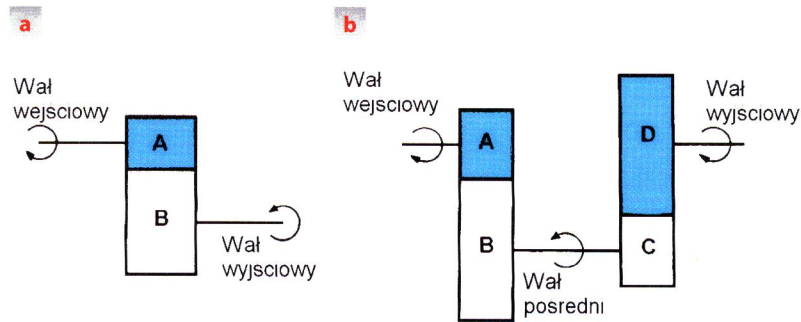
- **sterowane ręcznie (manualne)**, w których kierujący pojazdem ręcznie przełącza kolejne biegi,
- **połautomatyczne** (tzw. preselekcyjne), w których kierowca tylko wybiera bieg, natomiast jego włączenie odbywa się automatycznie za pomocą urządzenia sterującego,
- **automatyczne**, samoczynnie dobierające przełożenie najkorzystniejsze w danych warunkach – zadaniem kierowcy jest tylko wybór odpowiedniego zakresu działania (np. jazda do przodu, jazda wolna, jazda do tyłu, parkowanie),
- **zautomatyzowane**, w których kierowca może wybierać bieg ręcznie lub zmiana biegów odbywa się automatycznie

Zasadę działania skrzynki biegów można przeanalizować na przykładzie samochodu podjeżdżającego pod wzniesienie i poruszającego się po poziomej drodze. W zależności od przełożenia poszczególnych przekładni zębatych w skrzynce biegów można uzyskać różne wartości prędkości obrotowej i momentu obrotowego na wałku wyjściowym. Wjazd na wzniesienie związany jest z dodatkowymi oporami ruchu, a zatem jest konieczne przekazywanie na koła pojazdu dużego momentu obrotowego. Zapewnia to włączenie w skrzynce biegów odpowiedniego przełożenia, powodującego zmniejszenie prędkości obrotowej koła pojazdu przy jednoczesnym zwiększeniu momentu napędowego (rys. 3.45a)

Podczas jazdy po poziomej drodze nie jest potrzebny tak duży moment obrotowy z uwagi na mniejsze opory ruchu. Bardziej istotne jest wtedy zwiększenie prędkości pojazdu. Możliwości takie daje włączenie innego przełożenia, które umożliwia np. bezpośrednie przeniesienie napędu z silnika na przekładnię główną i dalej na koła pojazdu.



**Rys. 3.45** Zasada działania skrzynki biegów [52]  
a – podczas wjazdu na wzniesienie, b – podczas jazdy po poziomej drodze



**Rys 3.46** Przeniesienie napędu za pomocą przekładni zębatej [52]  
 a – przez parę koł zębatych b – przez dwie pary koł zębatych

Liczba koł zębatych uczestniczących w przeniesieniu napędu umożliwia uzyskanie odpowiedniego kierunku obrotów koł napędowych pojazdu. Zasadę przekazywania prędkości obrotowej i momentu obrotowego w przekładniach zębatych o osiach równoległych przy różnych układach koł zębatych przedstawiono w tablicy 3-2

**Tabl 3-2** Podstawowe układy współpracujących koł zębatych o osiach równoległych [52]

Układ koł zębatych	Liczba zębów	Przełożenie	Prędkość obrotowa na wale wyjściowym	Moment obrotowy na wale wyjściowym	Kierunek obrotów wału wyjściowego
	$z_A < z_B$	$i > 1$	Mniejsza niż na wale wejściowym	Większy niż na wale wejściowym	Przeciwny do kierunku obrotów wału wejściowego
	$z_A = z_B$	$i = 1$	Taka sama jak na wale wejściowym	Taki sam jak na wale wejściowym	Przeciwny do kierunku obrotów wału wejściowego
	$z_A > z_B$	$i < 1$	Większa niż na wale wejściowym	Mniejszy niż na wale wejściowym	Przeciwny do kierunku obrotów wału wejściowego
	$z_A = z_B$	$i = 1$	Taka sama jak na wale wejściowym (koło c jest kołem pośrednim)	Taki sam jak na wale wejściowym	Zgodny z kierunkiem obrotów wału wejściowego

Przekładnia składająca się z pary koł zębatych (rys 3.46a) zmienia kierunek obrotów wału wyjściowego (napędzanego) na przeciwny w stosunku do kierunku obrotów wału wejściowego (napędzającego)



