

się kombajnami zbożowymi z podbieraczami. Obecnie maleje znaczenie zbioru dwufazowego zbóż. Sposób ten wykorzystywany jest do zbioru roślin, których technologia wymaga czasu dojrzewania od skoszenia do pozyskiwania nasion – trawy, motylkowe drobnonasienne.

2.6.2. Maszyny do zbioru jednoetapowego

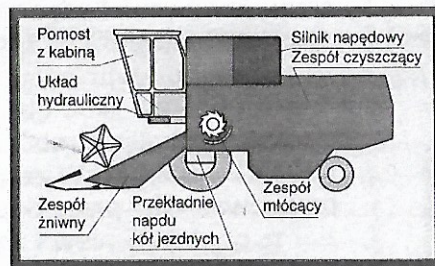
Zbiór jednoetapowy realizuje się za pomocą kombajnu zbożowego (rys. 2.220). Obecnie bardzo rozpowszechniony ze względu na znaczne ograniczenie wykorzystania ręcznej siły roboczej i zmechanizowany pełny proces zbioru oraz wysoką wydajność.

Niekorzystne dla zbioru kombajnami są zmienne warunki klimatyczne i konieczność dosuszania ziarna po zbiorze, krótki okres wykorzystania kombajnu w sezonie, duże koszty jego zakupu. Zastosowanie jednoetapowego zbioru roślin wymaga zastosowania różnego rodzaju rozwiązań konstrukcyjnych poszczególnych zespołów kombajnu, ale jego ogólne założenie nie zmienia się.

Kombajn zbożowy (rys. 2.221) to wieloczynnościowa maszyna napędzana własnym silnikiem spalinywym z mechanizmami prowadzenia pojazdu i wyposażeniem niezbędnym do poruszania się po drogach publicznych i obsługiwaniem przez operatora. Zespół żniwny (heder) wykonuje zadania kosiarki z podajnikiem do zespołów młócących. Pozostałe elementy to: młocarnia – do oddzielania nasion od kłosów i czyszczalnia, zespół przenośników ziarna i kłosów, zbiornik na ziarno z przenośnikiem wyładowczym, instalacja elektryczna i hydrauliczna do napędu i sterowania. Wszystkie te elementy umieszczone są na ramie nośnej podpartej 2 przednimi kołami napędowymi i 2 sterowanymi hydraulicznie kołami tylnymi.



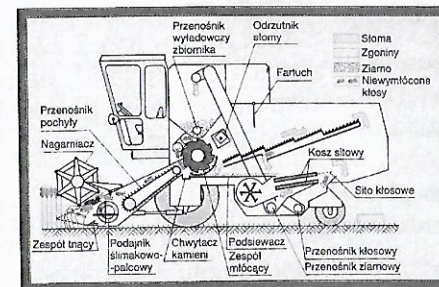
Rys. 2.220. Kombajn zbożowy



Rys. 2.221. Schemat zespołów roboczych kombajnu zbożowego

Przebieg pracy kombajnu zbożowego przedstawiony jest na rys 2.222. Zboże ścinane jest przez zespół tnący, transportowane do środka zespołu i podawane przenośnikiem pochyłym do zespołu młócającego.

Zespół ten oddziela ziarno od słomy, słoma odrzucana jest na wytrząsacze, gdzie oddzielana jest słoma od pozostałego zboża w wymłacanej masie. Słoma z wytrząsaczy wyrzucana jest na zewnątrz kombajnu lub może być kierowana przez rozdrabniacz na pole. Wymłócone i wytrząśnięte ziarna spadają na podsiewacz, z którego zsuwają się na sita żaluzjowe zespołu czyszczącego. Lekkie zanieczyszczenia wydmuchiwane są na zewnątrz kombajnu, a zgoniny (kawałki słomy, wymłócone kłosa) zsuwają się z sita poza czyszczalnię. Ziarno z zanieczyszczeniami spada na sito dolne, gdzie oddzielona zostaje reszta zanieczyszczeń. Niewymłócone kłosa i ciężkie zanieczyszczenia zsuwają się do kanału kłosowego skąd przenośnikami kłosowymi (ślimakowym i łopatkowym) transportowane są do powtórnego wymłócenia – zespołu młócającego. Oczyszczone ziarno przez sito dolne spada na pochylnię i przenośnikami ziarnowymi (w kolejności ślimakowym, łopatkowym, ślimakowym) transportowane jest do zbiornika. Po wypełnieniu zbiornika następuje jego opróżnianie z wykorzystaniem wyładowczego przenośnika ślimakowego na środki transportowe.



