

mgr inż. STANISŁAW KOWALEWSKI
Centralny Instytut Ochrony Pracy

Ograniczanie ryzyka przy użytkowaniu pras Środki ochronne nieodgradzające. Funkcjonalne środki bezpieczeństwa

Praca wykonana w ramach Programu Wieloletniego (b. SPR-1) pn. „Bezpieczeństwo i ochrona zdrowia człowieka w środowisku pracy” dofinansowanego przez Komitet Badań Naukowych

URZĄDZENIA OCHRONNE NIEODGRADZAJĄCE

To urządzenia, które nadzorują dostęp do stref zagrożenia, nie stanowiąc fizycznych barier. Dlatego są przeznaczone do ochrony ludzi przed zagrożeniami mechanicznymi, powodującymi urazy. Tworzą rodzinę tzw. *elektroczulego wyposażenia ochronnego (EWO)*, które może stanowić zestaw urządzeń i/lub komponentów, pracujący razem w celu ochrony samoczynnej lub wyczuwający obecność. EWO musi zawierać co najmniej takie urządzenia, jak: wyczuwające, sterowania/nadzorowania, przełączające sygnał wyjściowy.

EWO dzielą się na dwie grupy urządzeń: *bezdotykowe* i *kontaktowe*.



Rys. 1. Prasa hydrauliczna wyposażona w kurtyne świetlną oraz osłony boczne i tylne

Urządzenia bezdotykowe

Są to samoczynne urządzenia ochronne do nadzorowania stref zagrożenia pras najczęściej zbudowane jako *aktywne urządzenia optoelektroniczne (AUO)* w formie *kurtyń świetlnych* (rys.1), w których zmiana sygnału optycznego jest przetwarzana na sygnał elektryczny przekazywany do układu sterowania prasą. Parametrami charakterystycznymi kurtyń są:

- *zdolność wykrywania* tzw. *rozdzielczość*, czyli możliwość wykrycia obiektu o najmniejszej średnicy, który może znaleźć się w polu ochronnym (detekcji) kurtyny (inne sterowane określenia zdolności wykrywania to: próg wykrywania, rozdzielczość, czułość),

- *czas zadziałania*, tj. czas zwłoki, upływający od momentu wtargnięcia w pole ochronne do wyemitowania sygnału do zatrzymania suwaka,

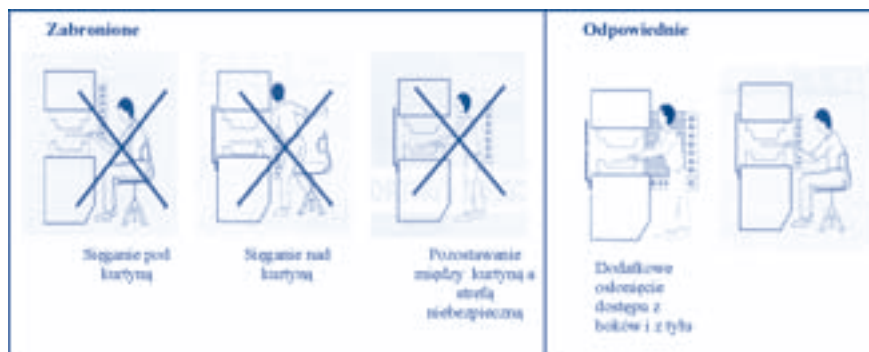
- *strefa wykrywania*, tj. wysokość i rozpiętość płaszczyzny detekcji.

Rozdzielczość i czas zadziałania wpływają na właściwe usytuowanie kurtyny na prasie w odległości bezpieczeństwa, tj. minimalnej odległości płaszczyzny detekcji kurtyny od najbliższego miejsca niebezpiecznego. Do ochrony rąk operatora mogą służyć kurtyny o rozdzielczości nie przekraczającej 70 mm i wykonane w 4 kategorii (wg PN-EN 954-1). Oznacza to, że jej elementy sterowania od-

powiedzialne za bezpieczeństwo muszą się samonadzorować w taki sposób, aby wykryć pojedyncze defekty i spowodować, aby ich kumulacja nie powodowała utraty funkcji bezpieczeństwa, a w razie utraty spowodować natychmiastowe zatrzymanie suwaka.

