

# Projektowanie urządzeń logicznych do blokowania i ryglowania osłon

Marek Dźwiarek

## Wprowadzenie

Praca przy maszynach/liniach zautomatyzowanych polega na dozorze procesu produkcyjnego i podejmowaniu interwencji w razie wystąpienia nieprawidłowości. Zwykle przyczyną interwencji jest zatrzymanie procesu na skutek zacięć lub wadliwej pracy czujników technologicznych.

Działania interwencyjne wymagają szybkiego i częstego dostępu do stref zagrożenia. Z tego względu środki bezpieczeństwa oparte na metodach sterowania i ograniczające dostęp do stref zagrożenia mają szerokie zastosowanie w ograniczaniu ryzyka wypadku. Najbardziej rozpowszechnionymi środkami bezpieczeństwa ograniczającymi dostęp do stref zagrożenia w maszynach są osłony, w tym osłony ruchome, wyposażone w urządzenia blokujące lub blokujące z ryglowaniem.

## Metodyka badań

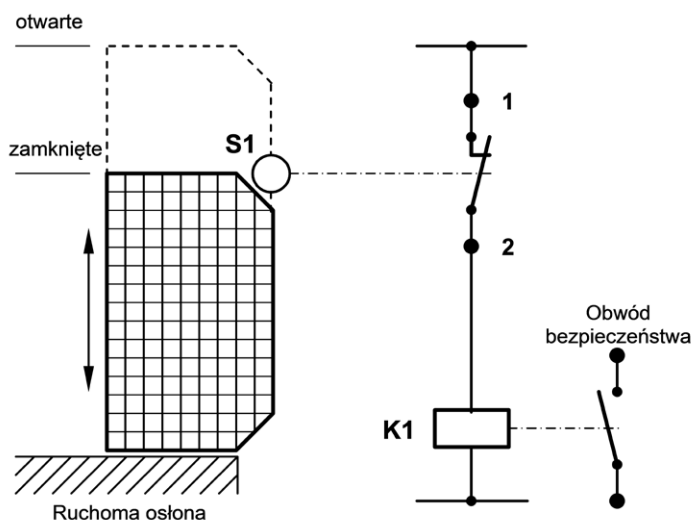
Celem ogólnym, leżącym u podstaw podjęcia pracy badawczej, było określenie możliwości i ograniczeń stosowania

układów logicznych zapewniających realizację funkcji bezpieczeństwa blokowania i ryglowania przy osłonach ruchomych, pozwalających na obniżenie ryzyka związanego z użytkowaniem maszyn. Osiągnięcie tego celu wymagało:

- analizy dostępnych rozwiązań układów zapewniających funkcje bezpieczeństwa blokowania i ryglowania przy osłonach ruchomych;
- opracowania wymagań dotyczących tych układów na podstawie wymagań zasadniczych i norm europejskich;
- opracowania metodyki oceny zgodności;
- opracowania metodyki doboru i projektowania urządzeń blokujących i ryglujących.

## Klasyfikacja urządzeń blokujących osłony

Zgodnie z normą [1] urządzenie blokujące (rys. 1–2) ma uniemożliwiać realizację stwarzających zagrożenie funkcji maszyny dopóty, dopóki osłona nie jest zamknięta. Układ logiczny realizujący funkcję blokady powinien zapewnić, że:



Rys. 1. Przykład urządzenia logicznego realizującego funkcję blokady przy osłonie

**Streszczenie:** Osłony maszyn są popularnymi środkami bezpieczeństwa. Celem badań było określenie możliwości i ograniczeń w zastosowaniu układów logicznych zapewniających bezpieczeństwo poprzez blokowanie i ryglowanie osłon ruchomych. Szczególną uwagę zwrócono na zapobieganie obchodzeniu osłon. W dalszych pracach przewidziano opracowanie metodyki doboru i projektowania tych urządzeń.

