

Metryczka	Opis/Treść	Uwagi
Tytuł kursu:	Zasady użytkowania maszyn, narzędzi i urządzeń stosowanych w rolnictwie	
Tytuł modułu:	Maszyny, narzędzia i urządzenia do zbioru zbóż, czyszczenia, sortowania nasion oraz zbioru okopowych	
Symbol skryptu	5.2_ZUMNiUSwR_treść	

## **MODUŁ V — Maszyny, narzędzia i urządzenia do zbioru zbóż, czyszczenia, sortowania nasion.**

- 1) Maszyny i urządzenia do zbioru zbóż.
- 2) Maszyny i urządzenia czyszczenia, sortowania i suszenia nasion.

### **1) Maszyny i urządzenia do zbioru zbóż**

#### **Metody zbioru zbóż**

Zbiór zbóż może być wykonywany metodą jednoetapową lub wieloetapową.

W wieloetapowej metodzie zbioru zbóż występują następujące operacje: obkaszanie, koszenie wraz z wiązaniem i ustawianiem snopów na polu, transport z pola i młócenie. Ta metoda zbioru jest obecnie stosowana niezwykle sporadycznie i dlatego maszyny tego rodzaju nie są już produkowane od wielu lat.

Przy zbiorze jednoetapowym kombajn jednocześnie kosi i młóci zboże. Zbiór zbóż kombajnami umożliwia zbieranie ziarna w stadium dojrzałości rogowej i pierwszych dniach dojrzałości zupełnej, dzięki czemu uzyskuje się ziarno dojrzałe i suche.

Do podstawowych zalet zbioru zbóż kombajnem, spełniającymi wymagania agrotechniczne stawiane tym maszynom, można zaliczyć:

- uproszczenie technologii zbioru,
- duże zmniejszenie nakładów robocizny ręcznej,
- skrócenie czasu zbioru,
- wykorzystanie optymalnych terminów agrotechnicznych,
- zmniejszenie strat ziarna.

#### **Wymagania agrotechniczne stawiane kombajnom do zbioru zbóż.**

System Maszyn Rolniczych określa dopuszczalne wielkości dotyczące strat ziarna, jego uszkodzeń i czystości, które muszą być osiągnięte podczas kombajnowego zbioru zbóż. Dopuszczalne całkowite straty ziarna podczas zbioru kombajnowego mogą wynosić łącznie do 2,5% wysokości plonu. Straty spowodowane przez młocarnię nie mogą przekroczyć 1,5%.

Straty spowodowane przez zespół żniwny powstają na skutek oddziaływania na zboże jego ruchomych elementów oraz niewłaściwego ustawienia rozdzielaczy łanu. Dopuszczalne straty przez zespół żniwny mogą dochodzić do 1% przy koszeniu, a do 0,5%÷0,7% przy podbieraniu.

Czystość ziarna zbóż powinna być niższa niż 97%, a ziaren uszkodzonych nie może być więcej niż 1% przy zbiorze nasion roślin nasiennych i 2% przy zbiorze ziarna konsumpcyjnego. Konstrukcja kombajnu powinna umożliwiać jego pracę na pochyłościach do 12°.

## Budowa kombajnów zbożowych

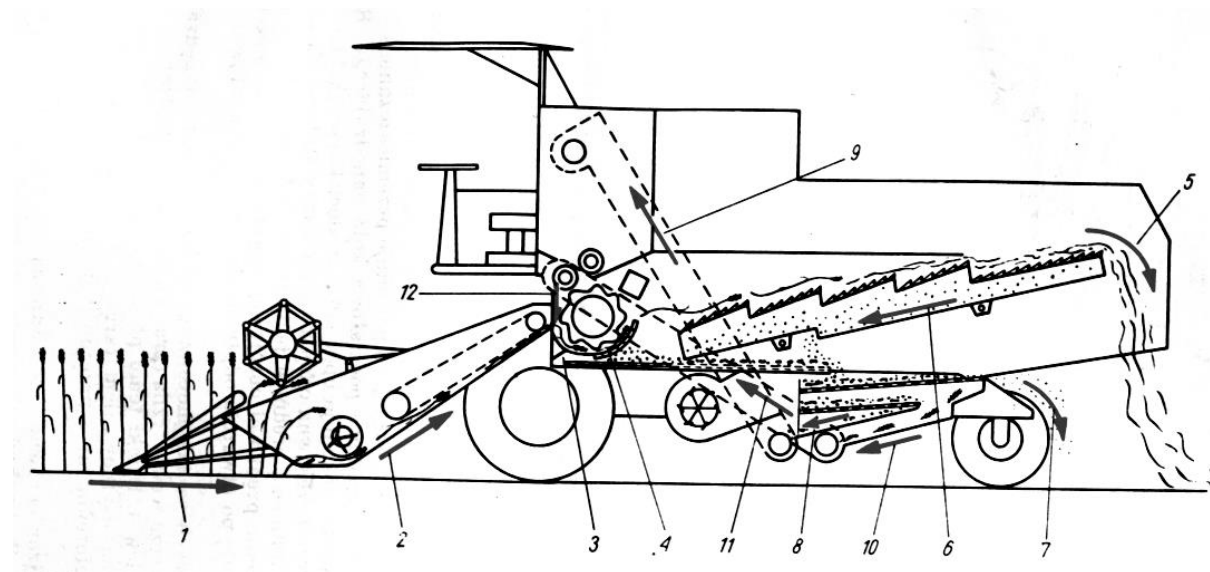
W samojezdnym kombajnie zbożowym można wyróżnić następujące główne zespoły robocze:

- zespół żniwny,
- zespół młócający z czyszczeniem oraz zespoły pomocnicze,
- układ hydrauliczny,
- zespół napędowy (przekładnie napędu głównych zespołów roboczych oraz przekładnie napędu kół jezdnych),
- zespół energetyczny (silnik).

W opracowaniu przedstawiono budowę kombajnu na przykładzie maszyny „Bizon Z 056”. Występują w nim typowe dla innych kombajnów zbożowych zespoły i podzespoły. Przebieg procesu ścinania zboża, jego omłotu oraz czyszczenia ziarna w tym kombajnie przebiega podobnie jak w większości innych konstrukcji.

## Schemat technologiczny pracy kombajnu

Wszystkie zespoły są połączone konstrukcją ramową tworząc zwartą całość przystosowaną do pracy w trudnych warunkach terenowych. Zboże ścinane jest za pomocą zespołu tnącego, z którym współdziałają nagarniacz i rozdzielacz łanu. Ścięte zboże dostaje się pod podajnik ślimakowo-palcowy, który kieruje ściętą masę do przenośnika pochyłego, skąd zboże przenoszone jest do zespołu młócacego. Podczas omłotu 60 - 90% ziarna przesypuje się przez klepisko i spada na podsiewacz. Na podsiewacz dostają się też niedomłócone kłosa. Słoma wraz z resztą ziarna odrzucana jest, przez odrzutnik słomy, na wytrząsacz, z którego po oddzieleniu ziarna usuwana jest na zewnątrz kombajnu. Ziarno spadające z klepiska i wytrząsacza na podsiewacz zsuwa się po nim na sita zespołu czyszczącego. Oczyszczone ziarno podawane jest przenośnikiem zgarniakowym do zbiornika, z którego jest następnie rozładowywane za pomocą przenośnika ślimakowego na środki transportowe. Niedomłócone kłosa wychwycone na sicie kłosowym, poprzez podnośnik kłosów, kierowane są do powtórnego omłotu.

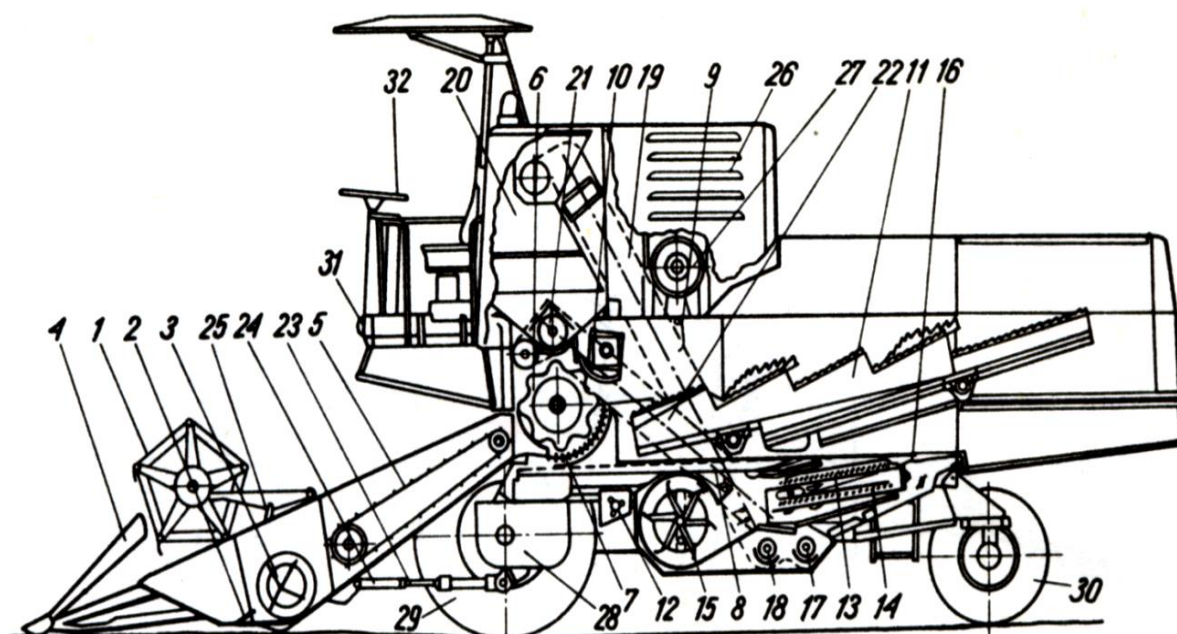


**Rys. 1.** Schemat technologiczny pracy kombajnu Bizon: 1 - nachylenie i cięcie zboża, 2 - podawanie zboża do omłotu, 3 - oddzielanie kamieni, 4 - omłot, 5 - usuwanie słomy, 6 -

przesuwanie ziarna wydzielonego ze słomy, 7 – usuwanie zgonin i plew, 8 – przemieszczanie oczyszczonego ziarna, 9 – przenoszenie ziarna do zbiornika, 10 – przemieszczanie nieomłóconych kłosów, 11 – przenoszenie kłosów, 12 – podawanie kłosów do powtórnego młócenia

Źródło: Instrukcja obsługi. Kombajn zbożowy Z056 Bizon-Super

Zasadę działania wyjaśnia schemat technologiczny kombajnu. Przebieg pracy kombajnu jest sterowany i kontrolowany przez operatora ze stanowiska usytuowanego na pomoście. Pole, z którego zboże ma być zbierane kombajnami, powinno być oczyszczone z kamieni, pozbawione głębokich bruzd i możliwie jak największe. Spowoduje to zmniejszenie liczby awarii kombajnu, zwiększenie bezpieczeństwa pracy oraz skrócenie czasu zbioru. Wilgotność zbieranego ziarna powinna wynosić 14-17%. Jeśli istnieje możliwość dosuszania ziarna, jego wilgotność może dochodzić do 30%, a wilgotność słomy do 40%.



**Rys. 2.** Schemat konstrukcyjny kombajnu Bizon:

1 nagarniacz, 2 zespół tnący, 3 podajnik ślimakowo-palcowy, 4 rozdzielacz łańcucha, 5 przenośnik pochyły, 6 bęben młócający, 7 kłepisko, 8 podsiewacz, 9 fartuch, 10 odrzutnik słomy, 11 wytrząsacz klawiszowy, 12 wał napędu podsiewacza, 13 sito górne, 14 sito dolne, 15 wentylator, 16 sito kłosowe, 17 ślimak kłosowy, 18 ślimak ziarnowy, 19 podnośnik ziarna, 20 zbiornik ziarna, 21 ślimak wyładowczy zbiornika ziarna, 22 podnośnik kłosów, 23 siłownik zespołu żniwnego, 24 podpora do transportu zespołu żniwnego, 25 siłownik nagarniacza, 26 obudowa silnika, 27 silnik napędowy kombajnu, 28 skrzynia biegów z mechanizmem różnicowym, 29 przedni most jezdny, 30 tylny wózek, 31 pomost kierowcy, 32 koło kierownicy

Źródło: Instrukcja obsługi. Kombajn zbożowy Z056 Bizon-Super

W kombajnie zbożowym bardzo ważną rolę odgrywa układ hydrauliczny. Przerzutowanie mechanizmów odbywa się za pośrednictwem siłowników hydraulicznych z pomostu kombajnisty za pomocą dźwigni sterowania. Po uruchomieniu silnika kombajnu, pompa olejowa zasila układ hydrauliczny podając olej do zaworu przepływowego rozgałęzionego. W zaworze przepływowym olej jest rozdzielony na:

- strugę o stałym wydatku zasilającą układ kierowania obejmujący rozdzielacz Orbitrol i siłownik hydrauliczny dwustronnego działania,
- strugę o wydatku resztkowym zasilającą pozostałą część instalacji poprzez szeregowo połączone rozdzielacze suwakowe,

W obwodzie hydraulicznym zasilania siłowników zespołu żniwnego równolegle jest włączony akumulator hydrauliczno-gazowy. Składa się z dwóch komór przedzielonych przeponą gumową. Jedna komora jest napełniona azotem o ciśnieniu wstępnym 5,5 MPa. Zadaniem akumulatora hydrauliczno-gazowego jest korzystne, bardziej elastyczne zawieszenie zespołu żniwnego i usprawnienie kopiowania terenu. Zawór dławiący regulowany, ściśle współpracuje z akumulatorem.

