

Bezpieczeństwo służb utrzymania ruchu

MARIUSZ GŁOWICKI
zastępca dyrektora Działu Bezpieczeństwa Maszyn
Elokon Polska Sp. z o.o.

Przy obecnym stanie techniki oraz wymaganiach zachowania ciągłości produkcyjnej nikt nie wyobraża sobie fabryki bez służb odpowiedzialnych za utrzymanie maszyn w ruchu. Nacisk położony na automatyzację powoduje, że interakcja człowieka z maszyną staje się coraz częstsza podczas przestojów wyposażenia bądź w dedykowanych i specjalnych nieprodukcyjnych trybach serwisowych.



Zadania związane z utrzymaniem ruchu stają się coraz częstsze od tych związanych bezpośrednio z niezbędną do wytworzenia danego produktu obsługą maszyny. Wzrost ekspozycji jest jednym z elementów składowych funkcji ryzyka, wpływa ona wprost na zwiększenie ryzyka związanego z wykonywaniem określonych zadań. Im częściej pracownik przebywa przy maszynie, tym bardziej jest narażony na zagrożenia. W związku z tym zdrowie osób odpowiedzialnych za utrzymanie ruchu staje się coraz częściej poruszonym tematem. Niewątpliwie należy podejść do jego ochrony w sposób świadomy i zgodny z oczekiwaniami wobec maszyn. Muszą one być bowiem tak konstruowane i budowane, aby zapewnić bezpieczeństwo obsługi w każdym z etapów swojego cyklu życia. W artykule omówiono wybrane wymagania stawiane maszynom oraz rozwiązania, jakie odnoszą się do poprawy bezpieczeństwa pracowników służb utrzymania ruchu.

Jak podaje Europejska Agencja Bezpieczeństwa i Zdrowia w Pracy, szacuje się, że w krajach Unii Europejskiej obecnie ok. 15–20% wszystkich wypadków ciężkich i 10–15% wszystkich śmiertelnych wypadków to wypadki związane z czynnościami wykonywanymi przez służby utrzymania ruchu. Można przypuszczać, że dalszy wzrost techniki, wykluczający konieczność obecności człowieka przy maszynie dla wykonania zwykłych zadań produkcyjnych, może przyczynić się do wzrostu tych wskaźników. Dlatego działania zmierzające do jak najskuteczniejszego zabezpieczenia pracowników wykonujących zadania związane z utrzymaniem maszyn w ruchu są konieczne. Obecnie wiele maszyn jest budowanych lub doposażanych w środki mające zapewnić bezpieczeństwo przede wszystkim operatorom podczas normalnej obsługi. Warto zaznaczyć, że zgodnie z zasadami bezpieczeństwa kompleksowego opisanymi w dyrektywie 2006/42/WE dotyczącej

maszyn, powinny być one zaprojektowane i wykonane w taki sposób, aby nadawały się również do regulowania i konserwowania bez narażenia osób na ryzyko w trakcie wykonywania tych czynności w przewidzianych warunkach, ale także z uwzględnieniem możliwego do przewidzenia ich niewłaściwego użycia. Punktem wyjścia jest poprawnie przeprowadzona ocena ryzyka już na etapie projektowym maszyny, kiedy to zostaną zidentyfikowane wszelkie czynności konserwacyjne oraz niezbędne do stosowania w ich trakcie środki bezpieczeństwa. Jeżeli tego typu kroki nie zostały przewidziane przez producenta maszyny, w interesie pracodawcy i osób odpowiedzialnych za kształtowanie bezpieczeństwa pracowników w zakładzie pracy powinno być efektywne doposażenie lub zmodernizowanie maszyny, w celu posiadania maszyn zgodnych z systemem oceny zgodności.

