

Jak to działa?

Wielobiegowa piasta planetarna

tekst: **Marek Utkin**
rysunki: **Tomasz Paleczny**

Przekładnie planetarne można napotkać w wielu urządzeniach technicznych, gdzie wymagana jest redukcja obrotów lub ich przyspieszenie w możliwie niewielkiej objętości. Znajdują się one we wkrętarkach (wkrętakach z napędem), szlifierniach prostych (tu przyspieszają obroty, aby kamień szlifierski kręcił się możliwie szybko), wyciągarkach samochodowych, maszynach ziemnych i wielu innych. Najpopularniejsze są jednak piasty wielobiegowe stosowane w rowerach. Umożliwiają one (tak, jak skrzynia biegów w samochodzie) napędzanie z najkorzystniejszą prędkością - w przypadku człowieka pod względem fizjologii, jak i uzyskiwanego momentu obrotowego.

Piasty planetarne, choć mniej popularne od przerzutek zewnętrznych, są niezawodnymi i odpornymi na czynniki zewnętrzne systemami zmiany biegów.

Piasta stanowi po prostu miniaturową skrzynię biegów, która może być mała dzięki temu, że siły występujące na osiach kół zębatych - słonecznego (zamocowanego na osi) oraz planet (inaczej: satelitów), dzięki symetrii znoszą się wzajemnie, co eliminuje konieczność tworzenia rozbudowanej i sztywnej konstrukcji nośnej. Poza tym siły rozkładają się na trzy lub cztery satelity, które mogą być mniejsze niż pojedyncze koło zębate spełniające podobną rolę.

W piaście planetarnej (w jednym komplecie satelitów) tak naprawdę występują dwa przełożenia - przyspieszające, gdy napędza się kosz satelitów, a koło roweru obraca się wraz z kołem obiegowym, czyli wieńcem zębatym o wewnętrznym uzębieniu; oraz spowalniające, gdy napędza się rzeczony pierścień obiegowy, a koło roweru obraca się wraz z koszem satelitów. Bieg trzeci jest w zasadzie dodatkiem i jest to bieg bezpośredni, czyli napęd na koło jest przekazywany bez pośrednictwa przekładni zębatej w piaście. Jeśli koło słoneczne ma tyle samo zębów co satelity, a pierścień obiegowy ma ich trzykrotnie więcej, bieg szybszy będzie wynosił $4/3$ biegu bezpośredniego, a wolniejszy - $3/4$.

Piasty o liczbie biegów większej niż trzy (istnieją modele nawet o 14 przełożeniach) są wyposażone zazwyczaj w drugi (a nawet trzeci) komplet kół sło-

necznych, satelitów i obiegowych, które zasprzęglają się kolejno, zazwyczaj w wyniku przesuwania po osi piasty, zasada działania jednak pozostaje podobna.

Analizując klasyczną piastę trzybiegową (Sturmey-Archer), można prześledzić, jak odbywa się zmiana biegów i przenoszony jest napęd. Na rysunku kołem czerwonym oznaczono elementy napędzające, żółtym - napędzane, szarym - niebiorące na danym biegu udziału w przekazywaniu napędu.

Łańcuch napędza zębatkę (1), osadzoną na zabieraku (2). Zabierak (2) napędza krzyżak (3), który zasprzęgła poszczególne biegi. Jest to możliwe dzięki przesuwaniu krzyżaka, który połączony jest z iglicą (13) i łańcuszkiem (14), połączonym z linką prowadzącą do manetki zmiany biegów. Za powrót krzyżaka do pozycji spoczynkowej odpowiada sprężyna.

Bieg 1: Gdy manetka jest na pierwszym biegu, linka jest najmocniej naprężona i krzyżak jest wyciągnięty do skrajnej prawej pozycji, najbliższej zębatki napędowej. Wtedy to dwa z ramion krzyżaka wypychają wydłużone końcówki zapadek („piesków”, 4) połączonych z obiegowym (pierścieniowym) kołem zębatym (5), powodując ich rozsprzęglenie.