Sterowanie siłownikiem przekładni bezstopniowej nagarniacza odbywa się poprzez szeregowo włączony zamek hydrauliczny. Zamek hydrauliczny zamyka szczelnie, po przesterowaniu, odpływ oleju z siłownika przekładni, co umożliwia utrzymanie stałej, nastawionej przez kombajnistę, prędkości obrotowej nagarniacza.

Przedstawiony schemat instalacji hydraulicznej nie jest jedynym rozwiązaniem, jaki był stosowany w kombajnach Bizon. Istnieją rozwiązania, które nie zawierają np. akumulatora hydrauliczno-gazowego. W tych konstrukcjach problem odciążenia zespołu żniwnego i umożliwienie kopiowania terenu rozwiązano za pomocą sprężyn odciążających znajdujących się pomiędzy cylindrami siłowników zespołu żniwnego a korpusem kombajnu. W chwili obecnej odchodzi się od tego rozwiązania na rzecz akumulatora hydrauliczno-gazowego ze względu na lepsze efekty w pracy zespołu żniwnego.

Zmiana rozwiązania dotyczyła również rozbudowy instalacji hydraulicznej o dodatkową sekcję rozdzielacza, która za pośrednictwem siłownika służyła do przestawiania rury wyładowczej ziarna z położenia transportowego w robocze i odwrotnie. W innym rozwiązaniu dodatkowa sekcja służyła do sterowania siłownikiem mechanizmu zwrotnego przenośnika pochyłego w przypadku jego zablokowania.

Sterowanie hydrauliczne w czasie zbioru zbóż obejmuje: opuszczanie i podnoszenie zespołu żniwnego, opuszczanie i podnoszenie w pionie oraz wysuwanie w poziomie nagarniacza przyrządu żniwnego, bezstopniowa regulacja prędkości obrotowej nagarniacza, bezstopniowa regulacja prędkości jazdy kombajnu, kierowanie kombajnem.



**Rys. 3.** Następca Bizona, produkowany w Płocku New Holland TC59

Źródło: Materiały reklamowe firmy New Holland w Płocku

### **Obsługa kombajnu zbożowego**

Przed przystąpieniem do pracy kombajnem należy wykonać obsługę techniczną. W ramach tej obsługi należy:

- oczyścić kombajn z zewnątrz,
- oczyścić: chwytacz kamieni, zespół młócający, powierzchnie robocze klawiszy wytrząsacza, sita czyszczące, podsiewacz i osłonę siatkową chłodnic,
- uzupełnić do pełna zbiornik paliwa,
- sprawdzić ilość oleju w misce olejowej silnika oraz pompy wtryskowej, a ubytki oleju uzupełnić do poziomu według wskaźnika,
- sprawdzić ilość oleju w zbiorniku układu hydraulicznego, ubytki uzupełnić do poziomu według wskaźnika,
- sprawdzić i ewentualnie uzupełnić poziom wody w chłodnicy,
- smarować zgodnie z tabelą i schematem smarowania,
- sprawdzić szczelność połączeń przewodów gumowych z chłodnicą oleju i silnikiem,
- oczyścić zewnętrzny filtr powietrza,
- sprawdzić stan i napięcie pasów i łańcuchów, poluzowane pasy i łańcuchy naciągnąć i usunąć uszkodzenia łańcuchów,
- sprawdzić połączenia śrubowe mostu z ramą, młocarni, obudowy łożysk wytrząsaczy i podsiewacza z koszem sitowym,
- sprawdzić działanie układu kierowniczego, hamulcowego oraz poprawności działania sprzęgła jezdnego,
- sprawdzić stan przyrządu tnącego, brakujące nożyki listwy nożowej uzupełnić, pogięte palce wyprostować, uszkodzone wymienić, dokręcić poluzowane nakrętki śrub mocujących palce,





**Rys. 4.** Pomost kombajnu Bizon New Holland TC59  
 Źródło: Materiały reklamowe firmy New Holland w Płocku

- sprawdzić stan palców podajnika ślimakowo-palcowego, pogieęte palce wyprostować lub wymienić,
- sprawdzić stan łańcucha przenośnika pochyłego, pogieęte listwy wyprostować, obluźnione zanić, brakujące uzupełnić,
- sprawdzić, czy praca mechanizmów na wolnych obrotach silnika przy włączonych napędach młocarni i zespołu żniwnego jest dobra,
- sprawdzić wskazania przyrządów na pulpicie.

Oprócz wyżej wymienionych czynności po przepracowaniu przez kombajn ok. 50 godzin należy dodatkowo:

- sprawdzić działanie i ewentualnie wyregulować sprzęgła przeciążeniowe,
- sprawdzić i w razie potrzeby uzupełnić poziom elektrolitu w akumulatorach,
- oczyścić wkład wewnętrzny filtra powietrza,

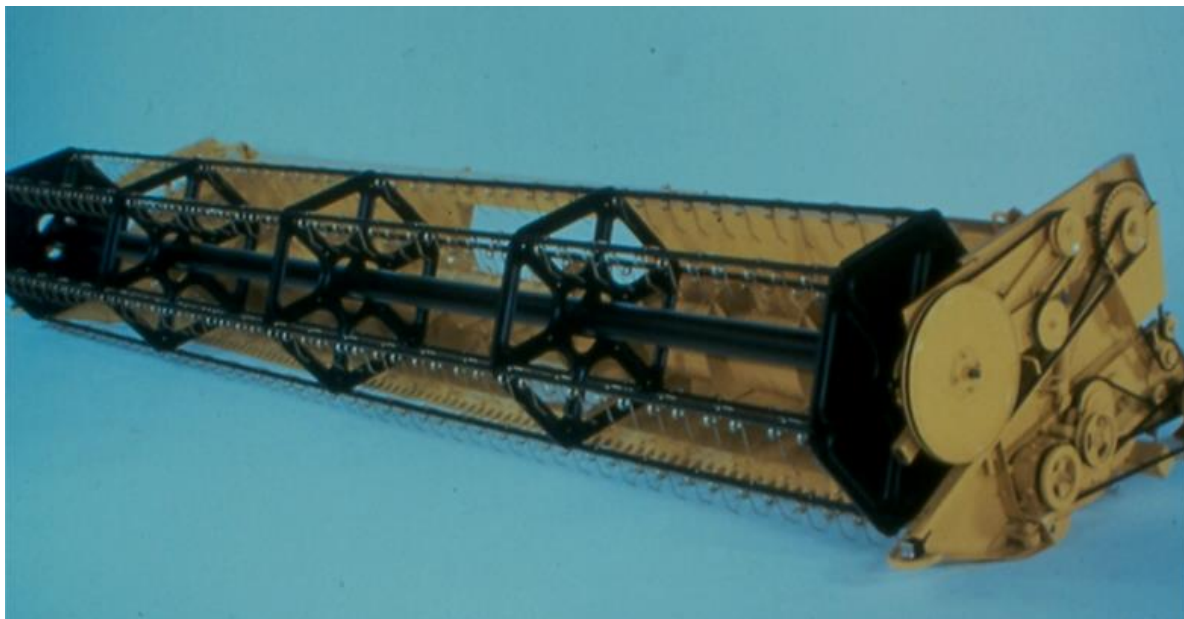
W przeglądach przeprowadzanych, co 50, 100 i 200 godzinach pracy należy pamiętać o smarowaniu punktów wskazanych w tabeli i schemacie smarowania kombajnu.

### **Zespół żniwny – budowa, przygotowanie do pracy oraz regulacje**

Zespół żniwny zawieszony jest wahadłowo w przedniej części kombajnu, symetrycznie w stosunku do konstrukcji kombajnu. Do przestawiania zespołu żniwnego w położenia robocze i transportowe służą dwa siłowniki hydrauliczne sterowane z pomostu kombajnisty.

W skład zespołu żniwnego kombajnu wchodzi następujące zasadnicze elementy:

- 1) nagarniacz pięcioskrzydłowy,
- 2) nożycowy zespół tnący,
- 3) podajnik ślimakowo-palcowy,
- 4) przenośnik pochyły,
- 5) korpus zespołu żniwnego.



**Rys. 5.** Zespół żniwny (heder) kombajnu Bizon New Holland TC59

Źródło: Materiały reklamowe firmy New Holland w Płocku

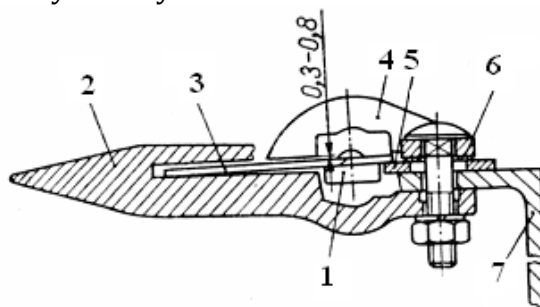
Zadaniem nagarniacza jest nachylenie zboża w kierunku zespołu tnącego i podawanie go pod podajnik ślimakowo-palcowy. Jakość pracy nagarniacza zależy w dużym stopniu od właściwego ustawienia nagarniacza w płaszczyznach pionowej i poziomej oraz od regulacji jego prędkości obrotowej (prędkości obwodowej listew nagarniających) i kąta ustawienia jego palców. Roboczymi częściami nagarniacza są skrzydła zamontowane równolegle do osi obrotu nagarniacza, rozmieszczone, co  $72^\circ$ . Każde skrzydło składa się z osi, listwy nagarniającej i osadzonych na niej sprężystych palców. Skrzydła zamocowane są do trzech tarcz. Skrajne tarcze połączone są z tarczami mimośrodków za pomocą zakończonych wykorbieniami osi skrzydeł. Taki układ zapewnia równoczesne z obrotami nagarniacza obroty skrzydeł wokół ich osi i utrzymanie stałego kąta ustawienia sprężystych palców oraz listew nagarniacza. Kąt ustawienia listew z palcami może być regulowany przez obsługującego.

Cały nagarniacz może być podnoszony lub opuszczany oraz przesuwany bliżej lub dalej w stosunku do zespołu tnącego. Regulacja nagarniacza w płaszczyźnie poziomej odbywa się za pośrednictwem układu dźwigniowego połączonego z siłownikiem hydraulicznym natomiast dwa siłowniki służą do podnoszenia i opuszczania nagarniacza. Oprócz tego obsługujący może regulować prędkość obrotową nagarniacza, dostosowując ją każdorazowo do prędkości jazdy kombajnu. Do regulacji prędkości obrotowej nagarniacza stosuje się przekładnię bezstopniową, sterowaną siłownikiem hydraulicznym wbudowanym do jednego z kół pasowych przekładni. Stosuje się również napęd nagarniacza bezpośrednio silnikiem hydraulicznym, co umożliwia bezstopniową zmianę jego prędkości obrotowej. Przy koszeniu zboża prosto stojącego nagarniacz powinien być ustawiony nad zespołem tnącym. Wysokość ustawienia nagarniacza powinna być taka, aby jego listwy uderzały w zboże na wysokości ok.  $1/3$  długości źdźbeł poniżej kłosów. Przy zbyt wysokim ustawieniu nagarniacza następuje wymłacanie kłosów, a przy zbyt niskim ustawieniu zboże owija się wokół listew nagarniacza. Palce sprężyste nagarniacza ustawia się pionowo. Jeśli zboże jest wyległe, nagarniacz należy opuścić nisko i wysunąć do przodu, a jeśli ma bardzo krótką słomę -

opuścić i cofnąć. Kąt ustawienia palców zmienia się cofając je w stosunku do kierunku jazdy.

Regulacji prędkości obrotowej nagarniacza dokonuje się z pomostu kombajnu siłownikiem hydraulicznym wmontowanym w przekładnię bezstopniową. Zasadą jest, że prędkość obwodowa nagarniacza powinna być większa od prędkości postępowej kombajnu, aby listwy nagarniacza przy zagłębianiu się w zboże nachylały żdźbła w kierunku ruchu maszyny. Jednocześnie należy pamiętać, że jeśli prędkość obrotowa nagarniacza jest za duża, to jego listwy uderzają w kłosa i wymłacają z nich ziarno. Wyjątkowo prędkość obwodowa nagarniacza jest mniejsza od prędkości ruchu kombajnu tylko podczas zbioru „pod włos” zbóż wyległych lub o bardzo długiej słomie.

W kombajnie zastosowano nożycowy zespół tnący normalnego cięcia o rozstawie palców 76,2 mm i ząbkowanych nożykach.