Słowa kluczowe: inżynieria środowiska, górnictwo, energetyka, bezpieczeństwo maszyn, osłony, ryglowanie, blokowanie

## DESIGN OF LOGICAL DEVICES THAT PERFORM GUARD INTERLOCKING AND LOCKING FUNCTION

**Abstract:** Machine guards are commonly used safety measures. The aim of the research was to determine the possibilities and limitations in the application of logic circuits providing interlocking and locking safety functions associated with guards. Particular attention was paid to the prevention of the defeating of guards. In further works it is planned to develop a methodology for the selection and design of those devices.

Keywords: environmental engineering, mining, energy, safety of machinery, guards, locking, interlocking

- funkcje stwarzające zagrożenie nie mogą być realizowane do chwili zamknięcia osłony (funkcja blokady startu);
- otwarcie osłony w czasie, gdy maszyna realizuje funkcje stwarzające zagrożenie

żenie, powoduje wysłanie polecenia zatrzymania (funkcja zatrzymywania związana z bezpieczeństwem);

- funkcje stwarzające zagrożenie mogą być realizowane w czasie, gdy osłona jest zamknięta; samo zamknięcie osłony nie powoduje rozpoczęcia realizacji funkcji maszyny stwarzających zagrożenie (funkcja blokady ponownego uruchomienia).

Urządzenia blokujące można podzielić na cztery typy (tabela 1).

Osobną grupę stanowią urządzenia blokujące wyposażone w funkcję ryglowania osłony (rys. 3–4) w celu utrzymania jej w stanie zaryglowania, podczas gdy maszyna realizuje funkcję stwarzającą zagrożenie. Funkcja monitorowania stanu zaryglowania osłony nadzoruje, kiedy urządzenie ryglujące osłonę jest w stanie zaryglowania, i wysyła odpowiedni sygnał wyjściowy. Układ logiczny realizujący funkcję ryglowania powinien więc realizować następujące funkcje bezpieczeństwa:

- funkcje stwarzające zagrożenie nie mogą być realizowane do chwili zamknięcia i zaryglowania osłony (funkcja blokady uruchomienia);
- osłona pozostaje zamknięta i zaryglowana do chwili, aż zniknie ryzyko związane z funkcjami stwarzającymi zagrożenie (funkcja ryglowania);
- funkcje stwarzające zagrożenie mogą być realizowane w czasie, gdy osłona jest zamknięta i zaryglowana; samo zamknięcie i zaryglowanie osłony nie powoduje realizacji funkcji stwarzających zagrożenie (funkcja blokady ponownego uruchomienia).

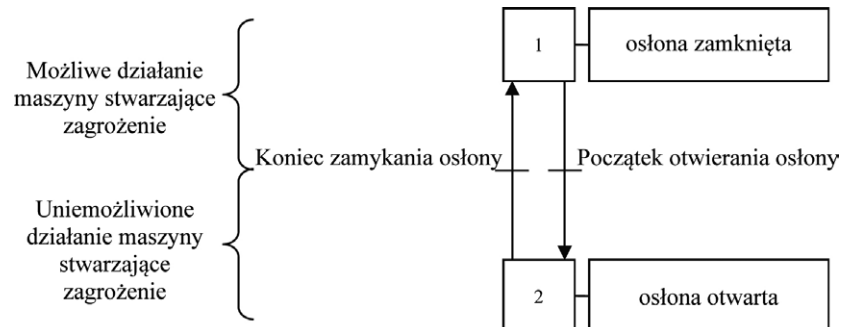
W praktyce stosuje się dwa rodzaje ryglowania osłon: ryglowanie mechaniczne i elektromagnetyczne.

### Wymagania bezpieczeństwa

Przy formułowaniu wymagań dotyczących urządzeń blokujących i ryglujących osłony maszyn należy uwzględnić szeroką gamę dostępnych rozwiązań – zarówno od strony techniki, jak i rozwiązań projektowych.