Dyrektywa 2006/42/WE poprzez swoje wymagania podaje jednocześnie pewne

podpowiedzi pozwalające na skuteczne zabezpieczenie pracowników realizujących zadania utrzymania ruchu. Naturalnie należy odwołać się tutaj do tzw. triady bezpieczeństwa, w której skład wchodzi kolejno metody redukujące ryzyko, tak dalece jak jest to możliwe, dzięki projektowaniu i wykonywaniu maszyn wewnętrznie bezpiecznych, poprzez rozwiązania związane ze stosowaniem środków ochronnych, aż po wykorzystanie tych związanych z informowaniem.

Przede wszystkim należy spróbować skupić się na tym, aby maszyny były tak skonstruowane, by punkty ich regulacji i konserwacji były umieszczone poza strefami niebezpiecznymi. Co więcej, należy zapewnić możliwość przeprowadzenia regulacji, konserwacji, napraw, czyszczenia i innych czynności serwisowych podczas postoju maszyn. W przypadku takiego podejścia konieczne jest doposażenie ich w urządzenia odłączające je od wszystkich źródeł energii. Urządzenia takie muszą być wyraźnie oznakowane. Ponadto należy zapewnić możliwość ich zablokowania, jeżeli ponowne podłączenie mogłoby zagrażać osobom wykonującym np. prace w trudno dostępnych i słabo widocznych miejscach. Należy również zapewnić możliwość zablokowania urządzenia w przypadku, gdy operator nie jest w stanie sprawdzić odłączenia od źródła energii z każdego dostępnego mu miejsca. Warto dodać, że podobne wymagania znajdziemy również w dyrektywie 2009/104/WE dotyczącej minimalnych wymagań w dziedzinie bezpieczeństwa i higieny użytkownika sprzętu roboczego przez pracowników podczas pracy.

Aby w sposób praktyczny podejść do wdrożenia powyższych wymagań, należy przyznać, że właściwym rozwiązaniem mogą być tu różnego rodzaju systemy LOTO (ang. Lockout, Tagout). Lockout – blokowanie realizowane poprzez system blokad, zamknięć uniemożliwiających przypadkowe uruchomienie urządzenia/maszyny lub jej elementów. Ma za zadanie odłączyć energię zasilającą od maszyn podczas wykonywania na nich remontów, prac konserwacyjnych. Tagout – to część procedury odpowiedzialna za odpowiednie oznakowanie zabezpieczeń (blokad, zamknięć). Jej istotą jest ostrzeżenie i informowanie pracowników, że dana maszyna jest wyłączona z eksploatacji.

Do energii niebezpiecznych należy zaliczyć jej wszystkie

możliwe rodzaje: elektryczną, termiczną, mechaniczną, chemiczną czy promieniotwórczą. Ludzie ulegają wypadkom przy pracy serwisowej nie tylko w wyniku porażenia prądem czy uruchomienia urządzenia, ale także w wyniku przygniecenia przez niezabezpieczony ciężar, zatrucia gazami toksycznymi czy poparzenia. Niestety, mimo wzrostu świadomości użytkowników o konieczności blokowania źródeł energii często faktyczna realizacja bywa bardzo pobieżna i ogranicza się jedynie do zakupu blokad i klódek. Takie podejście prowadzi do tego, że pominięte zostają ważne kroki gwarantujące, że te zakupione środki są rzeczywiście skuteczne. Dlatego poprawne wdrożenie systemu LOTO powinno zostać przeprowadzone w sposób całościowy i uporządkowany, podczas którego możemy wyróżnić następujące etapy:

1. Analiza zastanej sytuacji i zlokalizowanie występowania potencjalnych zagrożeń. Dla każdego rodzaju urządzenia i procesu produkcyjnego jest potrzebne oddzielne postępowanie odpowiednie dla tego konkretnego miejsca pracy.
2. Określenie procedur, które będą obowiązywały przy zakładaniu i zdejmowaniu blokad. W procedurach należy dokładnie ująć: kto odpowiada za użycie blokady, gdzie są zlokalizowane miejsca przechowywania blokad oraz jak należy postępować w określonych przypadkach.
3. Dobranie odpowiednich blokad, zamknięć i zawieszek pasujących do występujących w danej maszynie wyłączników,