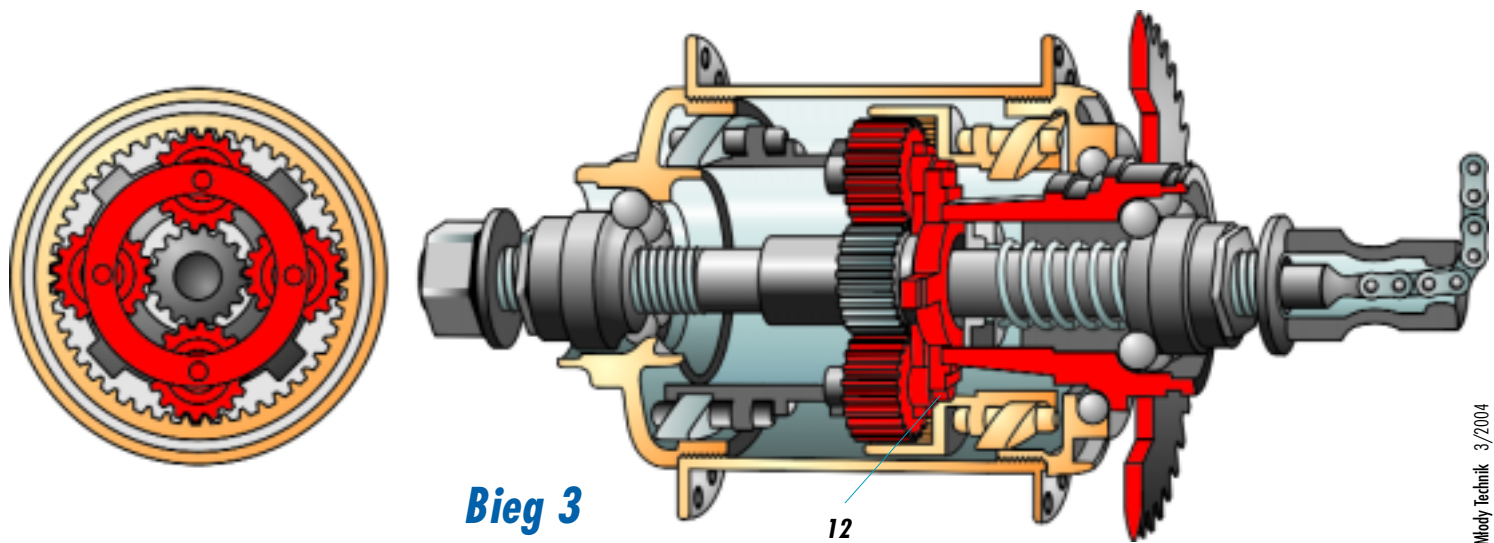
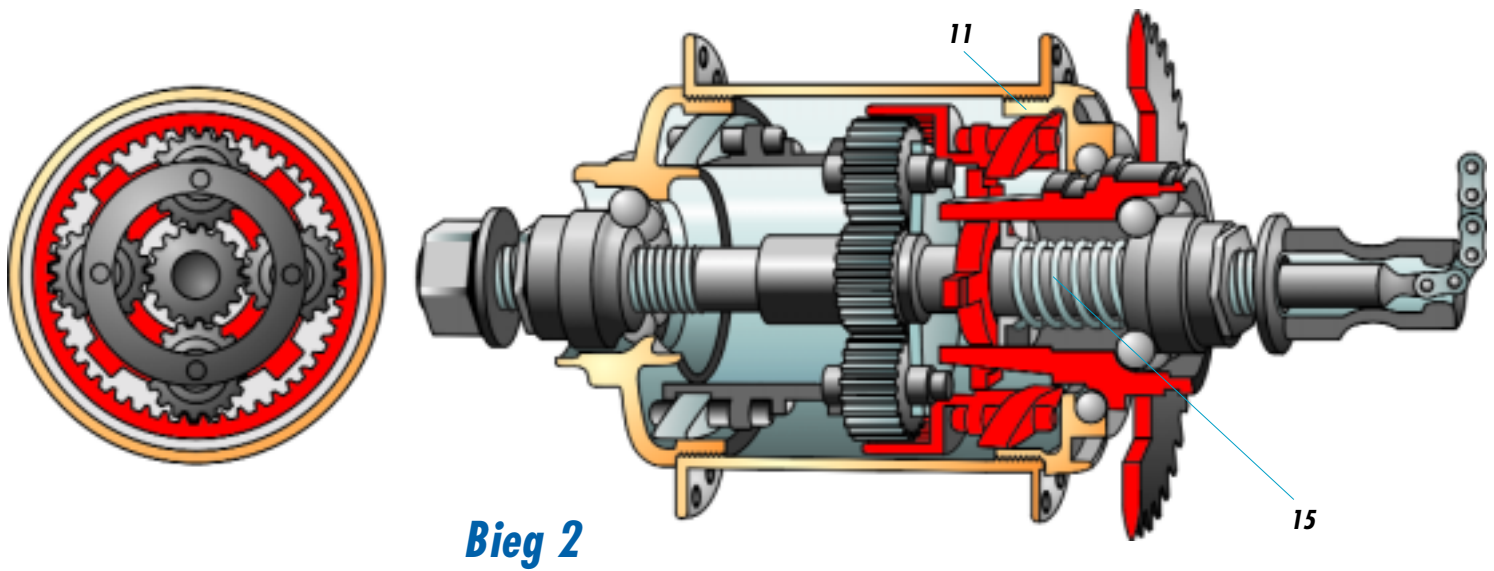
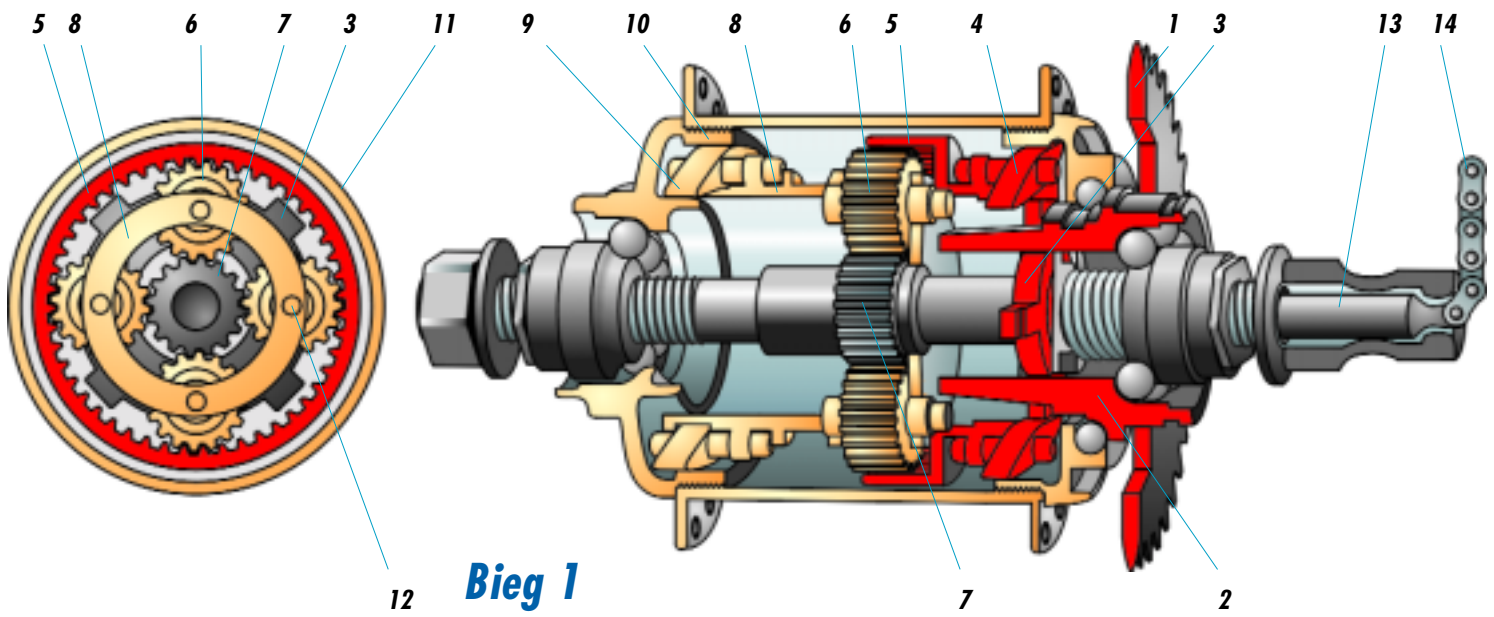
Pozostałe dwa ramiona krzyżaka zająbiają się z wypustkami wewnątrz konstrukcji połączonej z kołem obiegowym. Dzięki temu napędzane jest koło obiegowe, które z kolei napędza satelity (6), tocząc się po nieruchomym kole słonecznym. Poruszają się one