### Wymagania projektowe i instalacyjne

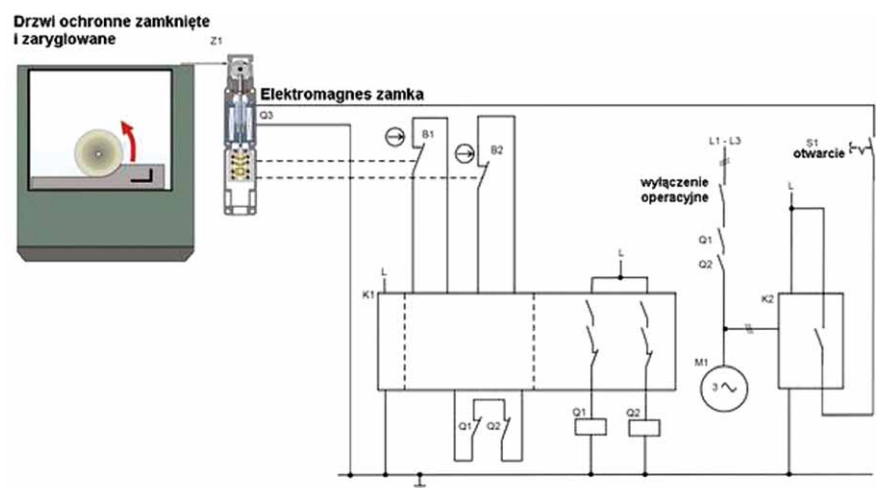
Przy projektowaniu urządzeń blokujących należy zwrócić uwagę na zapewnienie ich skutecznego działania. Dotyczy



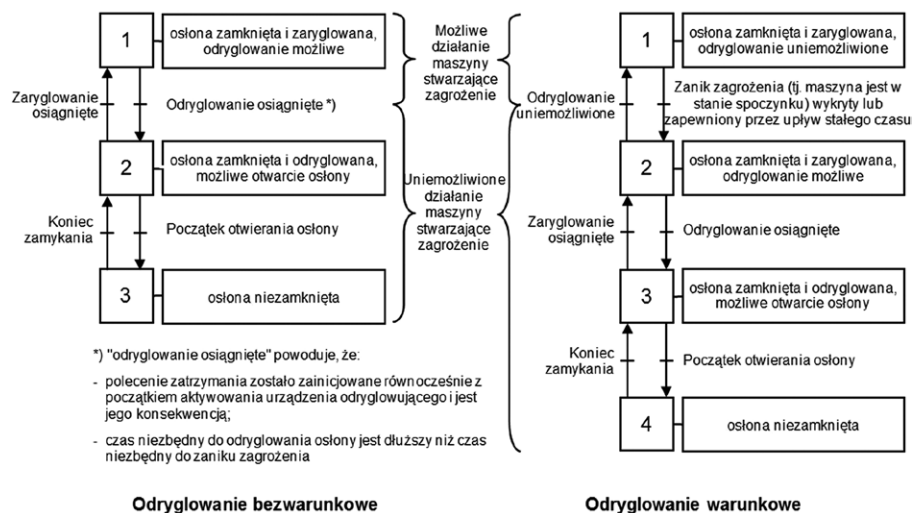
Rys. 2. Zasada działania urządzenia blokującego

Tabela 1. Klasyfikacja urządzeń blokujących

Przykłady zasad aktywowania		Przykłady elementów aktywujących		Typ
Mechaniczne	kontakt fizyczny/siła	Niekodowane	krzywka obrotowa	Typ 1
			krzywka liniowa	
			zawias	
		Kodowane	klucz - wypust (element aktywujący kształtowy)	Typ 2
klucz przekładany				
Bezkontaktowe	indukcyjne	Niekodowane	odpowiedni metal żelazny	Typ 3
	magnetyczne		magnes, cewka	
	pojemnościowe		dowolny przedmiot	
	ultradźwiękowe		dowolny przedmiot	
	optyczne	dowolny przedmiot	Typ 4	
	magnetyczne	Kodowane		magnes kodowany
	RFID	kodowany znacznik RFID		
optyczne		optycznie kodowany znacznik		



