



Pojazdy i środki transportu wykorzystywane w rolnictwie.

ZAGADNIENIA;

1. Transport w gospodarstwie rolnym
2. Budowa ciągnika rolniczego
3. Rodzaje silników spalinowych
4. Mechanizmy jezdne, przenoszące napęd, mechanizmy kierowania i hamowania
5. Przenośniki
6. Dobór pojazdów i środków transportu w rolnictwie



9.1. Transport w gospodarstwie rolnym.

W gospodarstwie rolnym transport odgrywa znaczącą rolę w związku z koniecznością przemieszczania dużych ilości produktów wytwarzanych przez gospodarstwo oraz materiałów potrzebnych do produkcji.

W rolnictwie niezbędnymi środkami transportu są:

- ciągniki rolnicze (rys. 9.1), wykorzystywane głównie jako źródło siły napędu i uciągu dla maszyn rolniczych i narzędzi;
- samochody, wykonujące głównie prace transportowe - **samochody osobowotowarowe oraz samochody ciężarowe.**

Przyczepy rolnicze należące do kołowych środków transportu, przez łączenie (agregatowanie) z ciągnikami i samochodami, umożliwiają przewożenie produktów i środków produkcji rolniczej.

Ze względu na organizację transportu dzieli się na:

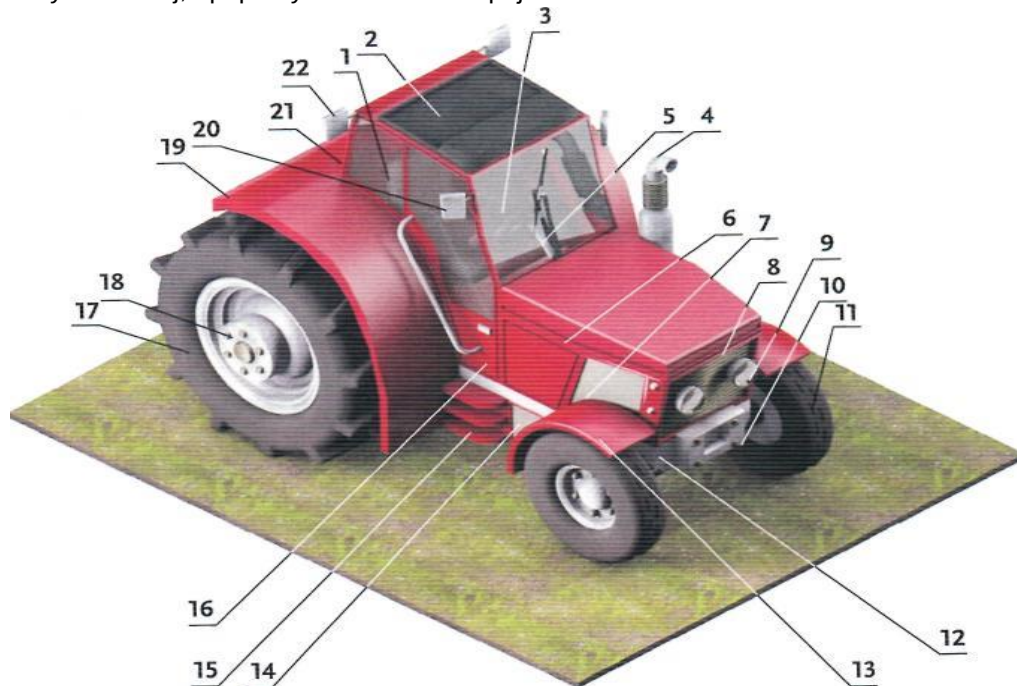
- wewnętrzny, związany z przemieszczaniem ładunków w obrębie gospodarstwa, zabudowań gospodarstwa oraz między polami;
- zewnętrzny, związany z wywozem produktów rolnych z gospodarstw oraz przywozem środków produkcji, np. pasz, materiału siewnego, nawozów, środków ochrony roślin czy paliwa.

W transporcie wewnętrznym gospodarstwa rozróżnia się środki transportu:

- związane z ich umiejscowieniem, miejscem pracy w budynkach inwentarskich, magazynach;
- mobilne (kołowe) środki transportowe, wykorzystywane do przemieszczania materiałów na niewielkie odległości.

Konserwacja maszyn i urządzeń rolniczych ma na celu zabezpieczenie ich przed nadmiernym i zbyt szybkim zużyciem. Aby to osiągnąć, stosuje się zabiegi i środki pozwalające na zmniejszenie szkodliwego wpływu warunków, w jakich maszyny i urządzenia pracują lub są przechowywane.

Do podstawowych zabiegów konserwujących zalicza się: czyszczenie, mycie, smarowanie, wymianę olejów, powleknięcie powierzchni środkami ochrony czasowej, np. pokrywanie karoserii pojazdów woskiem.

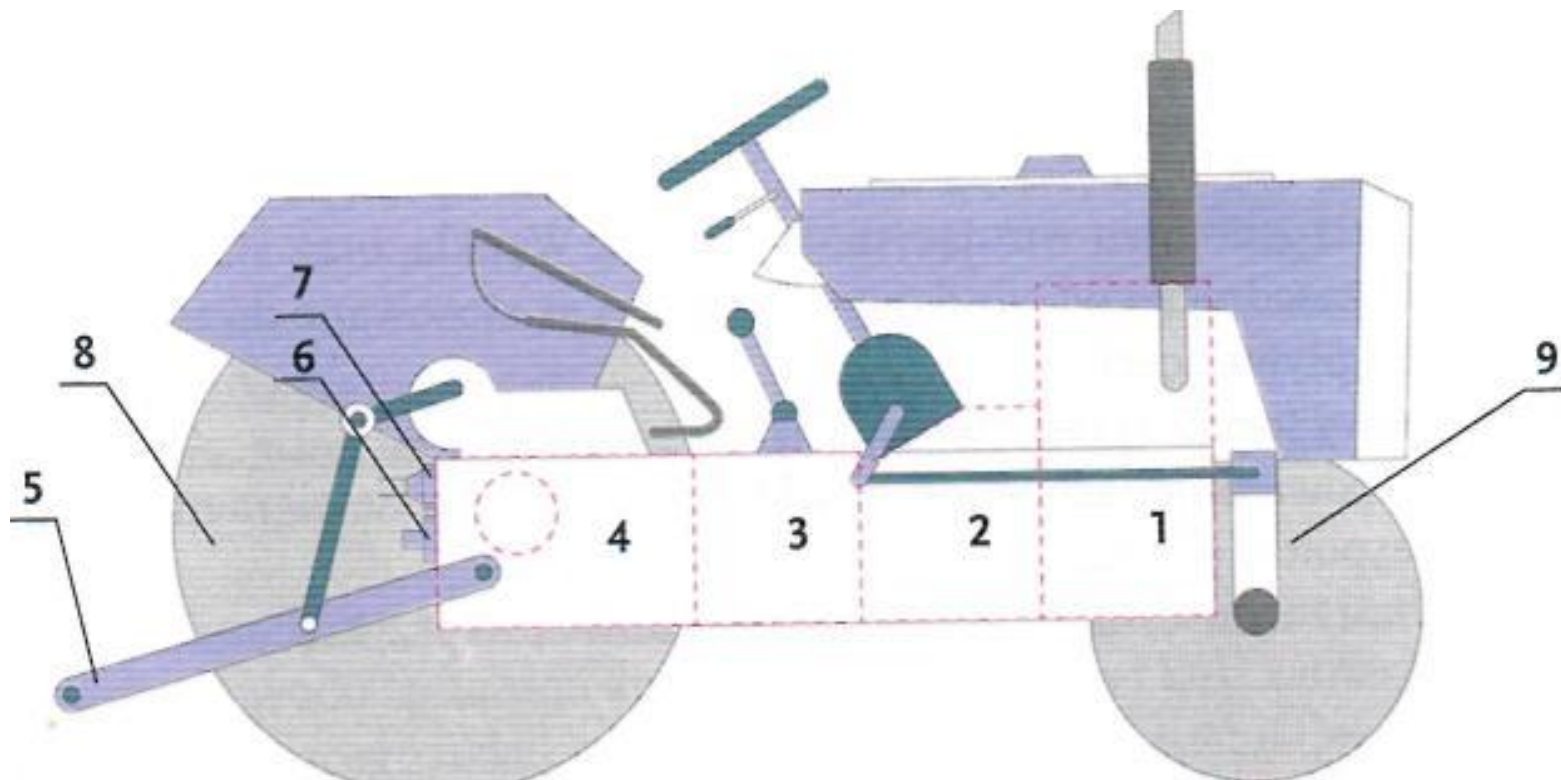


Rys. 9.1. Ciągnik rolniczy kołowy¹:

- 1 - siedzisko, 2 - otwierany dach kabiny,
- 3 - koło kierownicy, 4 - tłumik,
- 5 - wycieraczka, 6 - maska silnika,
- 7 - silnik, 8 - osłona chłodnicy,
- 9 - reflektor przedni, 10 - obciążniki przednie z zaczepem przednim wewnątrz,
- 11 - koło jezdne przednie,
- 12 - oś przednia, 13 - błotnik przedni, 14 - osłona akumulatora,
- 15 - stopnie do kabiny, 16 - drzwi kabiny,
- 17 - koło jezdne napędzane tylne,
- 18 - obciążniki kół tylnych, 19 - błotnik tylny,
- 20 - lusterko boczne, 21 - kabina,
- 22 - oświetlenie tylne robocze



9.2. Ogólna budowa ciągnika rolniczego (rys. 9.2)



Rys. 9.2. Schemat budowy ciągnika kołowego:

1 - silnik, 2 - sprzęgło, 3 - skrzynia biegów, 4 - tylny most, 5 - podnośnik hydrauliczny, 6 - wał odbioru mocy, 7 - zaczep transportowy, 8 - koło jezdne napędowe, 9 - zwrotnica koła przedniego



9.2.1. Silnik

Źródłem energii ciągnika jest **silnik**, który wprawia w ruch koła napędowe i służy jako napęd mechanizmów pomocniczych, np. prądnicy, sprężarki.

Maszynę cieplną, w której podczas spalania paliwa energia cieplna zostaje zamieniona na energię mechaniczną, nazywa się **silnikiem spalinowym**.

Silniki spalinowe można podzielić na: **stacjonarne** (stacyjne), stosowane w pojazdach szynowych (trakcyjnych) oraz w **pojazdach bezzynowych** (pojazdach drogowych, w tym ciągnikach rolniczych) i **silniki przyczepne** używane min. w łodziach.

Pozostałe główne kryteria podziału silników spalinowych przedstawiono poniżej.

Cykliczność pracy silnika:

- **silniki dwusuwowe** - cykl pracy odbywa się w dwóch suwach tłoka, co jest odpowiednikiem jednego obrotu wału korbowego;
- **silniki czterosuwowe** - cykl pracy odbywa się w czterech suwach, co odpowiada dwóm obrotom wału korbowego.

Sposób wytworzenia mieszanki paliwowo-powietrznej (sposób zasilania paliwem):

- **silniki gaźnikowe** to rodzaj silnika spalinowego o zapłonie iskrowym, w którym mieszanka paliwowo-powietrzna jest wytwarzana w gaźniku;
- **silniki wtryskowe**, w których sposobem dostarczenia paliwa do silnika spalinowego jest wtrysk paliwa; wtrysk paliwa jest stosowany powszechnie w silnikach wysokoprężnych oraz w silnikach o zapłonie iskrowym.

Sposób zapłonu mieszanki:

- **silniki z zapłonem iskrowym** (w których następuje przeskoc iskry elektrycznej);
- **silniki z zapłonem samoczynnym** (w nich następuje samozapłon sprężonego powietrza i paliwa przy wysokiej temperaturze);

Wartość stopnia sprężania (ϵ):

- **silniki niskoprężne** - zalicza się tu silniki iskrowe, które mają wartość sprężania $\epsilon < 12$;
- **silniki wysokoprężne** (nazywane potocznie silnikami Diesla) - należą do nich silniki z zapłonem samoczynnym, o wartości sprężania $\epsilon > 12$.

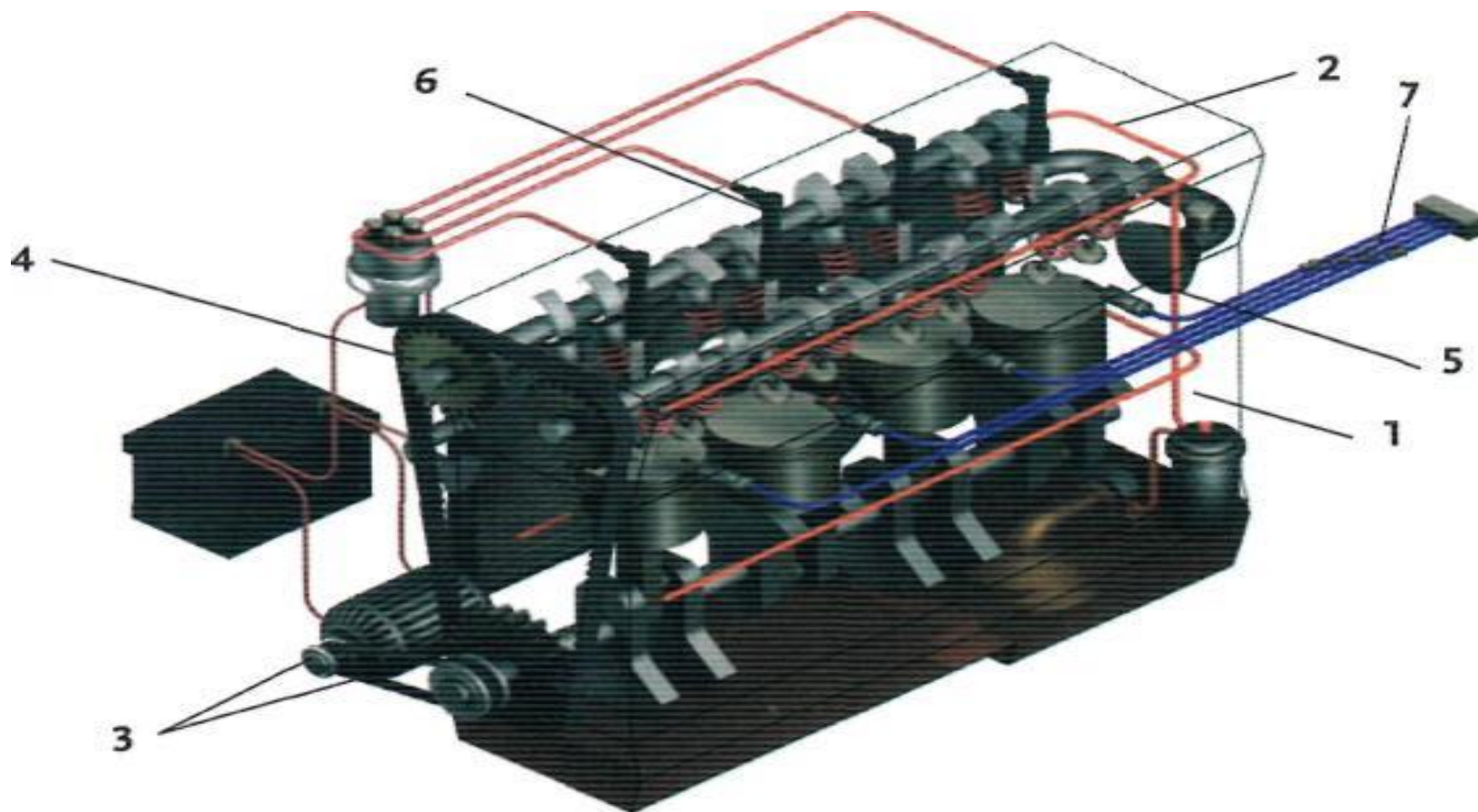
Sposób chłodzenia:

- **silniki z bezpośrednim chłodzeniem** (silnik jest owiewany zewnętrznym strumieniem powietrza);
- **silniki z pośrednim chłodzeniem** (w bloku silnika i głowicy znajduje się płaszcz wodny). Silniki spalinowe to najczęściej silniki tłokowe o ruchu postępowo-zwrotnym. Spotyka się również silniki z tłokiem wirującym, tzw. silnik Wankla, oraz silniki turbospalinowe, które różnią się zasadniczo od silników tłokowych i są stosowane do napędu pomp, sprężarek, jednostek pływających.