Mgr inż. Mariusz Głowicki

Zastępca dyrektora Zespołu Bezpieczeństwa Maszyn, absolwent Wydziału Mechatroniki Politechniki Warszawskiej, konstruktor systemów bezpieczeństwa w firmie ELOKON Polska Sp. z o.o. Ma kilkuletnie doświadczenie w projektowaniu, wdrażaniu i certyfikacji systemów bezpieczeństwa. Zakres jego działalności to również oceny bezpieczeństwa maszyn. Ważniejsze zrealizowane projekty – Grupa Faurecia (branża automotive – 3 zakłady w Polsce), Grupa Eaton (branża automotive i komponentów elektrycznych – 3 zakłady w Polsce, 1 w Serbii, 1 w Szwajcarii, 1 w Danii), Samsung Electronics Poland Manufacturing Sp. z o.o. (branża AGD – Wronki), Grupa VELUX, Imperial Tobacco Polska Manufacturing SA (Radom – papierosy).

zaworów i innych urządzeń odpowiedzialnych za odłączenie dopływu energii.

4. Szkolenie personelu. Każdy pracownik korzystający z blokad powinien znać i rozumieć zasady postępowania z systemem LOTO – jak, kiedy i dlaczego stosować blokady.

Warto uzupełnić te informacje o dodatkowe wymaganie dyrektywy 2006/42/WE, według której po odłączeniu energii należy zapewnić możliwość rozładowania w normalny sposób energii pozostającej lub zmagazynowanej w obwodach maszyny, bez ryzyka dla osób. Jeżeli do tego celu konieczne byłoby zastosowanie specjalnego wyposażenia lub osprzętu, to tego typu komponenty powinny być elementami wyposażenia maszyny, dostarczonymi np. przez jej producenta.

Jeżeli z powodów technicznych punkty regulacji i konserwacji nie są umieszczone poza strefami niebezpiecznymi bądź nie jest zapewniona możliwość przeprowadzenia regulacji, konserwacji, napraw, czyszczenia i innych czynności serwisowych podczas postoju maszyny, wówczas należy podjąć środki w celu zapewnienia, że działania te zostaną przeprowadzone w sposób bezpieczny – w ograniczonych warunkach ryzyka.

Praktyczna implementacja takiego podejścia realizowana jest najczęściej poprzez stworzenie w systemie sterowania trybów pracy dedykowanych do działań



serwisowych na maszynie. Takie możliwości obsługi maszyny powinny być oczywiście dostępne tylko i wyłącznie dla przeszkolonych pracowników odpowiedzialnych za utrzymanie maszyn w zdadności. Zazwyczaj jest to zapewniane poprzez kluczykowy selektor trybów pracy czy panel operatorski HMI (ang. Human Machine Interface) zabezpieczony hasłem. Jak podaje dyrektywa 2006/42/WE, wybrany tryb pracy musi odłączać wszystkie inne, ale w żadnym wypadku nie może uniemożliwić wyzwolenia funkcji zatrzymania awaryjnego.

Niejednokrotnie spotykanym błędem przy projektowaniu trybów pracy dedykowanych dla prac związanych z utrzymaniem ruchu jest całkowita dezaktywacja środków ochronnych, np. osłon blokujących czy kurtyn świetlnych na maszynie, bez zapewnienia innych zabezpieczeń zastępczych. Pracownik

w niektórych pracach maszyna musi działać przy przeniesionych lub usuniętych osłonach lub unieruchomionym urządzeniu ochronnym, przełącznik wyboru trybu sterowania lub pracy musi jednocześnie:

- unieruchomić wszystkie inne tryby sterowania lub pracy,
- pozwolić na uruchamianie niebezpiecznych funkcji jedynie przez elementy sterownicze wymagające stałego podtrzymania (przykładowo urządzenie zezwolenia, urządzenie sterowania oburęcznego),
- pozwolić na uruchamianie niebezpiecznych funkcji jedynie w warunkach obniżonego ryzyka (przykładowo przy zredukowanych prędkościach, siłach, energiach do wartości bezpiecznych), przy jednoczesnym zapobieganiu zagrożeniom wynikającym z sekwencji sprzężonych,

regulacji maszyny działaniem urządzeń, przy których pracuje.

