

Marek Dźwiarek

Układy logiczne zapewniające funkcje bezpieczeństwa blokowania i ryglowania przy osłonach ruchomych w maszynach – dobór, projektowanie i ocena zgodności z wymaganiami



Materiały informacyjne CIOP-PIB

Układy logiczne zapewniające funkcje bezpieczeństwa blokowania i ryglowania przy osłonach ruchomych w maszynach – dobór, projektowanie i ocena zgodności z wymaganiami

Opracowano na podstawie wyników IV etapu programu wieloletniego „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, sfinansowanego w latach 2017-2019 w zakresie zadań służb państwowych przez Ministerstwo Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej.

Koordinator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

Zadanie 3.G.16. Opracowanie metodyki oceny układów logicznych zapewniających funkcje bezpieczeństwa blokowania i ryglowania przy osłonach ruchomych oraz metodyki doboru tych układów i projektowania funkcji bezpieczeństwa zgodnie z aktualnymi wymaganiami norm europejskich

Autor:

dr hab. inż. Marek Dźwiarek, prof. Instytutu – Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Techniki Bezpieczeństwa, Pracownia Elektronicznych Systemów Ochronnych

Zdjęcie na okładce: CIOP-PIB

© Copyright by

Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

Warszawa 2019

CIOP  **PIB**

Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

ul. Czerniakowska 16, 00-701 Warszawa

tel. (48-22) 623 36 98, www.ciop.pl

1. Wprowadzenie

W ostatnich latach nastąpił istotny rozwój technik wytwarzania prowadzący do większej automatyzacji procesów produkcyjnych, co umożliwia zwiększenie wydajności, precyzji wytwarzania i ograniczenie wysiłku pracowników. Jednocześnie zwiększa się liczba maszyn stosowanych w procesach produkcyjnych, co pociąga za sobą istotne zwiększenie występowania stref ich elementów ruchomych, będących źródłem zagrożeń, głównie mechanicznych. Praca przy maszynach/liniach zautomatyzowanych zasadniczo polega na dozorcze procesu produkcyjnego i podejmowaniu działań interwencyjnych w przypadku nieprawidłowości w przebiegu procesu technologicznego. Zwykle przyczyną interwencji są zatrzymania procesu spowodowane zacięciami lub wadliwym działaniem czujników technologicznych, w które te maszyny/linie są licznie wyposażone. Działania interwencyjne wymagają szybkiego i w wielu sytuacjach częstego dostępu do stref zagrożenia, co sprawia, że ekspozycja pracowników obsługi tych maszyn/linii na zagrożenia jest znacząca (lub duża) pomimo zautomatyzowania produkcji. Z tego też względu środki bezpieczeństwa oparte na metodach sterowania i ograniczające dostęp do stref zagrożenia mają szerokie zastosowanie i stanowią podstawowe znaczenie w ograniczaniu ryzyka wypadkowego w obszarach stosowania nowoczesnych metod wytwarzania. Najbardziej rozpowszechnionymi środkami bezpieczeństwa, ograniczającymi dostęp do stref zagrożenia do maszyn są osłony, w tym osłony ruchome, wyposażone w urządzenia blokujące lub blokujące z ryglowaniem. Stosowane są one wówczas, gdy konieczny jest częsty dostęp do stref zagrożenia. Pozwalają istotnie zmniejszyć ryzyko użytkownika maszyny przez uniemożliwienie dostępu do stref zagrożenia. Osłony maszyn składają się zazwyczaj z elementów zamocowanych na stałe (osłony stałe, obudowy) i elementów ruchomych (np. drzwi, bramki, pokrywy – tzw. osłony ruchome). Osłony ruchome zapewniają czasowy dostęp do stref zagrożenia (technologicznego lub serwisowego), co powinno być możliwe wyłącznie po spełnieniu określonych wymagań bezpieczeństwa (powszechnie stosowanym wymaganiem jest osiągnięcie stanu zatrzymania działania maszyn stwarzających zagrożenie). Osłona ruchoma współpracująca z układem logicznym blokowania nazywana jest osłoną blokującą.

Ze względu na wymagania bezpieczeństwa otwarcie osłony ruchomej powinno być możliwe po spełnieniu określonych warunków. Osiąga się to przez implementację odpowiedniego podsystemu sterowania blokowaniem i ryglowaniem, w którym funkcje blokowania odpowiadają za samoczynne