Rys. 2.222. Przebieg pracy kombajnu zbożowego

Klasę kombajnu można określić po jego charakterystycznych wielkościach pracy tj.: przepustowość masy zbożowej, szerokość robocza, wydajność, rozwiązania konstrukcyjne zespołów roboczych i sposoby ich napędu. Duże zapotrzebowanie na pracę kombajnów zbożowych i obniżanie kosztów eksploatacji powoduje rozwój nowych konstrukcji zespołów roboczych. Efektem są:

1. zwiększenie przepustowości – maksymalna ilość masy roślinnej, jaką może przerobić kombajn w jednostce czasu [kg/s], z 5 nawet do 14 kg/s, większa szerokość robocza (najczęściej 4,5 – 6 m, nowe konstrukcje nawet ponad 9 m),
2. nowe zespoły żniwne, młócające i czyszczące – nowoczesne konstrukcje o lepszych parametrach pracy i mniejszym zapotrzebowaniu na moc,
3. automatyzacja regulacji i sterowania – kontrola parametrów pracy maszyny przez komputer,

4. wprowadzanie nowych silników i mechanizmów napędowych,
5. rozszerzanie wykorzystania kombajnu z dodatkowym wyposażeniem.

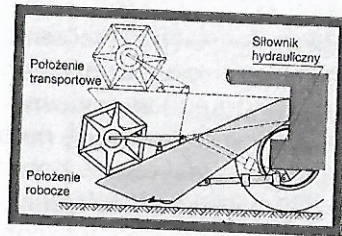
Zespół żniwny

Zespół żniwny (rys. 2.223) składa się z rozdzielaczy łań, nagarniacza, zespołu tnącego, podajnika ślimakowo-palcowego i przenośnika pochylonego.

Zespół ten połączony jest z ramą wahadłowo, co pozwala na kopowanie terenu w czasie pracy i regulowanie wysokości koszenia. Podparty jest dwoma siłownikami hydraulicznymi umożliwiającymi zmianę położenia roboczego i transportowego (rys. 2.224).

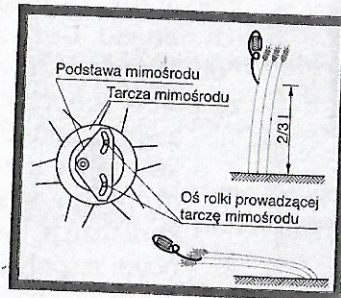


Rys. 2.223. Zespół żniwny kombajnu zbożowego



Rys. 2.224. Schemat ustawienia zespołu żniwnego

Przy dużych szerokościach zespołów żniwnych są one przewożone podczas transportu na specjalnym wózku z tyłu kombajnu. Rozdzielacze łań po zewnętrznych stronach zespołu oddzielają zbierane rośliny od pozostających na polu, szczególnie pochylone i wyległe. Nagarniacz podtrzymuje rośliny w czasie koszenia i podaje ścięte rośliny na podajnik ślimakowo-palcowy. Prędkość obrotowa nagarniacza powinna być tak dobrana (trochę większa od prędkości kombajnu), aby nie odchyłać roślin do przodu ani nie uderzać w rośliny, co może powodować osypywanie się ziarna i duże straty. Nagarniacz ma możliwość regulowania kąta ustawienia palców, neutralne – pionowe lub aktywne – odchylone w kierunku kombajnu, podnoszące wyległe zboże do zespołu tnącego. Ponadto nagarniacz może zmieniać wysokość ustawienia tak, aby jego listwy pochylały rośliny w 2/3 ich wysokości (rys. 2.225). Wsuwanie do przodu potrzebne jest w czasie zbioru do



Rys. 2.225. Schemat ustawienia palców nagarniacza

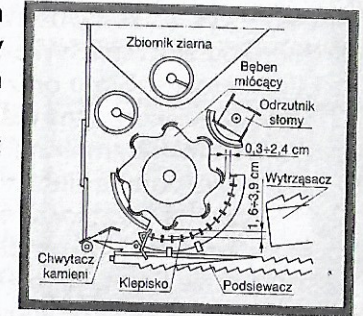
podnoszenia roślin wyległych. Regulacje te wykonuje się przy pomocy siłowników instalacji hydraulicznej.