Przełożenie takiej przekładni oblicza się za pomocą wzoru

$$i = \frac{z_B}{z_A} = \frac{d_B}{d_A} = \frac{n_A}{n_B} = \frac{M_B}{M_A} \quad (3.2)$$

gdzie

- $z_B$  – liczba zębów koła napędzanego (na wale wyjściowym),
- $z_A$  – liczba zębów koła napędzającego (na wale wejściowym),
- $d_B$  – średnica podziałowa koła zębatego napędzanego [mm],
- $d_A$  – średnica podziałowa koła zębatego napędzającego [mm],
- $n_B$  – prędkość obrotowa wału napędzanego (wyjściowego) [obr/min],
- $n_A$  – prędkość obrotowa wału napędzającego (wejściowego) [obr/min],
- $M_B$  – moment obrotowy na wale napędzanym (wyjściowym) [N m],
- $M_A$  – moment obrotowy na wale napędzającym (wejściowym) [N m].

Zastosowanie przekładni składającej się z dwóch par koł zębatych pozwala uzyskać ten sam kierunek obrotów wału wejściowego i wyjściowego (patrz rys. 4.53b). Przełożenie całkowite tej przekładni oblicza się na podstawie wzoru

$$i = \frac{z_B}{z_A} \cdot \frac{z_D}{z_C} = \frac{n_A}{n_D} = \frac{M_D}{M_A} \quad (3.3)$$

gdzie

- $z_A, z_B, z_C, z_D$  – odpowiednio liczby zębów poszczególnych koł zębatych,
- $n_A$  – prędkość obrotowa wału napędzającego (wejściowego) [obr/min],
- $n_D$  – prędkość obrotowa wału napędzanego (wyjściowego) [obr/min],
- $M_D$  – moment obrotowy na wale napędzanym (wyjściowym) [N m],
- $M_A$  – moment obrotowy na wale napędzającym (wejściowym) [N m].

Jeżeli prędkość obrotowa wału wyjściowego jest mniejsza niż wejściowego, to znaczy, że przełożenie przekładni  $i > 1$ . Jest to przekładnia zwalniająca, zwana **reduktorem**. Redukcja prędkości obrotowej powoduje jednocześnie zwiększenie momentu obrotowego (patrz wzory 3.4 i 3.5).

W sytuacji odwrotnej, gdy prędkość obrotowa wału wyjściowego jest większa niż wejściowego, przełożenie przekładni  $i < 1$ . Wówczas jest to przekładnia przyspieszająca, zwana **multiplikatorem**.

Moment obrotowy przekazywany ze skrzynki biegów na koła pojazdu jest zwiększany także w zwalniającej przekładni głównej o stałym przełożeniu. **Przełożenie całkowite układu napędowego**  $i_c$  wynosi zatem

$$i_c = i_{bi} \cdot i_g \quad (3.4)$$

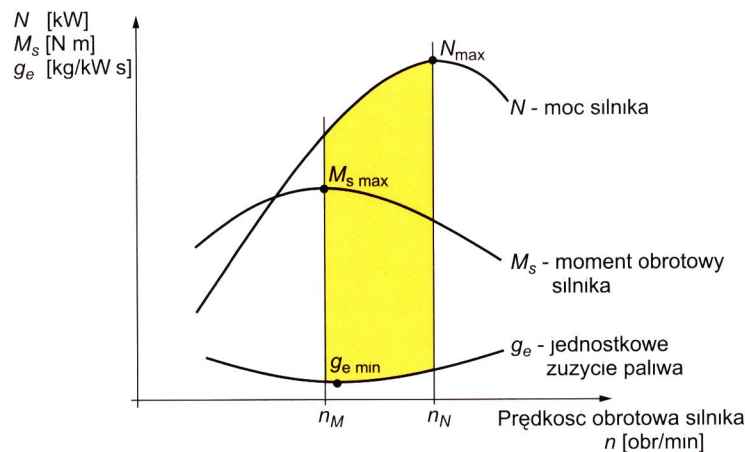
gdzie

- $i_{bi}$  – przełożenie skrzynki biegów na  $i$ -tym biegu,
- $i_g$  – przełożenie przekładni głównej.