Rys. 3. Przykład urządzenia logicznego realizującego funkcję ryglowania osłony



Rys. 4. Schemat funkcjonalny urządzeń ryglujących

to takich aspektów funkcjonowania tych urządzeń, jak:

- skuteczność mocowania łączników pozycyjnych;
- minimalizacja możliwości zmiany położenia elementów aktywujących;
- właściwa konstrukcja mechanicznego urządzenia ryglującego;
- odpowiednia i monitorowana siła ryglowania elektromagnetycznego;
- uzupełniające możliwości odryglowania osłony, takie jak odryglowanie ewakuacyjne, awaryjne i pomocnicze.

#### Wymagania środowiskowe

Technika i rodzaj urządzenia blokującego powinny być odpowiednie do warunków użytkowania (np. środowiska, higieny) i do zamierzonego zastosowania maszyny. Należy uwzględnić:

- temperaturę;
- zapylenie;
- wilgoć;
- drgania i udary;
- warunki higieniczne;
- oddziaływania elektromagnetyczne.

#### Wymagania dotyczące sterowania

Urządzenia blokujące z ryglowaniem lub bez ryglowania osłony są związanymi z zapewnieniem bezpieczeństwa elementami systemu sterowania maszyny [2] lub są podsystemami albo elementami podsystemów związanych z bezpieczeństwem elektrycznego systemu sterowania [3] z zadaniem zapobiegania sytuacjom

zagrożającym. Przy ich projektowaniu należy więc uwzględnić kwestie odporności na defekty.

#### Wymagania dotyczące informacji dla użytkownika

Urządzenie blokujące może być:

- zaprojektowane przez producenta maszyny z zastosowaniem odrębnych elementów składowych;
- wyprodukowane jako kompletne urządzenie, gotowe do zastosowania.

Zatem różne są wymagania w zakresie informacji dla użytkownika, które mają zastosowanie do producenta maszyny lub do producenta urządzeń blokujących. Zawsze jednak oznakowanie powinno być zgodne z ISO 12100:2010, p. 6.4.

Istotne jest także dostarczenie użytkownikowi instrukcji obsługi zawierającej szczegółowe informacje, zwłaszcza dotyczące:

- identyfikacji urządzenia;
- opisu zamierzonego zastosowania urządzenia;
- instrukcji montażu, regulacji i obsługi;
- danych niezbędnych użytkownikowi do określania PL lub SIL zamierzonych funkcji bezpieczeństwa.

#### Obchodzenie urządzeń blokujących osłony

Istotnym problemem związanym ze stosowaniem osłon jest ich obchodzenie. W 2006 r. ukazał się raport [4] z niemieckiego projektu prowadzonego przez

BGIA i BGAG (obecnie IFA), mającego na celu określenie skali i zidentyfikowanie przyczyn tego zjawiska. Analiza pokazała, jak duża jest skala problemu (14% osłon jest ignorowanych stale, co jest przyczyną 25% wypadków przy maszynach). Podobne badania prowadziły także HSE i HSL w Wielkiej Brytanii. Autorzy przeanalizowali ponad 100 raportów z wypadków. Według tych badań, przedstawionych w [5], główną przyczyną 12,4% wypadków podczas pracy przy maszynach było obchodzenie urządzeń bezpieczeństwa.

Także badania prowadzone w CIOP-PIB potwierdziły dużą skalę zjawiska obchodzenia osłon w Polsce [6]. W badaniach ankietowych pytanie o ocenę ryzyka związanego z obchodzeniem osłon zadano pracownikom służb BHP oraz pracownikom zatrudnionym na stanowiskach wyposażonych w osłony. Ankietowani odpowiedzieli, że ok. 15% osłon jest obchodzonych (9,2% ciągle, a 4,9% sporadycznie). Odsetek wypadków spowodowanych obejściem oceniono na 23,3%, natomiast przyzwolenie na obchodzenie osłon – na 14,6% przypadków. Wskazuje to na konieczność uwzględnienia środków zapobiegania obchodzeniu urządzeń ochronnych i osłon w procesie ich projektowania.