**Rys. 6.** Przekrój zespołu tnącego. 1 listwa nożowa, 2 palec zespołu tnącego, 3 nożyk, 4 przycisk, 5 prowadnica listwy nożowej, 6 podkładka regulacyjna, 7 belka palcowa

Źródło: Instrukcja obsługi. Kombajn zbożowy Z056 Bizon-Super

Mechanizm napędu listwy nożowej składa się z korby, targańca i dźwigni. Wykonany z metalowej rurki targańca jest zakończony przegubem kulowym z trzpieniem gwintowanym. Przez wkręcanie lub wykręcanie przegubu kulowego można zmieniać długość targańca, regulując w ten sposób położenie punktów zwrotnych listwy nożowej. Dźwignia łączy dwa przeguby kulowe: targańca i listwy nożowej, umożliwiając przekazywanie napędu pod kątem 90°.



**Rys. 7.** Napęd zespołu żniwnego kombajnu Bizon New Holland TC59

Źródło: Materiały reklamowe firmy New Holland w Płocku



Nożycowy zespół tnący kombajnu jest napędzany od mimośrodowo obracającego się w płaszczyźnie ruchu kombajnu. Napęd jest przenoszony dalej przez tarcznię, ustawioną w przybliżeniu równolegle do płaszczyzny ruchu kombajnu, na dźwignię kątową, a z niej na listwę nożową. Przynitowane do listwy nożowej nożyki współpracują bezpośrednio z palcami zespołu tnącego.



**Rys. 8.** Aktywny rozdzielacz łanu zastosowany w kombajnu New Holland

Źródło: Materiały reklamowe firmy New Holland w Płocku

Po obu stronach zespołu tnącego do korpusu zespołu żniwnego są przymocowane rozdzielacze łanu, które mają za zadanie oddzielić koszoną pas zboża od reszty łanu.

Położenie skrzydeł rozdzielacza reguluje się poprzez zmianę długości wysięgników. Lewy rozdzielacz łanu składa się ze skrzydła wewnętrznego, skrzydła górnego oraz belki nośnej. Przy koszeniu zboża wyległego, do zespołu tnącego przymocowuje się podnośniki, ułatwiające koszenie w takich utrudnionych warunkach. W przypadku koszenia rzepaku zaleca się stosowanie aktywnych rozdzielaczy łanu.

Ścinane zboże jest na bieżąco odbierane z zespołu tnącego i podawane do obudowy przenośnika pochyłego. Czynność tę wykonuje podajnik ślimakowo-palcowy składający się z dwóch skrajnych odcinków – prawozwojowego i lewozwojowego – ślimaków oraz części środkowej – podajnika palcowego. Obracające się zwoje ślimaków przemieszczają po podłodze zespołu żniwnego ściętą żdźbłą ku części środkowej, skąd palce podajnika kierują ściętą masę do przenośnika pochyłego. Palce podajnika zamontowane są na osi wykorbionej, która to oś umieszczona jest wewnątrz cylindra podajnika i jest w stosunku do osi cylindra usytuowana mimośrodowo. Na osi tej ułożyskowane są piasty palców, w których za pomocą zawleczek zamocowane są palce. Palce wyprowadzone są z cylindra przez prowadnice. Oś palców jest nieruchoma w stosunku do obracającego się cylindra, natomiast na osi tej obracają się wraz z cylindrem piasty palców podajnika. Miejsce, w którym palce podajnika palcowego w czasie jego obrotu chowają się w cylindrze i miejsce, kiedy palce wysuwają się może być regulowane przez przemieszczanie osi palców względem cylindra, za pomocą dźwigni.

Przenośnik pochyły odbiera ściętą masę zbożową od podajnika ślimakowo-palcowego i transportuje ją do zespołu młócego. Zasadniczymi elementami przenośnika pochyłego są trzy łańcuchy, do których przynitowane zostały kątowniki z uzębionymi górnymi krawędziami. Łańcuchy współpracują z kołami łańcuchowymi

osadzonymi na dwóch wałkach: napinającym i napędowym. Napinający wałek dolny jest zamontowany elastycznie, co umożliwia mu dostosowanie swojego położenia do zmieniającej się stale ilości przemieszczanego zboża. Łańcuchy przenośnika muszą być okresowo napinane, aby nie ocierały o dno przenośnika pochyłego. Wałek górny jest wałkiem napędzającym przenośnik. W celu zabezpieczenia elementów przenośnika przed uszkodzeniem na skutek przeciążenia zamontowane zostało na wałku górnym sprzęgło przeciążeniowe.



**Rys. 9.** Napęd na nagarniacz. Na drugim planie podajnik ślimakowo-palcowy  
Źródło: Materiały reklamowe firmy New Holland w Płocku

Zespół żniwny jest przewożony na wózku transportowym przyczepionym do kombajnu. Aby założyć zespół żniwny do kombajnu należy:

- ustawić wózek poziomo,
- odczepić go od kombajnu,
- podjechać kombajnem do zespołu żniwnego naprowadzając czopy zawieszenia znajdujące się na przenośniku pochyłym, w gniazda zawieszenia na belce nośnej zespołu żniwnego,
- podnieść powoli przenośnik pochyły wprowadzając czopy w gniazda,
- odłączyć zespół żniwny od wózka odchylając dźwignie i wysuwając zatyczki,
- podnieść zespół żniwny z wózka i zabezpieczyć u dołu przetyczkami na przenośniku pochyłym,
- podłączyć przewody hydrauliczne z odpowiednimi gniazdami na zespole żniwnym,
- połączyć układ przeniesienia napędu.

Odłączanie zespołu żniwnego od kombajnu odbywa się w następującej kolejności:

- podjechać kombajnem z podniesionym zespołem żniwnym prostopadle do wózka transportowego ustawionego poziomo, naprowadzając płozy zespołu żniwnego na ślizgi w jarzmach wózka,
- wyjąć przetyczki u dołu na przenośniku pochyłym,
- opuścić zespół żniwny na wózek, następnie zamocować go przetyczkami zabezpieczając przetyczki zawleczkami sprężystymi oraz zablokować zespół specjalnymi dźwigniami na wózku transportowym,
- odłączyć przewody hydrauliczne od gniazd i umieścić je pod podłogą pomostu kombajnisty, a na gniazda zespołu żniwnego założyć ochraniacze,
- rozłączyć układ przeniesienia napędu,

- opuścić przenośnik pochyły tak, aby czopy zawieszenia wyszły z gniazd,
  - odjechać kombajnem do tyłu. Połączyć wózek z kombajnem.
- Należy pamiętać, aby do transportu zdjąć długie rozdzielacze łań, odchylić wysięgniki świateł, podłączyć instalację elektryczną wózka z instalacją kombajnu.



**Rys. 10.** Transport zespołu żniwnego kombajnu na wózku transportowym  
Źródło: materiały reklamowe firmy Claas



**Rys. 11.** Składany zespół żniwny kombajnu zbożowego firmy Claas  
Źródło: materiały reklamowe firmy Claas

W celu ułatwienia przemieszczania się kombajnu z pola na pole firma Claas opracowała konstrukcję składanego zespołu żniwnego. W tym przypadku nie zachodzi konieczność odłączania zespołu przy przejazdach kombajnu po drogach publicznych.

Na zboczach, w terenie pofałdowanym, przy głębokich koleinach, przy wyległym zbożu kombajnista ma problem z właściwym poprowadzeniem maszyny.



W nowoczesnych konstrukcjach zespołu żniwnego, konstruktorzy wiodących w tej dziedzinie firm, rozwiązyali problem właściwego prowadzenia zespołu żniwnego. System CLAAS CONTOUR, firmy Claas, umożliwia samoczynne dopasowanie się zespołu żniwnego do pochyłości wzdłużnych i poprzecznych. Operator wybiera nastawy i uruchamia CLAAS CONTOUR przyciskiem na drążku sterowym. Regulacja odbywa się za pomocą elektro-hydraulicznych obwodów sterujących. Przyrząd żniwny powinien automatycznie dopasować się do nierówności pola. Operator kombajnu wybiera wstępnie siłę docisku względem podłoża a CLAAS CONTOUR dba o to, aby ten docisk był ciągle utrzymany. Wstępne ustawienie wysokości cięcia umożliwia uzyskanie w każdej chwili wysokości cięcia ustawionej przez operatora.



**Rys. 12.** System CLAAS CONTOUR, firmy Claas,  
Źródło: materiały reklamowe firmy Claas

HEADERTRACK, firmy John Deere, umożliwia pełnie kopiowanie terenu uwalniając operatora przed częstymi zmianami położenia zespołu żniwnego podczas pracy na nierównym terenie. Jest to w pełni zautomatyzowany system, sterujący podczas pracy następującymi funkcjami: automatyczna kontrola wysokości koszenia, automatyczna kontrola nacisku na podłoże, automatyczne pochylenie zespołu żniwnego, automatyczne sterowanie położeniem nagarniacza. Korzyści wypływające z tych rozwiązań to: wysoki komfort i bezpieczeństwo pracy szerokim zespołem żniwnym późnym wieczorem w wyległym zbożu, szybsza praca i wyższa wydajność, mniejsze straty plonu na polu.



**Rys. 13.** Zasada pracy systemu HEADERTRACK firmy John Deere.  
Źródło: materiały reklamowe firmy John Deere

### **Młocarnia kombajnu – budowa, przygotowanie do pracy oraz regulacje**

Młocarnia składa się z następujących zespołów:

- zespołu omłotowego (bębna młocącego, klepiska i chwytacza kamieni),
- odrzutnika słomy,
- podsiewacza z koszem sitowym,
- wytrząsaczy,



- podnośników (ziarnowego i kłosowego),
- ślimaków (ziarnowego dolnego i górnego, kłosowego i górnego oraz wygarniających),
- kadłuba z oblachowaniem i zbiornikiem ziarna.



**Rys. 14.** Odslonięty zespół młocarni w kombajnie Bizon Rekord;  
Widoczny: chwytacz kamieni, bęben młócący, klepisko i odrzutnik słomy.

Źródło: Materiały reklamowe firmy New Holland w Płocku

Zespół omłotowy składa się z bębna młócącego, klepiska i chwytacza kamieni oraz mechanizmu regulacji ustawienia klepiska względem bębna. Przeznaczony jest do wymłócenia masy zbożowej, co następuje pomiędzy cepami obracającego się bębna młócącego i nieruchomego klepiska.

Bęben młócący jest napędzany od wału odrzutnika za pomocą bezstopniowej przekładni pasowej, umożliwiającej bezstopniowo zmianę prędkości obrotowej bębna. Sterowanie zespołem omłotowym tj. regulacja ustawienia klepiska i regulacja prędkości obrotowej bębna, jest dokonywane korbką z pomostu kombajnisty.

Właściwa praca, młocarni powinna odpowiadać określonym wymaganiom. Należą do nich przede wszystkim:

- dokładność wymłacania ziarna,
- jak najmniejsze mechaniczne uszkodzanie ziarna w trakcie omłotu.

Ścięte zboże trafia do zespołu młócącego z przenośnika pochyłego. Między przenośnikiem a zespołem młocącym znajduje się chwytacz kamieni. Służy on do zabezpieczenia zespołu młócącego przed uszkodzeniem w przypadku dostania się, wraz ze ściętą masą zboża, kamieni. Chwytacz kamieni to zbiornik z ażurowym dnem, przez które przesypują się drobne kamienie, a większe pozostają w chwytaczu. Chwytacz kamieni opróżniać należy, w zależności od zakamieniania pola, raz lub kilka razy dziennie.

Klepisko ma konstrukcję ażurową utworzoną z poprzecznych prostokątnych stalowych listew równoległych do osi bębna i z szeregu drutów stalowych usytuowanych prostopadle do tych listew. Klepisko opasuje bęben na pewnym odcinku jego obwodu. Podstawowe elementy bębna młócącego to wał z tarczami, do których mocowane są profilowane, karbowane listwy zwane cepami.

W celu zapewnienia prawidłowej pracy zespołu młócącego stosuje się zarówno regulację prędkości obrotowej bębna jak i zmianę szczeliny omłotowej między klepiskiem a bębniem. Dokładną wartość szczeliny wylotowej należy okresowo sprawdzać przez boczne wzierniki kontrolne. Do regulacji prędkości obrotowej bębna

młócacego wykorzystuje się przekładnię bezstopniową. Intensywność omłacania wzrasta w miarę zmniejszania się szczeliny omłotowej lub zwiększania się prędkości obrotowej bębna. W przypadku zbioru jęczmienia ozimego stosuje się przysłony klepiska, które mają na celu umożliwienie oddzielenie ości od ziarna.

Wielkością charakteryzującą zespół młócający jest jego przepustowość - ilość masy zbożowej przechodzącej przez szczelinę omłotową w jednostce czasu. Słoma opuszczając zespół omłotowy trafia w zasięg działania odrzutnika słomy, który kieruje ją na wytrząsacz. Zadaniem wytrząsacza jest wydzielenie ze słomy wymłóconego ziarna, które nie przesiało się przez klepisko. Najpowszechniej stosowane są wytrząsacze klawiszowe.