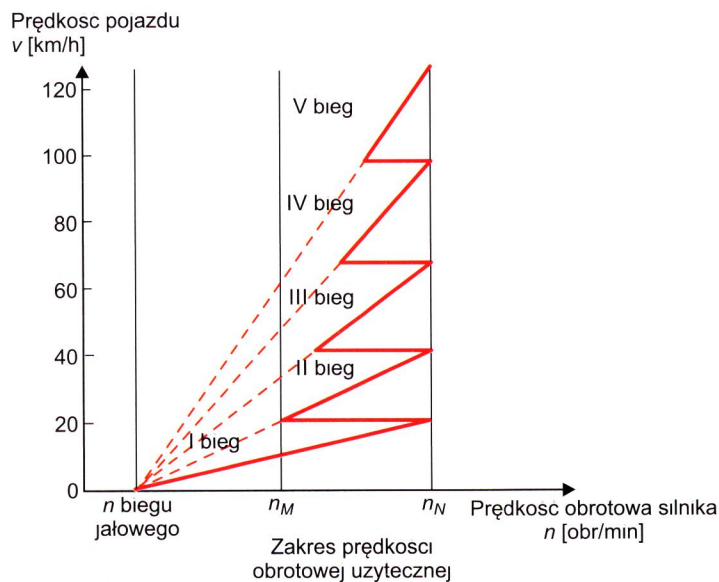
Produkowane obecnie skrzynki biegów stosowane w samochodach osobowych mają najczęściej od czterech do sześciu biegów do jazdy w przód, natomiast w samochodach ciężarowych liczba biegów może dochodzić nawet do 16.

**Podstawowym zadaniem skrzynki biegów jest dostarczenie na koła pojazdu odpowiedniego w danych warunkach momentu obrotowego.** W chwili ruszania z miejsca jest wymagany bardzo duży moment obrotowy przy jednoczesnej małej prędkości obrotowej

koł (rozpoczynając od wartości  $n_k = 0$ ) Umożliwia to przełożenie I biegu, redukując odpowiednio prędkość obrotową przy jednoczesnym zwiększeniu momentu napędowego. Po ruszeniu z miejsca pojazd zaczyna przyspieszać. Najkorzystniej jest, jeżeli prędkość obrotowa silnika będzie utrzymywała się pomiędzy prędkością maksymalnego momentu obrotowego  $n_M$  i prędkością maksymalnej mocy silnika  $n_N$ . Po osiągnięciu prędkości obrotowej  $n_N$  należy włączyć kolejny wyższy bieg, aby pojazd mógł nadal przyspieszać. Podczas jazdy ze stałą ustaloną prędkością pojazdu najkorzystniej jest utrzymywać prędkość obrotową silnika ( $n_M$ ), zapewniającą maksymalny moment napędowy ( $M_{s\max}$ ), z uwagi na najmniejsze zużycie paliwa (rys. 3.47).



**Rys. 3.47** Zakres użytecznej prędkości obrotowej silnika  
 $N_{\max}$  – maksymalna moc silnika  $M_{s\max}$  – maksymalny moment obrotowy  $g_{e\min}$  – minimalne jednostkowe zużycie paliwa  $n_M$  – prędkość obrotowa silnika odpowiadająca maksymalnemu momentowi obrotowemu  $n_N$  – prędkość obrotowa silnika odpowiadająca maksymalnej mocy



**Rys. 3.48**  
 Przykład możliwości rozpędzania pojazdu dzięki zastosowaniu pięciobiegowej skrzynki biegów

Zwiększenie oporów ruchu (np. podczas podjazdu na wzniesienie) będzie powodowało konieczność zwiększenia momentu napędowego na kołach, czyli redukcji przełożenia z wyższego na odpowiednio niższy bieg.

