

Automatyczna maszyna do produkcji motków z rurki detonującej montowanych w zapalnikach nieelektrycznych

Marek Ludwiński

Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów PIAP, Al. Jerozolimskie 202, 02-486 Warszawa

Streszczenie: Automatyzacja procesu produkcji materiałów inicjujących przyczynia się do zwiększenia wydajności oraz bezpieczeństwa produkcji. Umożliwia odsunięcie pracowników od potencjalnych zagrożeń wynikających z obciążenia powierzchni materiałem wybuchowym. Maszyna do zwiżania rurki detonującej opracowana i wykonana w Przemysłowym Instytucie Automatyki i Pomiarów PIAP a zainstalowana w NITROERG (do 2006 roku NITRON) zapewnia automatyczną, powtarzalną produkcję kompletnych motków rurki, wykorzystywanych następnie do produkcji zapalników nieelektrycznych lub jako gotowy wyrób do prowadzenie linii strzałowych.

Słowa kluczowe: ładunki wybuchowe, systemy inicjowania, górnictwo, automatyzacja

1. Wprowadzenie

Automatyzacja produkcji systemów inicjowania ładunków wybuchowych zwiększa wydajność i bezpieczeństwo produkcji zapalników nieelektrycznych. Urządzenie do automatycznego zwiżania kompletnych motków z rurki detonującej zastąpiło z powodzeniem użytkowane wcześniej stanowiska pracy ręcznej.

Systemy inicjowania ładunków wybuchowych w górnictwie dzieli się na elektryczne (rys. 1) i nieelektryczne (rys. 3). Zapalniki elektryczne inicjują wybuch wykorzystując w tym celu odcinki przewodów elektrycznych. W zapalnikach nieelektrycznych wykorzystywane są odcinki rurki detonującej. Rurka detonująca (rys. 2) służy do produkcji zapalników nieelektrycznych oraz do przedłużania linii strzałowej przy zastosowaniu zapalników nieelektrycznych w zakładach górniczych podziemnych niewęglowych i w zakładach górniczych odkrywkowych. Rurka detonująca jest bezpieczna w czasie uzbijania, można ją uzbroić większą liczbę otworów strzałowych.

Rurka detonująca nie jest klasyfikowana jako wyrób niebezpieczny. Zawartość materiału wybuchowego jest mniejsza niż 1%, ale rurka detonująca nie może być używana w warunkach zagrożenia wybuchem pyłu węglowego lub/i metanu [4].

Rurka detonująca ma zewnętrzną średnicę 3 mm, a wewnętrzną 1,2 mm i składa się z trzech warstw tworzyw.

Na powierzchni wewnętrznej rurki nasylna jest mieszanina oktogenu [1] z pyłem aluminiowym. Dla zainicjowania rurki detonującej stosowane są odpowiednie urządzenia odpalające lub inne środki inicjujące jak zapalniki lub lonty detonujące. Ze względu na niską zawartość materiału wybuchowego nie jest możliwa inicjacja materiału wybuchowego w rurce detonującej na skutek oddziaływania samego płomienia. Zapłon materiału może zostać zainicjowany w efekcie jednoczesnego oddziaływania płomienia (wysokiej temperatury) i fali uderzeniowej. Pod wpływem impulsu detonacja przemieszcza się wewnątrz rurki z prędkością 2000 m/s [2].

Rurka detonująca przewijana jest z dużej szpuli (rys. 2) na mniejsze motki o określonej długości, które są następnie wykorzystywane do produkcji zapalników nieelektrycznych. Prace te często wykonywane są na stanowiskach z obsługą ręczną (rys. 4).



Rys. 1. Elektryczne zapalniki (źródło NITROERG)
Fig. 1. Electric detonators (NITROERG)

Autor korespondujący:

Marek Ludwiński, mludwinski@piap.pl

Artykuł recenzowany

nadesłany 01.06.2016 r., przyjęty do druku 20.07.2016 r.



Zezwala się na korzystanie z artykułu na warunkach licencji Creative Commons Uznanie autorstwa 3.0

Czynności do wykonania przez maszynę:

- automatyczne odwijanie rurki detonującej z dużej szpuli,
- automatyczne zwijanie motków o liczbie zwojów od 5 do 15, odpowiednio o długościach od 3,0 m do 9,0 m,
- zgrzewanie na płasko jednego końca rurki w celu zapewnienia wodoszczelności,
- nadrukowanie znaku na miejsce maksymalnego wsunięcia rurki w zapalnik,
- ukształtowanie z samoprzylepnej etykiety pętli wokół zwojów motka,
- usunięcie motka do kartonu.