Wytrząsacze są osadzone na dwóch równoległych wałach wykorbionych. Obracające się wały wykorbione powodują podnoszenie i opuszczanie oraz przesuwanie wzdłużne każdego z klawiszy. Znajdująca się na klawiszach słoma, dzięki zmiennemu ich położeniu względem siebie, jest dokładnie przetrząsana i ostatecznie pozbawiona ziarna przed usunięciem jej z kombajnu na pole. W celu zwiększenia intensywności przetrząsania słomy należy wysunąć szufladki znajdujące się na końcach klawiszy. Nad wytrząsaczem znajduje się uchylny fartuch. Jego położenie reguluje się łańcuchem, wychodzącym przez otwór w górnej osłonie wytrząsacza w przedziale silnikowym i zabezpieczonym zawleczką. Podczas zbioru zbóż o długiej słomie lub z dużą domieszką zielonych chwastów fartuch należy unieść, aby uniknąć zapychania się zespołu omłotowego. Oddzielone od słomy na wytrząsaczu ziarno zsuwa się korytkami na podsiewacz. Podsiewacz składa się z dwóch części, połączonych ze sobą: podłogi schodkowej znajdującej się pod klepiskiem i rusztu pod wytrząsaczami. Jest on zawieszony na wieszakach i wykonuje ruch wahadłowy. Na skutek ruchu wahadłowego znajdująca się na podsiewaczu mieszanina ziarna i zanieczyszczeń podlega segregacji. Najlżejsza frakcja mieszaniny lokuje się w wierzchniej warstwie masy, cięższa na dole. Z podsiewacza mieszanina trafia do kosza sitowego. Podsiewacz i kosz sitowy konstrukcyjnie stanowią jedną całość.

Prędkość obrotową bębna młócacego oraz wielkość szczeliny roboczej należy dobierać tak, aby można było z kłosów wydzielić wszystkie ziarna, z tym jednak, aby te nie uległy przy tym uszkodzeniu. Podczas pracy kombajnu mogą występować pewne niedomagania zespołu omłotowego. Poniższa tabela przedstawia niektóre możliwe usterki, ich przyczyny oraz sposób naprawy.

**Tabela.5/1**

Podstawowe przyczyny niedomagań zespołu omłotowego w czasie pracy kombajnu.

Usterka	Przyczyna	Sposób naprawy
Ziarno nie zostało całkowicie wymłócone	<ul style="list-style-type: none"> <li>- zboże jest niedojrzałe,</li> <li>- klepisko nie jest ustawione równoległe do bębna,</li> <li>- odległość klepiska od bębna jest za duża,</li> <li>- prędkość obrotowa bębna jest za mała z powodu niewłaściwej regulacji, poślizgów pasa napędowego lub zbyt małej prędkości obrotowej silnika,</li> <li>- zboże jest podawane przez zespół żniwny nierównomiernie i w przypadku pobrania przez bęben zbyt dużej ilości masy zboże nie zostaje całkowicie wymłócone,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- zaniechać koszenia,</li> <li>- wyregulować ustawienie klepiska,</li> <li>- zmniejszyć szczelinę omłotową,</li> <li>- wyregulować układ napędowy młocarni, zwiększyć prędkość obrotową silnika,</li> <li>- wyregulować rozdzielacze łańcuha oraz nagarniacz,</li> </ul>

Słoma nawija się na bęben młócący	<ul style="list-style-type: none"> <li>- prędkość obrotowa bębna jest za mała wskutek złej regulacji, poślizgu pasa lub za małą prędkość obrotową silnika,</li> <li>- prędkość obrotowa wału wytrząsacza jest za mała wskutek poślizgu pasa lub jest za małą prędkość obrotową silnika</li> <li>- zboże jest zbyt wilgotne,</li> <li>- za mała szczelina wylotowa klepiska,</li> <li>- cepy bębna są zużyte,</li> <li>- zboże jest podawane przez zespół żniwny nierównomiernie,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- wyregulować napęd młocarni, zwiększyć prędkość obrotową silnika,</li> <li>- napiąć pas, zwiększyć prędkość obrotową silnika,</li> <li>- zmniejszyć prędkość jazdy oraz zwiększyć wysokość koszenia,</li> <li>- zwiększyć szczelinę,</li> <li>- wymienić cepy bębna,</li> <li>- wyregulować rozdzielacze łanu oraz nagarniacz,</li> </ul>
Uszkodzenie ziarna	<ul style="list-style-type: none"> <li>- klepisko nie jest ustawione równoległe do bębna młocącego lub szczelina jest za mała,</li> <li>- klepisko jest zapchane,</li> <li>- prędkość obrotowa bębna jest za duża,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- wyregulować ustawienie klepiska, zwiększyć szczelinę omłotową,</li> <li>- oczyścić klepisko,</li> <li>- zmniejszyć prędkość obrotową bębna,</li> </ul>

Źródło: Instrukcja obsługi kombajnów firmy New Holland w Płocku

Opuszczając podsiewacz mieszanina dostaje się w zasięg działania strumienia powietrza wytwarzanego przez wentylator. Wydmuchuje on lekkie zanieczyszczenia poza kombajn, natomiast ciężkie zanieczyszczenia spadają na górne sito żaluzjowe. Kosz sitowy jest połączony z podsiewaczem. Ruch postępowo-zwrotny kosza sitowego oraz strumień powietrza owiewający sita powodują oddzielanie zanieczyszczeń od ziarna. Ziarno wraz z drobnymi zanieczyszczeniami przesypuje się przez sito górne i spada na sito dolne, na którym następuje doczyszczanie. Czyste ziarno spada na pochylnię, skąd trafia do przenośnika ziarna. Niewymłócone kłosa wychwytywane są przez sito kłosowe. Następnie spadają z sita kłosowego na podłogę i zsuwają się do przenośnika kłosów i kierowane do powtórnego omłotu. Pozostałe zanieczyszczenia są usuwane z kombajnu na ściernisko.



**Rys. 15.** Wytrząsacze w kombajnie Bizon New Holland TC59

Źródło: Materiały reklamowe firmy New Holland w Płocku

W zespole czyszczącym kombajnu można regulować:

- kierunek i prędkość strumienia powietrza,
- wymiary szczeliny w sitach żaluzjowych,
- kąt pochylenia sita kłosowego.

Regulacja kierunku i prędkości strumienia powietrza ma na celu uzyskanie odpowiedniego stopnia czystości ziarna, przy ograniczeniu jego strat do minimum. Do ustawienia pożądanego kierunku strumienia powietrza służą kierownice strumienia powietrza, natomiast prędkość strumienia powietrza jest regulowana poprzez zmianę prędkości obrotowej wentylatora, za pośrednictwem przekładni bezstopniowej. Przekładnia ta sterowana jest korbą, umieszczonej z lewej strony kombajnu. Może ona być przesterowana tylko przy włączonym napędzie młocarni przy wolnych obrotach silnika.

Wielkość szczelin w sitach żaluzjowych można regulować. Wielkość szczelin górnego sita jest właściwa, jeżeli oddzielanie ziarna od zgonin występuje na 3/4 długości sita. Wymiary szczelin w sicie górnym powinny być z zasady większe aniżeli w sicie dolnym. Małemu otwarciu sit towarzyszy wyższa czystość ziarna, istnieje jednak niebezpieczeństwo zwiększonych strat. Sito kłosowe do zbioru zbóż wilgotnych ustawia się poziomo, natomiast do zbioru zbóż suchych - podnosi się. Ustawienie sita kłosowego reguluje się przestawiając zaczepy w otworach regulujących z obu stron kosza sitowego.

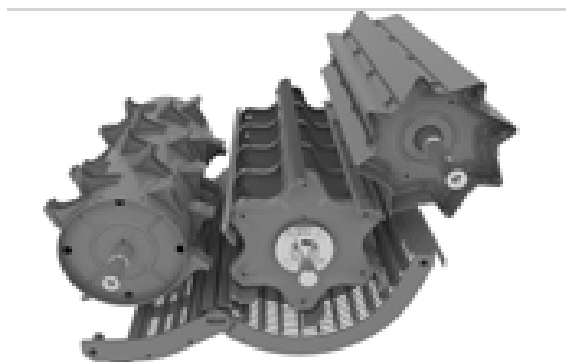
Oczyszczone ziarno wędruje do zbiornika. Na dnie zbiornika ziarna usytuowany jest ślimak rozładowniczy. Nad ślimakiem znajduje się rynna z regulowanymi zasuwami. Wielkość szczeliny między zasuwami a dnem zbiornika ustawia się w zależności od rodzaju i wilgotności ziarna. Szczelinę należy zmniejszyć, jeżeli ziarno jest suche i dobrze się osypuje. Wielkością szczeliny reguluje się stopień napełnienia ślimaka rozładowniczego wpływając na czas rozładunku i eliminuje się możliwość zapchania ślimaka.

### **Przegląd rozwiązań konstrukcyjnych zespołu omłotowego**

Głównym celem konstruktorów jest poszukiwanie rozwiązań umożliwiających podnoszenie wydajności kombajnów zbożowych. Dlatego najwięcej zmian dotyczy zespołu młocącego i czyszczącego.

#### **Firma Class**

Kombajnami produkowanym przez niemiecką firmę Class, przeznaczonymi do małych i średnich gospodarstw są kombajny AVERO (najmniejszy kombajn Class) i Dominator. Zespół młocarni w tych kombajnach składa się z 2 bębnow młocarni i odrzutnika słomy.

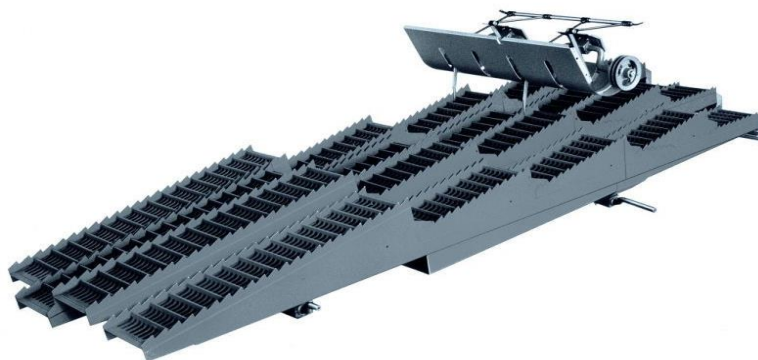


**Rys. 16.** Zespół omłotowy w kombajnie AVERO firmy Class

Źródło: materiały reklamowe firmy Class



Napęd młocarni o zmiennej prędkości z automatycznym napinaczem zapewnia wysoki moment obrotowy nawet przy maksymalnym obciążeniu, na przykład przy obróbce dużych ilości masy lub wilgotnej słomy. Prędkość i szczelinę omłotową można regulować z wnętrza kabiny. Cały zespół omłotowy, włącznie z chwytaczem kamieni i wszystkimi punktami smarowania, jest łatwo dostępny. Nad wytrząsaczami znajdują się aktywne elementy podrzucające słomę intensyfikując wydzielanie ziarna ze słomy.



**Rys. 17.** Zespół wytrząsaczy w kombajnie Dominator firmy Class  
Źródło: materiały reklamowe firmy Class

Specjalny palec wzruszający ulokowany nad każdym wytrząsaczem wchodzi w głąb słomy, rozluźniając ją i rozwlekając maty słomiane. Znacząco wzrasta przez to efektywność separacji na wytrząsaczach.

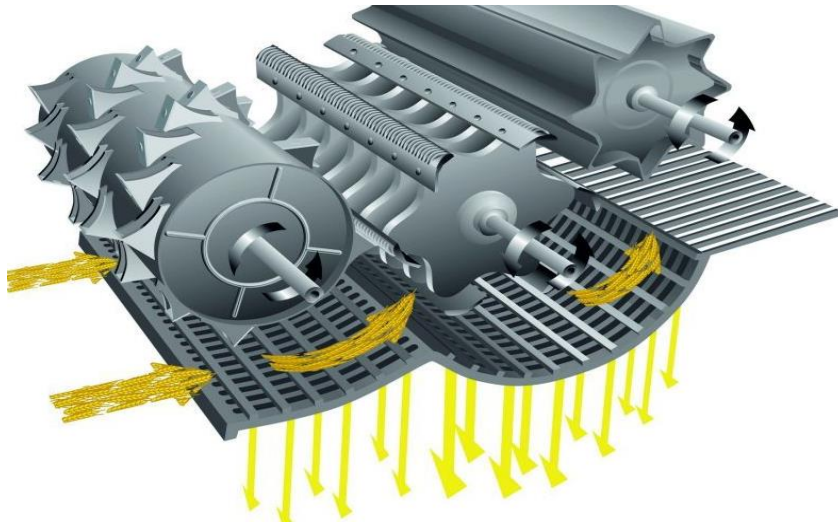
Kombajny Class Medion zostały wyposażone w silniki Mercedes'a o mocy ponad 200 KM. Zespół młócący również składa się z dwóch bębnow młócących. W celu umożliwienia szybkiego dostosowania kombajnu do zbioru różnych rodzajów ziarna, wyposażono go w klepisko Multicrop. Klepisko podzielone jest na trzy segmenty, które łatwo dają się wymieniać od przodu kombajnu.



