

Eksploatacja maszyn a techniczne środki bezpieczeństwa – wybrane aspekty

Operation of machines and technical safety precautions - selected aspects

Marta Niciejewska¹, Marcelina Woźniak²

¹Politechnika Częstochowska, 42-201 Częstochowa, ul. Armii Krajowej 19, marta.n@vip.onet.pl

²Członek Koła Naukowego „Promotor Jakości”, Wydział Zarządzania, Politechnika Częstochowska, Al. Armii Krajowej 19b, 42-200 Częstochowa, Polska

Streszczenie: W artykule dokonano przeglądu środków, które eliminują bądź ograniczają zagrożenia występujące w środowisku pracy. Szczególną uwagę zwrócono na techniczne środki bezpieczeństwa, stosowane przy bezpiecznej eksploatacji maszyn. Autorki pracy zwróciły również uwagę na najnowsze trendy, jakie panują w ochronie szeroko pojętych układów bezpieczeństwa maszyn. Podział technicznych środków bezpieczeństwa, a także znajomość klasyfikacji, co stanowi bardzo ważny aspekt podczas oceny, analizy i redukcji ryzyka. Dodatkowo w artykule zostały przedstawione przykładowe piktogramy, które stanowią informację dla pracowników o potencjalnych zagrożeniach wynikających z eksploatacji danej maszyny.

Abstract: This article briefly reviews the safety precautions that eliminate or reduce the hazards that may exist in the work environment. Particular attention was paid to the technical safety precautions used for the safe operation of the machine. The authors of work also pointed attention to the latest trends which prevail in the protection of broadly defined systems of machine safety. Distribution of technical security measures, as well as knowledge of the classification, which is a very important aspect during the evaluation, analysis and risk reduction. In addition, the article presents examples of pictograms that represent information for workers about the potential risks arising from the operation of the machine.

Słowa kluczowe: bezpieczeństwo i higiena pracy, środki bezpieczeństwa, prewencja

Keywords: occupational health and safety, safety precautions, prevention

1. Wprowadzenie

Przyczyny techniczne w wypadkach przy pracy stanowią około 11% wszystkich przyczyn. Zadaniem projektantów i konstruktorów maszyn jest doprowadzenie do sytuacji, w której przyczyny techniczne wypadków będą całkowicie wyeliminowane i dzięki temu zostaną również ograniczone błędy ludzkie. Temu właśnie mają służyć zautomatyzowane systemy zabezpieczeń [1-5].

Podstawową zasadą w zapobieganiu skutkom zagrożeń występujących w procesie pracy jest eliminowanie zagrożeń, najlepiej u źródła, oraz stosowanie takich środków, które będą chronić jak najwięcej pracowników. W myśl tej zasady środki ochronne powinny być stosowane w następującej kolejności [1]:

- Środki techniczne eliminujące lub ograniczające zagrożenia u źródła,
- Środki ochrony zbiorowej,
- Środki organizacyjne i proceduralne,
- Środki ochrony indywidualnej.

Strategia doboru środków ochrony następuje w wyniku algorytmu zaprezentowanego na rys. 1.

Środki techniczne eliminujące lub ograniczające zagrożenia u źródła to przede wszystkim rozwiązania konstrukcyjne stosowane w maszynach, a mianowicie [2]:

- Zachowanie odległości bezpieczeństwa,
- ograniczenie siły i energii,
- zastosowanie osłon,
- zastosowanie elektroczułych urządzeń ochronnych przeznaczonych do wykrywania osób,
- zastosowanie urządzeń zabezpieczających,
- zastosowanie bezpiecznych systemów sterowania.