Zrealizowanie wyżej opisanych wymagań rodzi konieczność doboru rozwiązań w dziedzinie sterowania napędami elektrycznymi, pneumatycznymi czy hydraulicznymi oraz technicznych środków ochronnych służących jednocześnie do wyzwolenia ruchów niebezpiecznych. Wszystkie te elementy będą umożliwiały wykonywanie prac serwisowych w sposób bezpieczny – z ograniczonym ryzykiem.

W obszarach na maszynach, gdzie wymagane są interwencje podczas ruchu, możliwe jest, aby osoby przeszkolone do wykonywania takich prac korzystały z urządzeń zezwalających. Tego typu urządzenia używane w powiązaniu ze sterowaniem maszyny umożliwiając poprzez ciągłe pobudzanie wyzwolenie ruchów niebezpiecznych na maszynie. Najczęściej przyjmują one formę uchwytu z przyciskiem trójpozycyjnym, gdzie pozycja pierwsza to przycisk niewciśnięty – urządzenie nieaktywne, pozycja druga to przycisk wciśnięty w celu zezwolenia na dany ruch niebezpieczny, a pozycja trzecia to przycisk wciśnięty do pozycji skrajnej, tzw. paniki, kiedy takie użycie świadczy o jednej z możliwych reakcji człowieka na zagrożenia – zaciśnięciu mięśni dłoni. Zazwyczaj zwolnienie urządzenia zezwolenia lub wyzwolenie funkcji „paniki” doprowadza do wyzwolenia funkcji zatrzymywania awaryjnego. Oczywiście wymagany w tym celu jest właściwy projekt i dobór innej aparatury obwodów sterowania maszyny. Bardziej rozbudowanymi, dającym dużo większe możliwości są urządzenia zezwalające na wyposażenie w dodatkowe przyciski mo-

W obszarach na maszynach, gdzie wymagane są interwencje podczas ruchu, możliwe jest, aby osoby przeszkolone do wykonywania takich prac korzystały z urządzeń zezwalających.

służyć utrzymaniu ruchu jest takim samym człowiekiem jak operator maszyny i nawet mimo ewentualnego przeszkolenia i świadomości o panujących w danej strefie zagrożeniach, w chwili kontaktu z energią niszczącą tak samo ulegnie wypadkowi. Wiedza i doświadczenie nie mogą być uznawane za pierwszy środek redukcji ryzyka dla osób wykonujących prace konserwacyjne. Aspekt ten jest poruszony przez dyrektywę 2006/42/WE, gdzie nadmieniono, że jeżeli przy

- zapobiegać jakiegokolwiek uruchomieniu niebezpiecznych funkcji przez zamierzone lub niezamierzone działanie na czujniki maszyny.

Jeżeli cztery powyższe warunki nie mogą być spełnione jednocześnie, przełącznik wyboru trybu sterowania lub pracy musi uruchomić pozostałe środki ochronne zaprojektowane i wykonane w celu zapewnienia bezpiecznych interwencji w strefie. Ponadto operator musi mieć możliwość sterowania z miejsca

nostabilne. Dzięki temu możliwe jest zrealizowanie za pomocą jednego urządzenia kolejnej bardzo pomocnej w trybach serwisowych funkcji, czyli ruchu podtrzymywanego. Urządzenie sterowane podtrzymywane uruchamia i utrzymuje funkcje maszyny stwarzające zagrożenie tak długo, dopóki element sterowniczy (np. przycisk) jest pobudzony. Naturalnie urządzenia sterowane podtrzymywane mogą występować na maszynie również indywidualnie, np. w pobliżu niebezpiecz-

nych napędów, które wymagają ruchu podczas czynności konserwacyjnych. Aby skutecznie zredukować warunki ryzyka, należy rozważyć zastosowanie rozwiązań ograniczających prędkości ruchów do wartości bezpiecznych – przykładowo do 33 mm/s w miejscach, gdzie występują zagrożenia ścinające. Dzięki temu możliwe jest osiągnięcie relatywnie skutecznego sposobu nadzorowania realizacji zadań serwisowych.