**Rys. 18.** Segmentowe klepisko w kombajnie Medion firmy Class  
Źródło: materiały reklamowe firmy Class

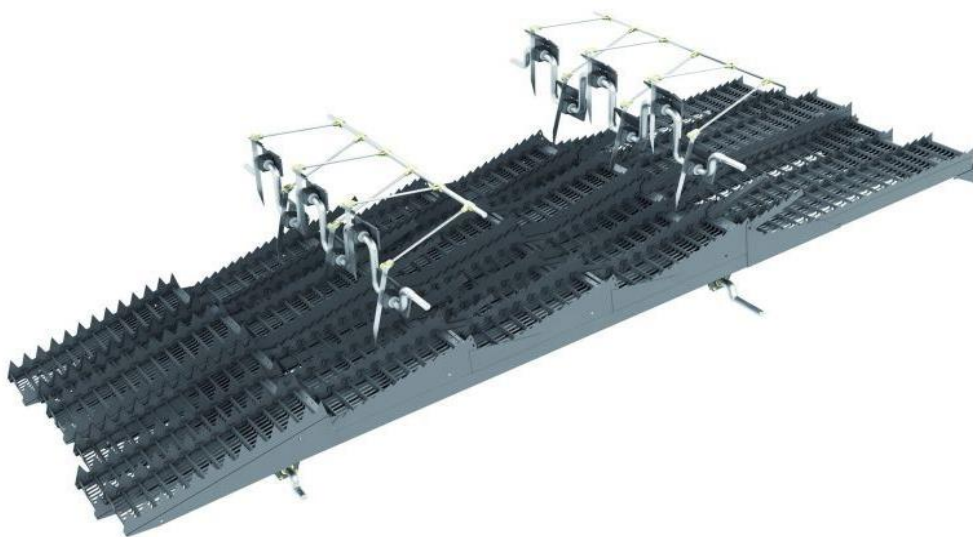
W młocarniach kombajnów: Mega, Tucano i Lexion serii 400 firma Class zastosowała opatentowany przez siebie system APS. Polega on na wykorzystaniu w zespole młócącym 3 bębnow. Dodatkowym bębniem jest tzw. przyspieszacz. Bęben przyspieszający młocarni APS zapewnia szybsze i bardziej regularne przemieszczanie

się zebranej masy oraz większą siłę odśrodkową, co wpływa na lepsze oddzielenie ziarna od słomy na poziomie bębna młócającego. Uwolnione w ten sposób ziarno przedostaje się przez wstępne klepisko, przez co odciążany zostaje właściwy bęben młócający.



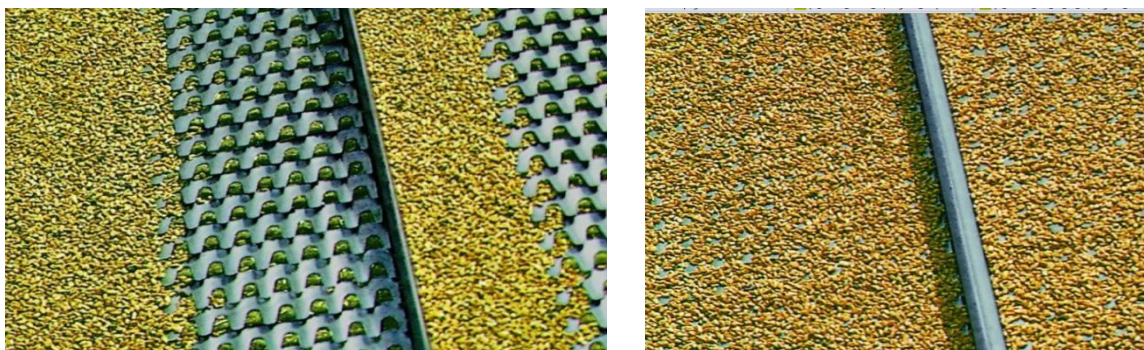
**Rys. 19.** System omłotu APS firmy Class  
Źródło: materiały reklamowe firmy Class

Fakt umieszczenia bębna przyspieszającego przed bębniem młócającym spowodował powstanie nowej geometrii omłotu. Pozwoliła ona inżynierom firmy CLAAS na uzyskanie dużo większej powierzchni głównego klepiska w stosunku do systemu tradycyjnego. Kąt opasania klepiska wynoszący  $151^\circ$  nie występuje w żadnej innej młocarni. Droga omłotu jest długa a powierzchnia oddzielania duża. Kolejne kombajny firmy Class o nazwie Tucano, są wyposażane w zespół młócający zarówno dwu-, jak i trzybębnowy (APS). Największe jednostki posiadają silniki o mocy blisko 300 KM i szerokości zespołu żniwnego 6,6 m.



**Rys. 20.** Zespół wytrząsaczy w kombajnie Tucano firmy Class  
Źródło: materiały reklamowe firmy Class

Zastosowany w układzie czyszczącym systemu czyszczenia 3 D, pozwala na dynamiczne wyrównanie pochyłości poprzez aktywne sterowanie ustawieniem górnego sita. Osiąga się wysoką stabilność wydajności sit na pochyłościach dochodzących nawet do 20%. Układ nie wymaga specjalnej obsługi.



**Rys. 21.** Sita w kombajnie Class Tucano bez systemu 3D (po lewej) i z systemem 3D (po prawej)  
Źródło: materiały reklamowe firmy Class

Największymi kombajnami firmy Class są kombajny o nazwie Lexion. Dysponują one mocą ponad 300 KM, a szerokość robocza hederu przekracza 10 m. Kombajny serii Lexion 500 są wyposażone w system omłotu APS i 5 lub 6 wytrząsaczy klawiszowych.



**Rys. 22.** Multifinger Separator System w Lexionie serii 600  
Źródło: materiały reklamowe firmy Class

W Lexionach serii 600 nad wytrząsaczami pojawia się bęben ze sterowanymi palcami (Multifinger Separator System MSS), mający za zadanie dodatkowo spulchnić słomę przesuwaną się na wytrząsaczach. W Lexionie serii 700 wytrząsacze klawiszowe zostały zastąpione dwoma wzdłuż zabudowanymi rotorami (ROTO PLUS).





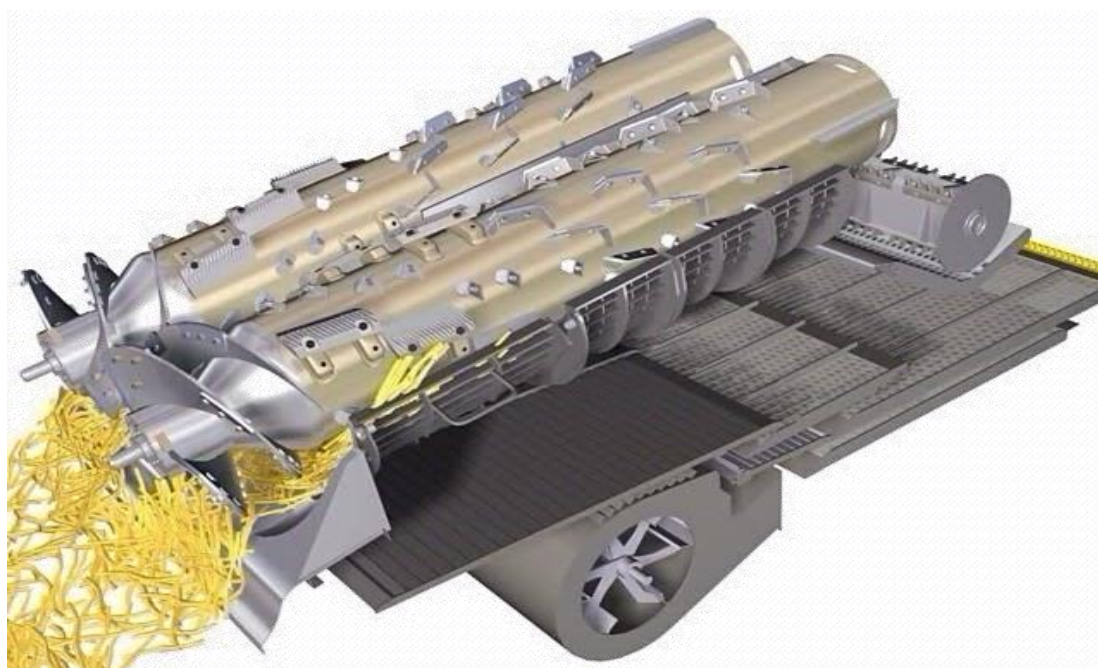
**Rys. 23.** System ROTO PLUS w Lexionie serii 700

Źródło: materiały reklamowe firmy Class

### **Firma New Holland**

Firma New Holland w 1998 roku przejęła udziały polskiej firmy Bizon Sp. z o.o. Produkuje wiele odmian kombajnów o różnych wielkościach i konstrukcjach m.in.: TC (5 modeli), AL. (1 model), CSX (2 modele), CS (3 modele), CX (7 modeli) i CR (2 modele). Model TC jest produkowany w Płocku, a jego budowa w tym opracowaniu została już pokrótce opisana.

Kombajn CR posiada młocarnię w postaci dwóch wzdłużnych rotorów. Można w nich wyróżnić 4 strefy: wejścia, właściwej młocarni, separacji ziarna i wylot. Zadaniem rotorów jest zarówno wymłócenia zboża, jak i wydzielenie ze słomy ziarna.



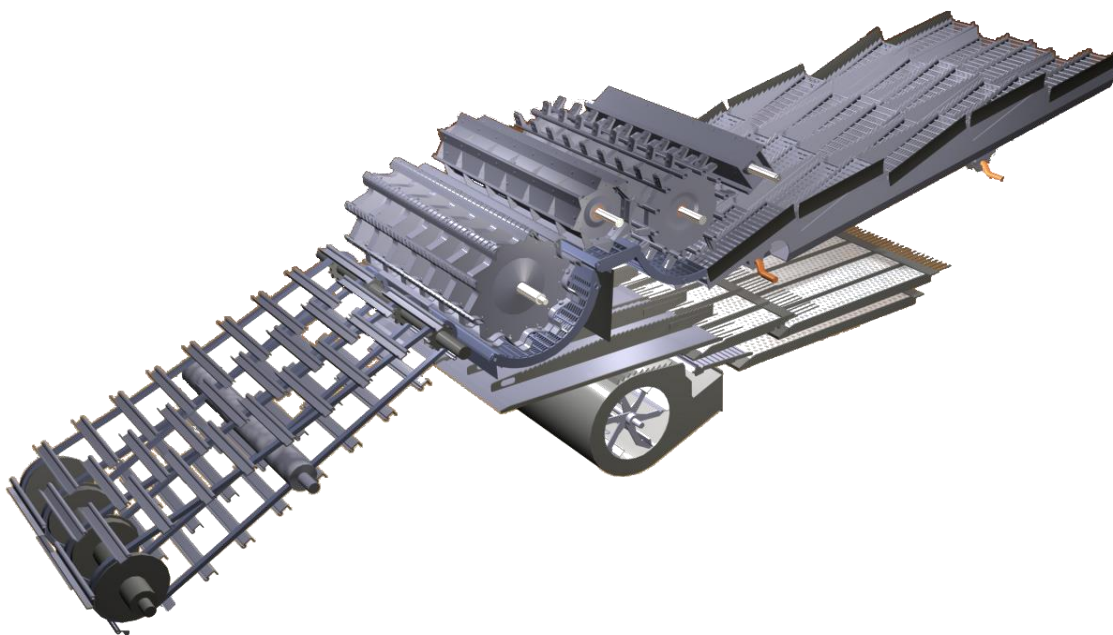
**Rys. 24.** Zespół omłotowy w kombajnie CR firmy New Holland

Źródło: materiały reklamowe firmy New Holland

Kolejnym kombajnem firmy New Holland jest kombajn o symbolu CX. Bęben młócający w tym kombajnie ma największą na świecie średnicę wśród seryjnie produkowanych kombajnów zbożowych. Jego średnica wynosi 750 mm, a na obwodzie ma zainstalowane 10 cepów. Dzięki dużej średnicy posiada bardzo dużą masę



bezwładności i jest odporny na nierównomierne zasilanie masą. Obroty bębna mogą być wybrane z zakresu od 305 do 905 obrotów na minutę.

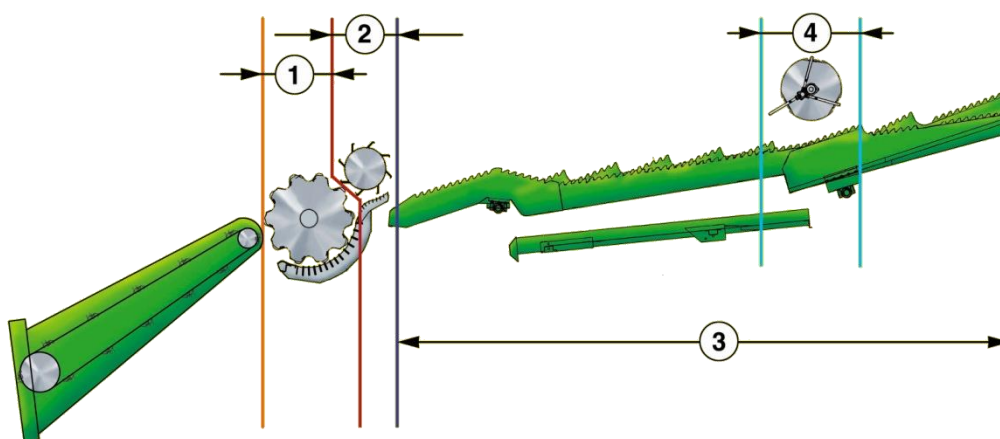


**Rys. 25.** Zespół młójący i czyszczący kombajnu CX firmy New Holland  
Źródło: materiały reklamowe firmy New Holland

### Firma John Deere

Firma John Deere również produkuje kombajny o różnych wielkościach i różnych konstrukcjach zespołu omłotowego. Są to kombajny: WTS, CTS i STS.