wyłączanie i blokowanie uruchomienia niebezpiecznych działań maszyny, a funkcje ryglowania – za czasowe uniemożliwienie otwarcia osłony ruchomej. W dostępnych publikacjach prezentowane są analizy wymagań i rozwiązań technicznych urządzeń blokujących i ryglujących, stanowiących wyposażenie ochronne maszyny i będących istotnymi częściami składowymi podsystemu sterowania blokowaniem i ryglowaniem. Wyposażenie to powinno spełniać wymagania zasadnicze zawarte w dyrektywie 2006/42/WE i wymagania szczegółowe normy zharmonizowanej PN EN ISO 14119:2014-03 „Bezpieczeństwo maszyn. Urządzenia blokujące sprzężone z osłonami. Zasady projektowania i doboru”. Norma ta wskazuje również możliwość wyboru różnych wariantów działania i technologii wykonania, z czym wiążą się określone właściwości funkcjonalne całego podsystemu. Ze względu na fakt, że powyżej określony podsystem jest elementem związanego z bezpieczeństwem systemu sterowania maszyny, powinien on, jako całość spełniać wymagania dotyczące funkcjonowania systemu sterowania maszyny, ze szczególnym uwzględnieniem wymagań związanych z bezpieczeństwem funkcjonalnym. Odpowiednie wymagania szczegółowe dostępne są w normach zharmonizowanych PN-EN ISO 13849-1:2016-02. „Bezpieczeństwo maszyn – Elementy systemów sterowania związane z bezpieczeństwem – Część 1: Ogólne zasady projektowania” lub PN-EN 62061:2008. „Bezpieczeństwo maszyn – Bezpieczeństwo funkcjonalne elektrycznych, elektronicznych i elektronicznych programowalnych systemów sterowania związanych z bezpieczeństwem”.

Istotnym problemem jest obchodzenie osłon i urządzeń ochronnych. W 2006 r. ukazał się raport niemieckiego projektu, którego celem było określenie skali i zidentyfikowanie przyczyn tego zjawiska. Projekt ten był realizowany przez BGIA (Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz) i BGAG (Berufsgenossenschaftliches Institut Arbeit und Gesundheit, obecnie IFA). Analiza badań ankietowych pokazała, jak duża jest skala problemu (14% urządzeń ochronnych jest ignorowanych stale, co jest przyczyną 25% wypadków przy maszynach). Umożliwiła także wskazanie przyczyn obchodzenia urządzeń ochronnych. Przeprowadzono także szczegółową analizę około 200 przypadków omińnięcia urządzeń ochronnych zainstalowanych na maszynach. Zagadnienie obchodzenia urządzeń ochronnych analizowano pod względem technicznym, psychologicznym, organizacyjnym oraz z punktu widzenia ergonomii. Na tej podstawie sformułowano zalecenia dotyczące zapobiegania obchodzeniu urządzeń ochronnych.

Podobne badania prowadziły także HSE (Health and Safety Executive) i HSL (Health and Safety Laboratory) w Wielkiej Brytanii. Z analizy ponad 100 raportów z wypadków wynika, że główną przyczyną 12,4% wypadków podczas pracy przy maszynach było obchodzenie zabezpieczeń.

Dlatego też, aby zapobiegać temu zjawisku, prowadzone są różne działania. Przykładem jest międzynarodowy projekt ISSA (International Social Security Association): „Stop defeating the Safeguards of Machines”, w który jest zaangażowanych 7 organizacji z różnych państw: AUVA (Allgemeine Unfallversicherungsanstalt – Austria), BGN (Berufsgenossenschaft Nahrungsmittel und Gastgewerbe – Niemcy), BG Metall Nord Süd – Niemcy, Maschinenbau-und Metall-BG – Niemcy, IFA (Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung), ISPESL (Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza del Lavoro – Włochy), SUVA – Szwajcaria.

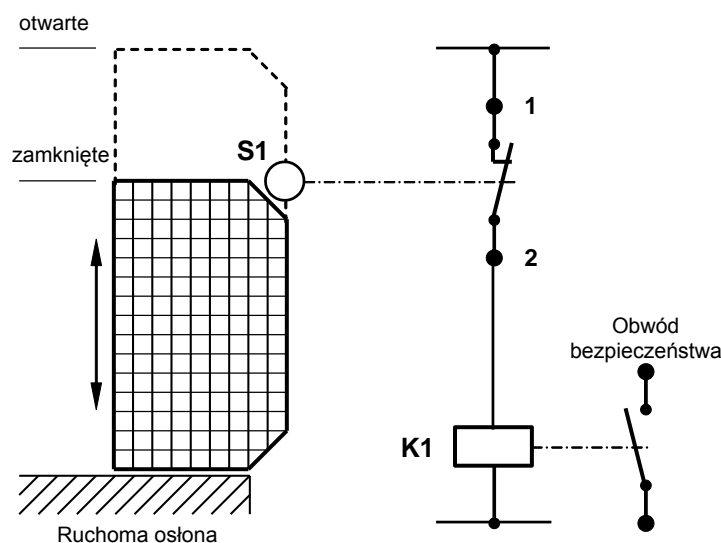
Także badania prowadzone w CIOP-PIB potwierdziły dużą skalę zjawiska obchodzenia urządzeń ochronnych i osłon w Polsce. W badaniach ankietowych pytanie o ocenę ryzyka związanego z obchodzeniem urządzeń ochronnych i osłon zadano pracownikom służb BHP oraz pracownikom zatrudnionym na stanowiskach wyposażonych w urządzenia ochronne i osłony. Ankietowani odpowiedzieli, że ok. 15% urządzeń ochronnych i osłon jest obchodzonych (9,2% ciągle, a 4,9% sporadycznie). Ocenili także, że w przypadku około 40% maszyn wyposażonych w urządzenia ochronne lub osłony może dojść do wypadku spowodowanego obejściem systemów ochronnych. Odsetek wypadków spowodowanych obejściem tych systemów został oceniony na 23,3%, natomiast przyzwolenie na obchodzenie urządzeń ochronnych i osłon na 14,6% przypadków. Wskazuje to na konieczność uwzględnienia środków zapobiegania obchodzeniu urządzeń ochronnych i osłon w procesie ich projektowania.