Silnik spalinowy (rys 9.3) jest zbudowany z:

- 1) **kadłuba** o odpowiedniej sztywności, w którym są osadzone elementy poszczególnych układów i zespołów silnika;
- 2) **głowicy**, która zamyka cylinder lub kilka cylindrów i jest przykręcona do kadłuba silnika;

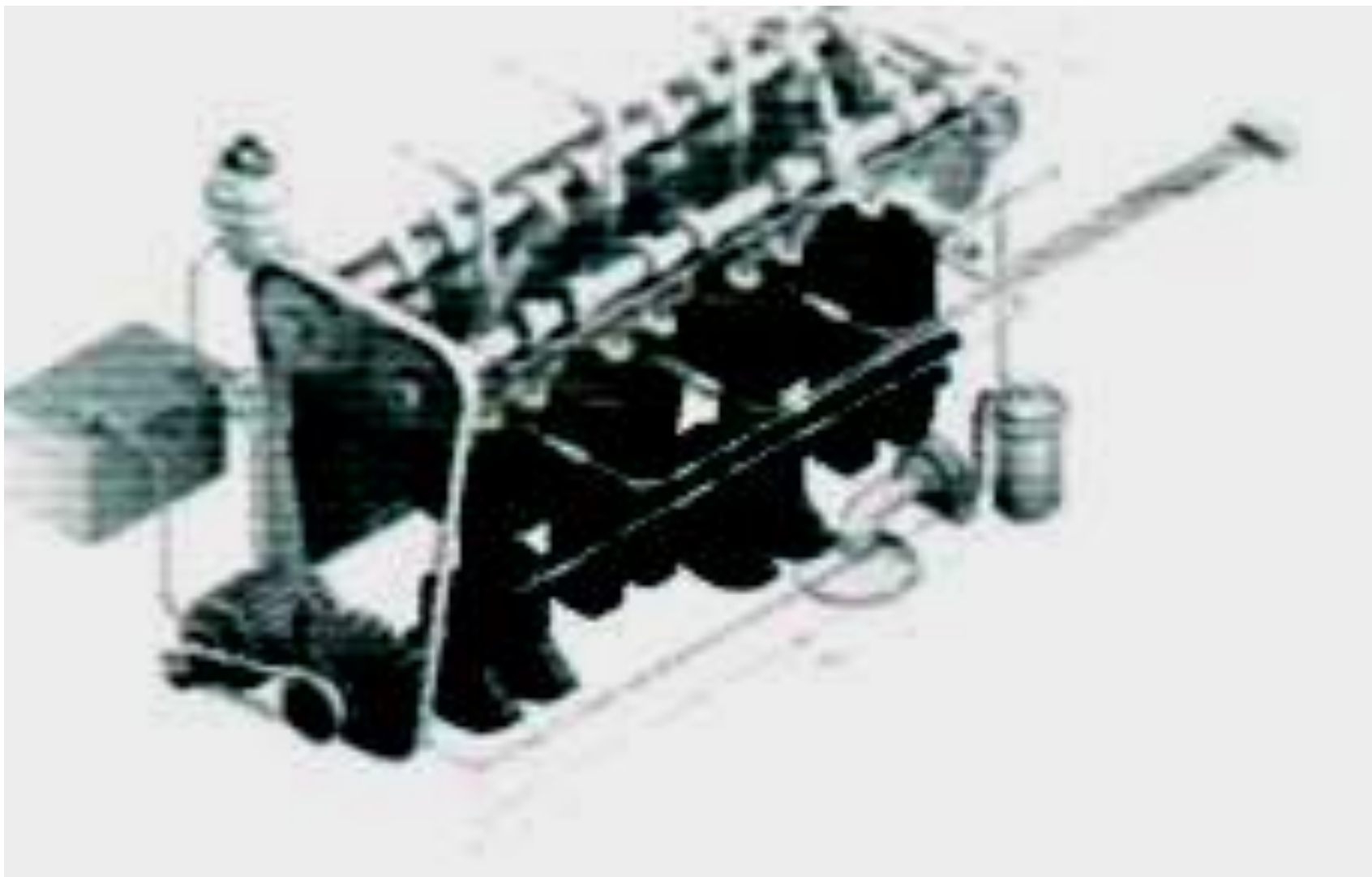


Rys. 9.3. Schemat silnika spalinowego:

, 3 - układ korbowy, 4 - układ rozrządu, 5 - układ olejenia, 6 - układ zapłonowy, 7 - układ zasilający



układ korbowy, składa się z tłoka z pierścieniami, sworznia tłokowego, wału korbowego, korbowodu łączącego tłok z wałem korbowym i koła zamachowego - **zadaniem** zespołu budującego układ korbowy jest przenoszenie ruchu tłoka na wał korbowy i zamiana ruchu postępowo-zwrotnego tłoka na ruch obrotowy wału korbowego;





układ rozrządu zaworowego, składa się z zaworów - dolotowego i wylotowego, sprężyn zaworowych, dźwigni zaworowych, popychaczy, wałka rozrządu, a w przypadku **układu bezzaworowego** - z otworów i kanałów zasłanianych i odsłanianych przez tłok silnika; zawory w odpowiednim czasie dzięki działaniu układu są otwierane i zamykane, by umożliwić dostarczenie świeżej masy powietrza lub mieszanki paliwowo-powietrznej do cylindra i odprowadzić gazy spalinowe na zewnątrz cylindra;



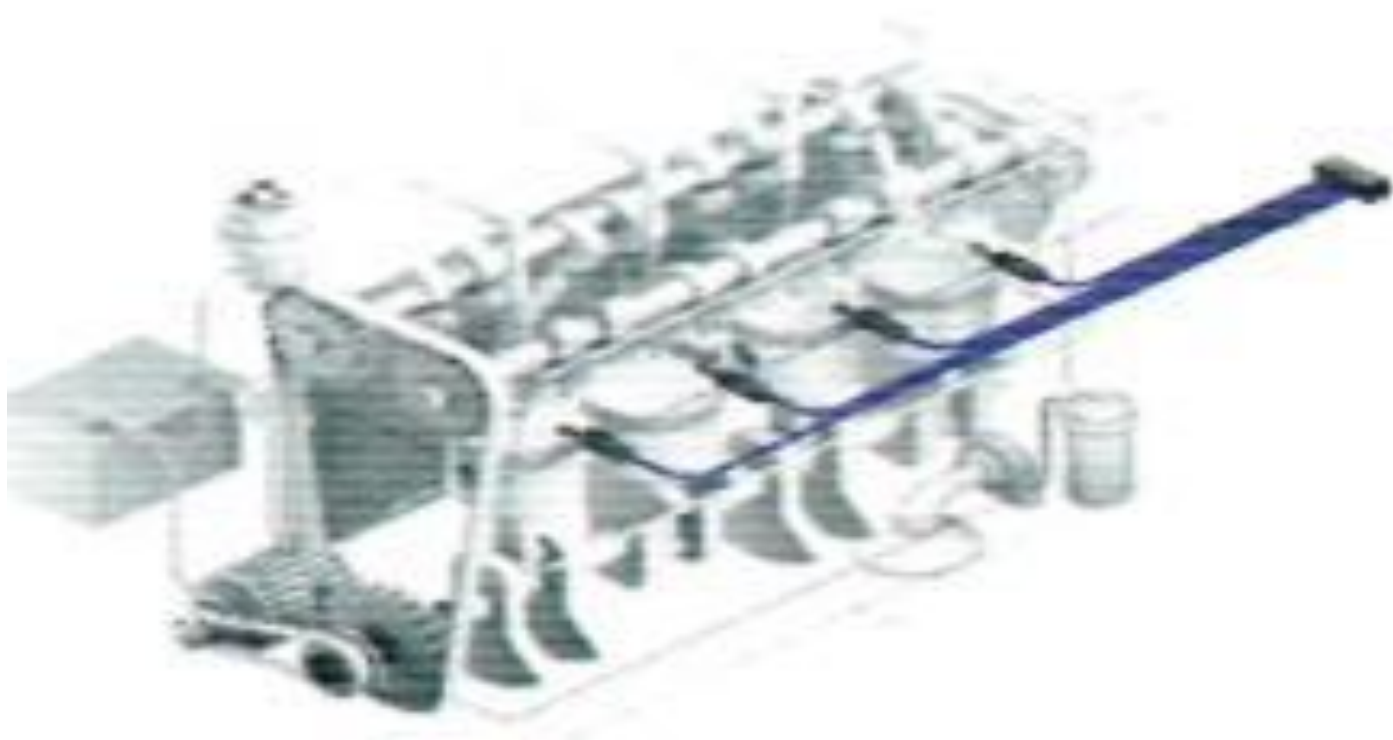


układ olejenia, składa się ze zbiornika na olej, pompy oleju, kanałów i przewodów olejowych oraz filtrów oleju - jego zadaniem jest doprowadzenie oleju do poszczególnych par ciernych, co ma na celu zmniejszenie tarcia występującego podczas pracy silnika (para cierna, np. czop wału korbowego - łożysko wału korbowego);





układ zasilania, składa się ze zbiornika paliwa, pompy zasilającej, filtra paliwa, pompy wtryskowej, wtryskiwaczy oraz gaźnika - zadaniem układu jest dostarczenie odpowiedniej ilości paliwa do cylindra; w zależności od rodzaju silnika paliwo może być dostarczane w postaci mieszanki paliwowo-powietrznej (silniki gaźnikowe) lub bezpośrednio wtryskiwane do cylindra (silniki wtryskowe);



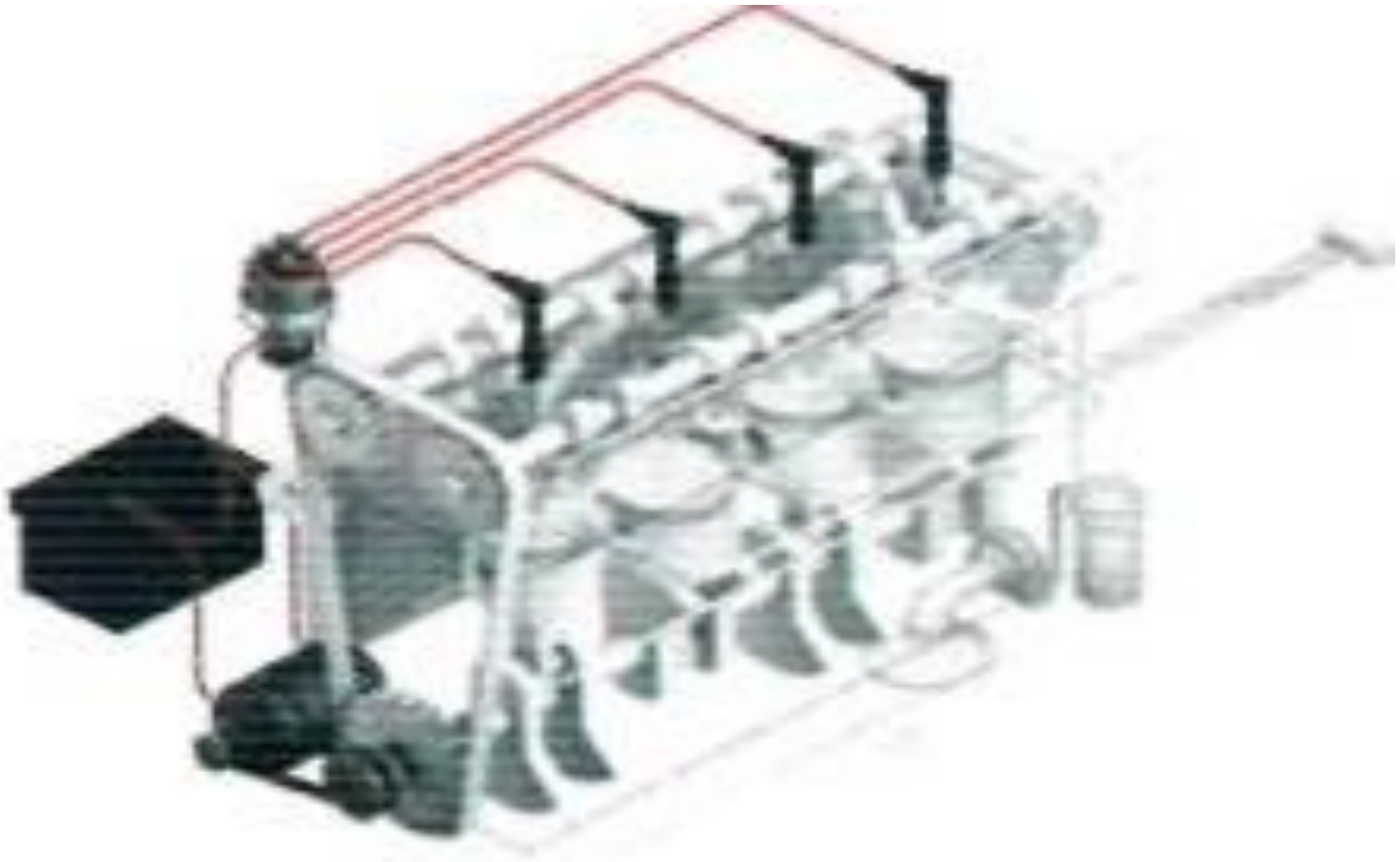


układu chłodzenia, który składa się z chłodnicy lub użebrowania cylindra jako wymiennika ciepła, pompy wody, kanałów przepływowych, termostatu oraz wentylatora - zadaniem układu jest odprowadzenie nadmiaru ciepła z silnika, by zapewnić mu odpowiednią temperaturę pracy;





układ zapłonowy, składa się ze źródła prądu, aparatu zapłonowego, świecy zapłonowej, cewki zapłonowej oraz przewodów elektrycznych - zadaniem układu jest wytworzenie iskry elektrycznej w celu zapalenia mieszanki paliwowo-powietrznej w momencie, gdy została ona odpowiednio sprężona przez tłok, który zbliża się do górnego martwego położenia (w skrócie GMP).





Silnik tłokowy

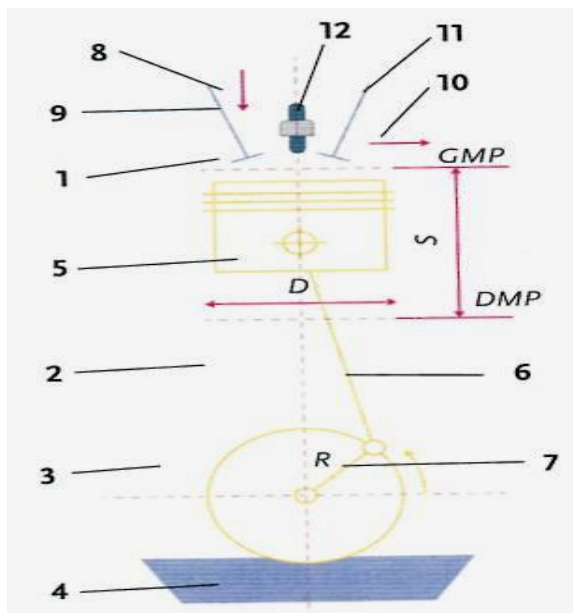
W silniku tłokowym (rys. 9.4) energia mechaniczna jest wytwarzana w wyniku spalania paliwa w przestrzeni nad tłokiem. Ciśnienie wywołane przez gazy spalinowe powoduje przesuwanie się tłoka w cylindrze od górnego martwego położenia (GMP) do dolnego martwego położenia (DMP). Ruch postępowy tłoka jest przekazywany przez korbowód na wał korbowy i powoduje jego obrotowy ruch. Każdemu przemieszczaniu się tłoka między położeniami martwymi odpowiada obrót wału o 180° . Skokiem tłoka (S) nazywamy odległość między położeniami martwymi.

Objętość (pojemność) silnika spalinowego;

V_s - **objętość (pojemność) skokowa cylindra**, to objętość cylindra zawarta między martwymi położeniami tłoka;

$V_{k<}$ - **objętość (pojemność) komory sprężania** (spalania), to przestrzeń cylindra nad tłokiem będącym w górnym martwym położeniu (GMP);

V_c - **objętość całkowita cylindra**, to przestrzeń nad tłokiem, gdy tłok znajduje się w dolnym martwym położeniu.



Ryc. 9.4. Schemat silnika spalinowego tłokowego:

I- głowica, 2 - cylinder, 3 - skrzynia korbowa, 4 - miska olejowa, 5 - tłok, 6 - korbowód, 7 - wał korbowy, 8 - kanał dolotowy, 9 - zawór dolotowy, 10 - kanał wylotowy, II- zawór wylotowy, 12 - świeca zapłonowa lub wtryskiwacz.
GMP - górne martwe położenie tłoka, DMP - dolne martwe położenie tłoka, D - średnica cylindra, S - skok tłoka (jako długość suwu tłoka między GMP a DMP)

Objętość całkowita cylindra; $V_c = V_s + V_{k<}$

Stosunek objętości całkowitej do objętości komory spalania nazywa się stopniem sprężania (e) i świadczy o tym, ile razy zmniejszyła się objętość gazów w cylindrze w trakcie ruchu tłoka od górnego (GMP) do dolnego martwego położenia (DMP).

$$e = V_c / V_{k<}$$

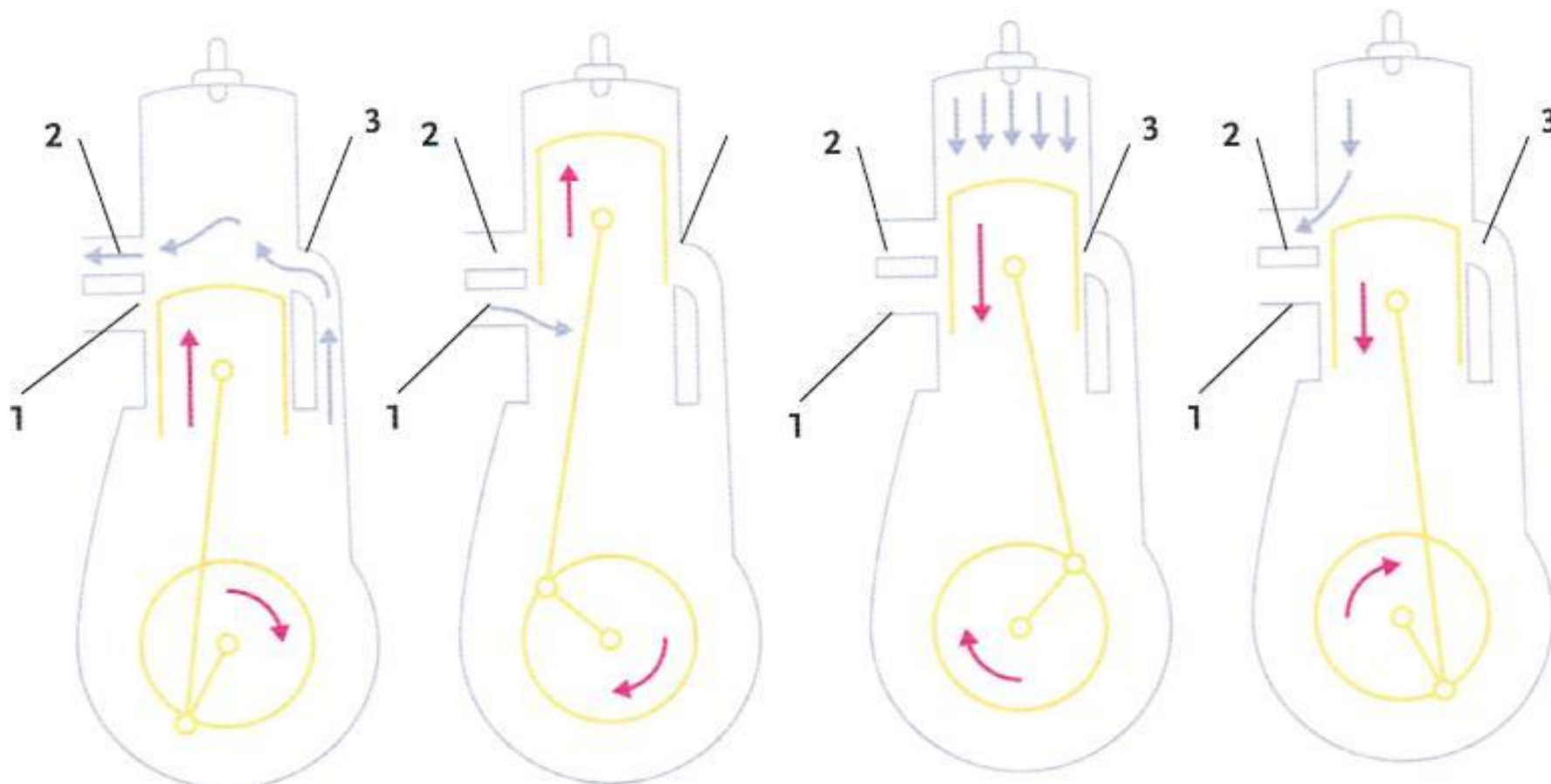
Stopniem sprężania więc nazywamy stosunek objętości całkowitej cylindra do objętości komory sprężania.



