

SHORTENED RESULTS OF RESEARCHES OF INNOVATIVE MOBILE TECHNOLOGICAL LINE FOR PREPARATION OF CEREALS SEED-GRAIN

Summary

In 2007 a company „AgrAlex” Aleksander Lubiński from Redło has implemented into production an inventive machine – mobile technological line “ANIELA” for preparation of cereals seed-grain. Its scientific description and implementation were the matter of a goal orientated project ROW-II-171/2006, co-financed by Innovation Centre of Polish Federation of Engineering Associations NOT. Industrial Institute of Agricultural Engineering in Poznań was an executive of most of the researches. The article includes shortened results of researches of the machine prototype.

SKRÓCONE WYNIKI BADAŃ INNOWACYJNEJ MOBILNEJ LINII TECHNOLOGICZNEJ DO PRZYGOTOWANIA ZIARNA SIEWNEGO ZBÓŻ

Streszczenie

W 2007 r. firma „AgrAlex” Aleksander Lubiński z Redła opracowała i wdrożyła do produkcji nowatorską maszynę - mobilną linię technologiczną do przygotowania ziarna siewnego zbóż „ANIELA”. Jej opracowanie i wdrożenie było przedmiotem projektu celowego ROW-II-171/2006, dofinansowanego przez Centrum Innowacji NOT. Wykonawcą większości prac badawczych był Przemysłowy Instytut Maszyn Rolniczych w Poznaniu. W artykule przedstawiono w skrócie wyniki badań prototypu maszyny.

Koncepcja maszyny zakładała zaprojektowanie i wykonanie maszyny innowacyjnej, o wysokich parametrach użytkowych i bezpieczeństwa, z maksymalnym wykorzystaniem wyników prac badawczych. Wysoką jakością i efektywnością projektowanej linii zapewnić miało m.in. zastosowanie nowoczesnych metod projektowania i badań, wspomaganą zaawansowaną techniką komputerową.

Celem przedsięwzięcia było opracowanie krajowej konstrukcji, przebadanie, optymalizacja i wdrożenie do produkcji mobilnej linii technologicznej do przygotowania ziarna siewnego zbóż, będącej jednocześnie nowym, konkurencyjnym wyrobem na rynku europejskim.

Zapotrzebowanie na mobilną, zintegrowaną czyszczalnio-zaprawiarkę wynikało z wyartykułowanej przez średnie i duże gospodarstwa rolne konieczności zmian organizacji prac rolniczych, w celu oszczędności kosztów i czasu, związanego z tradycyjną organizacją prac przygotowujących ziarno do siewu (oddzielne procesy czyszczenia ziarna, a następnie zaprawiania, najczęściej z dowozem ziarna do przedsiębiorcy wykonującego usługę zaprawiania). Ponadto na rynku usług rolniczych pojawiło się wiele podmiotów (często reprezentujących producentów zapraw nasienych), które są zainteresowane świadczeniem profesjonalnych, kompleksowych usług z dojazdem do gospodarstwa lub stacji hodowli nasion. Mobilna maszyna do czyszczenia i zaprawiania miała być również atrakcyjną ofertą dla grup producenckich rolników. Do chwili obecnej brak było krajowej i zagranicznej oferty maszyny tej klasy i rodzaju.

Innowacyjna mobilna linia technologiczna do przygotowania ziarna siewnego zbóż, przeznaczona jest do czyszczenia i zaprawiania na mokro nasion zbóż, w trybie ciągłym, a następnie do workowania tych nasion. Maszyna workuje również zanieczyszczenia usunięte z czyszczalni. Zabudowana jest na przyczepie samochodowej, przystoso-

wanej do zaczepiania do samochodu osobowego lub dostawczego, co umożliwia jej szybkie przewożenie z przedsiębiorstwa wykonującego usługę zaprawiania do gospodarstwa rolnego lub przedsiębiorstwa przygotowującego materiał siewny. Mobilna linia technologiczna jest konstrukcyjnie przystosowana do załadunku nasion mechanicznego lub ręcznego oraz do rozładunku oczyszczonych i zaprawionych nasion podwójnym workownikiem klasycznym lub – opcjonalnie – podwójnym workownikiem big-bagów.