W odniesieniu do implementacji funkcji bezpieczeństwa dla napędów elektrycznych należy wskazać normę PN-EN 61800-5-2. Umieszczono tam informacje na temat możliwości elektrycznych układów napędowych mocy o regulowanej prędkości, które mogą mieć szerokie zastosowanie w trybach serwisowych, przykładowo: ograniczenie przyspieszania, ograniczenie prędkości czy bezpieczny przedział prędkości. Mówiąc o elementach maszyn wymagających konserwacji podczas ruchu, warto do ich napędzania stosować rozwiązania umożliwiające zastosowanie wspomnianych oraz wielu innych funkcji umożliwiających zachowanie bezpiecznych warunków obsługi. Dla elementów napędzanych hydraulicznie czy pneumatycznie skutecznym sposobem ograniczenia prędkości są m.in. zawory dławiące. Różnorodność rozwiązań dostępnych na rynku umożliwia takie skonstruowanie układu wraz z połączeniem go z systemem sterowania maszyny, że limity szybkości ruchów będą stosowane tylko podczas prac związanych z utrzymaniem ruchu. Wdrażając rozwiązania z dziedziny hydrauliki i pneumatyki, należy pamiętać o ogólnych zasadach i wymaganiach bezpieczeństwa takich układów i ich elementów przedstawionych odpowiednio w normach PN-EN ISO 4413 i PN-EN ISO 4414. Poprawność działania układów sterowania odpowiedzialnych za realizację funkcji bezpieczeństwa w trybach serwisowych gwarantuje ich konstrukcja w oparciu o normę PN-EN ISO 13849-1. Skuteczność działania obwodów jest opisywana tam parametrem PL (ang. Performance Level), który definiuje 5 poziomów – od „a” do „e” – zależnych od poziomu ryzyka, określających wymagania jakościowe związane z zachowaniem się obiektu w razie wystąpienia uszkodzenia (kategoria) oraz wymagania ilościowe opisane czynnikami niezawodności (MTTF, DC, CCF). Aby określić, jaki poziom jest wymagany w danej aplikacji do kontrolowania określonych ruchów niebezpiecznych, konieczne jest przeprowadzenie procesu oceny ryzyka. Pozwala on na przypisanie, w zależności od tego, jak wysokie jest ryzyko związane z wykonywaniem danego zadania podczas trybu serwisowego, jak niezawodnie powinien zostać zbudowany układ sterowania urządzenia podtrzymywanego uruchamiającego i utrzymującego wymagane w tym trybie ruchy.

W najbliższym czasie rola służb utrzymania ruchu w zakładach produkcyjnych będzie niewątpliwie wzrastać. Wynika to z faktu, że w dużej mierze to właśnie na ich barkach spoczywa zachowanie zdolności produkcyjnych, szybkie reagowanie względem potrzeb rynku w celu przeobrażenia produkcji, minimalizacja kosztów produkcji oraz dbanie o bezpieczeństwo pozostałych operatorów maszyn. Tym bardziej istotne jest zapewnienie im takich warunków pracy, aby nie narażać ich na utratę zdrowia. Do osiągnięcia tego celu mogą posłużyć ich skuteczną organizacją i zarządzaniem, a pośród nich skutecznym narzędziem mogą być wymagania dyrektywy 2006/42/WE i wynikające z nich rozwiązania techniczne dla maszyn.