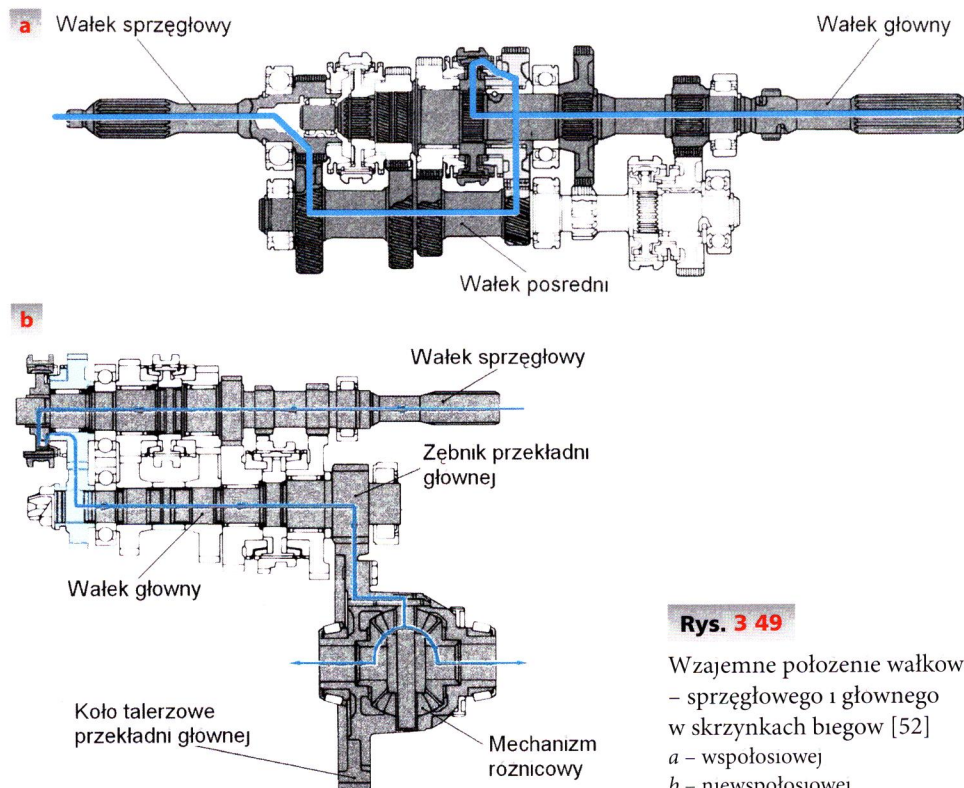
### 3.4.2 Mechaniczne stopniowe skrzynki biegów o osiach stałych, stosowane w samochodach osobowych

W zależności od wzajemnego położenia wałka napędzającego (sprzęgłowego) i napędzanego (głównego), mechaniczne stopniowe skrzynki biegów o osiach stałych można podzielić na

- *współosiowe,*
- *niewspółosiowe,*
- *dwusprzęgłowe, zapewniające ciągłość przenoszenia momentu obrotowego*

Współosiowe skrzynki biegów stosuje się w klasycznych układach napędowych. Składają się one z trzech zasadniczych wałków: wejściowego (sprzęgłowego) i wyjściowego (głównego) znajdujących się w jednej osi oraz wałka dodatkowego (pośredniego) położonego równolegle względem nich.

Niewspółosiowe skrzynki biegów występują w zespolonych (zblokowanych) układach napędowych (przednim lub tylnym). Zwykle są zblokowane w jednej obudowie z przekładnią główną i mechanizmem różnicowym, tworząc tzw. **skrzynkę przekładniową**. Skrzynki niewspółosiowe mogą składać się z dwóch lub trzech zasadniczych wałków: jed-



**Rys. 3 49**

Wzajemne położenie wałków – sprzęgłowego i głównego w skrzynkach biegów [52]  
 a – współosiowej  
 b – niewspółosiowej

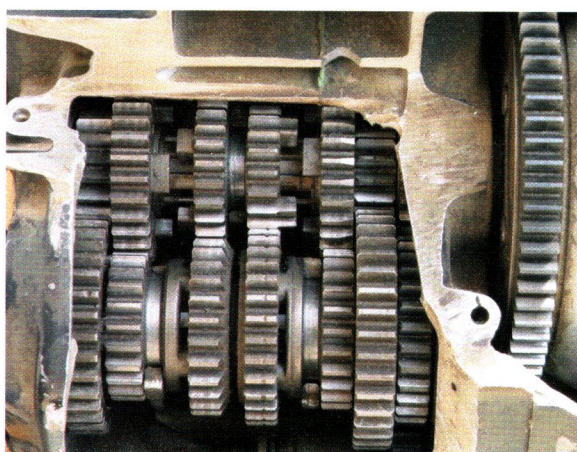


nego wejściowego (sprzęgłowego) i jednego wyjściowego (głównego) lub jednego wejściowego i dwóch wyjściowych (głównych). Na każdym wałku głównym znajdują się wówczas koła innych biegów do jazdy do przodu. Cechą charakterystyczną takiej skrzynki są dwie wartości przełożenia przekładni głównej, gdyż zębniaki, którymi zakończone są oba wałki główne, różnią się liczbą zębów.

W zależności od sposobu włączania poszczególnych biegów skrzynki mechaniczne mogą posiadać przekładnie

- z kołami przesuwными,
- z kołami zazęzionymi na stałe

W obecnie produkowanych skrzynkach biegów przekładnie z przesuwными kołami zębatymi są stosowane wyłącznie dla biegu wstecznego. W skrzynkach z kołami zazęzionymi na stałe (rys. 3.50) pary koł zębatych tworzące przekładnie poszczególnych biegów pozostają ze sobą w stałym zazębieniu. Wszystkie koła obracają się jednocześnie, ale moment obrotowy przenosi tylko przekładnia włączonego biegu, ponieważ jedno z koł każdej przekładni jest osadzone na stałe na swoim wałku, a koło z nim współpracujące jest ułożyskowane na drugim wałku i może obracać się swobodnie. Włączenie danego biegu polega na sprzęgnięciu swobodnego koła zębatego z jego wałkiem.