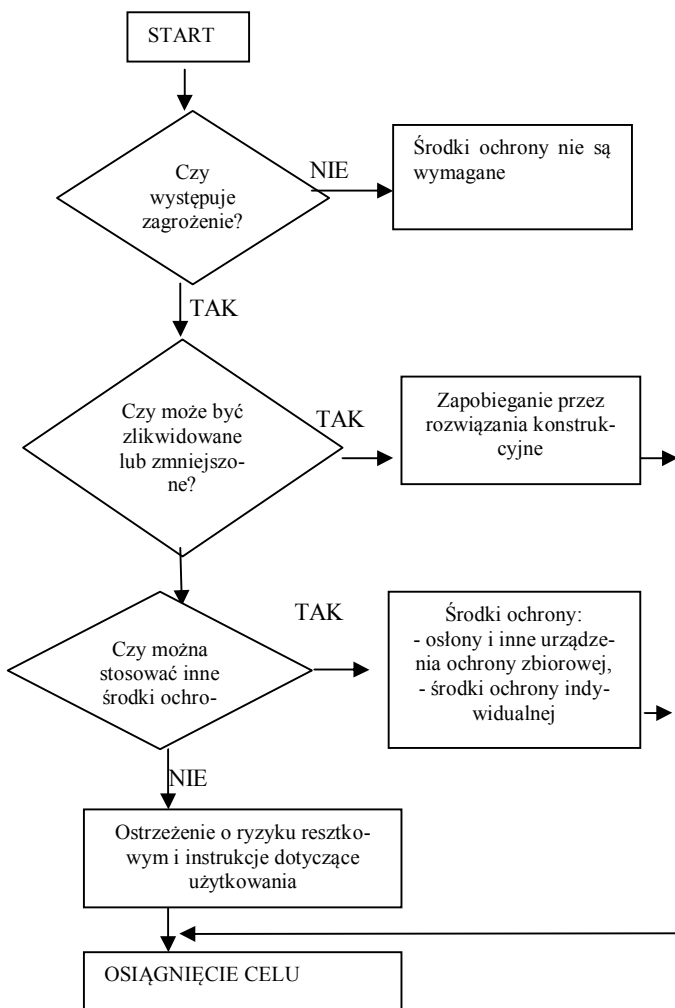
W ostatnich latach często mówi się o szeroko pojętych układach bezpieczeństwa maszyn. Jest to związane przede wszystkim z wymaganiami prawnymi, ale również z coraz większą świadomością producentów, projektantów, dostawców i użytkowników maszyn. Okazuje się bowiem, że koszty i nieodwracalne szkody, jakie niosą ze sobą wypadki, są wielokrotnie większe niż nakłady na skuteczne systemy bezpieczeństwa.

2. Zasady bezpieczeństwa

Układ bezpieczeństwa jest odrębnym układem sterowania odpowiadającym wyłącznie za spełnienie funkcji bezpieczeństwa. Może być on w odpowiedni sposób sprzężony z technologicznym

układem sterowania, ale zawsze powinien pełnić funkcję nadrzędną. Głównym bowiem zadaniem układu bezpieczeństwa jest skuteczne zapobieganie powstawaniu sytuacji niebezpiecznych oraz kontrola powstałego ryzyka w przypadku ich ewentualnego zaistnienia. Fundamentem procesu projektowania układu bezpieczeństwa jest ocena ryzyka maszyny. Ma ona postać szeregu logicznych kroków, które systematyzują sposób analizy oraz późniejszą ewaluację ryzyka związanego z maszyną. Pierwszy krok ma na celu zidentyfikowanie i zebranie informacji niezbędnych do doboru metod zapewnienia bezpieczeństwa. Kolejnym krokiem jest jego redukcja. Tutaj z pomocą przychodzi tzw. triada bezpieczeństwa, która jest dekalogiem projektanta maszyn. W trzech krokach projektant sprowadza zidentyfikowane ryzyko do akceptowalnego poziomu. Elementy triady bezpieczeństwa to w kolejności [4]:

1. Rozwiązania konstrukcyjne bezpieczne same w sobie;
2. Stosowanie technicznych środków ochronnych lub uzupełniających środków ochrony;
3. Informowanie i ostrzeżenie.