Maszyna powinna być zaprojektowana w sposób minimalizujący motywację do obchodzenia urządzeń blokujących. Tak więc urządzenie blokujące powinno zapewniać możliwie najmniejszą ingerencję w czynności wykonywane podczas działania maszyny i w innych fazach jej życia.

#### Podsumowanie

Urządzenia realizujące funkcje blokowania i ryglowania przy osłonach ruchomych należą obecnie do najszerzej stosowanych środków bezpieczeństwa w maszynach. Prawidłowe zastosowanie i wykonanie tego środka bezpieczeństwa wymaga odpowiedniego doboru elementów składowych, prawidłowego określenia funkcji bezpieczeństwa, dostosowania sterownika bezpieczeństwa do wymagań związanych z realizacją złożonych funkcji i zapewnienia, że cały podsystem osiągnie wymagany SIL lub PL, a także uwzględnienia w procesie projektowania wymagań środowiskowych.

Zaleca się, aby stosowanie urządzeń blokowania i ryglowania przy osłonach było zgodne z odpowiednią metodyką postępowania, która powinna obejmować fazy doboru elementów, określania funkcji sterowania, projektowania układów i opracowywania oprogramowania sterowników, weryfikacji i prób działania, a w końcu przeprowadzenie waldacji i oceny zgodności z wymaganiami zasadniczymi.

W dalszych działaniach przewidywane jest opracowanie metodyki doboru i projektowania urządzeń realizujących funkcje logiczne blokowania i ryglowania przy osłonach ruchomych. Szczególna uwaga zostanie zwrócona na niezwykle istotne kwestie zapobiegania obchodzeniu urządzeń bezpieczeństwa. Opracowane zostaną także materiały informacyjne poświęcone wymaganiom, metodyce oceny zgodności oraz metodyce doboru i projektowania tych urządzeń.

Publikacja opracowana na podstawie wyników IV etapu programu wieloletniego

„Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, finansowanego w latach 2017–2019 w zakresie zadań służb państwowych przez Ministerstwo Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej.

Koordynator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.


### Literatura

- [1] PN EN ISO 14119:2014-03. Bezpieczeństwo maszyn – Urządzenia blokujące sprzężone z osłonami – Zasady projektowania i doboru. PKN.
- [2] PN-EN ISO 13849-1:2016-02. Bezpieczeństwo maszyn – Elementy systemów sterowania związane z bezpieczeństwem – Część 1: Ogólne zasady projektowania. PKN.
- [3] PN-EN 62061:2008. Bezpieczeństwo maszyn – Bezpieczeństwo funkcjonalne elektrycznych, elektronicznych i elektronicznych programowalnych systemów sterowania związanych z bezpieczeństwem. PKN.
- [4] Manipulation von Schutzeinrichtungen an Maschinen – Report. HVGB

(Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften) <https://publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/reportgesamt-manipulation.pdf> (2019). ISBN 3-88383-698-2.

- [5] HOPKINSON J., LEKKA C.: *Identifying the human factors associated with the defeating of interlocks on Computer Numerical Control (CNC) machines*. Health and Safety Laboratory. RR974 Research Report (2013).
- [6] DŹWIAREK M.: *Obchodzenie urządzeń ochronnych i osłon przy maszynach – skala zjawiska*. „Bezpieczeństwo Pracy” 6/2014.

Artykuł ukazał się w miesięczniku „Mechanik” nr 7/2019.

 dr hab. inż. Marek Dźwiarek prof. CIOP-PIB,  
e-mail: madzw@ciop.pl,  
Centralny Instytut Ochrony Pracy –  
Państwowy Instytut Badawczy

reklama

reklama