Kombajn WTS jest maszyną wyposażoną w aktywny separator znajdujący się nad wytrząsaczami.



**Rys. 26.** Zespół młójąco czyszczący w kombajnie WTS.  
1. Bęben młójący, 2. Odrzutnik słomy, 3. Wytrząsacze, 4. Aktywny separator.  
Źródło: materiały reklamowe firmy John Deere

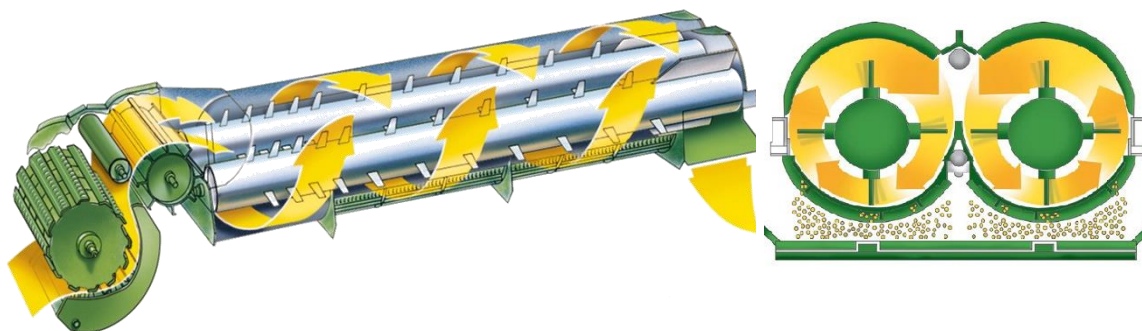
Bęben młójący ma średnicę 660 mm i na obwodzie posiada 10 cepów. Odrzutnik słomy o średnicy 400 mm posiada 8 skrzydeł. Nad wytrząsaczami o długości 4,6 m znajduje się aktywny separator.



**Rys. 27.** Aktywny separator w kombajnie WTS firmy John Deere  
Źródło: materiały reklamowe firmy John Deere

Jego zadaniem jest poprawa efektów pracy młocarni. W celu polepszenia skuteczności odzyskiwania ziarna ze słomy nad wytrząsaczami umieszczono separator. Aktywny separator o średnicy 410 mm, wyposażony w 15 lub 18 palców ustawionych w trzech rzędach. Umieszczony jest w odległości 2/3 długości wytrząsaczy od odrzutnika. Chowające się palce zapobiegają zawijaniu się słomy na bębnie separatora.

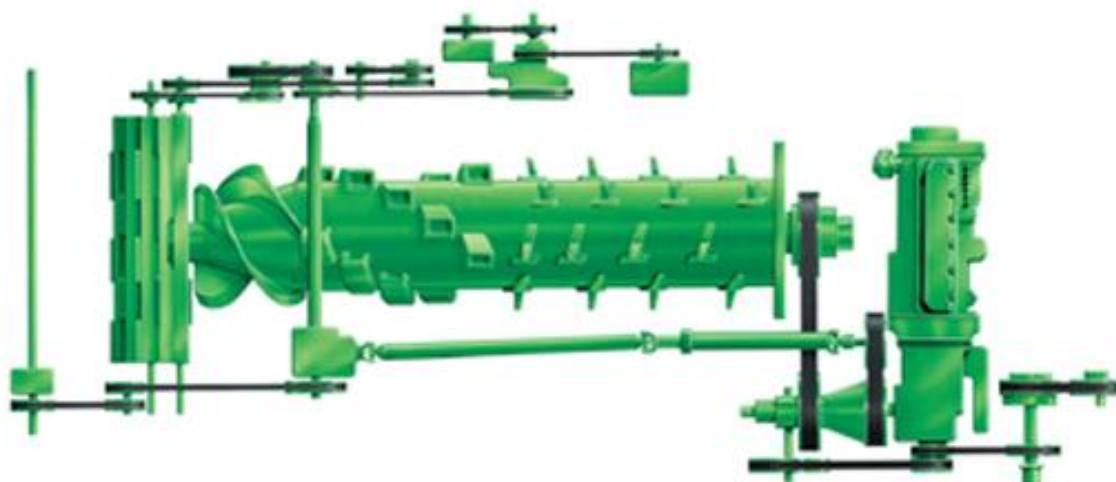
W kombajnach serii CTS zastosowano dwa separujące rotory.



**Rys. 28.** Schemat przepływu masy w zespole młójącym i separującym kombajnów serii CTS  
Źródło: materiały reklamowe firmy John Deere

Bęben młójący o średnicy 660 mm i szer. 1400mm, jest wyposażony w 10 przykręcanych cepów. Nowoczesna i wydajna koncepcja polegająca na „ciągnięciu i rozluźnianiu” masy żniwnej przez dwa rotory powoduje, że 70 % separacji odbywa się na bębnie młójącym a 30 % separacji odbywa się na rotorach. Długość rotorów wynosi 3400 mm, a ich średnica 464 mm

W kombajnach serii STS zastosowany jest pojedynczy wzdłużny rotor młójąco – separujący.



**Rys. 29.** Schemat rozmieszczenia elementów młocarni kombajnów John Deere serii STS  
Źródło: materiały reklamowe firmy John Deere

Moduł zasilania odbiera masę żniwną z bębna zasilającego za pomocą trzech spiralnych płetw. Masa żniwna dostarczana jest szeroką cienką warstwą rozdzieloną na trzy odrębne strumienie, co ogranicza blokowanie się wzdłużnego bębna młócego oraz ogranicza zapotrzebowanie napędu bębna na moc. W bębnie młóco – separującym można wyróżnić trzy jego części: zasilanie, omłot i separację. Każda kolejna część pracuje w obudowie o większej średnicy, wyposażonej w prowadnice ślimakowe w górnej swojej części. Bęben młóco - separujący umieszczony jest niecentrycznie w swojej obudowie, dzięki temu następuje efekt: „ciągnięcia masy żniwnej pod rotorem oraz rozluźniania jej nad rotorem”. Zapewnia to: wysoką jakość omłotu i separacji, płynny i swobodny przepływ masy żniwnej, wyeliminowanie powstawania niedrożności.

### **Systemy ułatwiające pracę zastosowane w kombajnach**

Nawet niewielkie pochyłości pola prowadzą do przemieszczania się masy w zespole czyszczącym na jedną stronę. Powoduje to przeciążenie części sit zbyt grubą warstwą ziarna i zanieczyszczeń, a tym samym pogorszeniu jakości pracy tego zespołu. Aby zapobiec temu niekorzystnemu zjawisku firma John Deere opracowała system kompensacji pochylenia pod nazwą HILLMASTER II. Dzięki temu zapewniona jest: maksymalna wydajność mechanizmu separacji oraz czyszczenia, maksymalna pojemność zbiornika ziarna, komfort i bezpieczeństwo pracy, równomierny nacisk na opony i minimalne straty ziarna.



**Rys. 30.** Kombajn z systemem kompensacji pochylenia  
Źródło: materiały reklamowe firmy John Deere

Kompensacja następuje na przednich kołach kombajnu. Przy pomocy siłownika zostaje przesunięta zwolnica ustawiając koło w odpowiedniej pozycji. Siłowniki wyposażone są w specjalne zawory bezpieczeństwa chroniące przed niekontrolowanym spadkiem ciśnienia w układzie hydraulicznym. Sterowanie pracą może odbywać się automatycznie po załączeniu jednego przycisku w kabinie operatora lub manualnie za pomocą też jednego przycisku w kabinie.

Jest wiele systemów ułatwiających prowadzenie kombajnu w łanie zboża w taki sposób, by wykorzystywać cały czas jego całkowitą szerokość zespołu żniwnego. W firmie New Holland taki system nosi nazwę SmartSteer.



**Rys. 31.** System Smart Steer w kombajnach New Holland  
Źródło: materiały reklamowe firmy New Holland

Maksymalną wydajność zapewnia również korzystanie z satelitarnego systemu prowadzenia kombajnu po polu. W firmie John Deere może to być np. system AutoTrac. Oprócz podniesienia komfortu pracy operatora, zmniejsza się w ten sposób zużycie paliwa i podnosi wydajność kombajnu.





**Rys. 32.** Kombajn John Deere prowadzony przez system AutoTrac  
Źródło: materiały reklamowe firmy John Deere

### **Metody zagospodarowania słomy po kombajnie**

Słoma, podczas zbioru ziarna, może być rozdrabniana za pomocą rozdrabniacza słomy zamontowanego na konstrukcji kombajnu, stanowiąc jego dodatkowe wyposażenie.



**Rys. 33.** Rozdrabniacz słomy na kombajnie Fendt  
Źródło: [www.fendt.com](http://www.fendt.com)

Przedstawiony przykład rozdrabniacza słomy przeznaczony jest do cięcia słomy zbóż zbieranych kombajnem i rozrzucania jej równomierną warstwą na polu w celu łatwego przyorania.

Inne sposoby usuwania słomy z pola, przed uprawami późniejszymi gleby, to prasowanie jej prasami zwijającymi lub kostkującymi, a następnie wywiezienie jej z pola

przy użyciu odpowiednich środków transportowych. Prasy zostały szczegółowo opisane w Module IV.

### **Zasady bezpieczeństwa i higieny pracy, ochrony przeciwpożarowej i ochrony środowiska podczas obsługi oraz pracy kombajnu zbożowego**

Podczas pracy kombajnu należy bardzo ściśle przestrzegać przepisów przeciwpożarowych oraz zachować jak najdalej idącą ostrożność podczas obsługi maszyny.

1. Na kombajnie muszą obowiązkowo znajdować się stale dwie gaśnice przeciwpożarowe -jedna proszkowa do gaszenia silnika i instalacji elektrycznej, druga pianowa do pozostałych części kombajnu. Gaśnice muszą być utrzymane w należytym stanie technicznym i pozostawać zawsze sprawne. Gaśnice powinny być regularnie kontrolowane przez uprawnione osoby, zgodnie z obowiązującymi przepisami dotyczącymi gaśnic.
2. Układ wydechowy silnika, a zwłaszcza kolektor wydechowy podczas przerwy w pracy należy często oczyszczać z plew, kurzu i słomy oraz sprawdzać stan jego uszczelnienia.
3. Operator kombajnu w czasie jazdy i podczas pracy powinien bezwzględnie unikać bezpośredniego sąsiedztwa ognia, aby zapobiec przedostaniu się go na kombajn. Szczególnie należy uważać, aby nie zaproszyć ognia.
4. Nie wolno wykonywać żadnych prac pod zespołem żniwnym nie upewniwszy się, że zespół ten został właściwie zabezpieczony przed opadnięciem.
5. Pedaly obu hamulców powinny być stale sprzęgnięte. Rozprzegać je można tylko podczas wykonywania ostrych skrętów na polu lub w razie poślizgu jednego koła.
6. W układzie hydraulicznym nie wolno samowolnie regulować zaworów bezpieczeństwa.
7. Instalację elektryczną może naprawić wyłącznie uprawniony do tej pracy elektryk.
8. Bezpieczniki i elementy składowe instalacji elektrycznej muszą odpowiadać symbolami i charakterystyką oryginalnemu zestawowi.
9. Po zakończeniu pracy należy odłączyć akumulator.
10. Naprawcze czynności spawalnicze należy wykonywać tylko wówczas, gdy uszkodzona część jest wymontowana z kombajnu. W razie konieczności spawania na kombajnie należy usunąć z maszyny plewy, pył i materiały łatwopalne oraz osłonić ekranami przeciwwiskrowymi obszar spawania. W pobliżu przygotować gaśnicę i naczynia z wodą.
11. Zbiornik paliwa należy uzupełniać w odległości, co najmniej 10 m od składu paliw, chyba, że skład wyposażony jest w dystrybutor.
12. W czasie napełniania zbiornika paliwa baterie akumulatora muszą być osłonięte.
13. Akumulator hydrauliczno – gazowy ładować jedynie azotem. Ładowanie może być dokonywane przez upoważnione i odpowiednio do tego przygotowane osoby.