2. Klasyfikacja urządzeń realizujących funkcje blokowania osłon

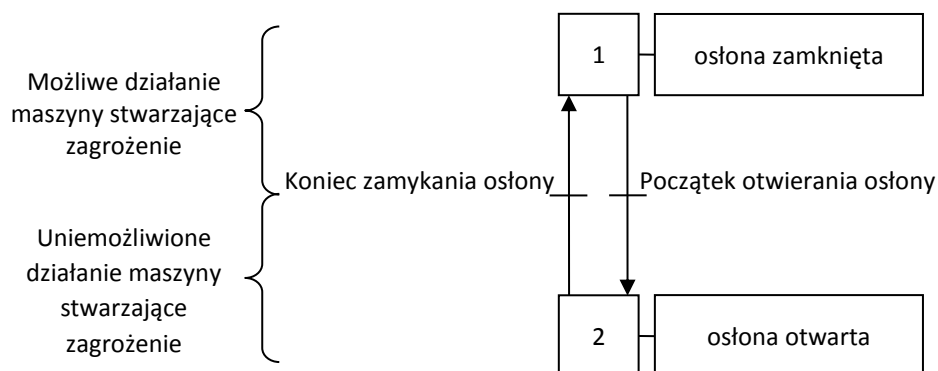
Zgodnie z normą PN EN ISO 14119:2014-03 urządzenie blokujące jest to urządzenie mechaniczne, elektryczne lub innego rodzaju, którego celem jest uniemożliwienie realizacji funkcji maszyny stwarzających zagrożenie, w określonych warunkach (zazwyczaj dopóty, dopóki osłona nie jest zamknięta). Oznacza to, że układ logiczny realizujący funkcję blokady powinien realizować następujące funkcje bezpieczeństwa:

- blokady startu – funkcje maszyny stwarzające zagrożenie „nadzorowane” przez osłonę nie mogą być realizowane do chwili zamknięcia osłony
- związanej z bezpieczeństwem funkcję zatrzymywania – otwarcie osłony w czasie, gdy maszyna realizuje funkcje stwarzające zagrożenie, powoduje wysłanie polecenia zatrzymania blokady

ponownego uruchomienia – funkcje maszyny stwarzające zagrożenie „nadzorowane” przez osłonę mogą być realizowane w czasie, gdy jest ona zamknięta (samo zamknięcie osłony nie powoduje rozpoczęcia realizacji funkcji maszyny stwarzających zagrożenie).



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



Rys. 2. Zasada działania urządzenia blokującego

Przykład urządzenia logicznego realizującego funkcję blokady przy osłonie ruchomej przedstawiono na rys. 1, natomiast na rys. 2 przedstawiono schematycznie zasadę działania urządzenia realizującego funkcję blokady. W urządzeniach blokujących szczególne znaczenie ma zapewnienie wymuszonego działania otwierającego. Polega to na osiągnięciu stanu rozdzielania styków, jako bezpośredniego wyniku określonego ruchu przełączającego elementu aktywującego przez niesprężyste elementy uczestniczące (na przykład niezależne od działania sprężyn). Zgodnie z normą PN EN ISO 13849-1:2016-3 jest to zasadniczy środek wykluczenia istotnych defektów niebezpiecznych.

Urządzenia blokujące klasyfikuje się na 4 typy.

- Typ 1: urządzenie blokujące z mechanicznie aktywowanym łącznikiem pozycyjnym z niekodowanym elementem aktywującym
- Typ 2: urządzenie blokujące z mechanicznie aktywowanym łącznikiem pozycyjnym z kodowanym elementem aktywującym
- Typ 3: urządzenie blokujące z bezstykowym łącznikiem pozycyjnym z niekodowanym elementem aktywującym
- Typ 4: urządzenie blokujące z bezstykowym łącznikiem pozycyjnym z kodowanym elementem aktywującym.

Realizacja funkcji blokowania maszyn jest możliwa dzięki zastosowaniu bardzo wielu dostępnych rozwiązań technicznych. Urządzenia blokujące mogą być klasyfikowane na podstawie różnorodnych kryteriów, np. dotyczących rodzaju sprzężenia między osłoną a systemem wyjściowym, rodzaju zastosowanej techniki (elektromechaniczna, pneumatyczna, elektroniczna itp.) w systemie wyjściowym. W tabeli 1 przedstawiono klasyfikację urządzeń blokujących.