Maszyna jest zasilana energią elektryczną o napięciu 3 ~ 400 V/50 Hz, umożliwiającą napędzanie jej mechanizmów przy pomocy silników elektrycznych. Każdy zespół maszyny wyposażony jest w oddzielny silnik elektryczny. Układ sterowania pozwala na pracę maszyny w trybie automatycznym i ręcznym.

W mobilnej linii technologicznej do przygotowania ziarna zbóż można stosować różne postaci zapraw, oprócz zapraw proszkowych do zaprawiania na sucho (tj. płynne na rozpuszczalnikach wodnych, zawieszinowe oraz proszkowe do sporządzania zawiesziny).

W skład mobilnej linii technologicznej wchodzi następujące główne zespoły:

- kosz zasypowy z przenośnikiem załadowniczym (podającym) ślimakowym,
- czyszczalnia bębnowo-sitowa,
- przenośnik ślimakowy wygarniający zanieczyszczenia z czyszczalni,
- przenośnik ślimakowy wyładowczy zanieczyszczeń z czyszczalni, zakończony workownikiem zanieczyszczeń,
- przenośnik ślimakowy załadowniczy ziarno z czyszczalni do zbiornika buforowego zaprawiarki,
- zbiornik buforowy zaprawiarki,
- zbiornik zaprawy z mieszałem,
- instalacja hydrauliczna zaprawy z pompą,

- mechanizm dozowania zaprawy,
- komora zraszania,
- przenośnik ślimakowy mieszająco-wyładowczy,
- workownik zwykły podwójny,
- ładowarka big-bagów (przenośnik ślimakowy wyładowczy z podwójnym workownikiem big-bagów i konstrukcją wsporczą) – jako opcja,
- instalacja odpylania,
- przyczepa samochodowa jako podwozie,
- instalacja elektryczna i układ sterowania.

Mobilna linia technologiczna jest urządzeniem pracującym w ruchu ciągłym. Nasiona przeznaczone do zaprawiania wsypywane są do kosza zasypowego, skąd przenośnikiem załadowniczym ślimakowym transportowane są do czyszczalni bębnowej. W czyszczalni, w bębnach sitowych odbywa się dwustopniowe oczyszczanie nasion (wstępne i dokładne). Zanieczyszczenia wygarniane są z czyszczalni poziomym przenośnikiem ślimakowym (umieszczonym w dnie czyszczalni) i dalej – drugim przenośnikiem ślimakowym ukośnym transportowane są do workownika zanieczyszczeń. Oczyszczone w czyszczalni nasiona transportowane są kolejnym przenośnikiem ślimakowym do zbiornika buforowego. Z chwilą osiągnięcia przez nasiona w zbiorniku buforowym poziomu maksymalnego, automatycznie wyłącza się przenośnik załadowniczy. Nasiona znajdujące się w zbiorniku buforowym, po otwarciu regulowanej szczeliny roboczej, spadają do komory zraszania, gdzie następuje wstępne zraszanie zaprawą (rozpylacz tarczowy), a następnie ostateczne zaprawienie nasion w komorze mieszania (przenośniku ślimakowym mieszająco-wyładowczym). Otwieranie i zamykanie zasuw wylotu ziarna ze zbiornika buforowego zaprawiarki jest sterowane siłownikiem pneumatycznym (zasilanym sprężarką zewnętrzną, nie stanowiącą wyposażenia maszyny). Z chwilą osiągnięcia przez nasiona w zbiorniku buforowym poziomu minimalnego, automatycznie włącza się przenośnik załadowniczy.

Zaprawa w postaci płynnej przygotowana jest w zbiorniku zaprawy (wyposażonym w mieszalnik), skąd za pomocą pompy podawana jest węzami do mechanizmu dozowania. Z chwilą braku ziarna w koszu zasypowym, dopływ zaprawy jest automatycznie odcinany. Ilość zaprawy podawanej do komory mieszania regulowana jest przy pomocy mechanizmu dozowania, umożliwiającego przeprowadzenie takiej regulacji przez obsługę.

Maszyna wyposażona jest w instalację odpylającą, która umożliwia oczyszczenie ziarna i układu z pyłu, co zwiększa skuteczność procesu zaprawiania ziarna. Zapobiega także zapyleniu środowiska.