Wymagania dotyczące motka:

- motek powinien być zwinięty w sposób uporządkowany,
- etykieta powinna owijać motek zapobiegając jego rozwijaniu w trakcie transportu i w miejscu magazynowania,
- pętla ukształtowana z etykiety powinna mieć małą lepkość wokół zwojów motka, a w miejscu sklejenia powinna gwarantować pewne połączenie końców etykiety,
- etykieta powinna być łatwa do zerwania w całości, bez użycia narzędzi, przy czym resztki kleju nie powinny zostawać na zwojach rurki,
- po wykonaniu zadanej liczby motków urządzenie powinno się zatrzymać.

2. Realizacja zadania

Zdefiniowane wymagania spełnia okrągły motek zwinięty z rurki detonującej, z jednym końcem szczelnie zgrzanym i drugim końcem oznakowanym w zdefiniowany sposób, np. kropką, owinięty etykietą papierową, ze strefową, zmienną lepkością kleju.

Wykonana w Przemysłowym Instytucie Automatyki i Pomiarów PIAP maszyna do automatycznego zwijania motków (rys. 5) zapewnia odwinięcie rurki detonującej ze szpuli, zwinięcie zadanej liczby zwojów, szczelne zamknięcie jednego końca, zaznaczenie kropką punktu maksymalnego wciśnięcia rurki w zapalnik, owinięcie pętlą z etykiety oraz odcięcie. Gotowe motki spadają do podstawionego kartonu.

3. Budowa urządzenia

W skład automatycznego urządzenia do zwijania rurki detonującej w motki wchodzi:

- bierny odwijak rurki ze szpuli z regulatorem zwisu rurki,

- bierne rolki prowadzące,
- rolki napędowe rurki napędzane silnikiem indukcyjnym i przekładnią walcową SEW,
- rolki hamujące z tarczą cierną i tarczą stalową z dociskiem sprężynowym,
- nóż odcinający napędzany pneumatycznie,
- zgrzewarka ultradźwiękowa z posuwem sonotrody napędzanym pneumatycznie i stolikiem napędzanym pneumatycznie,
- drukarka znakowa CODAMARK CM-MKV/25 napędzana pneumatycznie,
- tarcza nawojowa z napędem silnikiem indukcyjnym, przekładnią walcową i hamulcem SEW, z półszpulami z pneumatycznym napędem zwalniania, zabierakiem rurki z pneumatycznym napędem zwalniania i wypychaczami motka napędzanymi pneumatycznie,
- suport wprowadzający rurkę do zabieraka napędzany pneumatycznie,
- bierna tarcza nawojowa ograniczająca szerokość motka dociskana pneumatycznie,
- szczęki formujące przekrój motka napędzane pneumatycznie,
- dociskacz ograniczający wysokość przekroju motka napędzany pneumatycznie,
- automat owijający motek etykietą Logomatic 804SRW z napędem podawania silnikiem krokowym i pneumatycznym napędem szczęk owijających,
- wyciągacz końcówki zwoju motka napędzany pneumatycznie,
- układ zasilania i sterowania z panelem operatora oparty na sterowniku PLC Simatics S7 Siemens,
- karton odbierający.

4. Zasada działania urządzenia

4.1. Cykl pracy automatycznego urządzenia do zwijania motków

Automatyczne zwijanie motków jest realizowane za pomocą maszyny zaprojektowanej w Instytucie PIAP. Zwinięte motki stanowią półprodukt do produkcji zapalników nieelektrycznych lub stanowią gotowy wyrób przeznaczony do prowadzenia linii strzałowych. Działanie opracowanego urządzenia jest ściśle zalgorytmizowane i przebiega w następujących krokach:

- ręczne umieszczenie nowej szpuli w odwijaku,
- ręczne wprowadzenia końca rurki do rolek prowadzących i napędowych,



Rys. 2. Rurka detonująca na szpuli (źródło NITROERG)
Fig. 2. Shock tube on the reel (NITROERG)



Rys. 3. Nielektryczne zapalniki (źródło NITROERG)
Fig. 3. Non-electric detonators (NITROERG)