Do cięcia stosowany jest nożycowo – palcowy zespół tnący. Całość skoszonej masy przemieszczana jest do środka zespołu przez ślimak podajnika. Na środku są mimośrodowo umieszczone palce, które podają zboże do przenośnika pochylonego-łańcuchowo-listwowego. Przenośnik ten podaje materiał roślinny do zespołu młócającego.

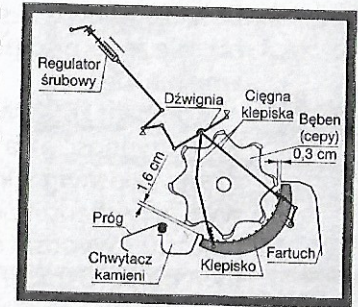
Zespoły młócające

Tradycyjny zespół młócający (rys. 2.226) składa się z jednego otwartego bębna o średnicy około 450 mm i zamontowanych na nim cepów oraz ażurowego klepiska. Istotnym elementem regulacji zespołu jest wielkość szczeliny. Na wlocie wynosi 15-40 mm, a na wylocie 3-24 mm (rys. 2.227). Od wielkości tej szczeliny zależy przepustowość kombajnu, jakość wymłócenia ziarna i stopień uszkodzenia nasion.

Przed wlotem do zespołu młócającego znajduje się chwytacz kamieni, który należy codziennie sprawdzać. Jest to blaszana rynna, w którą wpadają kamienie i inne twarde przedmioty mogące uszkodzić młocarnię kombajnu. Podawana masa roślinna z podajnika pochylonego wpada do szczeliny wlotowej. Pod wpływem obrotów bębna młócającego (450-1100 obr./min.) jest przecierana w szczelinie roboczej między bębniem a klepiskiem. W zespole młócającym przesiewane jest przez klepisko około 80% ziarna oraz 30% plew i zgonin. Prędkość obrotowa i wielkość szczeliny regulowana jest z pomostu operatora. Mała prędkość obrotowa bębna i duża szczelina robocza stosowana jest do młócenia nasion wrażliwych na uderzenia, takich jak groch. Dla zbóż stosuje się małą szczelinę i dużą prędkość obrotową bębna (tak, aby nie uszkadzać nasion). Masa roślinna z resztkami ziarna trafia na odrzutnik słomy, który kieruje ją na początek wytrząsaczy. Zapobiega nawijaniu się słomy na bęben i powtórnemu młóceniu masy roślinnej.



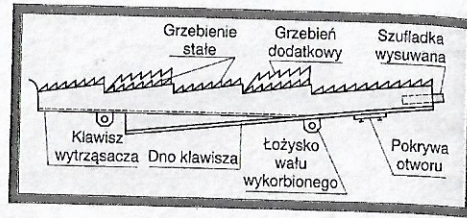
Rys. 2.226. Schemat zespołu młócającego



Rys. 2.227. Schemat regulacji szczeliny roboczej zespołu młócającego

Wytrząsacze (rys. 2.228) wydzielają resztki ziarna ze słomy. Zwykle budowane są jako klawiszowe. Klawisze pracują naprzemiennie na wałach wykorbionych. W górnej części w formie 3-4 kaskad z sitami, w dolnej jako blaszane dno z pokrywkami, które może być przedłużone szufladą. Pokrywki umożliwiają czyszczenie wytrząsacza, a szuflady zwiększają intensywność wytrząsania nasion. Nasiona, plewy i zgoniny z dna wytrząsaczy i z klepiska spadają do czyszczalni.

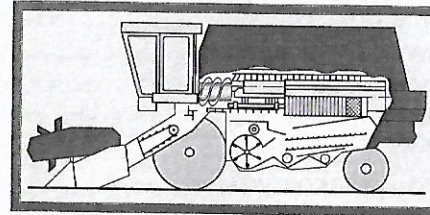
Największe zmiany konstrukcyjne dotyczą zespołów młócačo-separujących. Wprowadzane są w celu zwiększenia wymłócenia ziarna i przepustowości kombajnu. Nowe konstrukcje dążą do zwiększenia „przesiewu” przez zespół młócačo, co decyduje o wymaganiach stawianych wytrząsaczom. Im większa ilość masy przesiewana jest przez zespół młócačo, tym mniejsza może być powierzchnia robocza wytrząsacza, co prowadzi do zmniejszenia wymiarów i masy kombajnu. Zespoły młócačo dwubębnowe i kombajny z obrotowymi wytrząsaczami osiągają 95% przesiewu. Mają małe wymiary i osiągają dobrą skuteczności działania. Zespoły trzybębnowe czy stożkowe osiągają 99% przesiewu, co znacznie ogranicza stosowanie wytrząsaczy lub je w ogóle eliminuje, tabela 2.24.