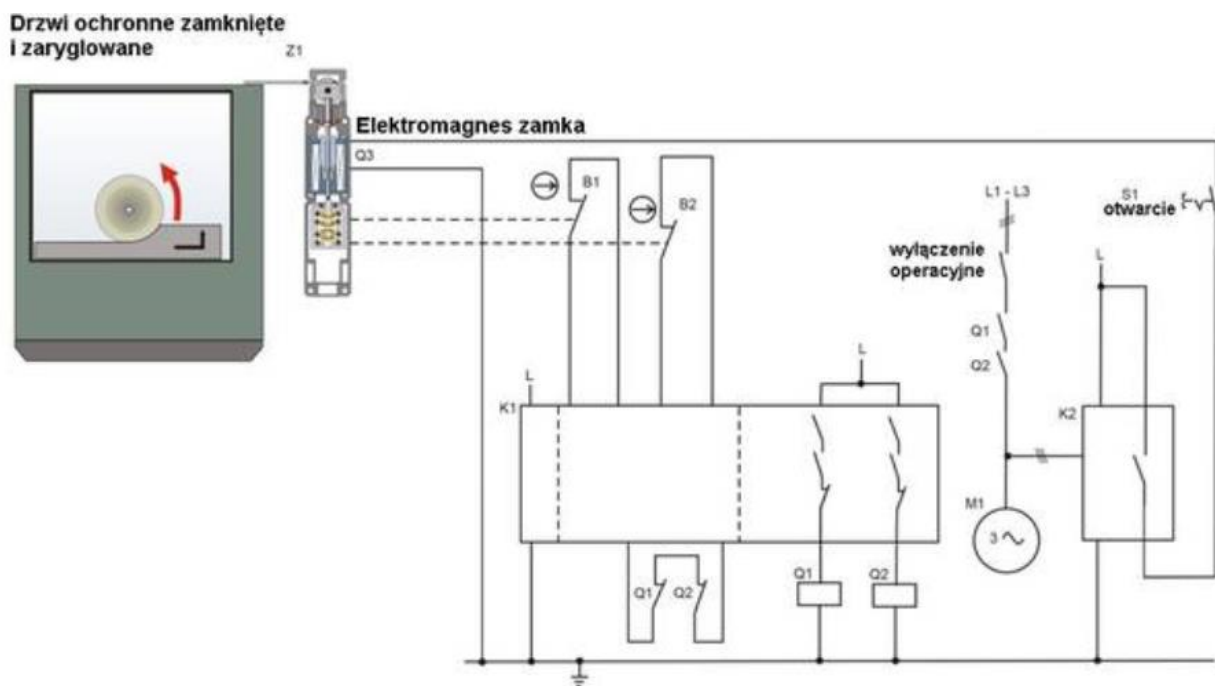
Tabela 1. Klasyfikacja urządzeń blokujących

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	
Bezkontak- towe	Indukcyjne	Niekodowane	Odpowiedni metal żelazny	Typ 3
	Magnetyczne		Magnes, cewka	
	Pojemnościowe		Dowolny przedmiot	
	Ultradźwiękowe		Dowolny przedmiot	
	Optyczne	Dowolny przedmiot		
	Magnetyczne	Kodowane	Magnes kodowany	Typ 4
	RFID		Kodowany znacznik RFID	
Optyczne	Optycznie kodowany znacznik			

Osobną grupę stanowią urządzenia blokujące wyposażone w funkcję ryglowania osłony, w celu utrzymywania jej w stanie zaryglowania, podczas gdy realizowana jest funkcja maszyny stwarzająca zagrożenie. Funkcja monitorowania stanu zaryglowania osłony nadzoruje, kiedy urządzenie ryglujące osłonę jest w stanie zaryglowania lub nie i wysyła odpowiedni sygnał wyjściowy. Układ logiczny realizujący funkcję ryglowania powinien więc realizować następujące funkcje bezpieczeństwa:

- blokady uruchomienia – funkcje maszyny stwarzające zagrożenie „nadzorowane” przez osłonę nie mogą być realizowane do chwili zamknięcia i zaryglowania osłony
- ryglowania – osłona pozostaje zamknięta i zaryglowana do chwili, aż zniknie ryzyko związane ze stwarzającymi zagrożenie funkcjami maszyny „nadzorowanymi” przez osłonę
- blokady ponownego uruchomienia – funkcje maszyny stwarzające zagrożenie „nadzorowane” przez osłonę mogą być realizowane w czasie, gdy jest ona zamknięta i zaryglowana (samo zamknięcie i zaryglowanie osłony nie powoduje realizacji funkcji maszyny stwarzających zagrożenie).

Przykład układu logicznego połączonego z urządzeniem ryglującym pokazano na rys. 3. Gdy stosowane jest blokowanie z ryglowaniem, otwarcie osłony powinno być uniemożliwione przez urządzenie ryglujące, dopóki wszystkie działania maszyny stwarzające zagrożenie objęte osłoną nie zanikną.