WOLNIEJ niż napędzająca zębatka wraz z kołem obiegowym, a siła napędowa z kosza satelitów (8) przenoszona jest za pomocą dwóch zapadek (9) na bieżnię zapadkową po lewej stronie korpusu piasty (10).

Bieg 2: Linka jest nieco mniej naprężona niż na biegu „1” i krzyżak znajduje się mniej więcej w połowie swego zakresu ruchu. Wtedy to wszystkie cztery ramiona krzyżaka zająbiają się z wypustkami wewnątrz konstrukcji połączonej z kołem obiegowym. Zapadki (4) nie są wciśnięte i normalnie zasprzęglają się z bieżnią po prawej stronie korpusu piasty (11), a ponieważ kosz satelitów kręci się wolniej niż korpus piasty, zapadki kosza satelitów (9) nie zasprzęglają się, tylko ślizgają swobodnie po swojej bieżni.

Bieg 3: Gdy manetka jest na biegu trzecim, linka jest niemal nienaprężona, a krzyżak przesuwa się w skrajne lewe położenie tak, że spoczywa na powierzchni czołowej kosza satelitów i zająbia z osiami satelitów (12). Wtedy to siła napędowa jest przekazywana bezpośrednio na satelity, które wprawiają w ruch koło obiegowe. W ten sposób porusza się ono SZYBCIEJ niż zębatka napędzana przez łańcuch i zasprzęgła się z korpusem piasty za pomocą zapadek po prawej stronie (4). Ponieważ korpus piasty obraca się szybciej niż kosz satelitów, zapadki po lewej stronie ślizgają się swobodnie po swej bieżni. ■