**Rys 3.50**

Przekładnie zębate skrzynki biegów z kołami zazęzionymi na stałe [166]

### Współosiowe skrzynki biegów

Współosiowa skrzynka biegów składa się z:

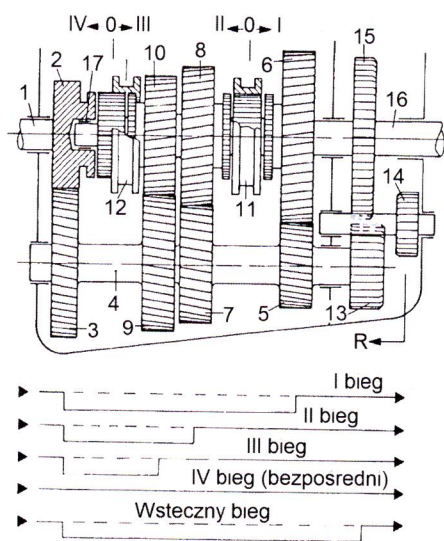
- obudowy skrzynki,
- osłony sprzęgła,
- osłony tylnej,
- wałka sprzęgłowego (wejściowego),
- wałka pośredniego z kołami zębatymi pośrednimi,
- wałka głównego (wyjściowego) z kołami zębatymi biegów do jazdy do przodu,
- przesuwного koła zębatego wstecznego biegu,
- mechanizmu zmiany biegów

W skrzynkach tego typu wałek napędzający – sprzęgłowy oraz wałek napędzany – główny leżą w jednej osi, a kierunek obrotów na wejściu i wyjściu ze skrzynki jest taki sam. Moment obrotowy jest przenoszony z silnika poprzez tarczę sprzęgła osadzoną na końcowym wielo-



wypuszcza wałek sprzęgłowy. Na drugim końcu wałka sprzęgłowego (wewnątrz skrzynki) znajduje się koło zębate, zazębione na stałe z kołem zębatym wałka pośredniego. Koła zębate wałka pośredniego są z nim połączone i obracają się razem. Każde z nich jest jednocześnie zazębione na stałe z odpowiednim kołem zębatym osadzonym obrotowo na wałku głównym. Koła zębate wałka głównego są na nim łożyskowane i nie przenoszą momentu obrotowego, dopóki nie zostaną z nim zablokowane. Sprzęgnięcie następuje pojedynczo, za pomocą specjalnego mechanizmu z tuleją przesuwaną. Tuleje przesuwne są zazębione z wałkiem głównym przesuwnie na wielowypustach. Wszystkie przełączenia biegów do jazdy do przodu są zawsze realizowane na wałku głównym. Jedyne bieg wsteczny jest włączany za pomocą przesuwne koła zębatego wstecznego biegu osadzonego na oddzielnym wałku.

Przykładem współosiowej skrzynki biegów o osiach stałych z kołami zębatymi zazębianymi na stałe jest rozwiązanie pokazane na rysunku 3.51 w chwili włączenia III biegu. W położeniu neutralnym dźwigni zmiany biegów obracający się wałek sprzęgłowy 1 napędza wałek pośredni 4 za pośrednictwem stałe zazębionych koł 2 i 3. Ułożyskowane na wałku głównym koła 6, 8 i 10 obracają się na nim swobodnie, ponieważ obydwie tuleje przesuwne 11 i 12 są w pozycji „0”. Wałek główny skrzynki 16 nie obraca się. Niezależną

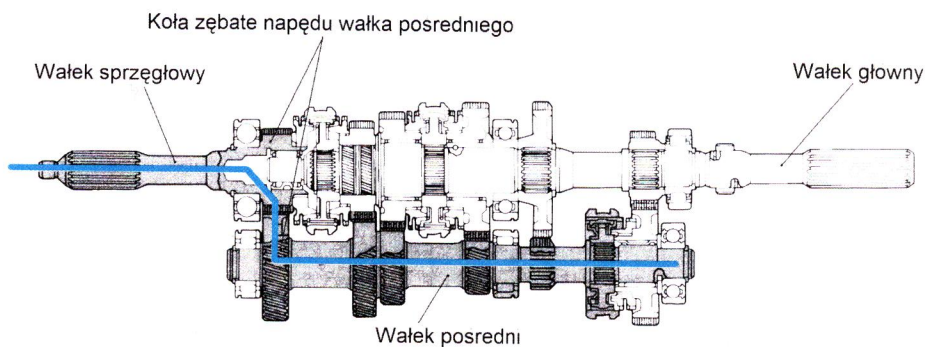


**Rys. 3.51** Budowa i działanie mechanicznej, współosiowej, czterobiegowej skrzynki biegów o osiach stałych, z kołami zazębianymi na stałe i biegiem bezpośrednim (włączony III bieg) [68]