- wybranie na panelu sterowania liczby cykli i liczby zwojów motka,
- uruchomienie cyklu automatycznego,
- odwijanie rurki ze szpuli,
- uniesienie stolika, opuszczenie sonotrody, zgrzanie końca rurki,
- dosunięcie biernej tarczy nawojowej,
- wysunięcie suportu wprowadzającego,
- podanie końca rurki detonującej za pomocą zespołu naprowadzającego do zabieraka tarczy nawojowej,
- wycofanie suportu wprowadzającego,
- zamknięcie zabieraka na końcu rurki detonującej,
- dosunięcie biernej tarczy nawojowej,
- nawijanie wybranej liczby zwojów motka,
- zatrzymanie tarczy nawojowej na określonej pozycji,
- formowanie przekroju zwojów motka za pomocą szczęk formujących,
- formowanie zwojów motka za pomocą dociskacza ograniczającego wysokość przekroju motka,
- owijanie motka etykietą,
- zwolnienie zabieraka,
- znakowanie końca motka za pomocą drukarki,
- przecięcie końca rurki przez nóż (odcięcie motka),
- wycofanie szczęk formujących przekrój motka,
- wycofanie dociskacza ograniczającego wysokość przekroju motka,
- wyciągnięcie końcówki zwoju motka,
- wycofanie biernej tarczy nawojowej,
- zwolnienie półszpuli tarczy nawojowej,
- wypchniecie motka za pomocą wypychaczy,
- opadnięcie motka do kartonu,
- rozpoczęcie cyklu nawijania kolejnego motka.

4.2. Opis pracy urządzenia

Po włączeniu wyłącznika głównego zasilania elektrycznego przełącznikiem umieszczonym na bocznej ścianie szafy sterowniczej następuje inicjalizacja, podczas której wszystkie podzespoły zajmują pozycję gotowości do pracy, a pomarańczowa lampa na kolumnie sygnalizacyjnej zacznie świecić światłem migającym. Jednocześnie na panelu dotykowym zostanie wyświetlony ekran sterowania.

Po wciśnięciu na panelu dotykowym odpowiednich pól można wprowadzić parametry nawijania motków, czyli liczbę zwojów i liczbę cykli. Jeśli wprowadzono prawidłowe parametry, po wciśnięciu pola AKCEPTUJ zostanie wyświetlony drugi ekran. Jed-

nocześnie oprócz migającej pomarańczowej lampy znajdującej się na wieży sygnalizacyjnej, zostanie podświetlony czerwony przycisk STOP na pulpicie operatora. Opisany stan świadczy o gotowości urządzenia do rozpoczęcia pracy.

Po ręcznym wsunięciu końca rurki detonującej, aż do płaszczyzny działania noża, i wciśnięciu przycisku START na płycie czołowej panelu operatora, urządzenie zaczyna pracę. Lampa pomarańczowa kolumny sygnalizacyjnej świeci się światłem ciągłym i podświetlony jest zielony przycisk START.

W trakcie pracy możliwe jest zatrzymanie urządzenia za pomocą przycisku STOP znajdującego się na płycie czołowej panelu operatora. Zatrzymanie urządzenia nastąpi po zakończeniu pełnego cyklu pracy.

4.3. Sytuacje awaryjne

W trakcie inicjalizacji i pracy układ sterowania na bieżąco monitoruje stan podstawowych podzespołów urządzenia i w przypadku wystąpienia błędu lub uszkodzenia następuje natychmiastowe zatrzymanie urządzenia.

Stan ten powoduje włączenie czerwonej lampy kolumny sygnalizacyjnej oraz sygnału dźwiękowego. Na ekranie zostanie wyświetlony komunikat wyjaśniający prawdopodobną przyczynę awarii.

Wykaz możliwych komunikatów:
 OTWARTE DRZWI OSŁONY BEZPIECZŃSTWA
 WŁĄCZONY STOP AWARYJNY, ZWOLNIJ HAMULEC
 TARCZY
 WYŁĄCZNIK SILNIKOWY NAPIĘDU ROLEK
 WYŁĄCZONY
 NISKIE CIŚNIENIE POWIETRZA
 BŁĄD FALOWNIKA
 BŁĄD ZGRZEWARKI
 BŁĄD ETYKIECIARKI
 BRAK RURKI LUB RURKA ZATRZYMANA
 BRAK ETYKIET
 USTAW KRAWĘDŹ TARCZY W POZIOMIE