Kurtyny, które mają spełniać, oprócz funkcji ochronnych, także funkcje sterownicze, tzn. samoczynnie włączać ruch roboczy suwaka, powinny mieć rozdzielczość nie przekraczającą 30 mm. Kurtyny mogą pracować w układzie pionowym, poziomym i pod kątem. Mogą być wykorzystywane do nadzorowania większych obszarów, np. przy wymianie narzędzi lub zespołów maszyn przy zautomatyzowanych procesach wytwarzania, w układzie zwielokrotnionych promieni pojedynczych. Kurtyny świetlne mają wiele zalet, przede wszystkim łatwość eksploatacyjną oraz nie obniżają wydajności pracy. Ograniczenia ich stosowania wynikają z wysokich wymagań stawianych samym prasom, które muszą być wyposażone w niezawodne układy sprzęgłowo-hamulcowe, zdwojone systemy nadzorowania i sterowania, gwarantujące zatrzymanie suwaka w każdym miejscu niebezpiecznej fazy cyklu.

Podsumowując, stosowanie kurtyń świetlnych (AUO) jako podstawowych urządzeń ochronnych na prasach z ręczną obsługą jest możliwe wtedy, gdy:



Rys. 2. Przykłady niewłaściwego i właściwego instalowania kurtyń świetlnych

- istnieje możliwość zatrzymywania suwaka w dowolnej chwili ruchu niebezpiecznego – dlatego *AUO* mogą być użytkowane na prasach mechanicznych ze sprzęgłami zaciskowymi (ciemnymi), a nie można ich stosować na prasach ze sprzęgłem sztywnym zapadkowym (z wpustem obrotowym),

- dostęp do niebezpiecznej strefy narzędziowej, nadzorowanej przez kurtynę świetlną, jest możliwy tylko i wyłącznie przez pole ochronne tejże kurtyny (rys. 2). Warunek dotyczy normalnej obsługi. Nie dotyczy wymiany i ustawienia narzędzi oraz prac remontowo-konserwacyjnych,

- nie jest możliwe włączenie jakiegokolwiek ruchu niebezpiecznego w czasie, gdy ręce lub inne części ciała znajdują się w polu ochronnym kurtyny,

- wtargnięcie do strefy niebezpiecznej podczas trwania ruchu zamykającego suwaka spowoduje zatrzymanie tego ruchu zanim mogłoby nastąpić osiągnięcie części ciała do narzędzia lub innego niebezpiecznego elementu,

- usunięcie części ciała z pola ochronnego, po wtargnięciu, nie spowoduje wznowienia ruchu niebezpiecznego. Aby to osiągnąć, należy świadomie zadziałać na blokadę wznowienia ruchu (urządzenie resetujące),

- nie jest możliwe niewykryte pozostawanie w strefie nadzorowanej przez kurtynę (np. pozostawanie w strefie między kurtyną a narzędziem),

- oddziaływania zewnętrzne (np. światło, temperatura, drgania) nie mogą powodować zakłóceń w pracy kurtyny.

Dodatkowe warunki przy wykorzystywaniu *AUO* do sterowania pracą suwaka:

- zdolność wykrywania przez kurtynę co najmniej 30 mm – podaje producent,

- wysokość stołu od podłoża > 750 mm,

- skok suwaka < 600 mm,

- głębokość stołu < 1000 mm,

- dopuszczalny czas zwłoki wykonania skoku < 30 s,

- jeżeli na prasie jest zainstalowana więcej niż jedna kurtyna świetlna, to tylko jedna z nich może inicjować cykl pracy suwaka.