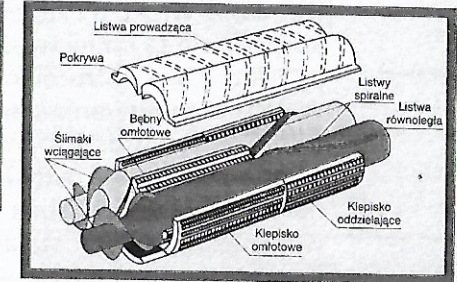
Rys. 2.228. Schemat wytrząsaczy klawiszowych

Wyeliminowanie wytrząsaczy zwiększa obciążenie podsiewaczy i czyszczalni. Zespoły te znacznie ograniczają zastosowanie kombajnu do zbioru kukurydzy.

Nowe osiowe systemy omłotu i separacji (rys. 2.229) polegają na zastosowaniu podłużnych bębnow młócačo-transportujących. Przednia część jest elementem młócačo, a tylna spełnia rolę wytrząsacza. Listwy młócačo na wirniku ułożone śrubowo przemieszczają spiralnie młócony materiał wzdłuż osi wirnika wewnątrz ażurowego cylindra do wylotu (rys. 2.230). Zespoły te nie są wrażliwe na pracę na pochyłościach, dobrze zbierają kukurydżę na suche ziarno, 3 razy mniej uszkodzają nasiona w porównaniu do cepowych, co znacznie zwiększa ich uniwersalność.

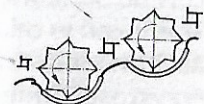
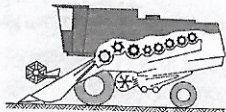
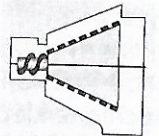


Rys. 2.229. Schemat osiowego zespołu młócačo-separującego



Rys. 2.230. Schemat wirnikowego zespołu młócačo-separującego

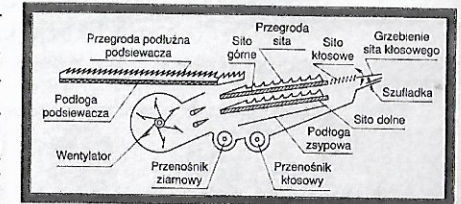
Tabela 2.24. Zespoły młócačo kombajnów zbożowych

Zespół młócačo kombajnu	Rysunek
Zespół młócačo dwubębnowy	
Zespoły młócačo z obrotowymi wytrząsaczami	
Zespoły młócačo z bębno stożkowym	

Zespoły czyszczące

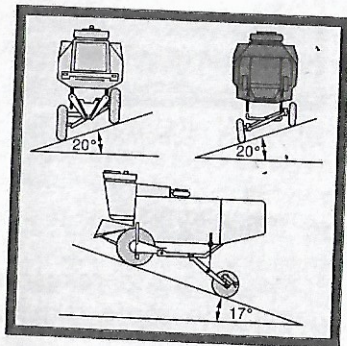
Zespół czyszczący kombajnu zbożowego (rys. 2.231) to: podsiewacz, zespół sit i wentylator. Ziarno, zanieczyszczenia i niewymłócone kłosa z klepiska i wytrząsaczy spadają na podsiewacz, który wykonując ruchy wahadłowe zsypuje całą zawartość na sita żaluzjowe. Wytwarzany przez wentylator strumień powietrza przewiewa całą masę zbożową, wydmuchuje poza kombajn lekkie zanieczyszczenia.