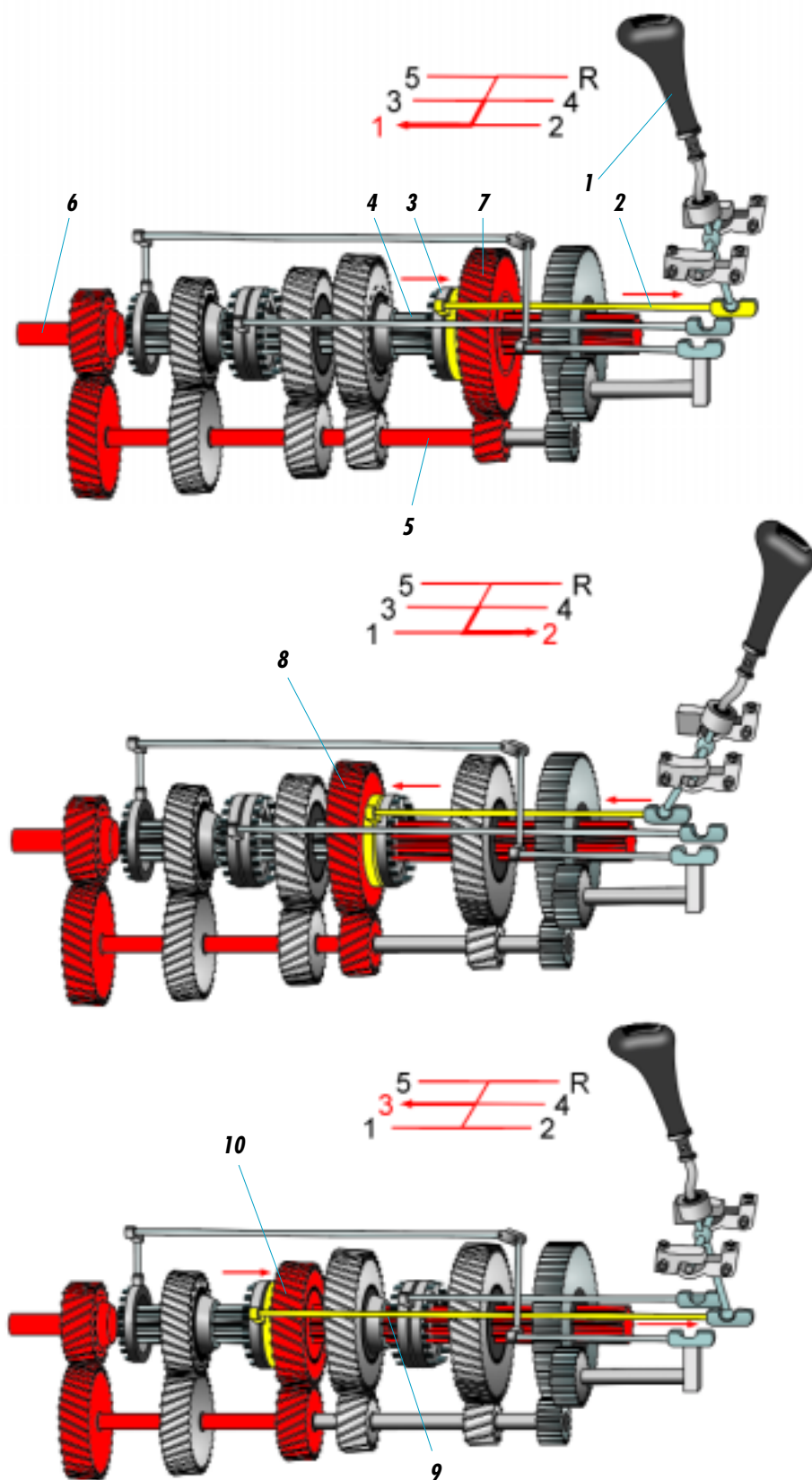




Samochodowa skrzynia biegów

Jak to

tekst: **Marek Utkin**
rysunki: **Tomasz Paleczny**



Skrzynia biegów umożliwia pracę silnika z prędkością obrotową mieszczącą się w zakresie wartości optymalnych dla danego silnika, a jednocześnie umożliwia zmianę prędkości jadącego samochodu oraz jazdę w różnych warunkach terenowych.

Puszczenie pedału sprzęgła (zasprzęgnięcie) powoduje połączenie silnika z wałkiem sprzęgłowym (6). Ten zaś umożliwia obracanie się wału napędowego z prędkością zależną od wybranego biegu.