Do nadzorowania większych obszarów pras, kiedy chodzi o ochronę całego ciała człowieka, ale też i zabezpieczenie uszkodzeniem obiektów coraz powszechniej stosuje się *skanery laserowe* (rys. 3). Są to urządzenia ochronne najnowszej generacji, uczące się przestrzeni nadzorowa-

nej, którą można elastycznie modelować, dzieląc na strefy:

- ochronną (4-6 m), do której wtargnięcie po pokonaniu strefy ostrzegawczej, powoduje natychmiastowe zatrzymanie elementów zagrażających,

- wczesnego ostrzegania (10-15 m), w której nieoczekiwane pojawienie się osoby lub obiektu powoduje uruchomienie alarmu oraz, zależnie od specyficznych potrzeb, zareagowanie elementów zagrażających przez np. spowolnienie prędkości stołu z narzędziem – jednak nie powoduje zatrzymania tych elementów,

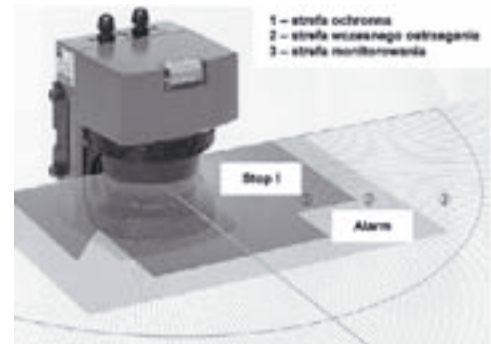
- monitorowania, która wyznacza zasięg czuwania skanera (ok. 50 m).

Skaner jest w istocie dalmierzem laserowym, działającym jak radar. Mierzy czas przebiegu wiązki światła od chwili wyemitowania jej z nadajnika do momentu powrotu do odbiornika po odbiciu od obiektu namierzonego i w ten sposób identyfikuje go w obszarze nadzorowanym. Parametrami charakterystycznymi skanera, poza rozdzielczością (70 mm w strefie ostrzegania) i czasem zadziałania są: kąt skanowania dochodzący nawet do 360°, zasięg (promień) poszczególnych obszarów oraz minimalny współczynnik odbicia światła od powierzchni obiektów. Obecnie dostępne skanery są wykonane w 3 kategorii (wg PN-EN 954-1).

Skanery laserowe mają wiele zalet. Przede wszystkim fakt, że nie tylko – jak kurtyny świetlne – czuwają, aby nie przekroczyć wyznaczonej granicy, ale także czuwają po to, aby nie pozostawać w nadzorowanym obszarze. Cenne jest także to, że wtargnięcie do strefy ostrzegawczej nie zatrzymuje natychmiast procesu. To ważne np. przy dużych prasach karoseryjnych albo też przy całych ciągach produkcyjnych, gdzie przerywanie przebiegu procesu technologicznego i powtórne uruchamianie powodują wiele perturbacji. Ponadto nadzorowane strefy: ochronną i wczesnego ostrzegania można dowolnie modelować zależnie od potrzeb technologicznych i aranżacji przestrzeni roboczej stanowisk pracy.

Urządzenia kontaktowe

Niewątpliwie najważniejsze w technice bezpieczeństwa pras z ręczną obsługą są – i pewnie jeszcze długo będą – *urządzenia sterowania oburęcznego (USO)*, które swoje funkcje bezpieczeństwa spełniają przez wymuszenie na operatorze jednoczesnego zaangażowania jego oby-