Rys. 1. Algorytm postępowania w doborze środków ochrony – na podstawie [3]

Jeżeli zostanie wyczerpana możliwość stosowania rozwiązań konstrukcyjnych w celu poprawy bezpieczeństwa, wówczas stosuje się tzw. techniczne środki bezpieczeństwa. Należy jednak pamiętać, że ich poprawna implementacja powinna być oparta o właściwy dobór, instalację i bezpieczne sprzęgnięcie z układem sterowania

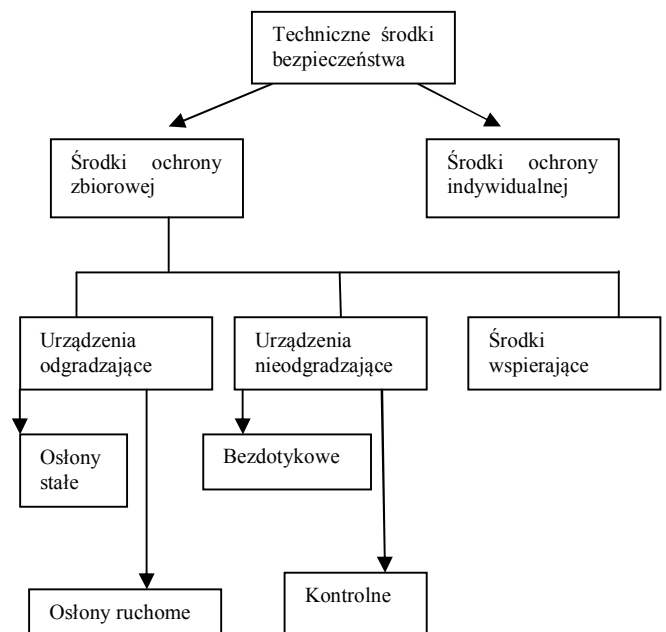
maszyny. Techniczne środki bezpieczeństwa dzielimy na środki ochrony indywidualnej i zbiorowej. Wśród tych drugich wyróżniamy urządzenia odgradzające i urządzenia nieodgradzające. Podział technicznych środków bezpieczeństwa prezentuje rysunek 2. Jednym z powszechnie stosowanych urządzeń nieodgradzających są kurtyny bezpieczeństwa. Można je usystematyzować ze względu na przeznaczenie [4]:

- ochrona palców,
- ochrona dłoni,
- ochrona ciała.

Funkcje kurtyn bezpieczeństwa są następujące [4]:

- tzw. miting,
- statyczne zaślepienie,
- dynamiczne zaślepienie (tzw. banking).

Funkcja tzw. mutingu pozwala na czasową dezaktywację całej kurtyny lub tylko określonej liczby wiązek w celu wprowadzenia do strefy niebezpiecznej obiektu, który jest do niej przeznaczony.



Rys. 2. Podział technicznych środków bezpieczeństwa

Zaślepienie dynamiczne umożliwia dynamiczne wyłączenie wiązek kurtyny, gdy w strefie chronionej przemieszczają się elementy niezbędne w procesie technologicznym. Z kolei zaślepienie statyczne pozwala na stałe wygaszenie określonej liczby wiązek, pomiędzy którymi na stałe znajduje się element konstrukcyjny maszyny. Innym bardzo ważnym elementem kurtyny bezpieczeństwa jest brak stref martwych, dzięki czemu można je łączyć kaskadowo z zachowaniem rozdzielczości. Elementem sprzęgającym techniczne środki bezpieczeństwa w jeden kompletny układ jest sterownik bezpieczeństwa lub przekaźnikowy moduł bezpieczeństwa. Trzecim i ostatnim elementem triady bezpieczeństwa jest informowanie i ostrzeżenie. Jest to środek ostateczny stosowany tylko i wyłącznie, gdy zastosowanie konstrukcji bezpiecznych samych w sobie i technicznych środków ochronnych nie pozwala na całkowitą redukcję ryzyka. Jeżeli pozostaje tzw. ryzyko resztkowe, to należy o nim informować pracowników[6]. Informować o ewentualnym zagrożeniu można przy pomocy piktogramów. Informacja o takim ryzyku powinna znaleźć się również w instrukcji maszyny. Na rysunku 3 przedstawiono przykładowe piktogramy, które powinny znaleźć się na maszynach.