Wszystkie koła zębate działające przy jeździe do przodu osadzone są na wału napędowym, a napęd na nie przekazywany jest z wału pośredniego. Nie napędzają one jednak wału napędowego, gdyż każde z nich jest osadzone na łożysku. Wrzucenie biegu powoduje zasprzęgnięcie pierścienia (3), wyposażonego w rodzaj sprzęgła kłowego, dzięki czemu wał napędowy zaczyna obracać się z taką samą prędkością, jak wybrane koło zębate.

Aby nie nastąpiło wytłamanie zębów pierścienia przy dociskaniu go do koła zębatego obracającego się z inną prędkością, stosowane są synchronizatory. Mówiąc najprościej, synchronizator jest to rodzaj sprzęgła ciernego, które umożliwia wyrównanie prędkości obrotowych pierścienia i koła zębatego. Dopiero po zrównaniu prędkości obrotowych pierścienia zażebia się z kołem zębatym. Każdy producent stosuje nieco inne rozwiązanie synchronizatorów, lecz zasada działania pozostaje ta sama.

Bieg jałowy („luz”)

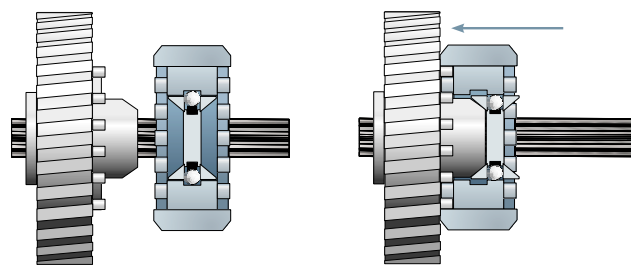
Wałek sprzęgłowy napędza wał pośredni. Żadne z górnych kół zębatych przekładni nie jest połączone z wałem napędowym i dlatego moc pomiędzy wałkiem sprzęgłowym a wałem napędowym nie jest przekazywana.

Przesuwając dźwignię (lewarek) zmiany biegów (1) w lewo lub w prawo, można wybrać, który wodzik zmiany biegów będzie następnie popychany lub pociągany.

Pierwszy bieg

Wrzucenie pierwszego biegu sprawia, że prawy wodzik zmiany biegów (2) zostaje przesunięty do tyłu. Następuje sztywne połączenie

działa?



Synchronizator

pierścienia (3) z górnym kołem zębatym pierwszego biegu, co powoduje obracanie się wału napędowego (4). Małe kółko zębate na wale pośrednim (5) obraca znacznie większe koło zębate pierwszego biegu (7) na wale napędowym, dzięki czemu wał obraca się znacznie wolniej niż wałek sprzęgłowy.

Drugi bieg

Przy biegu drugim prawy wodzik zostaje przesunięty do przodu, co powoduje połączenie górnego koła zębatego drugiego biegu (8) z wałem napędowym.

Trzeci bieg

Przy biegu trzecim środkowy wodzik (9) przesuwają się do tyłu, co powoduje połączenie górnego koła zębatego trzeciego biegu (10) z wałem napędowym.

Czwarty bieg

Wrzucenie czwartego biegu powoduje przesunięcie środkowego wodzika do przodu, co powoduje połączenie górnego koła zębatego czwartego biegu (11) z wałem napędowym.

Piąty bieg

Lewy wodzik (12) przesuwają się do tyłu, co sprawia, że pierścień łączy ze sobą bezpośrednio wałek sprzęgłowy z wałem napędowym, bez udziału wału pośredniego.

Bieg wsteczny

Po włączeniu biegu wstecznego dźwignia zmiany biegów przesuwają lewy wodzik zmiany biegów do przodu. Sprawia to, że koło zębate pośredniczące zostaje zazębione z kołami zębatymi biegu wstecznego. Trzecie koło zębate pomiędzy wałem pośrednim a wałem napędowym powoduje przeciwny kierunek obrotów wału napędowego niż przy pozostałych biegach do jazdy do przodu. Wrzucenie biegu wstecznego gdy samochód jedzie do przodu, jest niemożliwe, w tym celu należy się zatrzymać.