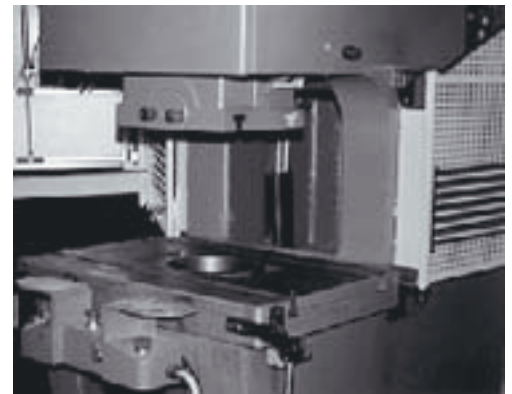


Rys. 3. Przykład skanera laserowego

dwu rąk do przesterowania ruchu suwaka (wg PN-EN 574) (rys. 4). Zwolnienie któregokolwiek przycisku przed osiągnięciem przez suwak bezpiecznej pozycji – praktycznie przyjmuje się, że jest to odległość 6 mm od dolnego zwrotnego położenia – powinno spowodować jego natychmiastowe zatrzymanie. To wymagania ma obecnie bardzo poważne konsekwencje w eksploatacji pras mechanicznych wyposażonych w sztywne sprzęgła zapadkowe, które uniemożliwiają zatrzymanie suwaka w innej pozycji niż wyjściowa zwrotna, i tym samym, spełnienie tego warunku. Na takich prasach *USO* nie powinno być stosowane jako podstawowe urządzenie ochronne, a jedynie jako pomocnicze.

Na prasach, gdzie można zatrzymać suwak w dowolnym miejscu niebezpiecznej fazy zamykania, *USO* może być stosowane jako podstawowe urządzenie ochronne pod warunkiem, że jest wykonane w najwyższej – 4 kategorii (wg PN-EN 954-1) oraz, że spełnia wiele szczegółowych wymagań konstrukcyjnych, spośród których najważniejsze to:

- uniemożliwienie zadziałania na przyciski w inny sposób niż obydwoma rękoma (palcami lub dłońmi) np. palcami jed-



Rys. 4. Urządzenie sterowania oburęcznego (*USO*) z krytymi przyciskami na pulpicy

nej ręki, dłonią i łokciem, przedramionami, kolanem i dłonią itd.,

- jednoczesność zadziałania, ograniczająca zwłokę między aktywizacją przycisków do 0,5 s,

- rozpoznawanie funkcji skoku pojedynczego, uniemożliwiający pracę ciągłą przy trwale wciśniętych przyciskach sterowniczych, w trybie pracy „skokami pojedynczymi”;

- czas zadziałania, tj. czas upływający od momentu zwolnienia dłoni z przycisku do chwili wysłania sygnału do układu sterowania prasy,

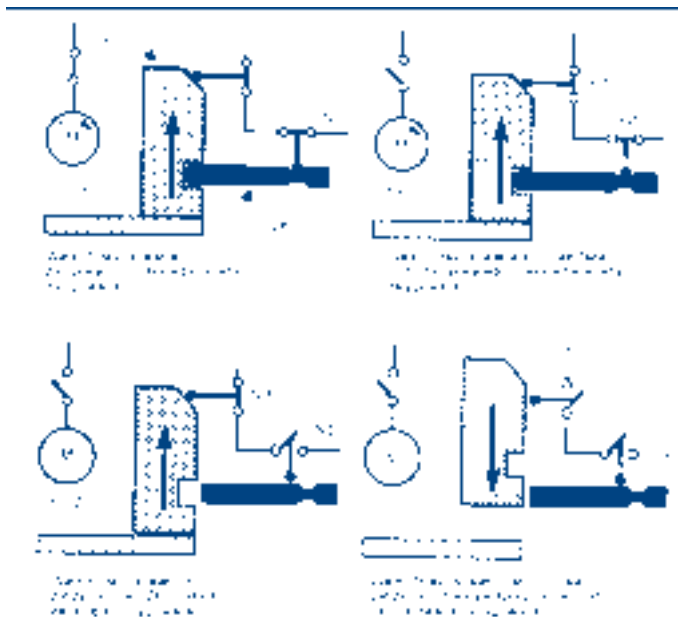
- odległość bezpieczeństwa, tj. minimalna odległość od przycisku do najbliższego miejsca niebezpiecznego, zależna od czasu zadziałania USO, czasu dobiegu suwaka oraz prędkości wnikania rąk operatora.