Aby uniknąć nieszczęśliwych wypadków przy pracy, należy przestrzegać niżej podanych zaleceń:

- nie sprawdzać rękoma części roboczych będących w ruchu, lecz dopiero po ich zatrzymaniu,
- w razie awarii zatrzymać kombajn, wyłączyć silnik i dopiero wówczas wtedy usunąć defekt,
- wszystkie regulacje, których nie można przeprowadzić z pomostu kierowcy należy wykonywać wyłącznie po zatrzymaniu maszyny,

- nie włączać mechanizmów przed upewnieniem się, czy ich uruchomienie nikomu nie zagraża,
- przed uruchomieniem silnika i włączeniem mechanizmów uprzedzić inne osoby znajdujące się w pobliżu sygnałem dźwiękowym,
- nie puszczać kierownicy podczas ruchu maszyny i nie pozwalać na obecność osób postronnych na pomoście kierowcy oraz w pobliżu maszyny,
- nie zbliżać się do elementów ruchomych przy włączonych napędach,
- smarowanie należy przeprowadzać, zgodnie z tabelą smarowania, przy wyłączonych napędach oraz silniku napędowym,
- codziennie sprawdzać działanie maszyny, sprawność sprzęgła, hamulców i mechanizmu kierowania oraz niezawodność szybkiego unieruchamiania silnika,
- dbać o to, aby złącza śrubowe w instalacji elektrycznej były dobrze dokręcone oraz zabezpieczone z zewnątrz przed zwarcie,
- dbać o to, aby instalacja przewodów elektrycznych nie była uszkodzona. Przewody znajdujące się w pobliżu ruchomych części kombajnu powinny być umocowane i zabezpieczone przed ocieraniem i uszkodzeniem,
- podczas młocki stacyjnej kombajnem należy zabezpieczyć rejon pracy kombajnu przed dostępem osób niepowołanych, a przede wszystkim dzieci (metoda stacyjnej młocki jest niezalecana),
- kombajn może być eksploatowany wyłącznie przez przeszkolonego i uprawnionego pracownika, posiadającego świadectwo przeszkolenia na określony typ kombajnu,
- nie wolno obsługiwać kombajnu osobom nietrzeźwym,
- wodę i paliwo należy uzupełnić po zatrzymaniu kombajnu i wyłączeniu silnika,
- przyrząd tnący może być odsłonięty tylko w czasie pracy kombajnu,
- jeżeli praca kombajnem wykonywana jest w porze nocnej, mechanizmy kombajnu, które wymagają kontroli lub obserwacji powinny być oświetlone,
- pomost kombajnisty i drabinka do wchodzenia powinny być utrzymane w stanie, zabezpieczającym pracownika przed poślizgiem lub upadkiem,
- zabrania się omlotów kombajnem w pomieszczeniach gospodarskich,
- podczas pracy kombajnem nie wolno obsługiwać palic tytoniu, ani posługiwać się otwartym ogniem.

Ze względu na łatwopalne materiały znajdujące się na kombajnie niektóre jego zespoły i układy wymagają szczególnego, codziennego dozoru. Należy w czasie jego eksploatacji bezwzględnie przestrzegać poniższych przepisów i zachować jak najdalej idącą ostrożność. Codziennie przed przystąpieniem do pracy należy przeprowadzać niżej wymienione zabiegi:

#### 1) przedział silnikowy:

- oczyścić sprężonym powietrzem silnik z pyłu i innych zanieczyszczeń,
- oczyścić do sucha miejsca zaolejone lub pokryte smarem,
- z przestrzeni pod silnikiem usuwać pozostałości paliwa lub oleju oraz pyłu, myjąc wodą pod ciśnieniem,
- sprawdzić układ paliwowy i układ smarowania pod względem szczelności i ewentualnie przecieki usunąć,

#### 2) instalacja elektryczna:

- sprawdzić stan instalacji elektrycznej kombajnu. Zauważone usterki należy naprawić lub wymienić instalację elektryczną na nową. Naprawy powinna wykonywać osoba do tego upoważniona,

- sprawdzić akumulatory, czy nie ma luzów na zaciskach oraz oczyścić je z pyłu i zanieczyszczeń,
  - sprawdzić, czy końcówki przewodów na zaciskach nie mają luzów,
  - wyłącznik akumulatora oczyścić z zanieczyszczeń sprężonym powietrzem oraz sprawdzić, czy nie ma luzów na zaciskach,
  - przewody instalacji elektrycznej oraz inne urządzenia elektryczne nie mogą być zanieczyszczone smarem, olejem lub innymi substancjami,
- 3) instalacja hydrauliczna:
- sprawdzić instalację hydrauliczną czy jest szczelna,
  - zauważone nieszczelności usunąć, a wycieki oleju wytrzeć do sucha,
  - uszkodzone elementy układu hydraulicznego, wymagające spawania, wymontować, usunąć uszkodzenie w bezpiecznej odległości od kombajnu i ponownie zamontować,
- 4) instalacja paliwowa:
- sprawdzić szczelność instalacji paliwowej, ewentualne przecieki usunąć,
  - wytrzeć do sucha zauważone zacieki paliwa na zbiorniku paliwa, przewodach paliwowych oraz na kadłubie kombajnu,
  - uważać w czasie napełniania zbiornika, aby nie rozlewać paliwa,
- 5) pracujące elementy mechaniczne kombajnu:
- uruchomić silnik i włączyć na kilka minut mechanizmy kombajnu,
  - wsłuchać się jak pracuje kombajn, czy pracujące elementy nie ocierają się o siebie,
  - sprawdzić, czy pasy napędowe nie są zbyt słabo napięte i nie ocierają się o elementy konstrukcyjne kombajnu,
  - sprawdzić przez dotyk ręką, czy oprawy łożysk nie grzeją się, jeżeli tak, to wymienić zużyte łożyska,
  - przestrzegać codziennych i cotygodniowych przeglądów,
  - przestrzegać instrukcji smarowania kombajnu.

Podczas obsługi i eksploatacji kombajnu zbożowego mamy do czynienia z materiałami ropopochodnymi. Należy pamiętać o tym, aby we właściwy sposób zabezpieczyć środowisko naturalne przed skażeniem tymi produktami.



## 2) Maszyny do czyszczenia, sortowania i suszenia ziarna

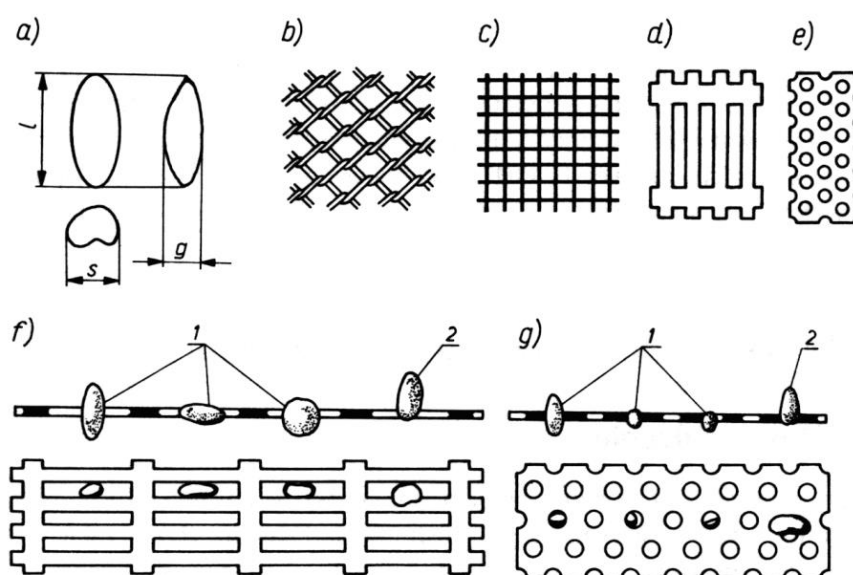
Po wydzieleniu w czasie omłotu nasion z kłosów, strąków, czy główek, roślin nasiona te muszą zostać oddzielone od zanieczyszczeń. Czyszczenie nasion polega na wydzieleniu zanieczyszczeń z nasion gatunku podstawowego, którego pozyskanie było celem uprawy. Nasiona poddawane są po oczyszczeniu zabiegowi sortowania. Sortowanie polega na oddzieleniu materiału pełnowartościowego od nasion uszkodzonych, niedojrzałych i innych nasion gorszej jakości.

Zasady działania zespołów roboczych maszyn dokonujących czyszczenia lub sortowania oparte są na wykorzystaniu różnic w cechach fizycznych nasion i zanieczyszczeń. Przy czyszczeniu i sortowaniu wykorzystuje się następujące cechy rozdzielcze nasion: wymiary i kształt, ciężar właściwy, właściwości aerodynamiczne, współczynnik tarcia, kolor, przyczepność oraz inne właściwości. Zespoły robocze wykorzystujące do rozdziału mieszaniny ziarnistej cechy rozdzielcze nasion nazywamy zespołami rozdzielającymi.

Poniżej zostaną opisane podstawowe zespoły rozdzielające.

### Sita

Ze względu na sposób wykonania sita można podzielić na: tłoczone, plecione i tkane. Ze względu na najwyższą dokładność rozdziału mieszaniny najpowszechniej stosowane są sita tłoczone. W zależności od kształtu otworów można podzielić sita na: mające otwory podłużne, kwadratowe i okrągłe.



**Rys. 34.** Rodzaje sit. a) wymiary charakterystyczne nasion, b) sito plecione, c) sito tkane, d, e) sita tłoczone, f) działanie sita o otworach podłużnych, g) działanie sita o otworach okrągłych 1- nasiona przechodzące przez sito, 2- nasiona pozostające na sicie.

Źródło: Waszkiewicz Cz.: Maszyny rolnicze. WSiP, Warszawa 2002

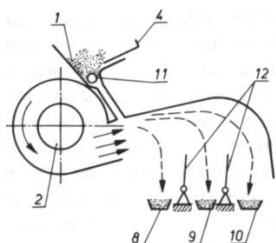
Działanie sit polega na zatrzymaniu frakcji nieprzelotowej mieszaniny i przepuszczeniu frakcji przelotowej. W zależności od kształtu otworów oddzielanie ziarna jest odmienne. Sita o otworach podłużnych rozdzielają mieszaninę według ich wymiaru najmniejszego, czyli grubości. W sitach o otworach okrągłych i kwadratowych decydującym o przesiewaniu się przez sito wymiarem jest szerokość nasion. Działanie sit o otworach kwadratowych jest najmniej dokładne.

## Pneumatyczne zespoły rozdzielające

Podstawową cechą rozdzielczą mieszaniny ziarnistej wykorzystywaną w działaniu zespołów pneumatycznych jest ciężar poszczególnych frakcji oraz właściwości aerodynamiczne.

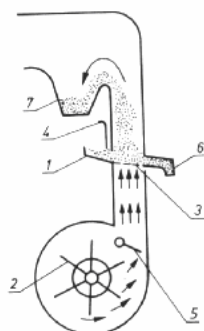
W maszynach czyszczących stosowane są najczęściej dwa rodzaje pneumatycznych zespołów rozdzielających:

- z tłoczącym strumieniem powietrza,
- ze ssącym strumieniem powietrza.



**Rys. 35.** Zasada działania czyszczalni pneumatycznej z tłoczącym strumieniem powietrza: 1 – kosz zasypowy, 2 – wentylator, 3 – sito, 4 – zasowa, 5 – przesłona, 6 – wylot cząstek ciężkich, 7 – wylot cząstek lekkich, 8 – frakcja ciężka, 9 – frakcja lekka, 10 – frakcja bardzo lekka, 11 – wałek wygarniający, 12 – zastawki rozdzielające

Źródło: Waszkiewicz Cz.: Maszyny rolnicze. WSiP, Warszawa 2002

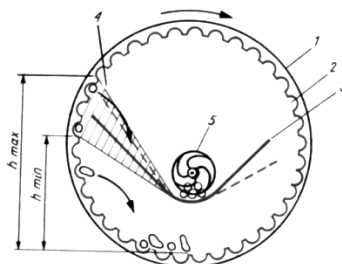


**Rys. 36.** Zasada działania czyszczalni pneumatycznej z pionowym strumieniem powietrza: 1 – kosz zasypowy, 2 – wentylator, 3 – sito, 4 – zasowa, 5 – przesłona, 6 – wylot cząstek ciężkich, 7 – wylot cząstek lekkich

Źródło: Waszkiewicz Cz.: Maszyny rolnicze. WSiP, Warszawa 2002

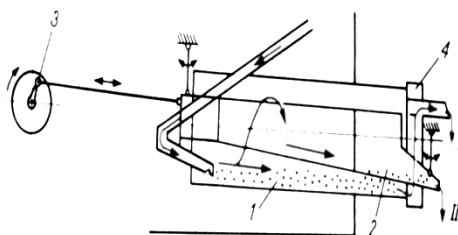
## Tryjer

Tryjer w maszynach czyszczących stanowi jedyny zespół, który umożliwia oddzielenie nasion połamanych od niepołamanych, jak również nasion krótszych od dłuższych, czyli dokonuje rozdziału nasion według ich długości.



**Rys. 37.** Schemat działania cylindra tryjera: 1 – cylinder, 2 – wgłębienia sortujące, 3 – rynienka, 4 – strefa rozdziału ziarna, 5 – ślimak wygarniający.

Źródło: Waszkiewicz Cz.: Maszyny rolnicze. WSiP, Warszawa 2002

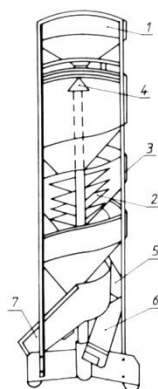


**Rys. 38.** Schemat wygarniania ziarna dzięki posuwisto-zwrotnym ruchom rynienki: 1 cylinder tryjera, 2 rynienka, 3 napęd rynienki, 4 podnośnik łopatkowy cylindra, I frakcja nasion celnych, II frakcja zanieczyszczeń krótkich

Źródło: Waszkiewicz Cz.: Maszyny rolnicze. WSiP, Warszawa 2002

### Pochylnie

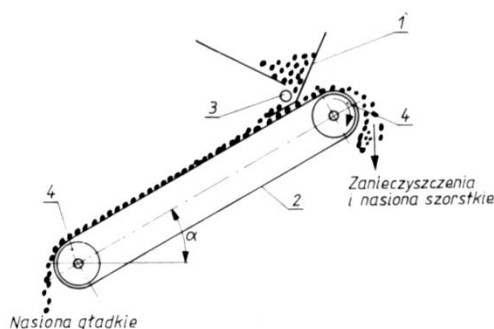
– Żmijka – oddziela nasiona kuliste od nasion niekulistych oraz może być wykorzystywana do rozdzielania mieszaniny nasion kulistych lżejszych od cięższych. Różnice kształtu poszczególnych składników mieszaniny i wartość współczynnika tarcia ma decydujący wpływ na wartość siły odśrodkowej, która decyduje o faktycznym rozdzieleniu nasion podczas staczania się ich po spiralnej pochylni rys.48. Płótniarka – rozdziela mieszaniny na dwie frakcje. Jako cechy rozdzielcze wykorzystuje się kształt oraz szorstkość powierzchni nasion rys. 40.