Znaki bezpieczeństwa i wszelkie piktogramy używane do informowania użytkownika maszyny o zagrożeniach, jakie niesie za sobą jej eksploatacja muszą mieć odpowiednie wymiary, kolory oraz rozmiar czcionki. Wymagania dotyczące stosowania znaków i barw bezpieczeństwa zamieszczonych w normie PN-EN ISO 7010:2012 reguluje Dyrektywa Rady 92/58/EWG z dnia 24 czerwca 1992 r. w sprawie minimalnych wymagań dotyczących znaków bezpieczeństwa i zdrowia w miejscu pracy.



Rys. 3. Przykłady piktogramów naklejanych na maszyny [9]

Zasady stosowania znaków określa Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz. U. Nr 169, poz. 1650, z późn. zmian.) załącznik numer 1 Szczegółowe zasady stosowania znaków i sygnałów bezpieczeństwa [5].

3. Results and discussion

Bezpieczeństwo maszyn wiąże się z realizacją wymagań bezpieczeństwa, które definiowane są w dyrektywach Unii Europejskiej, dotyczących budowy i używania maszyn oraz przepisów krajowych wprowadzających w życie ich treść. Wytyczne takie mają na celu zapewnienie bezpieczeństwa i ochronę zdrowia człowieka w miejscu pracy jak również zagwarantowanie swobodnego obrotu maszynami na rynku europejskim. Dyrektywy dzieli się na ekonomiczne i społeczne. Te pierwsze związane są z tzw. „globalnym podejściem” dotyczącym projektowania, produkowania oraz wprowadzania maszyny na rynek. Dyrektywy społeczne z kolei dotyczą pracodawców i wyznaczają minimalne wymagania bezpieczeństwa i higieny pracy, jakie pracodawca powinien zapewnić podczas wykonywania pracy [6].

Na etapie eksploatacji maszyn bezpieczeństwo powinno być zapewniane poprzez ich właściwe użytkowanie zgodne ze wskazaniem producenta, utrzymanie właściwego stanu technicznego maszyny, a także jeśli jest taka potrzeba w zależności od warunków stosowanie dodatkowych technicznych środków bezpieczeństwa. Oczywiście nie należy zapominać o środkach organizacyjnych, jak szkolenia, motywowanie do stosowania bezpiecznych metod pracy, czy przygotowanie instrukcji stanowiskowej. Osobą odpowiedzialną za stosowanie środków mających na celu zminimalizowanie ryzyka związanego z eksploatacją sprzętu roboczego jest pracodawca. Wspomniane wcześniej techniczne środki bezpieczeństwa są stosowane w celu ograniczenia lub wyeliminowania zagrożenia występującego podczas eksploatacji maszyn. W maszynach największe zagrożenie stwarzają ruchome części związane z procesem i ruchome części przenoszące napęd. Dyrektywa maszynowa wskazuje na konieczność stosowania osłony lub urządzeń ochronnych [6].

Oddzielenie za pomocą osłony strefy niebezpiecznej osób przebywających w pobliżu tej strefy jest najskuteczniejszym sposobem wyeliminowania lub ograniczenia ryzyka. Literatura przedmiotu wyróżnia osłony stałe oraz ruchome. Osłony powinny być

- solidnej konstrukcji,
- nie mogą stwarzać żadnego zagrożenia,
- nie mogą być łatwe do ominięcia,
- mogą być usuwane tylko przy pomocy narzędzi.

Szczególnym przykładem osłony jest ogrodzenie. Zastosowanie modułowych ogrodzeń bezpieczeństwa umożliwia odpowiednie zabezpieczenie pojedynczej maszyny lub linii produkcyjnej uwzględnieniem dostępnej przestrzeni wokół niej [7].