Ziarno jest przemieszczane między poszczególnymi zespołami linii przy pomocy przenośników ślimakowych:

- załadowniczego z kosza zasypowego do czyszczalni bębnowej,
- załadowniczego z czyszczalni bębnowej do zbiornika buforowego,
- mieszająco-wyładowczego, odbierającego ziarno z komory zraszania do workowników zwykłych, zamocowanych na wlocie przenośnika (lub dalej do przenośnika wyładowczego do workownika big-bagów – opcja).

W czasie pracy mobilna linia technologiczna do przygotowania ziarna siewnego zbóż jest maszyną stacjonarną, część zespołów jest przymocowana do podłogi podwozia (przyczepy samochodowej), a pozostałe zespoły są ustawione na podłożu (kosz zasypowy, przenośnik ślimakowy załadowniczy, ładowarka big-bagów, urządzenie odpylające).

Sterowanie pracą linii odbywa się z poziomu podłoża, za pomocą elementów sterowniczych, umieszczonych na drzwiach szafki sterowniczej.



Rys. 1. Innowacyjna mobilna linia technologiczna do przygotowania ziarna siewnego zbóż „ANIELA” w pozycji roboczej

Fig. 1. Innovative mobile machine „ANIELA” in work position

Po złożeniu maszyny i umieszczeniu zdemontowanych zespołów na przyczepie, stanowiącej podwozie maszyny, możliwy jest transport maszyny przyczepionej do samochodu osobowego lub dostawczego. Usytuowane na podwoziu jezdny zespoły linii technologicznej nie naruszają warunków homologacji przyczepy, a więc możliwy jest transport po drogach publicznych.



Rys. 2. Innowacyjna mobilna linia technologiczna do przygotowania ziarna siewnego zbóż „ANIELA” w pozycji transportowej

Fig. 2. Innovative mobile machine „ANIELA” in transport position

Do zaprojektowania i badań linii technologicznej zastosowane zostały zaawansowane metody projektowe i badawcze. Przeprowadzono wszechstronne badania maszyny:

- jeszcze w fazie koncepcji i projektowania – modelowanie bezpieczeństwa, opracowanie modelu wirtualnego 3D oraz obliczeniowego (patrz rys.3), na których zrealizowano następnie symulacyjne badania wymuszeń kinematycznych i dynamicznych oraz wytrzymałości i stateczności, analiza i optymalizacja materiałowa w aspekcie zapewnienia maksymalnej trwałości konstrukcji;
- następnie prototyp maszyny został przebadany pod względem bezpieczeństwa i ergonomii, analizy zagrożeń i oceny ryzyka, funkcjonalnym (w warunkach laboratoryjnych i eksploatacyjnych – patrz rys.4) oraz pod względem obciążeń rzeczywistych i wytrzymałości konstrukcji.



Rys. 3. Model obliczeniowy linii technologicznej – widok od tyłu

Fig. 3. Analytical model of the technological line – rear view



Rys. 4. Innowacyjna mobilna linia technologiczna do przygotowania ziarna siewnego zbóż „ANIELA” w trakcie badań funkcjonalnych

Fig. 4. Innovative mobile technological line „ANIELA” for preparation of cereals seed-grain during functional testing

Po fazie badań producent wprowadził w maszynie zmiany optymalizacyjne, wykorzystując rezultaty badań. Badania potwierdziły wysoki poziom konstrukcji i wykonania maszyny, zarówno w zakresie wytrzymałości, stateczności, bezpieczeństwa i ergonomii użytkownika, jak i osiąganych parametrów eksploatacyjnych oraz jakości pracy.

Najistotniejszymi nowatorskimi rozwiązaniami linii technologicznej są:

- 1) zintegrowanie czyszczalni i zaprawiarki - połączenie procesu czyszczenia i zaprawiania w jednej maszynie, niespotykane dotychczas w agrotechnologii, którego efektem ekonomicznym jest poprawa organizacji pracy, w tym znacznie niższy koszt i oszczędność czasu w porównaniu do procesów wykonywanych dotychczas rozdzielnie,
- 2) mobilność maszyny - stałym podwoziem maszyny jest homologowana przyczepa samochodowa; dostosowanie maszyny do agregowania z zaczepem samochodu

osobowego lub dostawczego umożliwia szybki jej transport,

- 3) uniwersalność zastosowań - standardowe wyposażenie w urządzenia załadunkowe i wyładunkowe (przenośniki ślimakowe i workowniki), stanowią o tym, że maszyna tworzy sama w sobie kompleksową linię technologiczną; opcjonalny system wyładunku zaprawionego ziarna – poprzez podwójny workownik klasyczny lub podwójny workownik big-bagów – zwiększa tę uniwersalność i dostosowuje maszynę do zróżnicowanych potrzeb użytkowników,
- 4) wysoka wydajność - rzędu 2-9 t/h, z możliwością dokładnej regulacji i kalibracji,
- 5) wyposażenie w szeroki asortyment elementów i zespołów, chroniących operatora i środowisko przed zagrożeniami, powodowanymi przez maszynę i materiały w niej obrabiane/wytwarzane, ułatwiających pracę operatora, a także chroniących samą maszynę przed skutkami awarii. Są to m.in.:

- obudowy i osłony,
- wyłączniki krańcowe w osłonach blokujących czyszczalni nasion i mieszalnika zaprawy,
- automatyczne wyłączenie przenośnika załadunkowego po napełnieniu zbiornika buforowego,
- automatyczne włączenie przenośnika załadunkowego po osiągnięciu przez nasiona w zbiorniku buforowym poziomu minimalnego,
- automatyczne odcięcie dopływu zaprawy z chwilą braku ziarna w koszu zasypowym,
- zawory odcinające, przelew, odpowietrzenie oraz zawór spustowy w elementach układu zaprawy,
- wskaźniki regulacyjne i wizjer zbiornika buforowego,
- zasilanie szafki sterowniczej transformatorem separacyjnym 230/24 V,
- lampki kontrolne (diody) stanu pracy/awarii poszczególnych silników, umieszczone na drzwiach szafki sterowniczej, na tle schematu funkcjonalnego maszyny,
- urządzenie odpylające,
- lampa błyskowa ostrzegająca operatora i osoby postronne o rozpoczęciu cyklu roboczego.

Cechy te predestynują maszynę do użytkowania z dojazdem do miejsca przygotowania ziarna siewnego, przez:

- grupy producenckie rolników indywidualnych,
- wyspecjalizowane podmioty, które zajmują się usługowym przygotowaniem ziarna siewnego dla indywidualnych gospodarstw rolnych i stacji hodowli roślin,
- gospodarstwa rolne wielkoobszarowe, przygotowującym ziarno siewne z własnej produkcji.

Zaawansowanie technologiczne maszyny, jej mobilność oraz typ użytkownika, dla którego jest przeznaczona, sprawia, że przygotowanie ziarna siewnego realizowane jest w sposób profesjonalny, co ma wpływ m.in. na wysoką dbałość o ochronę zdrowia i życia ludzi oraz środowiska.

Ta funkcja maszyny eliminuje również uciążliwy i kosztowny transport ziarna do miejsca czyszczenia/zaprawiania, oraz stratę czasu z tym związaną.

Główne parametry techniczne i eksploatacyjne linii technologicznej do przygotowania ziarna siewnego zbóż, potwierdzone badaniami, przedstawiono w tab. 1.

Tab. 1. Główne parametry techniczne i eksploatacyjne linii technologicznej do przygotowania ziarna siewnego zbóż potwierdzone badaniami

Table 1. Main technical and exploitational parameters of the technological line for preparation of cereals seed-grain confirmed by testing