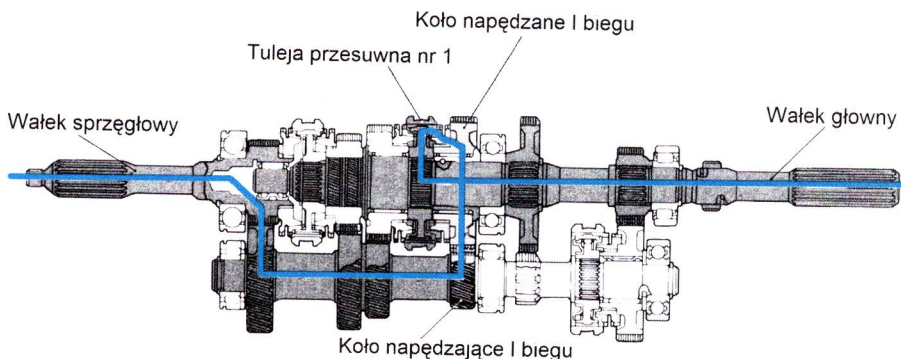
1 – wałek sprzęgłowy 2 – koło zębate osadzone na stałe na wałku sprzęgłowym 3 – koło zębate osadzone na stałe na wałku pośrednim (2 i 3 – przekładnia napędu wałka pośredniego), 4 – wałek pośredni 5 – koło zębate pośrednie I biegu osadzone na stałe 6 – koło zębate I biegu osadzone obrotowo na wałku głównym 7 – koło zębate pośrednie II biegu osadzone na stałe 8 – koło zębate II biegu osadzone obrotowo na wałku głównym 9 – koło zębate pośrednie III biegu osadzone na stałe 10 – koło zębate III biegu osadzone obrotowo na wałku głównym 11 – tuleja przesuwna I i II biegu 12 – tuleja przesuwna III i IV biegu 13 – koło napędzające wsteczny bieg osadzone na stałe na wałku pośrednim 14 – koło przesuwne biegu osadzone na dodatkowym wałku 15 – koło wstecznego biegu osadzone na stałe na wałku głównym 16 – wałek główny 17 – łożysko igiełkowe do osadzenia wałka głównego w wałku sprzęgłowym

pracę wałka sprzęgłowego i głównego zapewnia łożysko igiełkowe 17, stanowiące łącznik między nimi. Na biegu I, II i III przepływ mocy z wałka sprzęgłowego na wałek pośredni następuje poprzez zazębione na stałe dwa koła zębate 2 i 3. Następnie w zależności od ustawienia tulei przesuwnej 11 i 12 następuje sprzęgnięcie jednego z koł 6, 8 lub 10 z wałkiem głównym 16 i w ten sposób moment obrotowy zostaje przekazany ze skrzynki na dalsze mechanizmy układu przeniesienia napędu. W przypadku włączenia biegu IV, czyli bezpośredniego, moment obrotowy jest przekazywany od razu z wałka sprzęgłowego na wałek główny, bez użycia koł zębatach. Jest to możliwe dzięki bezpośredniemu połączeniu obu wałków tuleją przesuwą 12. Włączenie wstecznego biegu odbywa się poprzez przesunięcie osadzonego na oddzielnym wałku pośredniego koła zębatego wstecznego biegu 14 i zazębienie go z kołami osadzonymi na stałe na wałku pośrednim 13 oraz głównym 15. Przepływ mocy odbywa się teraz z wałka sprzęgłowego na pośredni poprzez koła zębata 2, 3, 13, 14 i 15 na wałek główny. Zastosowanie koła pośredniego 14 powoduje zmianę kierunku obrotów na wyjściu ze skrzynki i umożliwia cofanie pojazdu.

Innym przykładem współosiowej skrzynki biegów o osiach stałych, z kołami zębatymi zazębianymi na stałe, może być pięciobiegowa skrzynka z nadbiegiem (V bieg), przedstawiona na rysunkach od 3 52 do 3 58.