**Rys. 39.** Żmijka. 1 kosz zasypowy, 2 ślimak wewnętrzny, 3 ślimak zewnętrzny, 4 rozdzielacz nasion,

5 wylot nasion okrągłych, 6 wylot nasion okrągłych uszkodzonych, 7 wylot nasion płaskich

Źródło: Waszkiewicz Cz.: Maszyny rolnicze. WSiP, Warszawa 2002

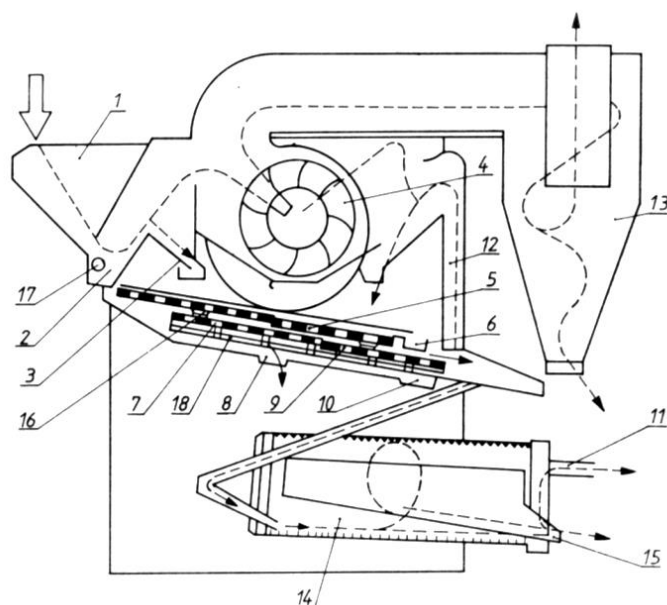


**Rys. 40.** Zasada działania płótniarki. 1 kosz zasypowy, 2 taśma, 3 wałek wygarniający, 4 wałki.

Źródło: Waszkiewicz Cz.: Maszyny rolnicze. WSiP, Warszawa 2002

Przedstawione powyżej zespoły rozdzielające łączone są w układy tworząc czyszczalnie złożone. Przykładem takiej czyszczalni złożonej jest czyszczalnia M 307. Połączono w niej zespoły rozdzielające takie jak: sita, pneumatyczny zespół

rozdzielający ze ssącym strumieniem powietrza i tryjer. Czyszczalnie złożone wykorzystuje się do dokładnego oczyszczenia i posortowania ziarna np. przygotowanie materiału do siewu. Jakość oczyszczenia i posortowania ziarna zależy od: poprawnego doboru sit do danej partii ziarna, siły strumienia powietrza i odpowiedniego położenia rynienki w cylindrze tryjera.



**Rys. 41.** Czyszczalnia złożona: 1 kosz zasypowy, 2 pierwszy kanał aspiracyjny, 3 wylot zanieczyszczeń grubych, 4 wentylator, 5 sito górne, 6 wylot zanieczyszczeń grubych ciężkich, 7 sito dolne, 8 wylot zanieczyszczeń drobnych ciężkich, 9 sito sortujące, 10 wylot pośladu, 11 wylot ziarna celnego, 12 drugi kanał aspiracyjny, 13 cyklon, 14 tryjer, 15 wylot krótkich nasion, 16 bijaki, 17 wałek wygarniający, 18 szczotki

Źródło: Waszkiewicz Cz.: Maszyny rolnicze. WSiP, Warszawa 2002

### Suszarnie do zboża

Bardzo często wilgotność ziarna zbieranego kombajnem jest zbyt duża, aby je można było składować bezpośrednio po zbiorze. W ziarnie zachodzą procesy przemiany materii. Intensywność tych procesów zależy przede wszystkim od wilgotności i temperatury ziarna.

Na skutek intensywnego oddychania i spalania substancji organicznej wzrasta temperatura. Następują straty wynikające z ubytku masy ziarna jak również na skutek rozwijania się drobnoustrojów, pleśni, bakterii. Jeśli zboże charakteryzuje się wilgotnością powyżej 22% najlepiej poddać je procesowi suszenia wysokotemperaturowego w suszarniach przepływowych lub porcjowych. Przy niższej wilgotności należy stosować ekonomiczną i skuteczną metodę niskotemperaturowego suszenia w urządzeniach dosuszających. W procesie suszenia ziarno nie może nadmiernie się nagrzewać. Dotyczy to szczególnie ziarna siewnego. Przyjmuje się, że temperatura suszonego ziarna nie może przekroczyć 35-45°C dla ziarna siewnego, a dla ziarna konsumpcyjnego 50-60°C.

Przykładem suszarni, która jest przeznaczona do suszenia ziarna czterech podstawowych zbóż, nasion strączkowych i oleistych, kukurydzy oraz innych nasion jest suszarnia komorowa typu M 807. Proces suszenia może przebiegać tu w sposób ciągły lub porcjowy. W jej skład wchodzi trzy zasadnicze zespoły:

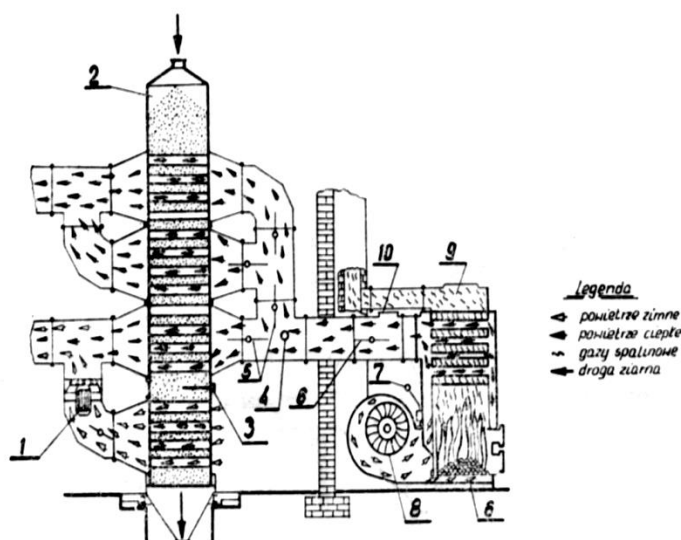
- 1) kolumna susząca,
- 2) piec z wentylatorem,



### 3) instalacja i urządzenia elektryczne.

Kolumna susząca składa się:

- a) z komory wstępnej, gdzie gromadzi się zapas ziarna,
- b) z komory suszenia, która składa się z trzech segmentów suszących. Segmenty te stanowią główny zespół roboczy suszarni,
- c) zapory – urządzenia zamykającego – umożliwiającej suszenie porcji nasion (min. 600 kg). Jest ona wbudowana między strefę suszenia a chłodzenia,
- d) komory chłodzącej – składającej się z jednego segmentu suszącego,
- e) wygarniacza, zakończonego lejem zbiorczym. Wygarniacz służy do opróżniania suszarni z ziarna. Szybkość opróżniania można regulować od 1 t/h do 4 t/h.



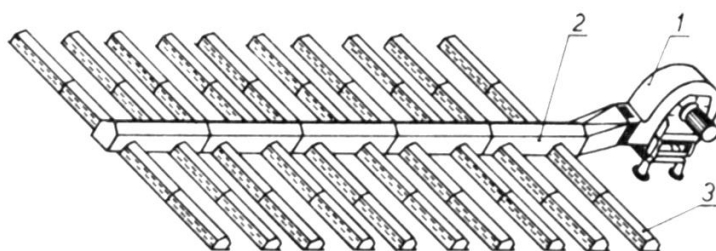
**Rys. 42.** Zasada działania suszarni M 807: 1 wentylator powietrza chłodzącego, 2 komora zasypowa, 3 czujnik do pomiaru temperatury w ziarnie, 4 czujnik do pomiaru temperatury powietrza suszącego, 5, 6 zasuw regulacyjny, 7 dźwignia regulacyjna podsiewacza, 8 wentylator powietrza suszącego, 9 piec suszarni, 10 pokrywa

Źródło: Waszkiewicz Cz.: Maszyny rolnicze. WSiP, Warszawa 2002

Do kontroli temperatury ziarna i ogrzewanego powietrza służą dwa czujniki umieszczone w dolnej części strefy suszenia i w przewodzie doprowadzającym nagrzane powietrze.

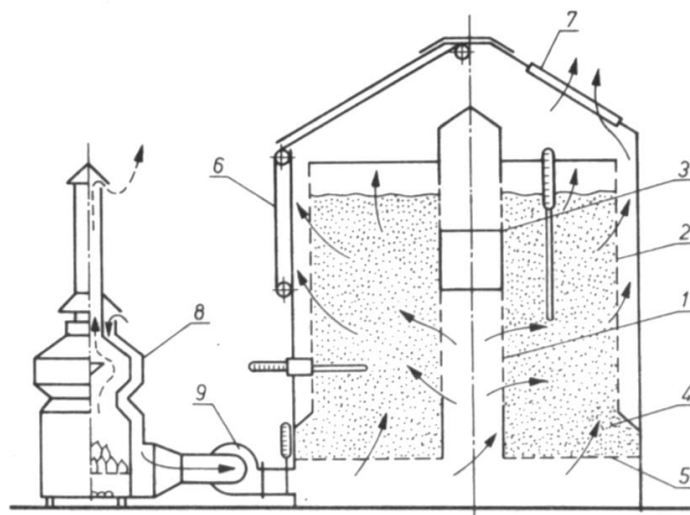
### Urządzenia do dosuszania ziarna

Suszarnia podłogowa M 815 składa się z: kanału głównego, kanałów bocznych i wentylatora promieniowego. Dosuszanie można prowadzić powietrzem o temperaturze otoczenia, jak i powietrzem podgrzanym. Aby można było suszyć powietrzem podgrzanym, trzeba zainstalować podgrzewacze np. elektryczne, gazowe itp. Zasada działania – wentylator tłoczy powietrze do kanału głównego, skąd powietrze dostaje się do kanałów bocznych. Elementy kanałów bocznych są częściowo ażurowe i przez nie przepływa powietrze do warstwy dosuszanych nasion. Grubość warstwy dosuszane ziarna może dochodzić do 1,5 m.



**Rys. 43.** Suszarnia podłogowa M 815: 1 – wentylator, 2 – kanał główny, 3 – kanał boczny  
 Źródło: Waszkiewicz Cz.: Maszyny rolnicze. WSiP, Warszawa 2002

W silosach służących do przechowywania ziarna, też może być ono dosuszane powietrzem podgrzanym lub atmosferycznym. Płaszcz oraz dno komory suszenia wykonane są z blachy perforowanej. Płaszcz zewnętrzny – z blachy falistej. Zasada działania – wentylator tłoczy powietrze do kanału powietrznego. W kanale znajduje się tłok, który w miarę napełniania silosu podnoszony jest do góry. Tłok kieruje strumień powietrza wytwarzany przez wentylator przez warstwę dosuszanego ziarna. W nowych rozwiązaniach dosuszanie ziarna w takich silosach jest w pełni zautomatyzowane.



**Rys. 44.** Schemat silosu S15/S: 1 kanał, 2 płaszcz wewnętrzny, 3 tłok, 4 komora suszenia, 5 dno, 6 linka,

7 włącz, 8 podgrzewacz powietrza, 9 wentylator

Źródło: Waszkiewicz Cz.: Maszyny rolnicze. WSiP, Warszawa 2002

Wysuszone ziarno może być składowane w magazynach lub silosach. Jednym z warunków jego bezpiecznego przechowywania jest uzyskanie odpowiedniej jego wilgotności. Aby to określić posłużyć się trzeba urządzeniami do pomiaru wilgotności nasion. Są to urządzenia najczęściej przenośne, przystosowane do pomiaru wilgotności wielu rodzajów nasion. W celu uniknięcia nieprawidłowych wskazań przyrządów należy przestrzegać podstawowych zasad: zapoznać się uważnie z instrukcją obsługi, podczas mierzenia wilgotności nasion nigdy nie wolno próbek dotykać rękoma, a odmierzanie porcji do pomiaru powinno odbywać się za pomocą łopatk, pobierać należy próbkę reprezentatywną, tzn. ze środka masy badanej partii, dbać o należyty stan źródła zasilania. Przyrządy mogą być również używane przy kwalifikacji ziarna do dosuszania lub suszenia w czasie odbioru ziarna od kombajnów.