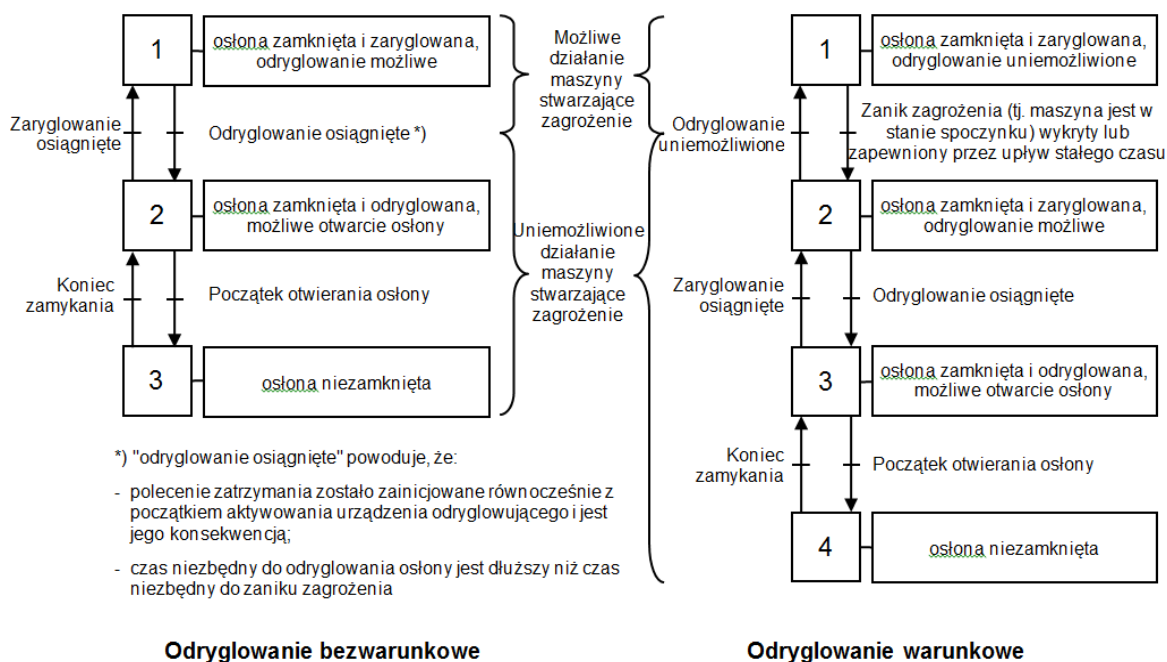
Rys. 3. Przykład urządzenia logicznego realizującego funkcję ryglowania osłony

Rozróżnia się dwa rodzaje funkcjonalnego ryglowania osłony (rys. 4):

- odryglowanie osłony może być zainicjowane w dowolnym czasie przez operatora. Gdy odryglowanie rozpoczyna się, urządzenie ryglujące osłonę generuje polecenie zatrzymania. Jest to nazywane odryglowaniem bezwarunkowym. Czas niezbędny do odryglowania osłony powinien być dłuższy niż czas konieczny do ustania działań maszyny stwarzających zagrożenie
- odryglowanie osłony jest możliwe tylko wtedy, gdy ustaną działania maszyny stwarzające zagrożenie. Jest to nazywane odryglowaniem warunkowym.

W praktyce stosowane są dwa główne rodzaje ryglowania osłon:

- mechaniczne
- elektromagnetyczne.



Rys. 4. Schemat funkcjonalny urządzeń ryglujących

W przypadku ryglowania mechanicznego część mechaniczna (np. rygiel), która rygluje osłonę blokującą, może być:

- ręcznie aktywowana i ręcznie zwolniona
- aktywowana za pomocą sprężyny (lub podobnie) i zwolniona przez włączenie zasilania
- aktywowana przez włączenie zasilania i zwolniona przez zadziałanie sprężyny
- aktywowana przez włączenie zasilania i zwolniona przez wyłączenie zasilania.

W ryglowaniu mechanicznym osłona powinno się wykorzystywać zasadę mechanicznie wymuszonego blokowania wynikającego z kształtu, a nie tylko siłę i tarcie. W przypadku ryglowania elektromagnetycznego osłona jest utrzymywana w stanie zamknięcia (zaryglowania) przez siłę elektromagnetyczną bez środków ryglowania mechanicznego. Ryglowanie elektromagnetyczne osłony działa na zasadzie aktywowania przez załączenie zasilania i zwolnienia przez wyłączenie zasilania.

3. Dobór urządzeń blokujących i ryglujących

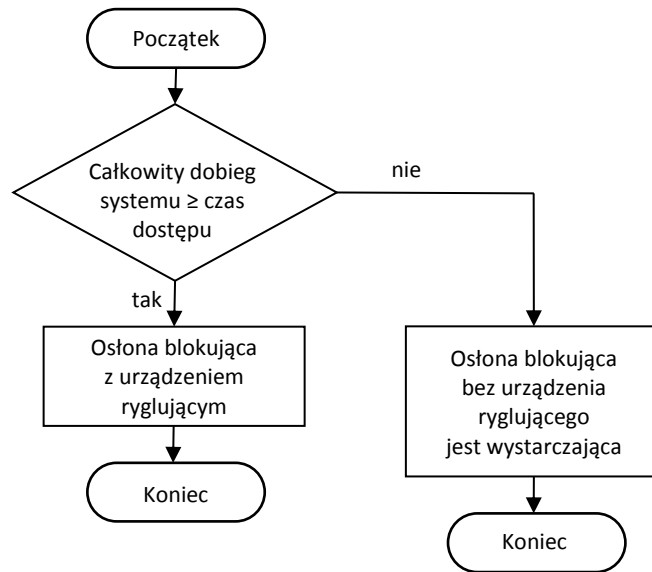
Dobór urządzenia blokującego do maszyny powinien być dokonany z uwzględnieniem wszystkich faz cyklu jej życia. Przy doborze należy rozważyć następujące kryteria:

- warunki użytkowania i zamierzony sposób użytkowania maszyny (PN EN ISO 12100:2012, 3.23 i 5.3)
- zagrożenia występujące w maszynie (ISO 12100:2010, 5.4)
- stopień ciężkości możliwej szkody (ISO 12100:2010, 5.5)
- prawdopodobieństwo uszkodzenia urządzenia blokującego
- całkowity dobieg systemu i czas dostępu
- wymagany dla funkcji bezpieczeństwa poziom zapewnienia bezpieczeństwa PL lub poziom nienaruszalności bezpieczeństwa SIL
- informacje dla użytkownika odnoszące się do urządzenia blokującego
- dla urządzeń blokujących typu 4 środki do unikania sytuacji, w której pojedynczy element aktywujący może być skojarzony z urządzeniem blokującym w nieograniczony sposób przez operatora, bez szczególnej wiedzy i specjalnych narzędzi.

W przypadku, gdy osłona z urządzeniem typu 1 lub typu 2 może być całkowicie usunięta z maszyny, należy rozważyć zastosowanie urządzenia typu 3 lub 4. Także, jeżeli maszyna użytkowana jest w warunkach wysokiego poziomu zapylenia lub wilgotności, urządzenia typu 3 i 4 powinny być preferowane w stosunku do urządzeń typu 1 i 2.

Przy doborze urządzeń ochronnych szczególne znaczenie ma zapewnienie, że ruch niebezpieczny zostanie zatrzymany, zanim osoba narażona dotrze do strefy zagrożenia. W takim przypadku stosuje się urządzenia blokujące. Natomiast w przypadku, gdy całkowity dobieg systemu jest większy lub

równy czasowi dostępu wymaganemu dla osiągnięcia przez osobę strefy zagrożenia, należy stosować urządzenie blokujące z ryglowaniem osłony. Zasada ta pokazana jest na rys. 5.



Rys. 5. Zasada określania potrzeby stosowania urządzenia ryglującego

Przy określaniu czasu dostępu należy uwzględnić odległość między strefą zagrożenia a osłoną oraz prędkość zbliżania się do strefy zagrożenia, zgodnie z PN EN ISO 13855:2010 „Bezpieczeństwo maszyn – Umiejscowienie technicznych środków ochronnych ze względu na prędkości zbliżania części ciała człowieka”.

Przy doborze urządzeń ryglujących należy pamiętać, że urządzenie powinno być wytrzymałe na występowanie oczekiwanych sił. Należy także uwzględnić efekty dynamiczne, takie jak odbicia lub drgania.

Jeżeli oczekiwane siły reakcji na uderzenia są większe niż siły, które wybrane urządzenie może wytrzymać, wtedy należy zastosować środki projektowe w celu zmniejszenia lub wyeliminowania tych sił. Siły dynamiczne pojawią się, gdy osłony w postaci drzwi są zamykane i mechanizm ryglujący jest już aktywny.

Jeżeli urządzenie ryglujące osłonę jest przewidziane do automatycznej aktywacji w momencie osiągnięcia przez osłonę położenia zamknięcia, to wybrane urządzenie ryglowania osłony powinno wytrzymywać powstałe siły mechaniczne.

Wytrzymałość mechanicznych elementów ryglujących lub siła ryglowania rygli elektromagnetycznych powinny być wystarczające do zapobiegania otwarciu osłony z pozycji zamknięcia bez użycia łomu lub podobnych ciężkich narzędzi.

Niezbędna siła ryglowania powinna być odpowiednia do zamierzonego zastosowania i konstrukcji osłony. Zadaniem projektanta maszyny jest określenie odpowiedniej siły ryglowania.

W niektórych przypadkach może być konieczne zastosowanie dodatkowych środków odryglowania, takich jak:

- ewakuacyjne odryglowanie osłony
- awaryjne odryglowanie osłony
- specjalne zaprojektowanie osłony umożliwiające ewakuację
- pomocnicze odryglowanie osłony, gdy przewiduje się, że w sytuacjach szczególnych konieczne będzie dotarcie do chronionego obszaru, np. gdy odryglowanie dokonywane jest przez włączenie zasilania, a występuje brak zasilania i urządzenie ryglujące nie ma funkcji odryglowania awaryjnego.