Sita żaluzjowe mają możliwość ręcznej zmiany szerokości szczeliny, dostosowując ją do czyszczonego ziarna. Sito górne zakończone jest sitem kłosowym z grzebieniem, przez które niewymłócone kłosa wpadają do kanału kłosów z przenośnikiem ślimakowym. Następnie dostarczane są do przenośnika łopatkowego z podajnikiem ślimakowym i dalej do

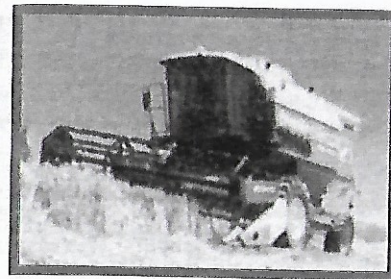


Rys. 2.231. Schemat zespołu czyszczącego

zespołu młócającego w celu powtórnego wymłócenia. Zgoniny i lekkie zanieczyszczenia zsuwają się z sita poza kombajn. Ziarno spada na sito dolne, gdzie jest doczyszczane. Ciężkie zanieczyszczenia spadają do kanału niewymłóconych kłosów, natomiast czyste ziarno spada na pochylnię, z której podajnikiem ślimakowym dostarczane jest do przenośnika łopatkowego i przenośnikiem ślimakowym podawane do zbiornika ziarna. Stopień oczyszczenia ziarna zależy od regulowanych wielkości szczelin na sitach i wielkości strumienia powietrza, który można regulować kierownicami ustawianymi ręcznie i prędkością obrotową wirnika przy pomocy przekładni bezstopniowej. Wraz ze zmianami konstrukcyjnymi zespołów młócających, modyfikacji ulegają zespoły czyszczące. Zmianie ulega głównie powierzchnia sit, która jest coraz większa i zapewnia dokładniejsze czyszczenie ziarna. Nowe konstrukcje są mniej wrażliwe na pracę na pochyłościach, wykorzystują 1 lub 2 sita i strumień powietrza oraz ssące działanie wentylatora w celu eliminowania zanieczyszczeń. Napełnienie zbiornika można obserwować wziernikiem lub jest sygnalizowane lampą. Opróżnianie odbywa się przenośnikiem ślimakowym w czasie pracy kombajnu na przejeżdżający obok środek transportowy. Kombajny zbożowe wyposażane są w instalacje hydrauliczne, które ułatwiają sterowanie parametrami kombajnu w czasie jego pracy w sposób bezstopniowy. Instalacja elektryczna i często elektroniczna analizuje wyniki pomiarów i dostosowuje układy robocze do zadanych parametrów pracy kombajnu. Wszystkie informacje spływają na pulpit sterowniczy operatora pracującego obecnie w komfortowej, klimatyzowanej kabinie. Osobny problem to modyfikacje kombajnu przystosowane do zbioru roślin na pochyłościach. Dla takich warunków konstruowane są kombajny zwane górskimi. Kombajny te wyposażone są w automatyczne systemy poziomowania kombajnu (rys. 2.232) i system poprzecznego kopiowania terenu przez zespół tnący (rys. 2.233). Rozwiązania te są jednak bardzo drogie, a wykorzystanie kombajnu w warunkach polskich niewielkie. Znacznie tańsze modyfikacje to w klasycznym kombajnie regulowanie poziomowania zespołu czyszczącego (rys. 2.234) lub stosowanie wysokich przegród sit z wyrównywaniem warstwy ziarna strumieniem powietrza (rys. 2.235).



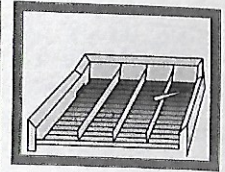
Rys. 2.232. Schemat automatycznego poziomowania



Rys. 2.233. Kopiowanie terenu przez zespół tnący



Rys. 2.234. Schemat automatycznego poziomowania zespołu czyszczącego

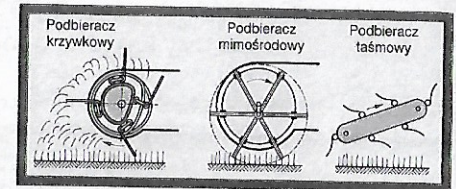


Rys. 2.235. Schemat zespołu czyszczącego z wyrównywaniem warstwy ziarna strumieniem powietrza

2.6.3. Kombajn zbożowy

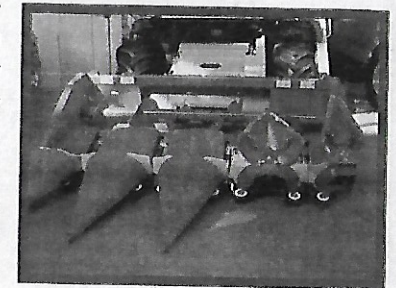
– przystosowanie do zbioru innych roślin

Kombajny zbożowe przystosowywane są do zbioru różnych roślin w celu wydłużenia ich sezonu pracy o około 20% i zmniejszenia kosztów eksploatacji. Podczas dwuetapowego zbioru roślin koszenie rozpoczyna się około 7 dni wcześniej na pokos przy wilgotności ziarna około 35%. Do omłotu przeschniętych roślin stosuje się kombajny wyposażone w podbieracze palcowe w miejsce zespołu żniwnego. Podbieracze krzywkowe lub mimośrodowe (rys. 2.236) powinny mieć prędkość obwodową palców do 50 % większą od prędkości kombajnu w celu prawidłowego podbierania roślin z pokosu.