Praca silnika spalinowego

W cyklu dwusuwowym lub czterosuwowym pracują silniki spalinowe z zapłonem iskrowym, natomiast w cyklu czterosuwowym - silniki z zapłonem samoczynnym.

Wykonanie pełnego cyklu pracy podczas **dwu suwów tłoka** - suwu sprężania i suwu pracy - odbywa się w **silniku dwusuwowym**.



Rys. 9.5. Pierwsza faza

Rys. 9.6. Druga faza

Rys. 9.7. Zapłon paliwa

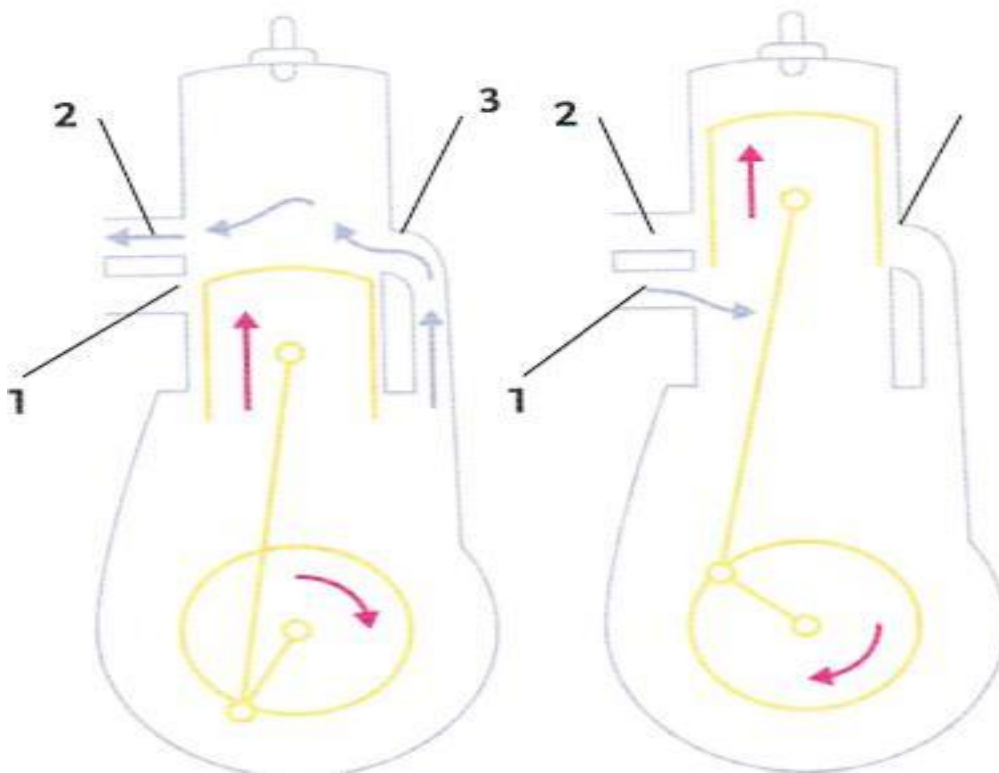
Rys. 9.8. Ostatnia faza



Suw pierwszy (ssanie - sprężanie)

Tłok przemieszcza się z DMP do GMP. W pierwszej fazie do cylindra jest przetłaczana przez otwarty kanał przelotowy (3) mieszanka wstępnie sprężona w skrzyni korbowej.

W drugiej fazie, gdy tłok przymknie kanały przelotowy (3) i wylotowy (2), następuje sprężanie mieszanki nad tłokiem. Jednocześnie do skrzyni korbowej, gdy tylko zostanie odsłonięty kanał dolotowy, jest zasysana świeża mieszanka.



Rys. 9.5. Pierwsza faza

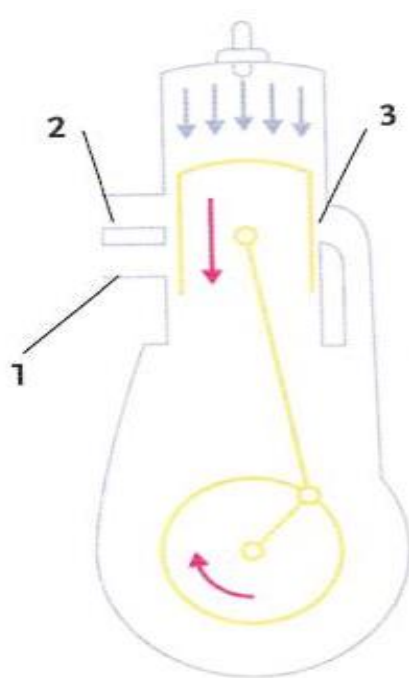
Rys. 9.6. Druga faza



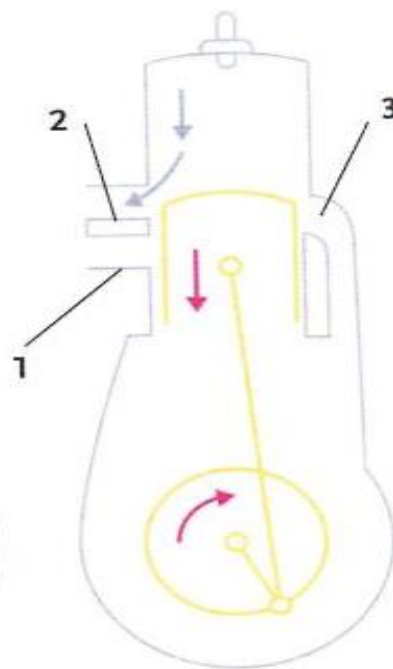
Suw drugi (praca - wydech)

Tuż przed dojściem tłoka do GMP następuje przeskok iskry między elektrodami świecy zapłonowej, co prowadzi do zapłonu mieszanki. Powstające gazy spalinowe rozprężają się i przesuwają tłok w kierunku DMP.

Gdy przesuwający się tłok odstąpi okno kanału wylotowego, spaliny opuszczają cylinder. Prawie równocześnie tłok odstania również okno kanału przelotowego, którym do cylindra napływa świeża mieszanka, która zapełnia cylinder i wypycha z cylindra resztę spalin. Następnie cykl pracy silnika się powtarza.



Rys. 9.7. Zapłon paliwa



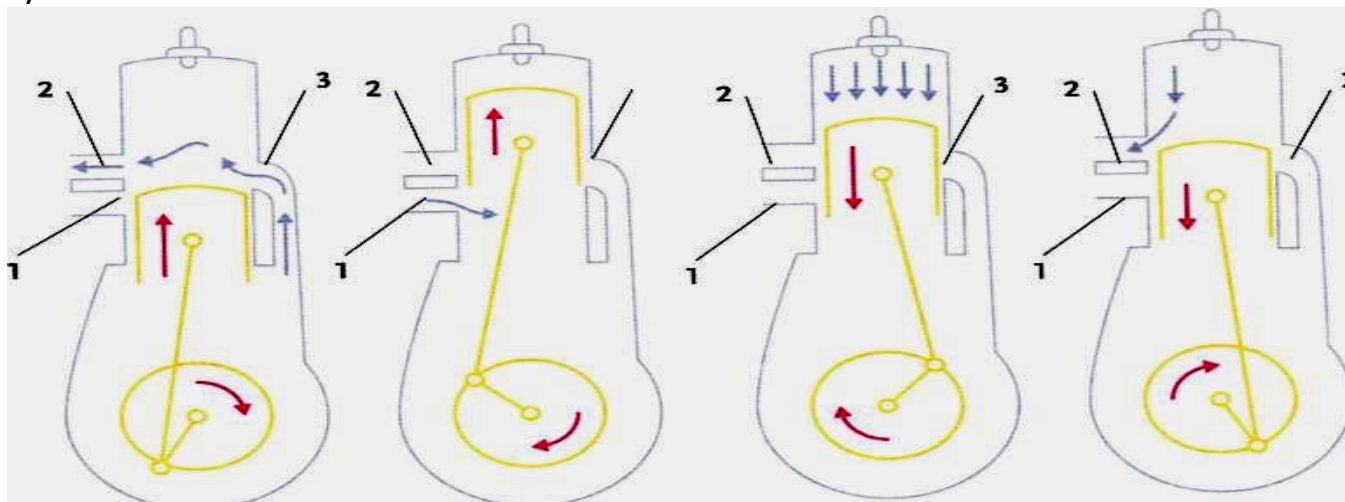
Rys. 9.8. Ostatnia faza



Podczas suwu tłoka od dolnego martwego położenia do górnego martwego położenia wytwarza się podciśnienie w komorze skrzyni korbowej. Wytworzone podciśnienie wywołuje dopływ mieszanki do skrzyni korbowej, który odbywa się kanałem dolotowym znajdującym się w ścianie cylindra. Mieszanka paliwowo-powietrzna jest przygotowana w gaźniku.

Nad tłokiem w tym samym suwie następuje sprężanie mieszanki zassanej w poprzednim cyklu pracy. Zapłon mieszanki od iskry elektrycznej następuje w końcowej fazie suwu sprężania, przed dojściem tłoka do górnego martwego położenia. Powstałe gazy spalinowe przesuwają tłok od górnego martwego położenia do dolnego martwego położenia, przez co następuje **suw pracy**. Ruch tłoka ku dołowi zamyka otwór kanału dolotowego, a jego dalszy ruch powoduje wstępne sprężenie mieszanki w skrzyni korbowej. Końcowa faza suwu sprawia, że górna krawędź tłoka odsłania otwór kanału wylotowego i spaliny uchodzą na zewnątrz. Mieszanka paliwowo-powietrzna sprężona w skrzyni korbowej przepływa do cylindra, wypełnia go i wypycha resztki gazów spalinowych do kanału wylotowego, przez co wówczas następuje **przeplukiwanie cylindra**. Po przekroczeniu dolnego martwego położenia (DMP) następuje suw sprężania, co jest spowodowane ruchem tłoka wymuszającym zamknięcie kanałów przelotowego i wylotowego. Podczas gdy dolna krawędź tłoka odsłania kanał dolotowy, do skrzyni korbowej napływa kolejna, nowa porcja mieszanki paliwowo-powietrznej z gaźnika i cykl się powtarza.

Wadą silników dwusuwowych jest duża toksyczność gazów spalinowych, które powstają w wyniku nieprawidłowego spalania mieszanki paliwowej. Zaletami tego rozwiązania są prosta konstrukcja i mała masa, która przypada na jednostkę mocy.



Ryc. 9.5. Pierwsza faza

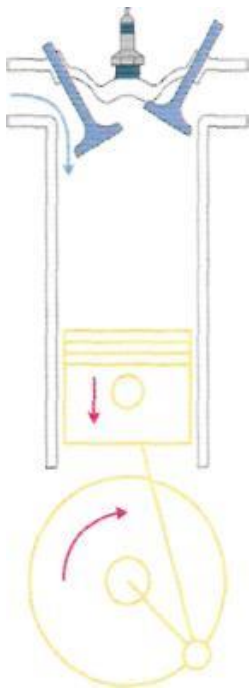
Ryc. 9.6. Druga faza

Ryc. 9.7. Zapłon paliwa

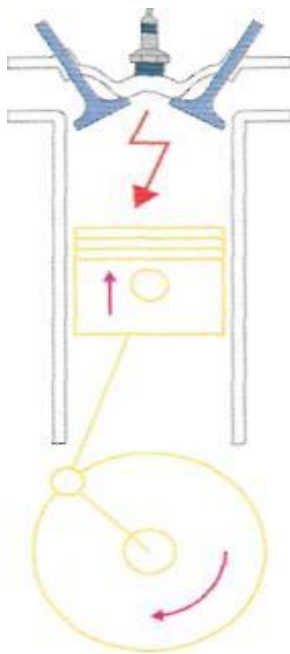
Ryc. 9.8. Ostatnia faza



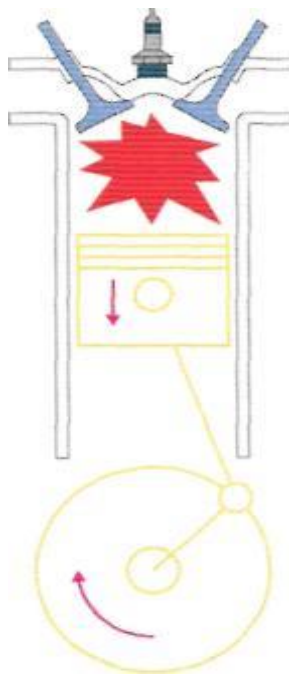
W samochodach osobowych i osobowo-towarowych powszechnie stosuje się **silniki czterosuwowe** (ryc. 9.9) z zapłonem iskrowym. Cykl pracy w tych silnikach obejmuje cztery suwy tłoka: **dolot, sprężanie, pracę** oraz **wylot**. Różnica w działaniu silników dwusuwowych i czterosuwowych polega na tym, iż w czterosuwowych kanały dolotowe i wylotowe oraz świeca zapłonowa silników są wprowadzane bezpośrednio do komory spalania.



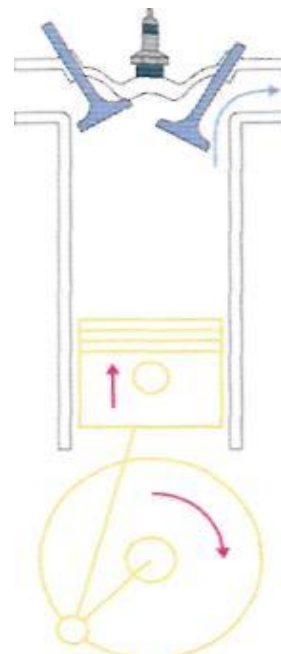
pierwszy suw dolotu
(napełnianie, ssanie)



drugi suw sprężania



trzeci suw pracy
(roboczy)



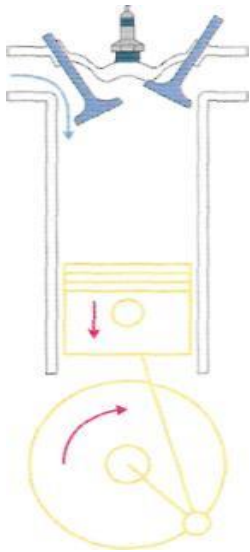
czwarty suw wylotu (wydech)



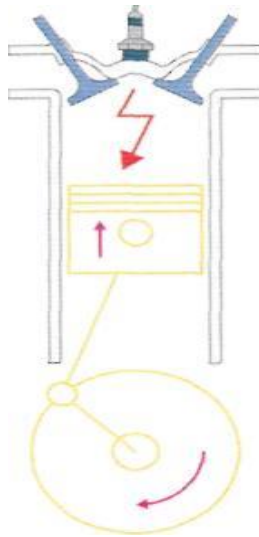
Mieszanka paliwowo - powietrzna napływająca z gaźnika przez otwarty zawór dolotowy jest zasysana do cylindra podczas suwu dolotu, gdy tłok przemieszcza się od górnego martwego położenia do dolnego (od GMP do DMP). Po przejściu tłoka przez DMP następuje zamknięcie zaworu dolotowego, a tłok przemieszcza się do GMP i spręża mieszankę, która wypełnia cylinder. Wtedy to następuje suw sprężania i trwa do czasu dojścia tłoka do GMP. Między elektrodami świecy zapłonowej (umieszczonej w głowicy), przed dojściem tłoka do górnego martwego położenia, przeskakuje iskra elektryczna, która zapala mieszankę.

W momencie zapłonu temperatura wynosi $1800-2500^{\circ}\text{C}$, a ciśnienie gazów wzrasta do $4-6\text{ MPa}$. Gazy spalinowe gwałtownie rozprężają się i przemieszczają tłok od GMP do DMP - przez co powstaje suw pracy. Suw pracy we wszystkich silnikach spalinowych jest jedynym źródłem energii mechanicznej. Po przejściu przez dolny martwy poziom następuje suw wylotu, w którym ciśnienie gazów spalinowych (w momencie otwarcia zaworu wylotowego) wynosi $0,3-0,5\text{ MPa}$, przy temperaturze $1000-1400^{\circ}\text{C}$. Przemieszczający się przez otwarty zawór do GMP tłok

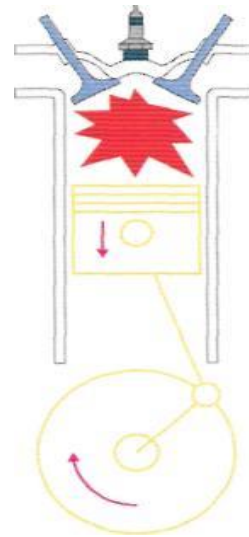
wypycha gazy spalinowe do przewodu wylotowego. W momencie dojścia tłoka do GMP zawór wylotowy się zamyka, natomiast dalszy ciąg ruchu tłoka jest związany z suwem dolotu i cykl się powtarza.



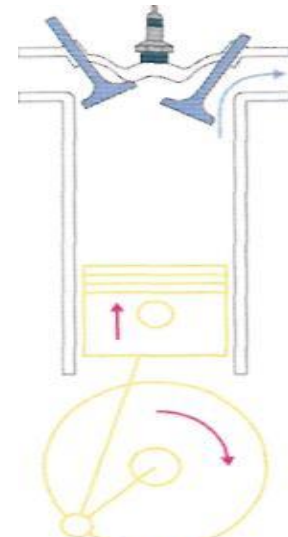
pierwszy suw dolotu
(napełnianie, ssanie)



drugi suw
sprężania



trzeci suw pracy
(roboczy)



czwarty suw
wylotu (wydech)



Inną zasadę działania i budowę mogą mieć silniki czterosuwowe. Wtryskiwacze paliwa znajdują się w miejscu świec zapłonowych, a do cylindra jest zasysane tylko powietrze. W cylindrze podczas suwu sprężania następuje wzrost temperatury do około 600°C i ciśnienia do 3,0-4,5 MPa. W końcowej fazie suwu sprężania wtryskiwacz podaje do gorącego powietrza rozpylone paliwo pod ciśnieniem około 20 MPa. Wymieszane z powietrzem opary paliwa tworzą mieszanę zapalającą się samoczynnie, natomiast przebieg pozostałych suwów jest identyczny jak w silniku czterosuwowym z zapłonem iskrowym.

Czterosuwowe silniki z samoczynnym zapłonem znalazły w rolnictwie szerokie zastosowanie jako źródło napędu ciągników, urządzeń rolniczych i maszyn.