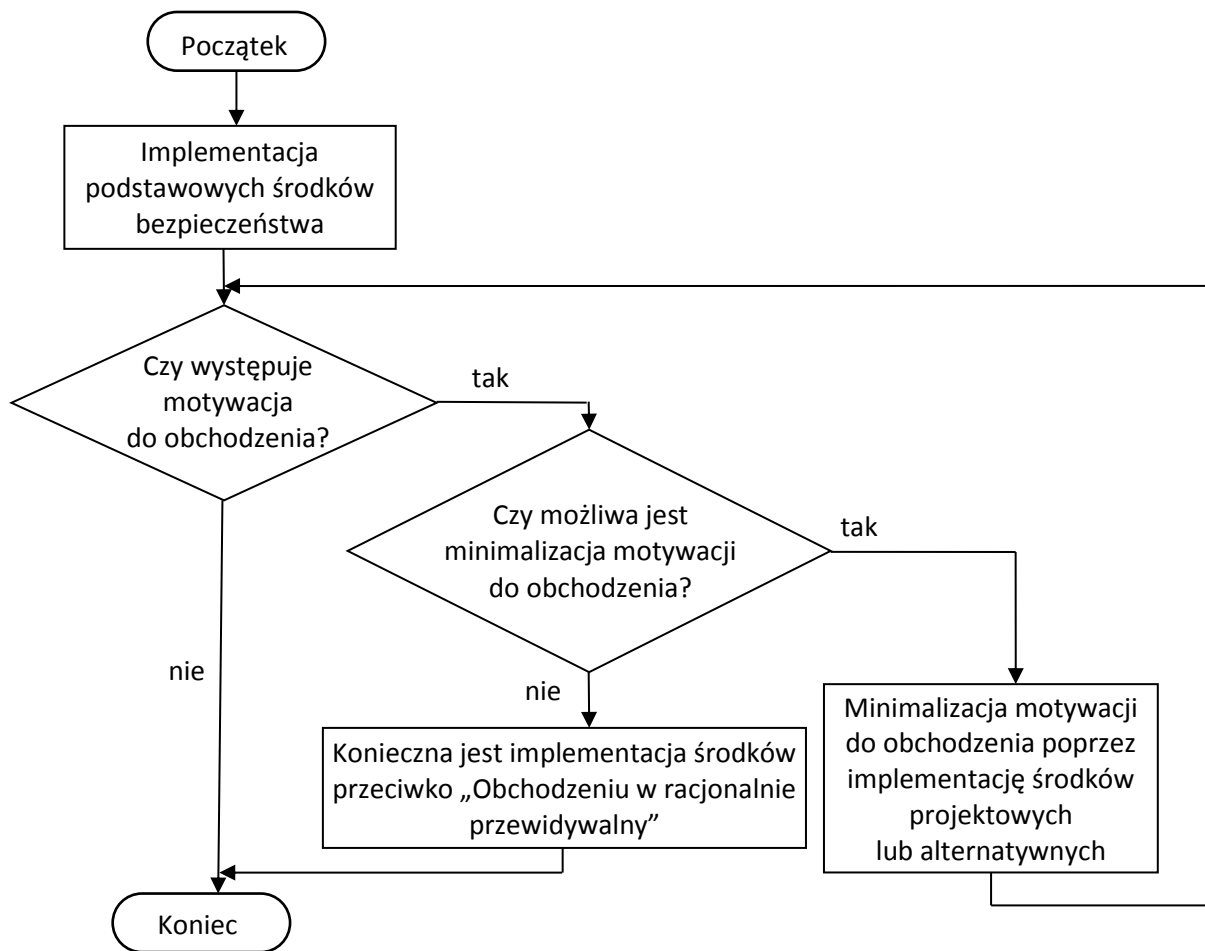
4. Projektowanie minimalizujące możliwości obchodzenia urządzeń blokujących

Jak wskazano we wprowadzeniu, istotnym problemem związanym z użytkowaniem osłon jest ich obchodzenie. Oznacza to, że maszyna powinna być zaprojektowana w sposób minimalizujący motywację do obchodzenia urządzeń blokujących. Tak więc, urządzenie blokujące powinno możliwie jak najmniej ingerować w czynności wykonywane podczas działania maszyny i w innych fazach jej życia, w celu zmniejszenia jakichkolwiek motywacji do obchodzenia tego urządzenia, a jednocześnie umożliwiać:

- łatwe użytkowanie maszyny, w szczególności podczas czynności konserwacyjnych i serwisowych
- użytkowanie i działanie maszyny wolne od uszkodzeń.

W celu unikania obchodzenia urządzenia blokującego w racjonalnie przewidywalny sposób należy stosować procedurę przedstawioną na rys. 6:

1. Zastosowanie podstawowych środków bezpieczeństwa.



Rys. 6. Procedura określania konieczności zastosowania środków zapobiegania obchodzeniu urządzeń blokujących

Urządzenie blokujące typu 3 nie powinno być stosowane, chyba że ocena ryzyka wykaże, że w danym zastosowaniu nie ma możliwości obchodzenia urządzenia w racjonalnie przewidywalny sposób.

2. Sprawdzenie, czy występuje motywacja do obchodzenia urządzenia blokującego w racjonalnie przewidywalny sposób. Motywacja do obchodzenia urządzenia blokującego może występować w przypadku, gdy w wyniku obejścia uzyskuje się np.:

- łatwiejsze/wygodniejsze wykonywanie pracy
- zwiększa się szybkość wykonywania pracy, a tym samym produktywność
- elastyczność, np. wykorzystuje się większe porcje materiału
- większą dokładność

- lepszą widzialność
- lepszą słyszalność
- mniejszy wysiłek fizyczny
- zmniejszenie dystansu
- większą swobodę ruchów
- poprawioną płynność ruchu
- unikanie przerw w pracy.

3. Sprawdzenie, czy motywacja może być wyeliminowana lub zminimalizowana po zastosowaniu:

- środków projektowych i/lub
- alternatywnych sposobów, które (jeśli to możliwe) należy wdrażać.

Alternatywne sposoby działania mogą prowadzić do zaniku motywacji do obchodzenia. Takimi sposobami działania mogą być np. specjalne rodzaje nastawiania, zmiana narzędzia, znajdowanie uszkodzeń, obsługa lub obserwacja procesu. Ich dobór zależy od rodzaju maszyny i jej zastosowania.