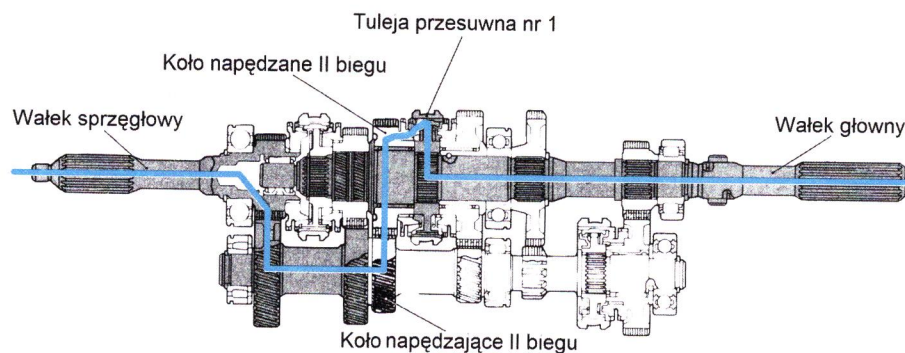


**Rys. 3 52** Pięciobiegowa, współosiowa skrzynka biegów o osiach stałych, z kołami zębatymi zazębianymi na stałe – pozycja neutralna [52]

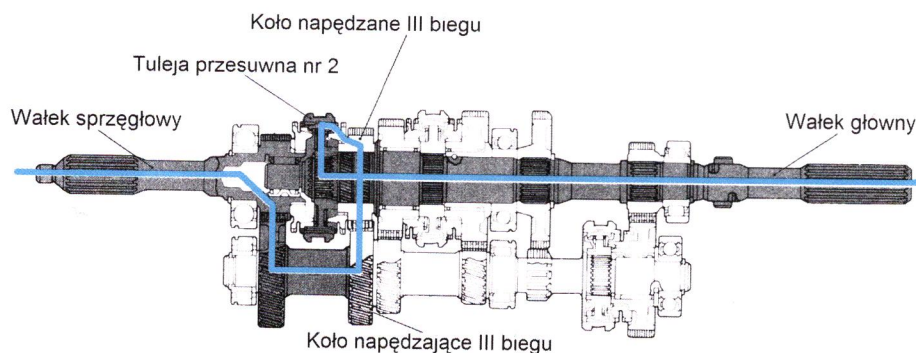


**Rys. 3 53** Pięciobiegowa, współosiowa skrzynka biegów o osiach stałych, z kołami zębatymi zazębianymi na stałe – włączony I bieg [52]

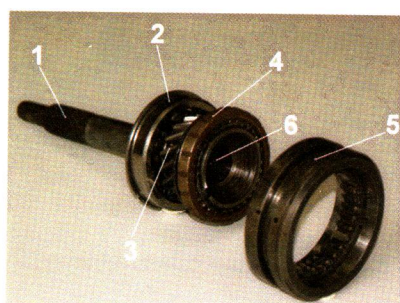
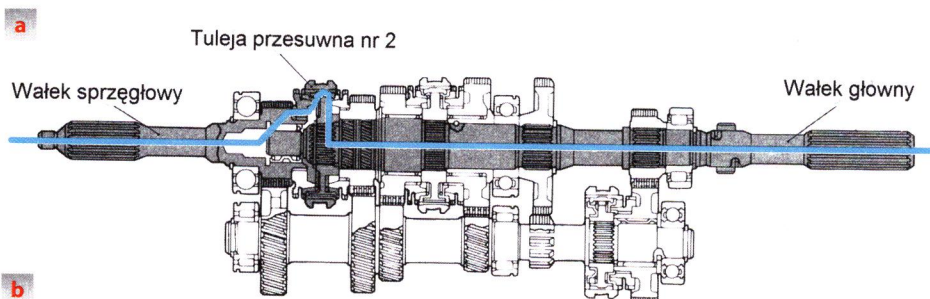




**Rys. 3 54** Pięciobiegowa, współosiowa skrzynka biegów o osiach stałych z kołami zębatymi zazębianymi na stałe – włączony II bieg [52]



**Rys. 3 55** Pięciobiegowa, współosiowa skrzynka biegów o osiach stałych, z kołami zębatymi zazębianymi na stałe – włączony III bieg [52]



**Rys. 3 56**

Pięciobiegowa, współosiowa skrzynka biegów o osiach stałych, z kołami zębatymi zazębianymi na stałe – włączony IV bieg [52]