9.2.2. Mechanizmy przenoszące napęd

Tradycyjny układ przeniesienia napędu ciągnika rolniczego obejmuje:

- **sprzęgło główne**, które łączy i rozłącza płynnie silnik z pozostałymi elementami ciągnika;
- **skrzynię przekładniową**, która umożliwia zmianę prędkości jazdy, pracę ciągnika na postoju oraz jazdę do tyłu;
- **reduktor**, który wzmacnia moment obrotowy;
- **rewersor**, który umożliwia dostosowanie prędkości jazdy do warunków zmiennego obciążenia i rodzaju wykonywanej czynności;
- **tylny most napędowy**, który dostosowuje prędkość pojazdu do prędkości wykonywania prac rolniczych, umożliwia jazdę po nierównym terenie po łukach (składa się on z przekładni głównej, mechanizmu różnicowego, zwolnic).

Nowoczesne konstrukcyjne rozwiązania przeniesienia napędu wykorzystują napędy gazowe, hydrauliczne, elektryczne z elementami automatyki i sterowaniem komputerowym. Skomplikowany tradycyjny układ przeniesienia napędu jest zastępowany już elementami sterowania, np. czujnikami, komputerami oraz elementami wykonawczymi połączonymi przewodami. Układy te pozwalają na precyzyjną regulację, stwarzają komfort obsługi operatorowi, są jednak bardzo drogie, wymagają szczegółowej obsługi i bezwzględneho przestrzegania zasad, np. wykonywania przeglądów technicznych, systematycznego podnoszenia kwalifikacji operatora czy rolnika i wysokiej kultury technicznej obsługującego itp.



Sprzęgło

Sprzęgło jest mechanizmem służącym do płynnego łączenia i rozłączania napędu, który jest przekazywany z silnika na pozostałe mechanizmy napędowe ciągnika rolniczego. Płynne włączenie sprzęgła umożliwia łagodne ruszanie pojazdu z miejsca, jazdę bez szarpnięć, łagodną zmianę biegów, stopniowe zwiększanie obciążenia zespołów napędowych oraz stanowi ochronę zespołów napędowych przed ich nadmiernym obciążeniem spowodowanym przez siły działające poza pojazd.

Sprzęgła w zależności od zasady działania dzieli się na:

- **sprzęgła hydrokinetyczne**, które przenoszą moment obrotowy za pomocą cieczy;
- **sprzęgła cierne (nazywane także tarczowymi)**, które wykorzystują siłę tarcia (powstającą na tarczy czarnej) do przeniesienia momentu obrotowego.

Sprzęgła w zależności od liczby tarcz dzieli się na:

- sprzęgła cierne jednotarczowe;
- sprzęgła cierne wielotarczowe.

W ciągnikach rolniczych małej mocy stosuje się **sprzęgła cierne wielotarczowe dwustopniowe**, mające dwie niezależnie działające tarcze sprzęgłowe, umożliwiające przekazywanie napędu na dwa różne odbiorniki mocy - koła napędowe i wał odbioru mocy (WOM). Tarcza cierna przednia jest osadzona na wale sprzęgłowym napędu skrzyni przekładniowej. Tarcza cierna tylna jest osadzona na tulei sprzęgłowej napędu wału odbioru mocy (WOM). Włączenie takiego sprzęgła polega na samoczynnym zaciśnięciu tarcz ciernych między tarczami dociskowymi a kołem zamachowym. Sprzęgło jest zatem sprzęgłem zamkniętym i automatycznie pozostaje w stanie włączenia. Rozłączenie następuje natomiast przez działanie siły zewnętrznej na zespół dźwigni wyłączających siłę operatora przez zwolnienie nacisku sprężyn na tarczę dociskową. Zwalnianie nacisku na pedał, czyli włączanie sprzęgła najpierw uruchamia tarczę drugiego stopnia, a następnie stopnia pierwszego. Kolejność odwrotna włączania sprzęgła ma znaczenie dla współpracy ciągnika z maszyną. Najpierw bowiem włączany jest napęd na maszynę roboczą, później napęd na koła napędowe pojazdu.

W ciągnikach rolniczych o dużej mocy stosuje się **sprzęgła hydrokinetyczne**, które są zbudowane z pompy, turbiny i obudowy. Właściwa eksploatacja sprzęgła zapewnia jego długotrwałą pracę, umożliwia pełne wykorzystanie mocy silnika. Obsługowe czynności sprzęgła powinny zapewnić najlepszą współpracę tarczy czarnej i dociskowej.

Aby utrzymać dobry stan techniczny sprzęgła:

- należy powoli włączać sprzęgło w celu łagodnego połączenia elementów ciernych, a puszczać w sposób energiczny;
- w czasie jazdy nie wolno trzymać nogi na pedale sprzęgła, ponieważ powoduje to stałe minimalne ślizganie się tarcz, co zwiększa ich zużycie;
- należy okresowo sprawdzać i regulować jałowy ruch pedału sprzęgła;
- trzeba prawidłowo smarować elementy sprzęgła, np. wał dźwigni wyciskowej, łożysko oporowe;
- należy przeprowadzać okresowe kontrole i regulacje;
- trzeba stosować się do zaleceń zawartych w instrukcji obsługi.



Skrzynie przekładniowe

Dzięki zastosowaniu skrzyni przekładniowych możliwe jest wykorzystanie siły uciągu ciągników. Skrzynie przekładniowe stanowią złożone mechanizmy, które umożliwiają zmianę zakresów prędkości jazdy ciągnika i siły uciągu do optymalnych obrotów silnika pozwalających na ekonomiczne wykorzystanie jego mocy. Jazda ciągnikiem do tyłu jest możliwa także dzięki działaniu skrzyni przekładniowej. **Przekładnie dzieli się na mechaniczne i hydrauliczne, a przekładnie mechaniczne na zębate i cierne.**

W pojazdach rolniczych najczęściej stosuje się przekładnie zębate, które z kolei dzieli się na przekładnie z kołami zębatymi przesuwными, z kołami stale zazębiającymi się i przekładnie planetarne o wirujących osiach obrotu.

Podstawowymi elementami skrzyni biegów są: wałek sprzęgłowy, wałek pośredni, wałek główny, koło biegu wstecznego, wodzik z widełkami, prowadnice i dźwignia zmiany biegów. Zmiana biegów może następować w sposób mechaniczny lub automatyczny z kabiny operatora.

Skrzynie mechaniczne z przekładniami zębatymi (o **kołach zębatych przesuwnych**) są stosowane w ciągnikach o małej mocy i prostych konstrukcjach, wymagają też od operatora zsynchronizowania ich prędkości obrotowej. Elementy łączone obracają się z różną prędkością, a ich połączenie powoduje uderzenie zębów przekładni o siebie, to wywołuje charakterystyczny hałas (tzw. zgrzyt).

Przekładnie z kołami zębatymi stale zazęzionymi są wyposażane w synchronizatory. Synchronizator, przez jego stożkowe powierzchnie cierne, mechanicznie wyrównuje prędkości obrotowe łączonych elementów przekładni. W samochodach i nowoczesnych ciągnikach rolniczych stosowane są już zsynchronizowane skrzynie, a ich włączenie polega na zazębieniu się ze sobą odpowiednich par kół zębatych poszczególnych wałków. Wałek sprzęgła z kołami zębatymi, stale zazęzionymi z wałkiem pośrednim, napędza działanie wałka pośredniego. W celu przeniesienia napędu na bieg pierwszy należy zazębnić koło biegu pierwszego na wałku głównym z odpowiednim kołem zębatym na wałku pośrednim - uzyskuje się w ten sposób odpowiednie przełożenie przekładni. Włączenie każdego następnego biegu działa na takiej samej zasadzie. W celu zapewnienia prawidłowego zazębiania się kół i uniemożliwienia włączania dwóch biegów jednocześnie (co prowadzi do uszkodzenia przekładni), skrzynie biegów wyposaża się w rygle i urządzenia blokujące oraz w sprzężyste zatraski, które ustalają położenie wodzików w miejscach uzyskiwania przełożenia.

W przekładniach z kołami stale zazęzionymi są one osadzone luźno na wale głównym i zazębiają się z kołami na wałku pośrednim, a do przeniesienia momentu obrotowego służą sprzęgła zębate przesuwne. Włączenie wybranego biegu następuje po odpowiednim przesunięciu sprzęgła zębatego po wielowypustach głównego wału i zazębieniu z luźno osadzonym kołem zębatym. W tym przypadku stosuje się synchronizator w celu wyrównania różnicy prędkości, ponieważ podczas połączeń zazębnień pojawia się duża różnica w obrotowych prędkościach obracającego się luźno osadzonego koła zębatego.

Przekładnie planetarne, nazywane wzmacniaczami momentu obrotowego, umieszcza się między głównym sprzęgłem a skrzynią przekładniową. Przekładnie planetarne umożliwiają zmianę przełożenia podczas pracy ciągnika przy chwilowo zwiększonym oporze roboczym. Przekładnie te mogą być stosowane w ciągnikach o mocy silnika powyżej 30 kW, ale w praktyce występują w jednostkach o większej mocy.

Przekładnie planetarne zestawione w zespół tworzą automatyczną skrzynię biegów, umożliwiającą automatyzację przełożeń pod obciążeniem. W takich przypadkach stosuje się sprzęgła hydrokinetyczne lub przekładnie hydrokinetyczne, które od sprzęgieł różnią się dodatkowym elementem umieszczonym między turbiną a pompą, zwanym **kierownicą**. Dzięki temu jest możliwe sprawne, elastyczne ruszanie z miejsca i przełączanie biegów.



Reduktor

Ciągnikiem rolniczym wykonuje się bardzo różne prace polowe, wymaga to zastosowania bardzo różnych prędkości jazdy i dużej liczby przełożeń. Dlatego też skrzynie przekładniowe są wspomagane dwiema dodatkowymi parami kół zębatych, które zwiększają dwukrotnie liczbę przełożeń i prędkość jazdy. W skrzyniach biegów, zwykle o pięciu przełożeniach, w celu zwiększenia liczby przełożeń i małych prędkości jazdy (zwanych biegami pełzającymi) stosuje się przekładnie dwustopniowe (rzadziej trzystopniowe, w ciężkich ciągnikach) połączone szeregowo ze skrzynią biegów, zwane **reduktorami, czyli przekładnią zwalniającą**.



Rewersor

Nowoczesne ciągniki rolnicze są wyposażane w tzw. **rewersory**, których działanie polega na przeniesieniu biegu wstecznego ze skrzyni biegów do skrzyni reduktora, co powoduje, iż całkowita liczba przełożeń ciągnika jest równa iloczynowi przełożeń każdego z zespołów (skrzynia • reduktor). Liczba biegów wstecznych poza tym jest równa liczbie biegów do przodu.



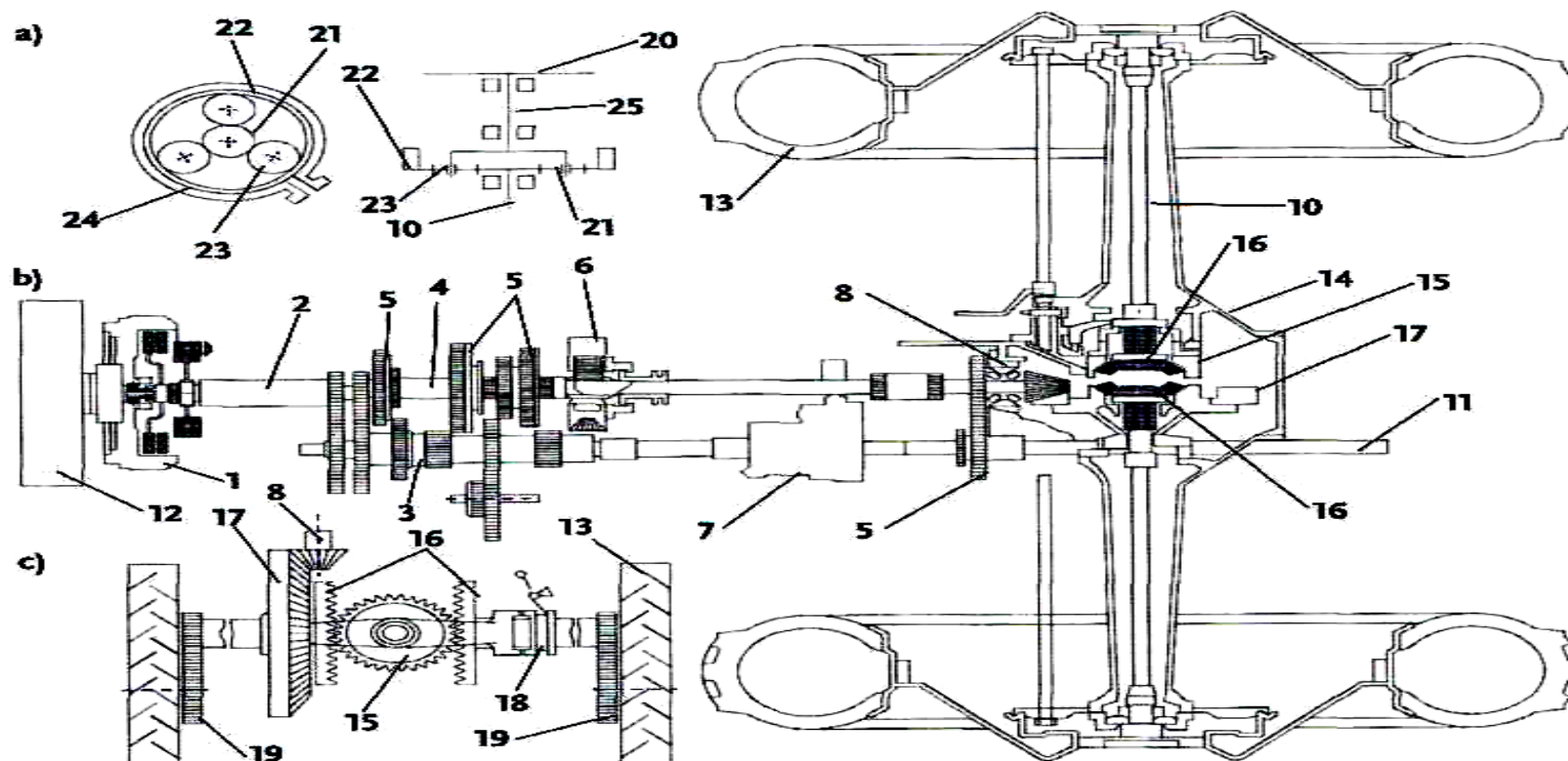
Wzmacniacz momentu obrotowego

Ciągniki rolnicze o większej mocy - powyżej 30 kW - są wyposażane we wzmacniacze momentu obrotowego multi Power, czyli tzw. dwubiegowe przekładnie planetarne. Ciągniki rolnicze, które wykonują prace polowe przy bardzo małych prędkościach roboczych, ale pod dużym obciążeniem agregatu (bez wyłączania sprzęgła) wymagają zastosowania wzmacniacza. Tradycyjna zmiana biegu powodowałaby zatrzymanie pracy agregatu. Wzmacniacze pozwalają na dostosowanie prędkości jazdy w czasie pracy w warunkach zmiennego obciążenia agregatu. Należy pamiętać, iż obsługa skrzyń przekładniowych i reduktorów ogranicza się do okresowej kontroli stanu oleju i jego wymiany zgodnie z zaleceniami w instrukcji obsługi.



Mosty napędowe

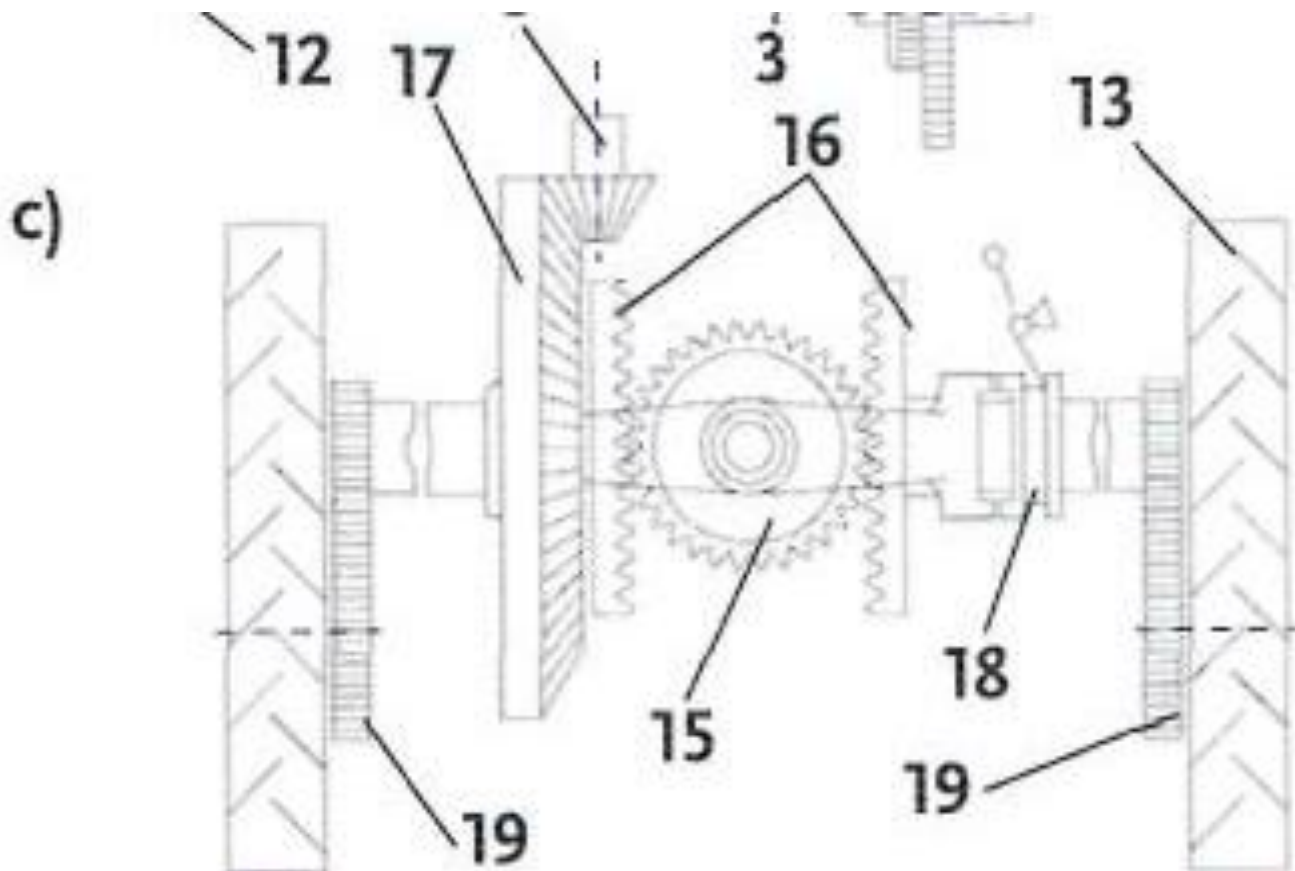
Mechanizmy przenoszące napęd ze skrzyni biegów (reduktora) na koła napędowe ciągnika rolniczego to **mosty napędowe** (rys. 9.10). Podstawowe elementy mostu to: przekładnia główna, mechanizm różnicowy z blokadą oraz zwolnice, czyli przekładnie boczne. Ciągniki rolnicze o większej mocy są wyposażone w dwa mosty napędowe - przedni i tylny. Zasady działania mostów przedniego i tylnego są analogiczne.