Rys. 2.236. Schemat podbieraczy

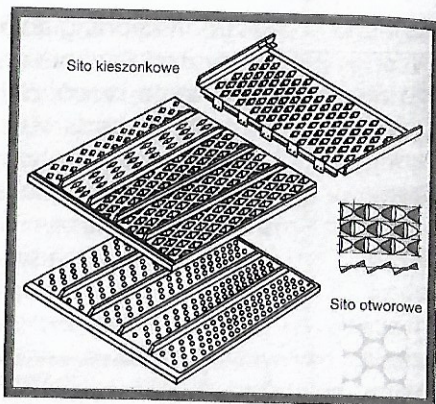
Przystosowanie kombajnu do zbioru kukurydzy polega na zastosowaniu adapteru do zbioru kolb kukurydzy (rys. 2.237) z czterech rzędów. Łańcuchy i walce obrywają kolby i podają do zespołu młócającego, a łodygi pozostają na polu. Chwytnik kamieni musi zostać zasłonięty specjalnym progiem, aby nie wpadały tam kolby. Osłania się bęben i montuje wzmocnione klepisko i wytrząsacze. Należy wymienić sita żaluzjowe i kłosowe



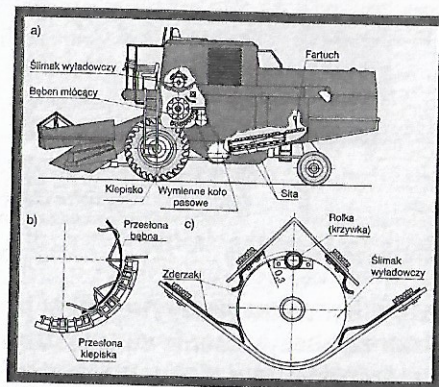
Rys. 2.237. Kombajn z adapterem do zbioru kukurydzy

górne na kieszonkowe, a żaluzjowe dolne na otworowe (rys. 2.238).

Kombajnem zbożowym, po jego przystosowaniu, możliwy jest także zbiór traw i koniczyny. Nasiona tych roślin są znacznie mniejsze i lżejsze od ziarna zbóż. Przystosowanie kombajnu polega na osłonięciu wału młócacego i klepiska osłonami w celu uniemożliwienia gromadzenia się nasion wewnątrz bębna. W czyszczalni należy



Rys. 2.238. Schemat sita kieszonkowego i otworowego



Rys. 2.239. Schemat przystosowania kombajnu do zbioru traw

2.6.4. Maszyny do czyszczenia, sortowania i dosuszania ziarna

Zbiór nasion kombajnami powoduje dość znaczne zanieczyszczenie nasionami chwastów, resztkami słomy i zielonych części roślin. Zebrane nasiona wymagają czyszczenia – oddzielenia nasion innych gatunków roślin i sortowania – oddzielenia nasion uszkodzonych, niewykształconych i gorszej jakości. Czyszczenia i sortowania nasion dokonuje się wykorzystując właściwości fizyko mechaniczne czyszczonego materiału tj. wielkość (długość, szerokość, grubość), kształt, gęstość, właściwości aerodynamiczne, współczynnik tarcia. Do czyszczenia ziarna stosowane są czyszczalnie proste, złożone i specjalne. Czyszczalnie proste prezentuje tabela 2.25.

Tabela 2.25. Czyszczalnie proste

Rodzaj czyszczalni	Opis prac	Rysunek
Młynek	Czyści nasiona za pomocą strumienia powietrza	
Wialnia	Czyści nasiona za pomocą strumienia powietrza i zespołu sit	
Czyszczalnia pneumatyczna	Wykorzystuje w swojej pracy pionowy ruch powietrza poruszający się przez sito	
Żmijka	Wykorzystuje w swojej pracy kształt nasion	
Tryjer		
Płótniarka	Wykorzystuje w swojej pracy rodzaj powierzchni nasiona	