*a* – przepływ mocy na biegu bezpośrednim

*b* – współpracujące elementy

1 – wielowypust wałka sprzęgłowego 2 – łożysko kulkowe

wałka sprzęgłowego 3 – koło zębate osadzone na stałe

na wałku sprzęgłowym napędzające wałek pośredni

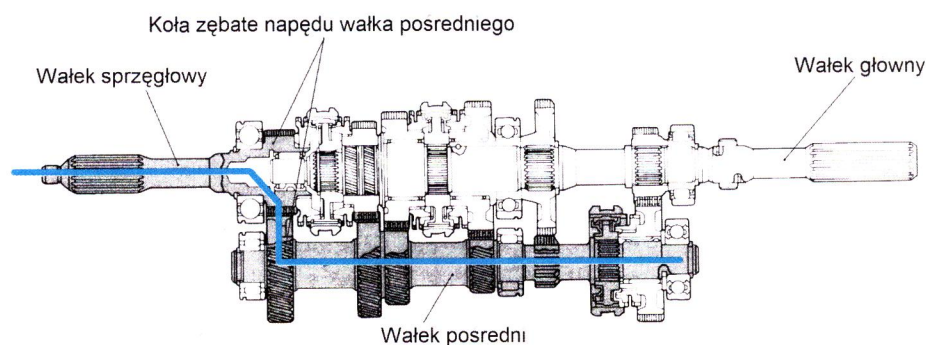
4 – pierścien synchronizatora 5 – tuleja przesuwana blokująca

wałek sprzęgłowy z głównym na biegu bezpośrednim

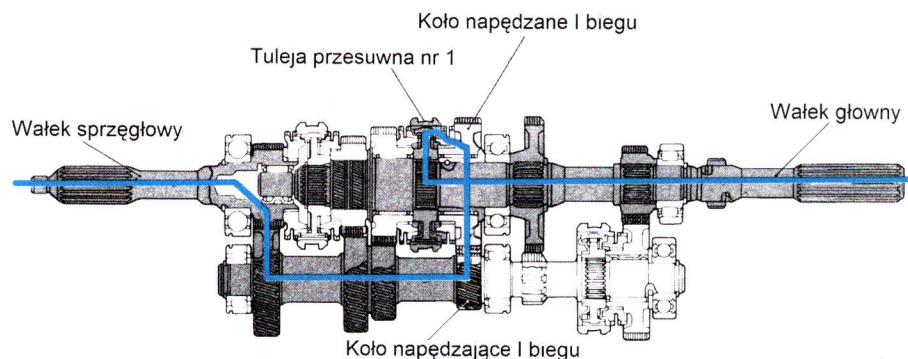
6 – łożyskowanie czopa wałka głównego

pracę wałka sprzęgłowego i głównego zapewnia łożysko igielkowe 17, stanowiące łącznik między nimi. Na biegu I, II i III przepływ mocy z wałka sprzęgłowego na wałek pośredni następuje poprzez zazębione na stałe dwa koła zębate 2 i 3. Następnie w zależności od ustawienia tulei przesuwnej 11 i 12 następuje sprzęgnięcie jednego z koł 6, 8 lub 10 z wałkiem głównym 16 i w ten sposób moment obrotowy zostaje przekazany ze skrzynki na dalsze mechanizmy układu przeniesienia napędu. W przypadku włączenia biegu IV, czyli bezpośredniego, moment obrotowy jest przekazywany od razu z wałka sprzęgłowego na wałek główny, bez użycia koł zębatach. Jest to możliwe dzięki bezpośredniemu połączeniu obu wałków tuleją przesuwą 12. Włączenie wstecznego biegu odbywa się poprzez przesunięcie osadzonego na oddzielnym wałku pośredniego koła zębatego wstecznego biegu 14 i zazębienie go z kołami osadzonymi na stałe na wałku pośrednim 13 oraz głównym 15. Przepływ mocy odbywa się teraz z wałka sprzęgłowego na pośredni poprzez koła zębata 2, 3, 13, 14 i 15 na wałek główny. Zastosowanie koła pośredniego 14 powoduje zmianę kierunku obrotów na wyjściu ze skrzynki i umożliwia cofanie pojazdu.

Innym przykładem współosiowej skrzynki biegów o osiach stałych, z kołami zębatymi zazębianymi na stałe, może być pięciobiegowa skrzynka z nadbiegiem (V bieg), przedstawiona na rysunkach od 3 52 do 3 58.



**Rys 3 52** Pięciobiegowa, współosiowa skrzynka biegów o osiach stałych, z kołami zębatymi zazębianymi na stałe – pozycja neutralna [52]



**Rys 3 53** Pięciobiegowa, współosiowa skrzynka biegów o osiach stałych, z kołami zębatymi zazębianymi na stałe – włączony I bieg [52]