Ryc. 9.10. Schemat układu napędowego ciągnika: a) schemat ogólny, b) schemat zwolnicy planetarnej, c) schemat tylnego mostu:
1 - sprzęgło, 2 - wałek napędu skrzyni z tuleją napędu WOM, 3 - wałek pośredni, 4 - wałek główny, 5 - koło przesuwne, 6 - reduktor planetarny, 7 - pompa podnośnikowa, 8 - wałek atakujący, 9 - koło satelitów, 10 - półoś, 11 - wał odbioru mocy ciągnika WOM, 12 - silnik, 13 - koło jezdne napędzane, 14 - tylny most, 15 - mechanizm różnicowy, 16 - koło koronowe, 17 - koło talerzowe, 18 - blokada mechanizmu różnicowego, 19 - zwolnice, 20 - tarcza koła jezdne, 21 - koło słoneczne, 22 - koło pierścieniowe, 23 - satelita, 24 - obudowa zwolnicy planetarnej, 25 - półoś koła napędowego

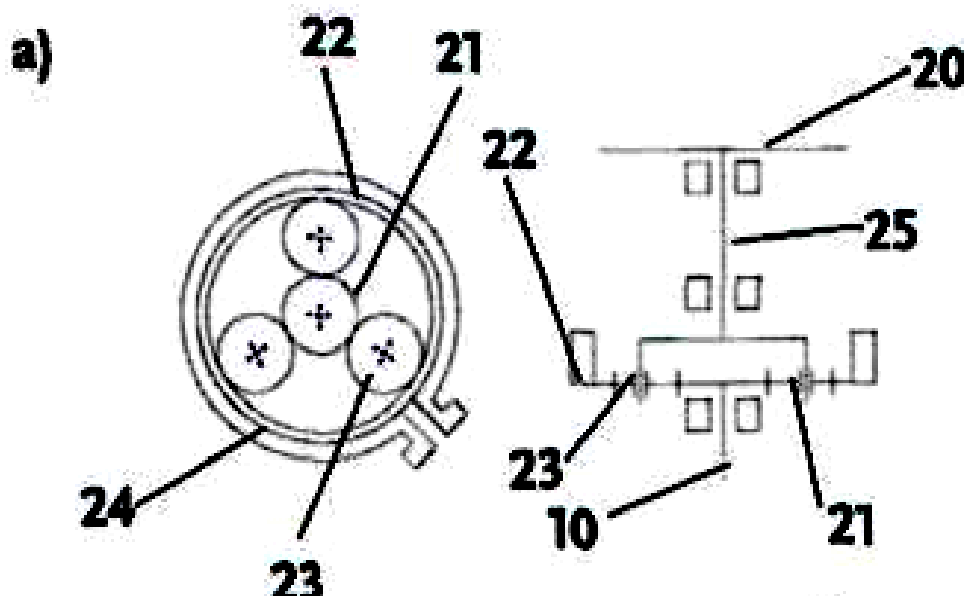


Przednie mosty napędowe są wyposażane w sprzęgła zębate, przeciążeniowe, jednokierunkowe, umożliwiające pracę automatyczną przedniego mostu. Sprzęgła są włączane podczas jazdy na wprost i różnicy prędkości obrotowej kół napędowych, natomiast podczas skrętu nie dopuszczają do przenoszenia napędu.





Przekładnie boczne - zwolnice - są przekładniami zwalniającymi, przekazującymi napęd z półosi na koła ciągnika. Zwolnice mogą stanowić przekładnie czołowe kół zębatach lub przekładnie planetarne, które są umieszczone w pobliżu kół napędowych. Prosta zwolnica składa się z osadzonego na półosi tylnego mostu - koła małego - i osadzonego na osi koła napędowego - koła dużego.



Schemat układu napędowego ciągnika: a) schemat ogólny zwolnicy planetarnej, 10 - półoś, 20 - tarcza koła jezdnego, 21 - koło słoneczne, 22 - koło pierścieniowe, 23 - satelita, 24 - obudowa zwolnicy planetarnej, 25 - półoś koła napędowego



Obsługa skrzyni przekładniowej i mostu tylnego obejmuje kontrolę poziomu i okresową wymianę oleju przekładniowego. Mechanizmy współpracujące w skrzyni przekładniowej i moście tylnym smaruje się olejem. Poziom oleju powinien być utrzymywany w pobliżu górnej rysy na prętowym wskaźniku wkręcanym w obudowę skrzyni. Układy hydrauliki zewnętrznej i podnośnika są zasilane tym samym olejem.

Układ zawieszenia elastycznie łączy układ jezdny z nadwoziem, aby zapewnić dobre warunki pracy operatorowi podczas przewozu pasażerów oraz ładunków.

Konstrukcja ciągników rolniczych tworzy tzw. **podwozie samonośne**, które stanowi sztywne połączenie poszczególnych elementów od silnika do koła jezdnego. Elastyczne mogą być tylko przednie zawieszenia, ponieważ oś przednia jest amortyzowana sprężynami. Nowe konstrukcje ciągników mają (jako element nośny) ramę umożliwiającą mocowanie dodatkowego wyposażenia ciągnika, co zwiększa uniwersalność jego zastosowania.



9.2.3. Mechanizmy jezdne Koła i gąsienice

Kołowy mechanizm jezdny tworzą koła napędowe i koła napędzane. Ciągniki z mechanizmem kołowym mogą mieć dwa lub cztery koła napędowe. W klasycznym układzie kołami napędowymi są dwa tylne koła o większej średnicy i szerokości od kół skrętnych przednich, połączonych z układem kierowania ciągnikiem. Symbolem 4K2 oznacza się małe ciągniki rolnicze z napędem na tylne koła, w których przednie koła są mniejsze i skrętne, natomiast symbolem 4K4 oznacza się 4-kołowe ciągniki, w których 4 koła są napędowe.

Elementy składowe koła jezdnego to tarcza, obręcz, dętka i opona. Tarcza jest mocowana śrubami do piasty koła, a na niej jest osadzona obręcz, na którą zakłada się dętkę z oponą. **Mocowanie kół umożliwia zmianę ich ustawienia.** W ten sposób rozstaw kół ciągnika dostosowuje się do pracy w różnych międzyrzędziach roślin. W ciągnikach z napędem na jedną oś rozstawienie przednich kół reguluje się przez zmianę długości osi, a tylnych kół - dzięki zmianie wzajemnego ustawienia tarczy obręczy. W ciągnikach z napędem na obie osie rozstawienie przednich kół zmienia się podobnie jak tylnych - przez zmianę ułożenia obręczy w stosunku do tarczy koła. Opona z dętką jest elastycznym elementem koła, który amortyzuje nierówności nawierzchni podczas jazdy ciągnika. Zewnętrzną jej część stykającą się z podłożem nazywa się **bieżnikiem**.

Wymiary opony ciągnikowej są podawane w calach, co zaznacza się na bocznej ścianie opony za pomocą trzech liczb: szerokość / wysokość - średnica wewnętrzna, np. 11,2/15-28, lecz można też zastosować uproszczony zapis: 11,2-28.

Opona koła napędowego, która przenosi siłę napędową z koła na podłoże, ma bieżnik ze skośnymi żebrowymi wystęgami. Dzięki temu jest możliwe zagłębianie bieżnika w podłoże, co zwiększa przyczepność kół i powoduje przeniesienie na nie większej siły napędowej.

Bieżniki ciągnikowych opon napędowych są wyposażone w ostrogi tworzące jodełkę w celu zwiększenia przyczepności do podłoża. W zależności od wilgotności gleby należy je odpowiednio założyć na koła ciągnika rolniczego, zgodnie z zaleceniami producenta i oznaczeniem na oponie. Kształt bieżnika, duża średnica i szerokość opony powodują zwiększenie powierzchni styku opony z glebą, umożliwiają też wcześniejsze rozpoczęcie prac polowych na wiosnę lub pracę na plantacjach bez wyrządzania szkód. W ogumieniu koła jest utrzymywane niskie ciśnienie powietrza - około 0,1 MPa. Należy więc codziennie kontrolować ciśnienie powietrza w ogumieniu, ponieważ zbyt niskie lub zbyt wysokie powoduje szybsze zużycie opon. Ponadto opony trzeba chronić przed działaniem smarów, olejów i słońca, natomiast w czasie dłuższych przerw w pracy ciągnika warto zmniejszyć w ogumieniu ciśnienie powietrza, a pojazd postawić na klockach. Zwiększenie siły uciągu ciągnika rolniczego -nawet do 30% - uzyskuje się dzięki zastosowaniu kół bliźniaczych¹³, drabinkowych lub obciążników.

Konstrukcja ciągnika umożliwia przystosowanie go do prac międzyrzędowych oraz dostosowanie rozstawu kół do szerokości międzyrzędzi uprawianych roślin. Rozstaw kół przednich uzyskuje się przez ich rozsuniecie w granicach szerokości koła tylnego, zwykle 1350 mm, 1500 mm i 1750 mm.



Ciągniki typu gąsienicowego lub półgąsienicowego stosuje się w rolnictwie ze względu na dobrą przyczepność oraz małe naciski jednostkowe na podłoże. Niedogodnością używania tego typu ciągników są jednak stosunkowo wysoki koszt eksploatacji oraz zakaz poruszania się po drogach utwardzonych ze względu na niszczenie ich na powierzchni. Wadę tę można zredukować przez zastosowanie specjalnych gumowych nakładek na ogniwa gąsienic lub wykonanie gąsienic z kompozytowej gumy. Nowoczesne gąsienice są wykonywane właśnie z gumy lub z innego elastycznego materiału o dużej wytrzymałości mechanicznej. Cały czas są jednak produkowane także gąsienice stalowe. Układy jezdne ciągnika gąsienicowego i ciągnika półgąsienicowego składają się z zamkniętej taśmy gąsienicowej, która opasuje koła nośne. W większości konstrukcji spotyka się osobne koło napędzające i koło kierunkowe. Dodatkowo mogą być stosowane rolki podtrzymujące i koło (rolka) napinające. Cały układ jest połączony z pojazdem za pomocą zawieszenia, którego elastyczność osiąga się przez resorowanie kół nośnych. Pojazd wyposażony w bieżny układ gąsienicowy przemieszcza się dzięki obrotom koła napędzającego, zazębiającego się z taśmą gąsienicy. Część gąsienicy będąca nad kołami pojazdu porusza się w kierunku ruchu pojazdu. Część dolna natomiast porusza się po podłożu, tworząc utwardzony tor dla przemieszczających się po niej kół nośnych z całym pojazdem.

Układ przeniesienia napędu ciągnika gąsienicowego jest bardzo podobny do układu napędowego ciągnika kołowego. Tylony most nie zawiera mechanizmu różnicowego, a sprzęgła boczne pozwalają na poruszanie się gąsienic z różną prędkością.

Gąsienice bardzo dobrze sprawdzają się w cięższych ciągnikach podczas prac na glebach podmokłych oraz prac melioracyjnych i leśnych. Obsługa mechanizmów gąsienicowych ogranicza się do regularnego czyszczenia, mycia, napinania gąsienic oraz smarowania łożysk. Gąsienic nie smaruje się, ponieważ smar zmieszany z glebą przyspiesza zużycie pracujących części.

Ciągniki półgąsienicowe opierają się na idei ciągnika kołowego, lecz zamiast kół na jednej osi stosuje się specjalne gąsienicowe wózki. Ciągniki takie łączą zalety ciągników gąsienicowych i kołowych.

Podział gąsienicowych mechanizmów jezdnych ciągników rolniczych;

Układ jezdny sztywny - daje równomierny nacisk gąsienicy na podłoże, zalecany do prac polowych.

Układ jezdny elastyczny - jest przystosowany do pokonywania nierówności terenu.

Układ jezdny ciągnika półgąsienicowego - układ jezdny ciągników quadtrac, wózki gąsienicowe.

Prześwit, czyli odległość najniższego punktu podwozia do podłoża, jest ważnym parametrem ciągnika rolniczego, ponieważ ma to znaczenie w czasie zbioru plonów oraz podczas pracy ciągnika w uprawach międzyrzędowych. W uniwersalnych ciągnikach rolniczych można zmieniać prześwit w niewielkim zakresie, natomiast w ciągnikach przystosowanych do wykonywania specjalistycznych prac zmienia się je w szerokim zakresie, są to tzw. ciągniki szcudłowe.



9.2.4. Mechanizm kierowania

Do prowadzenia pojazdów w czasie pracy i transportu wykorzystuje się mechanizm umożliwiający zmianę kierunku jazdy.

W ciągnikach kołowych i półgąsienicowych kierunek jazdy zmienia się za pomocą **przednich skrętnych kół jezdnych**, które są sterowane zespołem elementów zwanym **układem kierowniczym**.

W kołowych ciągnikach układ kierowniczy składa się z następujących elementów:

- koła kierownicy,
- kolumny kierowniczej,
- przekładni kierowniczej,
- drążka podłużnego,
- ramienia zwrotnicy,
- zwrotnicy.

Podczas wykonywania skrętu obroty koła kierownicy są przenoszone przez kolumnę do przekładni kierowniczej typu śrubowego. Obrót gwintowanej części wału kierowniczej kolumny powoduje przesunięcie nakrętki i obrócenie ramienia przekładni. Drążek podłużny przekazuje ruch ramienia przekładni na ramię zwrotnicy, a następnie na oś koła jezdnego.

W układach kierowniczych z pojedynczym drążkiem podłużnym zwrotnice kół są połączone drążkiem poprzecznym. Ciężkie ciągniki mają hydrostatyczny układ kierowniczy, który zmniejsza opory skręcania kół. Blok rozdzielacza rotacyjnego (orbitrol), umieszczony na końcu kolumny kierowniczej, steruje pracą siłownika hydraulicznego połączonego z drążkiem poprzecznym.

Łatwość kierowania ciągnikiem w dużym stopniu zależy od prawidłowego ustawienia kół przednich. Podczas skrętu pojazdu wszystkie jego koła muszą toczyć się po łukach o wspólnym środku obrotu. **Aby zapewnić łatwe prowadzenie pojazdu w czasie jazdy na wprost, podczas skręcania i wychodzenia z zakrętu, należy ustawić odpowiednio koła przedniej osi ciągnika i uwzględnić:**

- pochylenie koła i sworznia zwrotnicy,
- wyprzedzenie sworznia zwrotnicy,
- zbieżność kół.

Odpowiednie ustawienie kół ułatwia takie manewry, jak utrzymanie prostoliniowego toru jazdy, powrotu po skręcie kół do jazdy na wprost oraz zmniejszenie promienia skrętu. Zbieżność kół eliminuje luzy, które pojawiają się w układzie kierowniczym, i zapobiega trzepotaniu się kół. Zbieżność powinna być sprawdzana i regulowana.



Przekładnia kierownicza może być **stożkowa, ślimakowa lub śrubowa**. Są to przekładnie mechaniczne, w których podczas wykonywania skrętu występują duże opory. Opory te zależą od obciążenia kół skręcających i rodzaju podłoża. Prowadzenie ciągnika po polu wymaga pokonania zdecydowanie większych oporów niż jazda po drodze utwardzonej. W celu zmniejszenia oporów, trudnych do pokonania dla operatora, ciężkie ciągniki są wyposażane we wspomagające mechanizmy hydrauliczne. Dzięki wspomaganiu siła, jaką przykładają operator do koła kierownicy, nie jest wykorzystywana do pokonania oporów skrętu kół, lecz służy do uruchomienia pneumatycznego lub hydraulicznego układu sterującego siłownikiem, który działa na drążek podłużny lub bezpośrednio na drążek poprzeczny układu zwrotniczego. Układy wspomagające kierują strumień oleju pod ciśnieniem do odpowiedniej części cylindra, lewej lub prawej, pod wpływem obrotów kierownicą. Przekładnia stanowi pewnego rodzaju rozdzielacz oleju z zaworem dławiącym, który umożliwia szybką lub powolną reakcję kierowanego koła.

Zmiana kierunku jazdy ciągników gąsienicowych polega na różnej prędkości gąsienic. Podczas jazdy na wprost układ przeniesienia napędu jednakowo napędza gąsienice, zastosowanie zaś sprzęgieł bocznych różnicuje prędkość jazdy. Podczas skrętu w lewo, wystarczy wyłączyć napęd lewego sprzęgła - napęd będzie przenoszony prawą stroną i spowoduje skręt ciągnika. Hamowanie lewą stroną, zmniejsza promień skrętu ciągnika.

Podstawowa obsługa układów kierowniczych polega na:

- kontroli stanu technicznego,
- sprawdzaniu oraz regulacji ustawień i luzów kół,
- smarowaniu mechanizmów układu,
- sprawdzeniu poziomu oleju w układzie wspomagania i ewentualnym jego uzupełnianiu,
- dostosowaniu rozstawu kół i ewentualnie prześwitu do wymagań technologicznych. Po wykonaniu regulacji lub zmiany ustawień należy dokręcić połączenia śrubowe i zabezpieczyć przed samoczynnym odkręceniem.



9.2.5. Mechanizm hamowania

Niezbędnym mechanizmem do prowadzenia pojazdu jest układ hamulcowy. W ciągnikach rolniczych hamulce są stosowane tylko na tylnych kołach. Elementy hamowane mocuje bezpośrednio na półosiach tylnego mostu. Przepisy o ruchu drogowym nakładają obowiązek wyposażania pojazdu, w tym ciągnika rolniczego, w niezależne dwa układy hamulcowe. Zadaniem głównego układu hamulcowego jest zatrzymanie pojazdu lub zmniejszenie jego szybkości. Zadaniem pomocniczego układu hamulcowego, ręcznego, jest unieruchomienie pojazdu na pochyłości.