Urządzenia ochronne z kolei to urządzenia zmniejszające ryzyko w sposób niezależny lub w połączeniu z osłoną. I tak np. osłony ruchome mogą być wyposażone w urządzenie nadzorujące ich stan. W przypadku otwarcia osłony następuje przy pomocy czujników kontroli zatrzymanie maszyny a otwarta osłona uniemożliwia jej włączenie. Przykładem takich urządzeń są wyłączniki bezpieczeństwa z oddzielną zworą, wyłączniki krańcowe lub wyłączniki magnetyczne bezpieczeństwa. Osłony ruchome można również wyposażyć w tzw. urządzenia ryglujące, czyli takie, które blokują dostęp do strefy niebezpiecznej, zanim nie ustanie ruch elementów zagrażających zdrowiu i życiu. Taka blokada elektromagnetyczna bezpieczeństwa uniemożliwia również załączenie maszyny podczas przebywania człowieka w strefie zagrożenia. Zapewnia jednocześnie bezpieczeństwo i ciągłość procesu technologicznego, gdyż uniemożliwia zatrzymanie niespodziewane maszyny poprzez otwarcie osłony przez osoby trzecie [7].

Przedsiębiorstwa w celu zabezpieczenia maszyn używają również kurtyn i barier świetlnych. Należą one do elektroczułych bezdotykowych urządzeń ochronnych. Mogą stanowić element uzupełniający bądź funkcjonować samodzielnie. Ich zadanie polega na wykrywaniu ludzi w strefie zagrożenia. Do grupy urządzeń ochronnych zalicza się również urządzenia czułe na nacisk. Są to maty, zderzaki, listwy bezpieczeństwa. Ich zastosowanie również ma na celu wykrywanie ludzi w strefie niebezpiecznej [8].

9. Podsumowanie

Dobór środków bezpieczeństwa powinien być zawsze poparty odpowiednim procesem analizy, oceny i redukcji ryzyka. Pominięcie tych trzech kroków jak również nieprawidłowa instalacja technicznych środków bezpieczeństwa może skutkować bardzo poważnymi wadami działania układu bezpieczeństwa. Literatura przedmiotu prezentuje szeroki wachlarz urządzeń związanych z bezpieczeństwem. Umożliwia to stworzenie bardzo skutecznego systemu bezpieczeństwa, który zapewni ochronę na wysokim poziomie, zgodnie z wszelkimi przepisami i normami.

Literature

- [1] Gałusza M., Poradnik BHP, Wyd. Tarbonus, Kraków-Tarnobrzeg, 2014;
- [2] Górny A., Kowerski A., Ostapczuk M., Bezpieczeństwo i eksploatacja maszyn produkcyjnych, Wyd. FORUM,
- [3] Koradecka D., Bezpieczeństwo i higiena pracy, Wyd. CIOP-PIB, Warszawa, 2008;
- [4] Leszczewicz D., Techniczne środki bezpieczeństwa stosowane przy bezpiecznej eksploatacji maszyn, <http://automatyka2b.pl/prezentacja-artykul/8794-techniczne-srodki-bezpieczenstwa-stosowane-przy-bezpiecznej-eksploatacji-maszyn#.Wlhv2S3PMI>
- [5] Palica A., Sikora A., Nowe znaki bezpieczeństwa, Wyd. CEDEGO, 2015, <http://cedego.pl/czytelnia2.php?id=56>;
- [6] Świątko K., Kontrola i bezpieczeństwo w automatyce – współpraca układów sterowania i bezpieczeństwa, <http://www.industrial-monitor.pl/artykuly/405-kontrola-i-bezpieczenstwo-w-automatyce-wspolpraca-ukladow-sterowania-i-bezpieczenstwa>
- [7] <http://automatyka2b.pl/prezentacja-artykul/8795-bezpieczenstwo-maszyn#.WlhOmS3PMK>;
- [8] www.ciop.pl
- [9] www.znaki-bhp.pl