4. Jeżeli przewidywalna motywacja do obchodzenia nadal istnieje, wymagane są dodatkowe środki.

Najczęściej stosowanymi dodatkowymi środkami zapobiegania obchodzeniu są:

1. Zapobieganie łatwemu dostępowi do elementów urządzenia blokującego przez:
 - montaż poza zasięgiem
 - przeszkody fizyczne lub osłanianie
 - montaż w miejscu ukrytym.
2. Zapobieganie zastępczemu aktywowaniu urządzenia blokującego przez łatwo dostępne przedmioty, np. kodowanie elementów aktywujących.
3. Zapobieganie demontażowi lub zmianie położenia elementów urządzenia blokującego przez zastosowanie nierozłączalnych mocowań (np. spawanie, klejenie, śruby jednokierunkowe, nitowanie).
4. Zaimplementowanie funkcji monitorowania obchodzenia do systemu sterowania maszyny.
5. Sprawdzanie wiarygodności z wykorzystaniem dodatkowego urządzenia blokującego.

5. Wymagania bezpieczeństwa

Mnogość rozwiązań urządzeń blokujących i ryglujących osłony maszyn, zarówno od strony zastosowanej techniki, jak i rozwiązań projektowych, powinna być uwzględniona przy formułowaniu wymagań dotyczących tych urządzeń. Powinny być w nich uwzględnione następujące istotne aspekty wynikające ze specyfiki użytkowania tych urządzeń:

- wymagania projektowe i instalacyjne
- wymagania środowiskowe
- wymagania dotyczące sterowania
- wymagania dotyczące informacji dla użytkownika.

5.1. Wymagania projektowe i instalacyjne

Przy projektowaniu urządzeń blokujących należy zwrócić uwagę na zapewnienie ich skutecznego działania. Dotyczy to takich aspektów funkcjonowania tych urządzeń, jak:

- skuteczność mocowania łączników pozycyjnych
- minimalizacja możliwości zmiany położenia elementów aktywujących
- właściwa architektura interfejsu do systemów sterowania, zgodna z ISO 13849-1 lub IEC 62016
- właściwa konstrukcja mechanicznego urządzenia ryglującego osłonę
- odpowiednia i monitorowana siła elektromagnetycznego ryglowania osłony
- uzupełniające możliwości odryglowania osłony, takie jak ewakuacyjne, awaryjne i pomocnicze odryglowanie osłony.

5.2. Wymagania środowiskowe

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

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

5.3. Wymagania dotyczące sterowania

Urządzenia blokujące z ryglowaniem lub bez ryglowania osłony są związanymi z bezpieczeństwem elementami systemu sterowania maszyny (ISO 13849-1) lub są podsystemem lub elementem podsystemu związanego z bezpieczeństwem elektrycznego systemu sterowania (IEC 62061) z zadaniem zapobiegania sytuacjom zagrażającym. Przy ich projektowaniu należy więc uwzględnić kwestie odporności na defekty. Należy więc:

- oszacować defekty
- zapobiegać uszkodzeniom spowodowanym wspólną przyczyną
- zastosować wykluczanie defektów
- rozważyć możliwości występowania defektów w przypadku logicznego połączenia szeregowego urządzeń blokujących.

5.4. Wymagania dotyczące informacji dla użytkownika

Urządzenie blokujące może być:

- a) zaprojektowane i wytworzone przez producenta maszyny przy zastosowaniu odrębnych elementów składowych lub
- b) wyprodukowane i dostępne na rynku jako kompletne urządzenie gotowe do zastosowania.

Istnieją zatem różne wymagania co do informacji dla użytkownika, które dotyczą producenta maszyny lub 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 dotyczące zwłaszcza:

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

6. Podsumowanie

Urządzenia realizujące funkcje blokowania i ryglowania przy osłonach ruchomych są obecnie najczęściej stosowanymi środkami bezpieczeństwa w maszynach. Warunkiem prawidłowego ich zastosowania i wykonania jest odpowiedni dobór elementów składowych, w tym szczególnie urządzenia blokującego i urządzenia ryglującego, prawidłowe określenie funkcji bezpieczeństwa, dostosowanie sterownika bezpieczeństwa do wymagań związanych z realizacją założonych funkcji bezpieczeństwa i zapewnienie, że cały podsystem osiągnie wymagany oceną ryzyka poziom bezpieczeństwa funkcjonalnego, a także uwzględnienie w procesie projektowania wymagań środowiskowych.

Zaleca się, aby stosowanie urządzeń blokowania i ryglowania przy osłonach ruchomych było dokonywane zgodnie 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 walidacji i oceny zgodności z wymaganiami zasadniczymi.

Przedstawione wymagania dotyczące urządzeń blokowania i ryglowania oraz metodyka ich oceny mają służyć projektantom w prawidłowym projektowaniu tych urządzeń, a jednostkom notyfikowanym ułatwić ich ocenę. W Zakładzie Techniki Bezpieczeństwa CIOP-PIB wykonywane są, między innymi, usługi dotyczące badań i oceny zgodności urządzeń blokujących i ryglujących stosowanych przy osłonach maszyn.