Układy hamulcowe składają się z dwóch mechanizmów:

- mechanizm hamulcowy;
- zespół uruchamiający mechanizm hamulcowy.

Mechanizmy hamulcowe:

- **taśmowy** - jest stosowany jako hamulec postojowy i wykorzystywany we wzmacniaczach momentu obrotowego;
- **szczękowy** - stosowany powszechnie mechanizm hamulcowy, skuteczny w działaniu, osiągający dużą siłę hamowania;
- **tarczowy** - stosowany w bardzo dużych pojazdach, nie tylko rolniczych;
- **klockowy** - stosowany ze względu na dużą skuteczność, łatwość kontroli i wymiany elementów ciernych w samochodach osobowych i motocyklach.

Mechanizmy uruchamiające hamulce:

- **mechaniczny** - przenosi siłę bez zmiany jej wartości z pedału hamulca na mechanizm hamulcowy, tworzony przez zespół dźwigni lub linek;
- **hydrauliczny** - środkiem przenoszącym siłę jest płyn hamulcowy, tworzy go układ hydrauliczny;
- **pneumatyczny** - środkiem przenoszącym siłę jest powietrze, tworzy go układ pneumatyczny.

W ciągnikach rolniczych najczęściej stosuje się hamulce szczękowe i tarczowe.

Aby zagwarantować zmniejszenie prędkości pojazdu lub jego zatrzymanie, układ hamulcowy musi zapewniać skuteczną zamianę energii kinetycznej pojazdu na energię cieplną. Efektywna siła hamowania powstaje w ciernym mechanizmie hamulcowym w wyniku działania siły operatora na uruchamiające układ elementy. Układ uruchamiający musi dostosować wielkość siły działania operatora do efektywnej siły hamowania, która pozwala na skuteczne działanie układu hamulcowego.



Praca **hamulca taśmowego** wykorzystywanego jako hamulec postojowy polega na zaciśnięciu stalowej taśmy z cierną okładziną na bębnie hamulcowym. Po zwolnieniu hamulca taśma jest odciągana od bębna sprężyną. Natomiast **hamulec szczękowy**, stosowany jako hamulec zasadniczy, jest zbudowany z bębna obrotowego i umieszczonych wewnątrz szczęk hamulcowych z okładzinami ciernymi. Pomędzy szczękami znajduje się krzywka rozpierająca, która jest połączona zespołem dźwigni z pedałem hamulca. Po naciśnięciu na pedał krzywka wykonuje obrót i rozpieiera szczęki, a następnie dociska je do obracającego się bębna, co wywołuje zatrzymanie pojazdu lub zmniejszenie prędkości obrotowej.

Mechanizm **hamulcowy tarczowy** jest stosowany w ciężkich ciągnikach. Tworzą go dwie tarcze dociskowe, które mogą obracać się względem siebie i zaciskać cierne tarcze hamulcowe. Odmianą hamulca tarczowego jest hamulec klockowy. Tarcze hamulcowe są zaciskane przez cierne klocki hamulcowe. Hamulec ten jest rozpowszechniony w motocyklach i samochodach osobowych.

Ważnym elementem układu hamulcowego jest **zespół uruchamiający**. Ciągniki rolnicze lekkie są wyposażane w **mechaniczne układy uruchamiające** utworzone z zespołu dźwigni lub linek. Wadą mechanizmów uruchamiających jest konieczność użycia dużej siły do skutecznego i prawidłowego uruchomienia mechanizmu hamulcowego.

Układ hamulcowy hydrauliczny zamienia siłę działającą na pedał hamulcowy na działające w układzie ciśnienie płynu hamulcowego. Ciśnienie to rozchodzi się z jednakową wartością we wszystkich kierunkach. Pompa hamulcowa wytwarzająca określone ciśnienie, 5-10 MPa, zostaje uruchomiona naciskiem na pedał hamulca. Wytworzone ciśnienie działa na powierzchnię tłoczków w cylinderkach hamulcowych. W wyniku działania ciśnienia można uzyskać wystarczającą siłę hamowania, która rozpieiera szczęki lub dociska klocki do tarczy hamulcowej. Układ ten pozwala zwiększyć siłę hamowania przy użyciu małej siły nacisku na pedał hamulca. Układy te są powszechnie stosowane w ciągnikach i samochodach.

Układy hydrauliczne wymagają stałej kontroli szczelności i poziomu płynu hamulcowego. Skuteczność działania hamulców należy zawsze sprawdzić przed wyjazdem, ponieważ zapowietrzenie się układu jest przyczyną niewłaściwego ich działania. Powietrze ulega sprężeniu, a układ nie zapewnia skutecznego hamowania, wraz z upływem czasu pedał poddaje się pod wpływem nacisku. Przed przystąpieniem do odpowietrzania należy zawsze ustalić przyczynę zapowietrzenia. Często przyczyną nieskutecznego działania hamulców może być zaoliwienie bębnow, tarcz i okładzin ciernych, które zmniejszają współczynnik tarcia. Należy zwrócić uwagę na skok pedału hamulca (około 2 cm), przy większym skoku może nastąpić zużycie okładzin ciernych.



Ciągniki rolnicze są wykorzystywane do prac transportowych, ale masa ich przyczep z ładunkiem może znacznie przekraczać masę ciągnika. Do bezpiecznej pracy takiego zespołu jest potrzebna możliwość hamowania przyczepy, której hamulce są uruchamiane pneumatycznie. Zwykle stosuje się hamulce szczękowe. Ciągnik jest połączony z przyczepą przewodami pneumatycznymi, tłoczącymi powietrze o ciśnieniu 0,5-0,6 MPa. Z chwilą naciśnięcia na pedał hamulca rozpoczyna się jego działanie - w przewodzie łączącym ciągnik z przyczepą ciśnienie spada, a zawór sterujący przyczepy uruchamia hamulec - wykorzystuje do tego celu zapas powietrza znajdujący się w zbiorniku przyczepy. Gdy hamulec zostanie zwolniony, powietrze z ciągnika uzupełnia jego zapas w zbiorniku i hamowanie przyczepy przestaje działać. Taki mechanizm działania hamulców powoduje ich automatyczne włączenie w momencie samoczynnego odłączenia się przyczepy od ciągnika. Po podłączeniu przyczepy należy pamiętać, by sprawdzić prawidłowość działania hamulców, gdyż zespoły powinny równocześnie rozpoczynać działanie. Przed wyjazdem w trasę należy napęłnić zbiorniki powietrza w przyczepie.



9.3. Kołowe środki transportu

Powszechnie stosowanym kołowym środkiem transportu wewnętrznego są wózki ręczne. Ich cechą charakterystyczną jest mała wydajność - wymagają dużego nakładu siły fizycznej osoby obsługującej. Środki te są tanie w zakupie i eksploatacji, dlatego też powszechnie się je stosuje w gospodarstwach do przemieszczania pasz i produktów rolnych. Najczęściej stosuje się taczki jednokołowe i wózki dwu-, trzy- i czterokołowe, (ryc.9.11, 9.12)



Rys. 9.11. Taczka jednokołowa



Rys. 9.12. Wózek czterokołowy



Do przemieszczania większych ilości materiałów są wykorzystywane wózki samojezdne akumulatorowe i wózki napędzane silnikami spalinowymi (rys. 9.13, 9.14). Wózków widłowych używa się do przewozu materiałów umieszczonych na paletach, w skrzyniach paletowych lub dużych workach, tzw. big bagach o masie 500-1500 kg.



Rys. 9.13. Wózek widłowy ręczny



Rys. 9.14. Wózek widłowy paletowy elektryczny



Szeroki zakres konstrukcyjny przyczep rolniczych jest uzależniony od ich przeznaczenia. Jednym z kryteriów podziału przyczep jest liczba osi kół, dlatego też rozróżnia się **przyczepy dwuosiowe i jednoosiowe**.

W przyczepach dwuosiowych (rys. 9.15, 9.16) przednia oś jest umieszczona na obrotowym mechanizmie skrętu, natomiast oś tylna jest osadzona nieruchomo. Są to przyczepy minimalizujące promień skrętu. Na ramie (wyposażonej w urządzenia rozładunkowe lub nie) jest osadzona skrzynia ładunkowa. Najczęściej są to wywrotki z hydraulicznym podnoszeniem skrzyni ładunkowej na boki lub do tyłu oraz przyczepy samowyładowcze z przenośnikami podłogowymi, wykorzystywane głównie do transportu pasz objętościowych, takich jak: słoma, zielonka, siano, siewka z kukurydzy.



Rys. 9.15. Przyczepa dwuosiowa uniwersalna



Rys. 9.16. Przyczepa dwuosiowa z nadstawkami



Przyczepy jednoosiowe (rys. 9.17,9.18) - tylna część skrzyni ładunkowej jest podparta na osi, a część przednia - na zaczepie ciągnika. W ten sposób zostają dociążone tylne koła ciągnika, dzięki czemu zmniejsza się ich poślizg. Zwrotność agregatu z taką przyczepą jest znacznie większa niż przyczepy dwuosiowej, dzięki czemu skraca się znacznie czas manewrowania. Przyczepy jednoosiowe są wyposażone również w mechanizmy opróżniające skrzynie, takie jak: mechanizm hydrauliczny z wywrotem do tyłu lub przenośnik podłogowy. Aby zwiększyć ładowność przyczep, stosuje się podwójne osie, tzw. tandem, lub nawet osie potrójne.

Ze względu na czas przeznaczony na manewrowanie agregatem, do przemieszczania materiałów na niewielkie odległości stosuje się przyczepy jednoosiowe. Do transportu na większe odległości wykorzystuje się przyczepy dwuosiowe, ponieważ z jednym ciągnikiem można agregatować dwie przyczepy, dzięki czemu jednorazowo da się transportować większą ilość materiału.



Rys. 9.17. Przyczepa jednoosiowa z hydraulicznym wychyleniem skrzyni



Rys. 9.18. Przyczepa jednoosiowa z podwójnymi kołami w układzie tandem



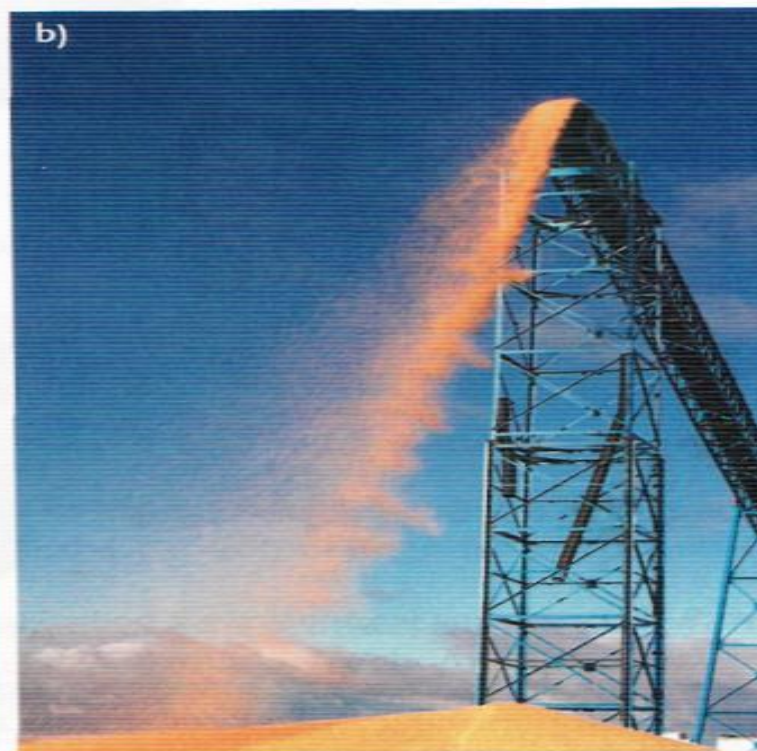
9.4. Przenośniki

Do załadunku i wyładunku kołowych środków transportu w gospodarstwie rolnym są wykorzystywane **przenośniki ciągnowe, bezciągnowe i przenośniki z czynnikiem pośredniczącym**.

Przenośniki ciągnowe (rys. 9.19) w celu przemieszczenia materiału wykorzystują ciągła, czyli taśmy, łańcuchy ze zgarniakami lub kubełkami. **Przenośniki taśmowe** są wykorzystywane do przenoszenia w płaszczyźnie poziomej lub pod niewielkim kątem materiałów sypkich, ziarna zbóż, roślin okopowych lub materiałów w opakowaniach.

Przenośniki zgarniakowe są używane do przemieszczania materiałów sypkich, roślin okopowych, pasz objętościowych oraz do usuwania odchodów stałych z budynków inwentarskich. Mogą one pracować na płaszczyźnie poziomej lub pod kątem większym od przenośników taśmowych, który jednak nie przekracza 45° .

Przenośniki czerpakowe są wykorzystywane do przemieszczania materiałów w pionie i w płaszczyźnie ukośnej. Stosuje się je do przenoszenia materiałów sypkich, ziarna zbóż oraz roślin okopowych. W kombajnach, suszarniach, silosach zbożowych transportuje się ziarno z kosza zasypowego do górnego punktu wylotowego, a z niego rozdziela do poszczególnych silosów.



Ryc. 9.19. Przenośniki ciągnowe: a) taśmowy, b) zgarniakowy c) czerpakowy



Przenośniki bezciągnowe (ryc. 9.20) nie mają cięgna nośnego lub napędowego. Materiał jest przenoszony dzięki nadaniu mu energii, najczęściej wykorzystuje się tutaj; energię grawitacji. W tej grupie wyróżnia się przenośniki ślizgowe, rolkowe, wstrząsowe i ślimakowe.

a)



b)



c)



d)



Rys. 9.20. Przenośniki bezciągnowe: a) przenośnik ślizgowy, b) rolkowy c) ślimakowy, d) wstrząsowy



Przenośniki ślimakowe są używane do przemieszczania materiałów sypkich na niewielkiej odległości, pod kątem do 30° lub poziomo. Stosuje się je w kombajnach zbożowych przy przenoszeniu ziarna z przenośnika ciągnowego do zbiornika oraz do przenoszenia ziarna ze zbiornika na kołowe środki transportu. Ponadto przenośniki ślimakowe są wykorzystywane w silosach zbożowych, suszarniach, wozach paszowych i mieszalnikach pasz. Materiał jest najczęściej przemieszczany przez ślimak, który znajduje się w rurze, napędzany silnikiem elektrycznym. Wadą stosowania przenośnika ślimakowego jest wysoki stopień uszkodzeń transportowanego materiału.





Przenośnik wstrząsowy (wibracyjny) jest wykorzystywany do transportu poziomego ziarna, kłosów, słomy w kombajnach zbożowych, czyszczalniach. Ruchy posuwisto-zwrotne uzyskane za pomocą mechanizmu korbowego lub specjalnego wibratora powodują przemieszczanie transportowanego materiału.

Przenośniki ślizgowe (grawitacyjne) wykorzystują do przemieszczania materiałów siłę grawitacji. Najczęściej są wykonane z gładkich materiałów o niskim współczynniku tarcia. Często są to gładkie rynny z blachy. Przy dużych różnicach poziomów i małej przestrzeni używa się przenośników śrubowych, ponieważ proste przenośniki musiałyby być bardzo długie.

a)



a) przenośnik ślizgowy,

d)



d) wstrząsowy



Przenośniki rolkowe są zbudowane z rolek łożyskowanych umieszczonych na ramie, tworzących tak zwaną bieżnię rolkową. Towar jest przesuwany po bieżni ręcznie lub samoczynnie, gdy tor ma odpowiedni spadek nieprzekraczający 3%. Przenośniki rolkowe wykorzystuje się do przemieszczania towarów w opakowaniach, ale również do ziemniaków, cebuli, jabłek.

Przenośniki z czynnikiem pośredniczącym stosuje się do przenoszenia słomy, siana i ziarna. Są to najczęściej dmuchawy wykorzystujące powietrze jako czynnik pośredniczący. Zaletami tego transportu są głównie prosta konstrukcja i możliwość dostosowania kierunku materiału transportowanego, wadą zaś jest niska wydajność i podział materiału transportowanego przy wylocie - cięższy materiał jest transportowany bliżej, a lżejszy



Przenośnik rolkowy



9.5. Dobór pojazdów i środków transportu do prac wykonywanych w gospodarstwie

9.5.1. Ciągniki rolnicze

Obecny rynek sprzętu rolniczego przedstawia bogatą ofertę ciągników. Przy wyborze ciągnika trzeba uwzględnić kryteria techniczne, eksploatacyjne i ekonomiczne.

ZAPAMIĘTAJ

Zasady, którymi należy się kierować przy doborze ciągnika do gospodarstwa:

- dostosowanie modelu pojazdu do wielkości produkcji w gospodarstwie;
- wydajność pracy ciągnika wraz z przystosowaną (pod względem zapotrzebowania na moc) grupą maszyn i narzędzi wystarczającą, by zapewnić wykonanie pracy w przewidywanym agrotechnicznie czasie;
- gwarancja odpowiedniego wykorzystania ciągnika w ciągu całego roku lub możliwość świadczenia usług z wykorzystaniem ciągnika oraz maszyn i narzędzi towarzyszących;
- ocena szczegółowych parametrów technicznych, możliwych do osiągnięcia wskaźników eksploatacyjnych, kosztów, funkcjonalności użytkowania.

Każdy ciągnik wyróżnia się cechami konstrukcyjnymi i eksploatacyjnymi, które decydują o jego przydatności do danego gospodarstwa, a także o spełnieniu wymagań stawianych przez potencjalnego użytkownika pojazdu.

Cechami wyróżniającymi ciągniki są najczęściej:

- nowoczesność silnika i układu przeniesienia napędu,
- wyposażenie kabiny,
- automatyzacja funkcji roboczych.

Aby ciągnik spełniał kryteria uniwersalności agregatowania z maszynami i narzędziami rolniczymi, powinien być wyposażony w różnego rodzaju zaczepy, które ułatwiają dostosowanie do położenia belki zaczepowej współpracującego urządzenia.



Moc dobieranego ciągnika powinna być taka, by mogła sprostać zapotrzebowaniu na moc poszczególnych grup maszyn i narzędzi użytkowanych w gospodarstwie. Sprzęt techniczny użytkowany w produkcji roślinnej i zwierzęcej różni się znacznie zapotrzebowaniem na moc.

Optymalne rozwiązanie polegałoby na tym, aby dobrać silnik ciągnika w sposób gwarantujący uzyskanie stopnia wykorzystania mocy silnika na poziomie 85-90%, warto bowiem pamiętać, że przy wymienionym obciążeniu silnika uzyskuje się minimalne jednostkowe zużycie paliwa.