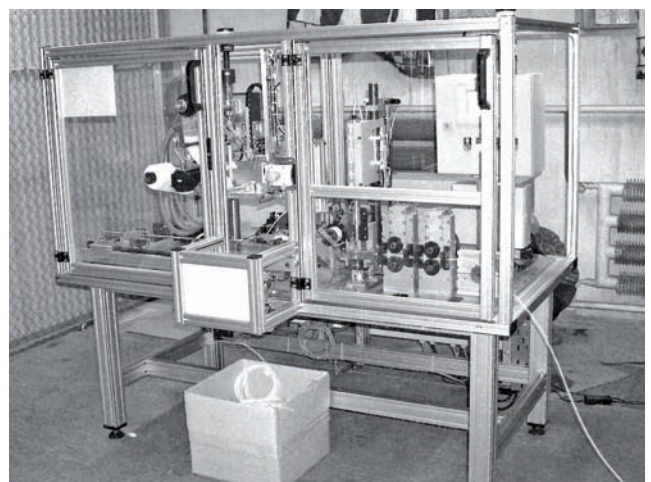
Sygnał dźwiękowy można wyłączyć po wciśnięciu niebieskiego przycisku KASOWANIE BUCZKA na pulpicie operatora. Sygnał dźwiękowy zostanie wyłączony i niebieski przycisk zostanie podświetlony.

Natychmiastowe zatrzymanie urządzenia i zgłoszenie awarii powoduje również wciśnięcie jednego z dwóch wyłączników STOPÓW AWARYJNYCH lub otwarcie drzwi osłon bezpieczeństwa.



Rys. 4. Ręczny montaż zapalników nieelektrycznych (źródło Austin Detonators)

Fig. 4. Non-electric detonators manual assembly (Austin Detonators)



Rys. 5. Automatyka maszyna do zwijania motków z rurki detonującej

Fig. 5. Automatic machine for rolling up hanks from the shock tube

Ponowne uruchomienie urządzenia po wystąpieniu stanu awaryjnego możliwe jest po usunięciu przyczyny awarii i wciśnięciu podświetlonego żółtego przycisku KASOWANIE AWARII na pulpicie operatora. Jeśli przyczyna awarii została prawidłowo usunięta, zgaśnie żółte podświetlenie przycisku oraz zgaśnie czerwona lampa kolumny sygnalizacyjnej, zapali się migająca pomarańczowa lampa kolumny oraz zapali się podświetlenie czerwonego przycisku STOP. Po wciśnięciu przycisku START urządzenie ponownie rozpocznie pracę.

5. Podsumowanie

Jednym z obszarów działalności Przemysłowego Instytutu Automatyki i Pomiarów PIAP jest realizacja zleceń z przemysłu na budowę stanowisk automatycznych w wielu procesach technologicznych. Wiele zleceń charakteryzuje się koniecznością dokładnego przejęcia wydawałoby się prostych czynności manualnych przez maszynę automatyczną. Jednak zastąpienie w istocie złożonych czynności wykonywanych przez rękę ope-

ratora wymaga często znalezienia i zastosowania pomysłów i nieszablonowych rozwiązań konstrukcyjnych. Dobrym przykładem takiego urządzenia jest maszyna do automatycznego zwijania rurki detonującej opracowana i wykonana w PIAP, a zainstalowana w NITROERG (dawniej NITRON) w Krupskim Młynie. Oprócz zagadnień czysto konstrukcyjnych i technologicznych występowały tu także uwarunkowania wynikające z otoczenia urządzenia przez różne instalacje do produkcji materiałów wybuchowych i związane z tym specyficzne wymagania BHP.

Bibliografia

1. Maranda A., Cudziło S., Nowaczewski J., Palpiński A., *Podstawy chemii materiałów wybuchowych*, WAT, Warszawa 1997.
2. Dane techniczne produktów NITROERG
3. Materiały firmy Austin Detonator
4. Bilewicz T., Prus B., Honysz J.: *Górnictwo*, Wydawnictwo Śląsk 1993.

Automatic Machine to Productions of Hank from the Exploding Tube Installed in Nonelectric Fuses

Abstract: The automation in the production of initialing materials is increasing the productivity and the safety of the production. He enables you will turn employees away from potential hazards resulting from burdening the area with explosive. The machine for rolling up the exploding tube assures automatic, repeatable production of complete hanks, used next for the production of nonelectric fuses.

Keywords: explosive charges, systems of initiating, mining, automation

mgr inż. Marek Ludwiński

mludwinski@piap.pl

W 1979 r. ukończył studia na Wydziale Mechanicznym Technologicznym Politechniki Warszawskiej. Zatrudniony był kolejno w kilku renomowanych zakładach przemysłowych na stanowiskach konstruktora i kierownika pracowni. Od 1986 r. jest pracownikiem Przemysłowego Instytutu Automatyki i Pomiarów PIAP. Specjalizuje się w konstruowaniu automatycznych urządzeń technologicznych.