| Lp. | Nazwa parametru | Wartość parametrów i wskaźników |
|-----|--|--|
| 1 | 2 | 3 |
| 1. | Typ | przewoźna, przyczepiana, do czyszczenia i zaprawiania ziarna siewnego w trybie ciągłym* |
| 2. | Źródło energii | silniki elektryczne poszczególnych zespołów, zasilane napięciem 3 x 400 V / 50 Hz ~ |
| 3. | Wydajność (regulowana) | 2,15-9,10 t/h (z workownikiem klasycznym) 2,10-8,95 t/h (z workownikiem big-bagów) |
| 4. | Masa | 767 kg (z workownikiem klasycznym) 890 kg (z workownikiem big-bagów) 1257 kg (z workownikiem klasycznym i przyczepą) 1380 kg (z workownikiem big-bagów i przyczepą) |
| 5. | Wymiary gabarytowe (transport) | długość 5430 mm szerokość 2095 mm wysokość 2450 mm |
| 6. | Pojemność kosza zasypowego | 0,25 m ³ |
| 7. | Typ czyszczalni | bębnowa sitowa, z workownikiem zanieczyszczeń |
| 8. | Liczba stopni czyszczenia | 2 (wstępne i dokładne) |
| 9. | Łączna powierzchnia sit | 2,44 m ² |
| 10. | Pojemność użytkowa mieszalnika zaprawy | 100 litrów |
| 11. | Rodzaj zaprawiania | mokre |
| 12. | Krotność zaprawiania | podwójne |
| 13. | Typ dozownika zaprawy | bębnowy, łopatkowy |
| 14. | Typ rozpylacza zaprawy | rotacyjny |
| 15. | Tryb sterowania | automatyczny i ręczny |
| 16. | Załadunek nasion | kosz zasypowy + przenośnik ślimakowy + zbiornik buforowy |
| 17. | Wyładunek nasion | workownik podwójny klasyczny lub workownik podwójny big-bagów |
| 18. | Moc łączna zainstalowana | 5,82 kW 6,92 kW (z wyposażeniem dodatkowym – workownikiem big-bagów) |
| 19. | Urządzenie odpylające | tak |
| 20. | Przenośniki - liczba i typ | 5 – ślimakowe 6 – ślimakowe (z workownikiem big-bagów) |
| 21. | Podwozie - rodzaj i typ | przyczepa samochodowa jednoosiowa (z osią podwójną) Niewiadów B1400 wariant 14TB wersja D4015V |

* maszyna realizuje kilka operacji technologicznych: czyszczenie ziarna, zaprawianie mokre oczyszczonego ziarna, workowanie zaprawionego ziarna, transport międzyoperacyjny ziarna i zanieczyszczeń, workowanie zanieczyszczeń oraz aspirację pyłów

Pod względem funkcjonalności i jakości pracy maszyny na podkreślenie zasługuje:

- wysoka dokładność czyszczenia ziarna, zapewniona przez dwubębnową czyszczalnię sitową (czyszczenie wstępne i dokładne),
- wysoka dokładność zaprawiania, zapewniona przez podwójny system zaprawiania (zaprawianie wstępne przez rozpylenie zaprawy oraz ostateczne przez wymieszanie ziarna z płynną zaprawą), z możliwością dokładnej kalibracji dawki zaprawy,
- niski stopień uszkodzeń ziarna,
- łatwość sterowania (sterowanie elektryczne),
- workowanie ziarna (2 opcje: do worków zwykłych oraz do worków typu „big-bag”) oraz workowanie zanieczyszczeń,
- łatwe przygotowanie maszyny do pracy,
- mobilność maszyny.

Podsumowanie

W ramach realizacji projektu celowego ROW-II-171/2006 dopracowana została dokładna koncepcja nowa-

torskiej maszyny, umożliwiającej profesjonalne przygotowanie ziarna siewnego zbóż, a następnie maszyna ta została zaprojektowana, przebadana i wdrożona do produkcji.

Wielostronne prace badawcze, przeprowadzone z wykorzystaniem zaawansowanych metod, pozwoliły maksymalnie zoptymalizować konstrukcję maszyny oraz potwierdziły jej wysoki poziom jakości. Maszyna, jako urządzenie wielofunkcyjne, realizuje odrębnie wykonywane dotychczas funkcje czyszczenia oraz zaprawiania ziarna, a także jego workowania. Nabudowa na podwoziu jezdnym umożliwia łatwy i szybki transport do i z miejsca pracy, również po drogach publicznych.

Maszyna spełnia wymagania zasadnicze w zakresie bezpieczeństwa (sformułowane w dyrektywach UE 98/37/WE i 2006/95/WE) oraz wymagania norm zharmonizowanych z tymi dyrektywami.

Opisane w artykule cechy maszyny i wyniki badań stawiają mobilną linię technologiczną do przygotowania ziarna siewnego zbóż „ANIELA” w grupie najnowocześniejszych maszyn. Stanowią w ten sposób o konkurencyjności nowego wyrobu na rynku europejskim i krajowym.