Największe zapotrzebowanie na moc jest wtedy, gdy ciągnik współpracuje z maszynami i narzędziami do uprawy gleby, szczególnie w regionach o wysokiej zwięzłości podłoża. Gdy gospodarstwo posiada duży areał uprawowy gruntów ornych, warto rozważyć zakup dwóch ciągników, z czego jeden - silniejszy, byłby wykorzystywany do prac uprawowych bądź związanych z napędem innych maszyn, natomiast ciągnik o mniejszej mocy byłby stosowany bezpośrednio w gospodarstwie do produkcji zwierzęcej oraz obsługi maszyn o mniejszym zapotrzebowaniu na moc.

Wybór ciągników o dużej mocy silnika z reguły nie jest uzasadniony w gospodarstwach małych i średnich (o powierzchni do 30 ha) ponieważ nie ma w nich potrzeby agregatowania z wysoko wydajnymi maszynami o dużym zapotrzebowaniu na moc. Znaczenie ma też kierunek produkcji. **Gospodarstwa produkujące zboża**, szczególnie przy wykorzystaniu uproszczonych technologii uprawy i siewu, na ogół są wyposażane w mniejszą liczbę ciągników. Jednakże stosowane w tych gospodarstwach ciągniki muszą się charakteryzować dużą mocą silnika. W gospodarstwach wielokierunkowych, z produkcją zwierzęcą, liczba ciągników z reguły jest większa ze względu na szeroki zakres wykonywanych zadań.



W gospodarstwie nastawionym na produkcją zwierzęcą szacowane roczne obciążenie ciągnika w pracach polowych trzeba zwiększyć o około 30% na realizację prac wewnątrz-gospodarskich.

W gospodarstwach mlecznych średnich i dużych praktycznym rozwiązaniem może być wyposażanie w dodatkowy ciągnik o małej lub średniej mocy silnika, który jest stosowany do codziennej obsługi stada, zbioru i transportu zielonki, przygotowania i zadawania pasz oraz mechanicznego ścielenia słomą. Obsługa stada bywała wymaga kilkukrotnego w ciągu dnia zadawania pasz i wykonywania innych czynności, dlatego niejednokrotnie wybrany ciągnik na stałe łączy się z wozem paszowym lub innym sprzętem do wybierania pasz, co ogranicza nakłady czasu i pracy na ich agregatowanie. Ważny problem stanowi także dobór ciągników **do gospodarstw specjalistycznych**, w tym ogrodniczych i sadowniczych, gdzie zwraca się uwagę na takie cechy technologii produkcji, jak konieczność dostosowania rozstawu kół do upraw międzyrzędowych, a także przystosowanie ciągnika do pracy w rzędach między drzewami przy jednoczesnym zachowaniu wymagań bezpieczeństwa, szczególnie w trakcie wykonywania chemicznej ochrony roślin. Ze względu na zagrożenia towarzyszące pracy operatora ciągnika w czasie chemicznej ochrony sadów zwraca się uwagę na to, aby dobierany ciągnik przeznaczony do agregatowania z opryskiwaczem był wyposażony w szczelną kabinę ze sprawnie działającym filtrami powietrza i wentylacją.



W gospodarstwach sadowniczych opryskiwacze i kosiarko-rozdrabniacze sadownicze są maszynami o największym zapotrzebowaniu na moc. Zawieszane opryskiwacze o pojemności 300-400 litrów i 600-800 litrów wymagają doboru ciągników o mocy wynoszącej odpowiednio 35-45 kW oraz 60-75 kW. Stosunkowo mniejszych mocy ciągnika wymagają opryskiwacze przyczepiane. Kosiarko-rozdrabniacze sadownicze, odpowiednio do szerokości roboczej, są na ogół przystosowane do współpracy z ciągnikami o mocy 20-45 kW. Wysokiej klasy ciągnik powinien dysponować dużą liczbą biegów, przy czym ważne jest wyposażenie w tzw. **biegi pełzające**, które umożliwiają uzyskiwanie najmniejszych prędkości jazdy, szczególnie przydatnych podczas ugniatania silosu lub przyzmy z sianokiszonki. Biegi pełzające są także ważną cechą ciągnika, który przewiduje się użytkować w sadzie. Okazują się one szczególnie przydatnymi m.in. podczas kombajnowego zbioru owoców. Komfort obsługi ciągnika podnosi wyposażenie w rewerser, czyli urządzenie przeznaczone do zmiany kierunku jazdy bez wciskania sprzęgła bardzo przydatne do pokonywania krótkich odcinków bez zawracania, np. podczas pracy ciągnika z ładowaczem czołowym lub podczas ugniatania zielonki. Najczęściej urządzenie to jest umieszczane obok koła kierownicy.

W ocenie techniczno-eksploatacyjnej parametrów wyróżniających **ciągniki ogrodnicze i sadownicze** bierze się także pod uwagę promień skrętu, który decyduje o zwrotności pojazdu i sprawności manewrowania na niejednokrotnie wąskich pasach międzyrzędzi. Jeżeli tego typu plantacje znajdują się na skłonach bądź ścieżki przejazdowe są pozbawione murawy, to sprzyjającym rozwiązaniem jest wyposażenie gospodarstwa w ciągnik z przednim napędem.



W gospodarstwach, w których **prace na gruntach ornych są wykonywane w trudnych warunkach terenowych**, zaleca się zakup ciągnika z napędem na cztery koła (4WD). Niekorzystne ukształtowanie terenu pogarsza współpracę kół z podłożem i powoduje duże poślizgi, co wpływa na zmniejszenie prędkości jazdy, a związku z tym zmniejszenie wydajności pracy i większe zużycie paliwa, dlatego też przydatny w takich gospodarstwach jest ciągnik z napędem na cztery koła. Sprawdza się on również przy ugniataniu sianokiszonki w pryzmach lub silosach. Wyposażenie gospodarstwa w ciągnik z napędem na cztery koła na ogół generuje wyższe koszty inwestycyjne, jednak przy odpowiednio dużej powierzchni przeznaczonej pod zasiewy roślin paszowych zakup tego typu ciągnika jest w pełni uzasadnione.

Istotny jest także prawidłowy dobór ciągników do pracy w gospodarstwach działających na **terenach podgórskich i górskich**. Ciągniki takie powinny zapewniać bezpieczeństwo użytkowania przy pracy na skłonach. Jednym z czynników sprzyjających odpowiedniej stabilności i równowadze ciągnika podczas pracy na zboczach jest niskie położenie jego środka ciężkości, a w ekstremalnych warunkach wyposażenie pojazdu w przeciwwagi umieszczone przed przednią osią. Przeznaczony do pracy w warunkach górskich ciągnik powinien wyróżniać się szerszym rozstawem kół, dzięki czemu poprawia się bezpieczeństwo jego użytkowania na pochyłościach. Napęd na dwie osie ułatwia uzyskanie wysokiej sprawności uciągu, co sprzyja ograniczeniu ryzyka utraty przyczepności, a także zmniejszeniu poślizgu kół na podłożu. Gdy ciągnik planuje się użytkować w gospodarstwie położonym w regionie podgórskim, powinien on dysponować o 30-35% wyższą mocą silnika w porównaniu z ciągnikiem pracującym w gospodarstwie położonym na równinie. Zapas mocy wynika w tym przypadku z konieczności pokonania dodatkowych oporów w czasie pracy na stokach.



Istotnym kryterium wpływającym na decyzję o zakupie określonego typu ciągnika jest jego **cena**. Jeśli konfrontuje się oczekiwania dotyczące ciągnika z jego ceną, to istotny akcent, poza cechami użytkowymi i wygodą eksploatacji, kładzie się na niezawodność działania i dostępność obsługi serwisowej pojazdu, a także odpowiednie warunki gwarancji.

Wyposażenie gospodarstwa w ciągnik jest na ogół inwestycją odpowiadającą zarówno bieżącym, jak i przyszłym potrzebom. Dlatego ważne jest skonfrontowanie przyszłych potrzeb wynikających np. z planowanego powiększenia gospodarstwa z techniczno-eksploatacyjnymi parametrami dobieranego ciągnika.

Jeśli gospodarstwo dysponuje **dużą liczbą pól o mniejszych powierzchniach** i dodatkowo o nieregularnych kształtach, optymalny będzie wybór ciągników charakteryzujących się większą zwrotnością, niekiedy nieco droższych, ale przydatnych na polach, gdzie znaczną część czasu poświęca się na nawroty, zmiany kierunku jazdy i inne działania bezpośrednio decydujące o efektywności pracy.

Gdy wybiera się ciągnik do pracy w gospodarstwie, należy także zwrócić uwagę na udźwig podnośnika hydraulicznego.



Praca ciągnikiem obejmuje na ogół dziennie kilka godzin spędzonych na siedzisku za kierownicą, co wpływa na zmęczenie operatora. Warto więc zadbać o **właściwy komfort pracy w kabinie**: wyposażenie w klimatyzację, panele i wyświetlacze do ciągłego monitorowania parametrów roboczych ciągnika, a także elementy ułatwiające sterowanie pracą układu hydrauliki zewnętrznej, włączaniem i wyłączaniem WOM oraz dobozem i zmianą biegów w skrzyni przekładniowej. Układ stanowiska roboczego w kabinie powinien sprzyjać łatwemu i bezpiecznemu sterowaniu funkcjami roboczymi maszyny lub narzędzia.

Przed podjęciem decyzji o wyposażeniu gospodarstwa w dany model ciągnika warto zapoznać się dokładnie z układem dźwigni i rozmieszczeniem elementów sterowniczych na stanowisku roboczym, aby w późniejszym okresie użytkowania nie stanowiło to przeszkody w sprawnej obsłudze pojazdu. Dźwignie, które są ręcznie sterowane, muszą być umieszczone w stosunkowo bliskiej odległości od siedzącego operatora. Ważnymi cechami dźwigni sterujących powinny być również niewielki skok jałowy oraz kształt uchwytów. W nowoczesnych ciągnikach rolniczych główne elementy sterujące są umieszczane w podłokietniku, co sprzyja ograniczeniu ruchów ramienia i włączeniu w proces sterowania jedynie palców jednej ręki. Na zachowanie wysokiego komfortu pracy w kabinie wpływa dodatkowo jej wyposażenie w siedzisko spełniające określone wymagania z zakresu amortyzacji i regulacji. Siedzisko i jego parametry powinny operatorowi zapewniać dobrą widoczność drogi i zespołów roboczych maszyny lub narzędzia. Lusterka muszą być zamocowane w sposób umożliwiający ustawienie ich w różnych pozycjach przy ograniczeniu drgań, które utrudniają prowadzenie obserwacji w czasie pracy. Jednakże wyposażenie kabiny w elementy podnoszące komfort pracy i bezpieczeństwo wiąże się z poniesieniem wyższych kosztów.

Dobór ciągnika powinien uwzględniać aktualne wymagania gospodarstwa, związane z prowadzonym kierunkiem produkcji, jej specjalizacją, wielkością produkcji, powierzchnią użytków rolnych i specyficznymi warunkami prowadzonej w nim działalności rolniczej.

Efektywność pracy wiąże się także z zagwarantowaniem odpowiedniej do współpracujących maszyn i narzędzi mocy ciągnika.



ZAPAMIĘTAJ

Dobór ciągnika powinien uwzględniać aktualne wymagania gospodarstwa, kierunek produkcji i jej charakter, wielkość produkcji, specyfikę warunków, w których prowadzi się działalność gospodarczą.

Metody i wskaźniki oceny doboru wybranych środków transportu

Podczas doboru ciągnika należy uwzględnić:

- **zakres wykorzystania go w gospodarstwie**, co przekłada się na wybór ciągnika uniwersalnego lub specjalistycznego;
- **potencjał produkcyjny gospodarstwa**, który decyduje o zapotrzebowaniu na moc, co wiąże się z rocznym wykorzystaniem ciągnika mającego pracować w gospodarstwie (trzeba przyjąć założenie, że ciągnik wraz z przystosowaną pod względem zapotrzebowania na moc grupą maszyn i narzędzi powinien zapewnić wykonanie pracy w przewidywanym czasie, odpowiednio do wymagań agrotechnicznych stawianych przez daną roślinę, co wiąże się z uzyskiwaniem określonej wydajności pracy. Wydajność ta nie powinna być jednak nadmiernie wysoka z powodu ryzyka przeinwestowania w kosztowny sprzęt techniczny.

Z ekonomicznego punktu widzenia zakup ciągnika będzie uzasadniony, jeżeli zostanie zagwarantowane jego odpowiednie wykorzystanie w ciągu roku. Jeśli uzyskanie wysokiego poziomu wykorzystania ciągnika w ciągu roku nie jest możliwe w danym gospodarstwie, to celowe może okazać się sprawdzenie opcji polegającej na świadczeniu usług z wykorzystaniem ciągnika wraz z maszynami, co pozwala na wydłużenie czasu pracy w ciągu roku. Szczegółowe dane sugerujące minimalny poziom rocznego wykorzystania ciągnika można znaleźć w wytycznych opracowanych przez krajowe i zagraniczne instytucje naukowo-badawcze zajmujące się oceną eksploatacji parku maszynowego w rolnictwie. We współczesnej metodyce oceny przyjmuje się okres użytkowania ciągników na ogół na okres od 12 do 20, a nawet 25 lat, a jednocześnie jest określany potencjał eksploatacyjny ciągników, wynoszący od 7500 do 13 000 godzin. Z zestawienia (przeliczenia) przytoczonych wielkości wynika, że roczne wykorzystanie ciągnika powinno kształtować się na poziomie co najmniej 450 godzin, a w przypadku niektórych założeń nawet 800 godzin. O rocznym wykorzystaniu ciągnika w istotny sposób decyduje wspomniany wcześniej potencjał produkcyjny gospodarstwa, wyrażany powierzchnią użytków rolnych przeznaczonych pod uprawę roślin. Jeśli się weźmie pod uwagę kryterium powierzchni użytków rolnych, można przytoczyć na podstawie dostępnej literatury wskaźniki wyposażenia gospodarstw w ciągniki, obejmujące liczbę ciągników, ich maksymalną moc i stopień nasycenia gospodarstwa mocą ciągników (tab. 9.1).

Tab. 9.1. Wskaźniki wyposażenia gospodarstw w ciągniki w zależności od areału użytków rolnych

Grupy gospodarstw (ha)	Wskaźniki podstawowe		Wskaźniki pomocnicze**	
	wskaźniki nasycenia gospodarstwa mocą ciągników*		liczba ciągników w gospodarstwie	maksymalna moc podstawowego ciągnika*
	(kW/ha)	(kW/gosp.)	(szt/gosp.)	(kW)
5	7,75	38,8	1	38,8
7,5	6,45	48,4	1	48,4
10	5,95	59,5	1–2	59,5
15	5,45	81,8	1–2	61
20	5,15	103,0	1–2	63
25	4,85	121,3	2–3	65
30	4,55	136,5	2–3	67
35	4,3	150,5	2–3	69
40	4,07	162,8	2–3	72
45	3,82	171,9	3–4	76
50	3,6	180,0	3–4	80
60	3,29	197,4	3–4	86
70	3,03	214,9	3–4	93
80	2,84	227,2	3–5	100
90	2,62	235,8	4–5	106
100	2,42	242,0	4–5	112
125	2,14	267,5	4–5	128
150	1,96	294,0	4–6	140
200	1,72	344,0	5–6	160
300	1,48	444,0	5–6	195
400	1,33	532,0	5–6	> 200
500	1,18	590,0	5–6	
600	1,09	654,0	5–7	
700	1,05	735,0	7–8	
800	1,01	808,0	9–10	
900	0,97	873,0	9–10	
1000	0,9	900,0	9–10	

* Według mocy znamionowej ciągników.

** Wielkości orientacyjne.



Przytoczone w tabeli dane wskazują, że wraz z powiększaniem areálu gospodarstwa maleje liczba kilowatów mocy ciągnika (ciągników) przypadających na 1 ha użytków rolnych. Jednocześnie warto wskazać, że podane wskaźniki wyposażenia gospodarstwa w ciągniki stanowią jedynie ogólne wytyczne i wartości przybliżone, które wymagają szczegółowego dostosowania do specyfiki prowadzenia działalności rolniczej w danym gospodarstwie i regionie, a także uwzględnienia rodzaju i zwięzłości gleby. Przy uprawie gleby o dużej zwięzłości trzeba liczyć się z większym zapotrzebowaniem na moc, a to wymaga doboru ciągnika o odpowiednio większej mocy silnika.

Podstawowym kryterium oceny doboru ciągników do gospodarstwa jest wskaźnik nasycenia tego gospodarstwa mocą ciągników, który jest wyrażony w **kW/ha** lub w **kW/gospodarstwo**, z uwzględnieniem tolerancji oceny.

Wskaźnik mocy maksymalnej jednego ciągnika stanowi pomocnicze kryterium nieprzesądzające jednak o racjonalności doboru tych pojazdów do gospodarstwa.

Wskaźnik liczby ciągników w gospodarstwie (**szt./gosp.**) pełni rolę informacyjną i wskazuje na przeciętną liczbę ciągników w typowym gospodarstwie rolnym.

Odstępstwa od wyżej wymienionych kryteriów oceny, w tym te, które dotyczą mocy lub liczby ciągników, powinny być uzasadnione specyficznymi wymaganiami realizowanej produkcji. Przykładem mogą być technologie produkcji o **wysokich wymaganiach dotyczących terminowości zbioru**, co w konsekwencji stawia konieczność wymaga zastosowania agregatów ciągnikowo-maszynowych o dużej wydajności lub większej liczby ciągników i zestawów transportowych (np. szybki zbiór i dostawa dużej partii młodych ziemniaków, warzyw lub innych produktów do odbiorcy hurtowego). Racjonalność zakupu ciągnika w tych przypadkach powinna być uzasadniona: wysokością potencjalnych strat z tytułu nieterminowego wykonania prac maszynowych lub potencjalną dochodowością uprawy danej rośliny. Podczas analizy i oceny doboru ciągników do gospodarstwa, przy stosowaniu tolerancji oceny, należy wybrać podejście indywidualne, i wziąć pod uwagę specyficzne uwarunkowania prowadzonej działalności rolniczej. Trzeba zwrócić uwagę, że podstawowy ciągnik w gospodarstwie powinien zapewnić możliwość pracy w warunkach glebowych najtrudniejszych, z dostatecznie dużymi narzędziami uprawowymi, o wydajności dostosowanej do skali produkcji. Różnice w klasie uciągu ciągnika podstawowego pomiędzy gospodarstwami dysponującymi skrajnie różnymi glebami mogą być nawet dwukrotne.

Przykładowo, orka pługiem pracującym na głębokości 20-30 cm i z prędkością 5-9 km/h generuje na glebach lekkich zapotrzebowanie na moc rzędu 18-30 kW na metr szerokości roboczej, a na glebach ciężkich orka na tę samą głębokość i szerokość wymaga użycia ciągnika o mocy silnika 50-100 kW.



W trakcie oceny doboru ciągników do gospodarstwa należy także zwrócić uwagę na **strukturę użytków rolnych** gospodarstwa oraz na **strukturę zasiewów**. Gospodarowanie na **trwałych użytkach zielonych**, do których należą łąki i pastwiska, nie wymaga zwykle znacznego nakładu pracy i mocy posiadanych ciągników, natomiast **duży udział roślin okopowych** (w strukturze gruntów ornych) oznacza, że w okresie jesiennych zbiorów gospodarstwo potrzebuje znacznego potencjału ciągników. Gospodarstwa z **dominującym udziałem zbóż**, zwłaszcza ozimych, również będą często wymagały ciągników o wyższej mocy do współpracy z wydajnymi maszynami uprawowymi i agregatami uprawowo-siewnymi, po to, by zdążyć na czas z późniejszym przygotowaniem roli do siewu i siewem ozimin.

Gospodarstwa hodowlane, zwłaszcza prowadzące **chów bydła mlecznego**, o średniej lub dużej skali produkcji, wymagają zastosowania najczęściej dodatkowego ciągnika o małej lub średniej mocy do prac związanych z codzienną obsługą stada, np. zbioru i transportu zielonki, przygotowania i zadawania pasz objętościowych oraz słomy, usuwania i przyzmożenia obornika.



ZAPAMIĘTAJ

W ocenie doboru ciągników do gospodarstw o powierzchni do 100 ha nie należy uwzględniać pojazdów 20-letnich i starszych, czyli ciągników o dużym stopniu zużycia. W gospodarstwach powyżej 100 ha do 250 ha trzeba pamiętać, by dobierać pojazdy w wieku do 15 lat, a w przypadku gospodarstw powyżej 250 ha - granicę warto obniżyć do 12 lat.

Tolerancja oceny

Dobór wskaźnikowy ciągników do gospodarstw uwzględnia trzy rodzaje tolerancji oceny.

Tolerancja standardowa - do 20% (tab. 9.2) - uwzględnia między innymi zróżnicowane warunki panujące w gospodarstwie, czyli różne rodzaje gleby, ukształtowanie terenu. Czynniki te wpływają na wymaganą moc i siłę uciągu ciągników, zwłaszcza z narzędziami uprawowymi. Wartość tolerancji standardowej jest zróżnicowana w zależności od areалу gospodarstwa. Największa tolerancja oceny ($t = 20\%$) jest stosowana w grupach gospodarstw do 30 ha upraw rolnych, a najmniejsza ($t = 5\%$) w gospodarstwach o powierzchni powyżej 150 ha.

Tab. 9.2. Wartości tolerancji standardowej

Grupy gospodarstw ha	Tolerancja %	Mnożnik wskaźnika doboru
< 30	20	1,20
30 ÷ 70	15	1,15
70 ÷ 150	10	1,10
> 150	5	1,05

Tab. 9.3. Wartości tolerancji dodatkowej

Średnia odległość działek od siedliska km	Tolerancja %	Mnożnik wskaźnika doboru
3	2	1,02
4	4	1,04
5	5	1,05
6	6	1,06
7	7	1,07
8	8	1,08
9	9	1,09
10	10	1,10

Tolerancja dodatkowa - do 10% (tab. 9.3) - uwzględnia wpływ średniej odległości terenów uprawnych od zabudowań gospodarstwa na wymaganą moc ciągników.



Tolerancja ze względu na obsadę zwierząt do 10% (tab. 9.4) - jest stosowana jedynie w przypadku gospodarstw, które nie posiadają samobieżnej ładowarki.

Obsada zwierząt SD*	Tolerancja %	Mnożnik wskaźnika doboru
< 10	0	1,00
10 ÷ 15	2	1,02
15 ÷ 20	3	1,03
20 ÷ 25	4	1,04
25 ÷ 30	5	1,05
30 ÷ 35	6	1,06
35 ÷ 40	7	1,07
40 ÷ 45	8	1,08
45 ÷ 50	9	1,09
> 50	10	1,10

Tab. 9.4. Wartość tolerancji zwierzęcej

- SD - sztuki duże w gospodarstwie,
- 1 SD przelicza się na 1 krowę.

Zmienić ;;;;;;Oszacowanie wartości wskaźników wyposażenia gospodarstwa w ciągniki rolnicze dla poniższych danych:

- areal użytków rolnych = 50 ha;
- średnia odległość działek rolnych od zabudowań gospodarczych = 8,2 km;
- obsada zwierząt gospodarskich = 26 SD;
- gospodarstwo nie posiada samobieżnej ładowarki.



Tolerancja oceny doboru ciągników

Przykład

Oszacowanie wartości wskaźników wyposażenia gospodarstwa w ciągniki rolnicze dla poniższych danych:

- areal użytków rolnych = 50 ha;
- średnia odległość działek rolnych od zabudowań gospodarczych = 8,2 km;
- obsada zwierząt gospodarskich = 26 SD;
- gospodarstwo nie posiada samobieżnej ładowarki.

Rodzaj tolerancji oceny	Wartość tolerancji	Mnożnik wskaźnika doboru
standardowa (dla 50 ha UR)	15%	1,15
dodatkowa (dla 8,2 km)	8%	1,08
zwierzęca (dla 26 SD)	5%	1,05
łączna	28%	1,28

Wskaźniki doboru ciągników

Rodzaj wskaźnika		Podstawowa wartość wskaźnika (na podst. tab. 9.1)	Mnożność wskaźnika	Wartość wskaźnika z uwzględnieniem tolerancji
Nasycenie gospodarstwa mocą ciągników	kW/ha	3,6	1,28	4,6
	kW/gospod.	180,0		230,4

Obliczenie wartości wskaźników W_x (w kW/ha oraz w kW/gospod.) dla gospodarstwa o areale $A_x = 77$ ha. W celu wyznaczenia wartości wskaźników wyposażenia w ciągniki dla gospodarstwa o innym, niż podany w tab. 9.1, areale należy zastosować interpolację danych, np. według poniższego równania:

$$W_x = (W_i - W_2) / (A_2 - A_i) \cdot (A_2 - A_x) + W_2, \text{ gdzie:}$$

W_x - poszukiwana wartość wskaźnika dla arealu A_x ; A_x - areal użytków rolnych posiadanych ha; A_i - najbliższa, względem A_x , mniejsza wartość arealu, ha; A_2 - najbliższa, względem A_x , większa wartość arealu, ha; W_i - wartość wskaźnika odpowiadająca arealowi A_i ; W_2 - wartość wskaźnika odpowiadająca arealowi A_2 .

Wyznaczenie wartości wskaźnika W^* w kW/ha Według tab. 9.1:

•dla $A_i = 70$ ha $\rightarrow W_i = 3,03$ kW/ha,

•dla $A_2 = 80$ ha $\rightarrow W_2 = 2,84$ kW/ha.

Według powyższego równania i danych wartość wskaźnika W_x wynosi:

$$W_x = (3,03 - 2,84) / (80 - 70) \cdot (80 - 77) + 2,84 = 2,7 \text{ kW/ha}$$

Wyznaczenie wartości wskaźnika W_x

Wartość drugiego ze wskaźników W_x (kW/gospod.) wyniesie:

$$W_x = 77 \text{ ha} \cdot 2,7 \text{ kw/ha} = 207,9 \text{ kW/gospodarstwo}$$



9.5.2. Przyczepy rolnicze

Masa, rodzaj przewożonych ziemiopłodów i innych materiałów, intensywność, krotność zadań przewozowych, wydajność maszyn zbierających, odległość przewozów - to główne czynniki wpływające na dobór rodzaju i wielkości przyczepy. Czynnikiem ograniczającym dobór jest liczba i siła uciągu (a pośrednio moc) posiadanych ciągników. Ładowność oraz objętość skrzyni ładunkowej to cechy brane pod uwagę podczas doboru środków przewozowych do transportu różnych materiałów. Ważne, aby ładowność przyczepy i wynikające z niej zapotrzebowanie na klasę uciągu współpracującego ciągnika nie było większe niż siła uciągu pojazdu przeznaczonego do tych prac. Można więc stwierdzić, że wraz ze wzrostem powierzchni gospodarstwa zwiększa się ilość masy (ton) i pracy przewozowej (tono-kilometry), co w konsekwencji zwiększa zapotrzebowanie gospodarstwa na bardziej liczne zestawy transportowe i o wyższej ładowności.



Kryteria doboru przyczep

- **Podstawowe** - polegają na ocenie dostosowania ładowności do gospodarstw o określonej powierzchni użytków rolnych (tab. 9.5.). Podane w tab. 9.5 powierzchnie (ha) wskazują na grupy obszarowe tych gospodarstw, w których użytkowanie poszczególnych typów przyczep jest powszechne i uzasadnione ze względu np. na wielkość zadań przewozowych oraz moc posiadanych ciągników.

Kryteria doboru przyczep rolniczych		
Areał gospodarstwa ha	Maksymalna ładowność 1 przyczepy tony	Liczba przyczep szt./gosp.
< 10	do 5	1
10–20	6	1–2
20–30	6	2–3
30–40	6–7	3–4
40–50	7–8	3–5
50–60	8–10	3–5
60–70	8–10	4–6
60–80	10–12	4–6
80–100	10–12	5–7
100–150	12–14	5–7
150–200	12–14	6–8
200–500	14–16	7–9
500–700	> 16	9–11
> 700	> 16	9–12

Tab. 9.5. Wskaźniki doboru przyczep rolniczych



- **Dodatkowe** - polegają na ocenie doboru przyczep o różnej ładowności do mocy współpracujących ciągników (tab. 9.6.). Celem oceny jest weryfikacja dostosowania wielkości przyczepy do potrzeb przewozowych gospodarstwa i mocy ciągników, z uwzględnieniem uwarunkowań indywidualnych rolniczo-produkcyjnych i topograficznych.

Tab. 9.6. Zapotrzebowanie przyczep na moc ciągnika

Ładowność przyczepy (od – do) tony	Moc ciągnika kW
< 3	16–20
3–4	19–23
4 –5	24–29
5–6	30–36
6–7	35–42
7–8	40–49
8–9	45–55

Ładowność przyczepy (od – do) tony	Moc ciągnika kW
9–10	51–61
10–12	56–74
12–14	67–87
14–16	77–100
16–18	88–113
18–20	98–126
20–22	109–138
22–24	120–151

W praktyce rolniczej ciągniki o podanych w tabeli 9.6 zakresach mocy charakteryzują się siłą uciągu wymaganą do pokonania oporów przetaczania w pełni obciążonej przyczepy. Te szerokie zakresy zapotrzebowania przyczep na moc współpracujących ciągników wynikają między innymi z różnych warunków pracy zestawów transportowych, takich jak: pochylenie terenu, rodzaj podłoża, konstrukcji skrzyni ładunkowej (burtowa, skorupowa), rodzaju układu jezdnego i ogumienia, a także stopnia obciążenia przyczepy.





9.5.3. Podnośniki widłowe

Podnośniki widłowe ciągnikowe

Podnośniki widłowe ciągnikowe (ładowacze) są przeznaczone do prac ładunkowo-rozładunkowych przede wszystkim w sadownictwie i warzywnictwie, w ograniczonym zaś zakresie są wykorzystywane w klasycznych gospodarstwach rolnych. Umożliwiają one podnoszenie ładunków umieszczonych w skrzyniopaletach, na paletach, w pojemnikach oraz przemieszczanie ich na niewielkie odległości. Powszechnie są wykorzystywane jako środek transportu do podwożenia skrzyniopalet w czasie zbioru jabłek, wiśni lub malin i wywożenia ich z uliczek przejazdowych czy do załadunku na przyczepy. Najczęściej używa się niskich przyczep sadowniczych lub typowych przyczep rolniczych.

Udźwig podnośników widłowych zawiera się w przedziale od 600 kg do 1400 kg, a wysokości podnoszenia - od 1,8 m do 2,7 m. Podnośniki czołowe podwieszane są na wsporniku osi przedniej ciągnika, natomiast podnośniki tylne - na trójpunktowym układzie zawieszenia ciągnika. Zwykle są one montowane na ciągnikach małej i średniej mocy (od 22 kW do 45 kW), użytkowanych powszechnie w gospodarstwach sadowniczych i warzywniczych. W celu zwiększenia ładowności zestawu transportowego na ciągnikach o większej masie i mocy często są montowane oba te urządzenia jednocześnie.

Użytkowanie podnośników widłowych jest uzasadnione przede wszystkim w **mniejszych gospodarstwach sadowniczych** ze względu na ograniczoną wydajność. Urządzenia te zmniejszają uciążliwość pracy ludzkiej, a przede wszystkim zwiększają jej wydajność przy załadunku i rozładunku oraz przemieszczaniu zebranych owoców i warzyw. Podnośniki widłowe ciągnikowe mogą być właściwie wykorzystywane w każdym gospodarstwie sadowniczym i warzywniczym, w którym użytkuje się ciągniki rolnicze oraz stosuje się technologię zbioru owoców lub warzyw do skrzyniopalet lub do innych pojemników przystosowanych do przemieszczania na zębach podnośnika.

Racjonalny dobór podnośników zależy od: użytkowania ciągnika oraz technologii zbioru owoców lub warzyw (albo innych płodów rolnych) do skrzyniopalet, względnie innych pojemników przystosowanych do transportu na podnośniku widłowym.



9.5.4. Wózki widłowe podnośnikowe

Wózki widłowe podnośnikowe to urządzenia przeznaczone do podnoszenia ładunków na znaczną wysokość, od 2,5 do kilkunastu metrów, a także do przemieszczania na niewielkie odległości w obrębie magazynów, budynków produkcyjnych, w bezpośrednim ich otoczeniu. Zakup wózka widłowego jest zasadny wyłącznie w gospodarstwach specjalistycznych, które posiadają duży magazyn, służący do składowania produktów na paletach, w skrzyniopaletach oraz kontenerach. Duże znaczenie ma zdolność wózków widłowych podnośnikowych do przemieszczania ładunków w pionie, w tym zestawiania ich jeden na drugim w stosy czy ustawiania ich na półkach kilkukondygnacyjnych regałów. Wózków widłowych podnośnikowych używa się również do załadunku i rozładunku przyczep oraz samochodów ciężarowych.

Przykłady zastosowania wózków widłowych podnośnikowych:

- dowożenie, odbieranie skrzyniopalet z linii sortującej owoce;
- składowanie owoców w chłodniach;
- przewożenie ustawionych na paletach skrzynek warzyw między szklarniami a sortownią;
- układanie palet w przechowalni lub ich załadunek na środki transportowe;
- transport i ustawianie palet skrzyniowych - jedna na drugiej - w przechowalni ziemniaków (jadalnych lub sadzeniaków);
- odbiór palet ze skrzynkami warzyw z linii sortującej i załadunek na samochody ciężarowe.



Wózki akumulatorowe z napędem elektrycznym są przeznaczone do pracy w pomieszczeniach zamkniętych. W dobrze wentylowanych magazynach można także stosować **wózki spalinowe** zasilane gazem propan-butan. Wózki elektryczne to maszyny o bardzo zwartej konstrukcji i dużej zwrotności, co predysponuje je do pracy w wąskich korytarzach i ciasnych magazynach. Ze względu na niewielki prześwit oraz małą średnicę kół jezdnych wózki elektryczne powinny się poruszać prawie wyłącznie po podłożu równym i utwardzonym, np. po posadzce betonowej magazynu. Do pracy na zewnątrz pomieszczeń produkcyjnych, na podłożu nierównym, lepiej nadają się większe wózki spalinowe (na gaz lub olej napędowy) wyposażone w ogumienie terenowe. Niedogodnością związaną z użytkowaniem wózków elektrycznych jest konieczność zakupu wydajnego prostownika do ładowania baterii akumulatorów oraz ich stała konserwacja. Typowe wózki podnośnikowe podnoszą ładunki na wysokość 2,5-6 m, a wózki wyspecjalizowane - wyżej. W rolnictwie najczęściej stosuje się wózki o udźwigu 1,0-1,5 tony. Dla gospodarstw wysokoprodukcyjnych są przeznaczone samojezdne czołowe wózki podnośnikowe - czyli tzw. widłaki - ze względu na wysoki koszt zakupu oraz znaczny potencjał eksploatacyjny (około 9000 godzin).

PYTANIA I POLECENIA

1. Wymień podstawowe zespoły ciągnika rolniczego.
2. Scharakteryzuj budowę ciągnika kołowego.
3. Wymień rodzaje silników spalinowych.
4. Opisz ogólne zadania silnika spalinowego.
5. Porównaj zasadę działania silnika dwusuwowego i jednosuwowego.
6. Omów obsługę sprzęgła.
7. Scharakteryzuj skrzynie przekładniowe stosowane w ciągnikach.
8. W jakich sytuacjach używa się reduktora w ciągniku?
9. Na czym polega działanie rewersora?
10. Wyjaśnij działanie wzmacniacza momentu obrotowego.
11. Opisz budowę i działanie tylnego mostu w ciągniku.
12. Przedstaw podział ciągników rolniczych ze względu na mechanizm jazdy.
13. Do jakich prac polecisz użycie ciągnika gąsiennicowego?
14. Porównaj wady i zalety ciągników gąsiennicowego i kołowego.
15. Omów działanie układu hamulcowego.
16. Wymień czynności obsługowe mechanizmu hamowania.
17. Scharakteryzuj mechanizmy kierowania stosowane w ciągnikach.
18. Wymień czynniki, które należy uwzględnić przy doborze ciągnika do gospodarstwa.
19. Na podstawie informacji dostępnych w internecie i w literaturze branżowej dobierz ciągnik do typowego gospodarstwa rolnego w rejonie, w którym mieszkasz. Wybór uzasadnij.
20. Skorzystaj z dostępnych źródeł i scharakteryzuj wybrany ciągnik. Wskaż, do jakiego typu prac jest zalecany.
21. Zorientuj się, jakie ciągniki są najczęściej używane w rejonie, w którym mieszkasz. Na podstawie informacji o nich w dostępnych źródłach (sprawdź przede wszystkim strony internetowe ich producentów), spróbuj wyjaśnić, czemu one właśnie są popularne w twoim regionie.