Przy większych prasach, z wieloosobową obsługą, liczba USO musi odpowiadać liczbie operatorów. Ważnym parametrem wtedy, oprócz jednoczesności, jest synchroniczność, która zezwala na przesterowanie suwaka tylko wtedy, gdy jednocześnie przez wszystkich operatorów są aktywizowane wszystkie przewidziane USO – potwierdzone przełącznikami kluczykowym na pulpicie sterowniczym.

Szczególną ostrożność należy zachować przy stosowaniu USO umieszczonych na pulpach przestawnych. Należy bardzo rygorystycznie zadbać o zachowanie odległości bezpieczeństwa, mimo ich mobilnego charakteru. Ponadto obecne wymagania nie zezwalają na instalowanie na takich pulpach przycisków „stop awaryjny”, które są przyłączane do obwodów sterowania prasy złączem wtykowym.

Inne urządzenia ochronne kontaktowe czułe na nacisk, takie jak *maty* i *podłogi*, *linki*, *bariery* i *listwy* mają w tłocznictwie ograniczone zastosowanie. Używane są zwykle do nadzorowania większych stref, do ochrony całego ciała człowieka, a nie tylko rąk operatora. W tych urządzeniach mają zastosowanie wszelkie postulaty odnoszące się do elektroczułego wyposażenia ochronnego.

Podsumowując; ponieważ urządzenia ochronne nieodgradzające nie spełniają swych funkcji bezpieczeństwa przez fizyczne odseparowanie zagrożeń, to ich dobór, instalowanie, użytkowanie, konserwacja i przeglądy muszą być prowadzone zgodnie z określonymi zasadami szczególnie pieczołowicie. Inaczej bowiem – dając złudę warunków bezpiecznych –



Rys. 5. Sposób działania osłony blokującej z ryglowaniem

mogą być same przyczyną wypadków. Jedną z takich zasad, mimo że oczywista, warta jest powtórzenia: **jeżeli strefa zagrożenia jest nadzorowana przez urządzenie ochronne nieodgradzające, to dostęp do tej strefy powinien być możliwy tylko i wyłącznie przez pole detekcji tego urządzenia.** Jeśli bowiem urządzenie ochronne można „obchodzić”, to wówczas spełnia ono co najwyżej tylko funkcje dekoracyjne – natomiast z punktu widzenia zachowania bezpieczeństwa można uznać, że jest zbędne – a nawet szkodliwe. W praktyce urządzenia nieodgradzające są uzupełniane różnymi typami osłon bocznych, tylnych, od góry i dołu zależnie od aranżacji przestrzeni narzędziowej danej prasy i jej wyposażenia. Usytuowanie urządzeń ochronnych nieodgradzających przy prasach (i nie tylko) powinno być oparte na wymaganiach normy PN-EN 999, która podaje zasady wyznaczania odległości bezpieczeństwa tych urządzeń.

FUNKCJONALNE ŚRODKI BEZPIECZEŃSTWA

Są to różnego typu urządzenia i aspekty, które w sposób pośredni w powiązaniu z podstawowymi urządzeniami ochronnymi odgradzającymi (osłonami) lub nieodgradzającymi, spełniają nałożone funkcje bezpieczeństwa. To niezwykle ważne środki, ponieważ one decydują o skuteczności i niezawodności systemów ochronnych. Współczesna technika

bezpieczeństwa jest na nich oparta i bez nich obyć się nie może. Natomiast stosowanie środków funkcjonalnych musi być oparte na systemowej ocenie ryzyka.

FUNKCJONALNE URZĄDZENIA BEZPIECZEŃSTWA

Najczęściej wykorzystywane w tłocznictwie urządzenia to:

Urządzenia blokujące – są to urządzenia mechaniczne, elektryczne lub innego typu, których celem jest uniemożliwienie działania zagrażających elementów maszyn w określonych warunkach. Na prasach najczęściej stosowanymi urządzeniami blokującymi są łączniki położeniowe (S1 i S2 – rys. 5) współpracujące z osłonami oraz krzywkami zamontowanymi, w zależności od typu napędu, na wale korbowym lub na korpusie prasy. Problemom sprzężenia urządzeń blokujących z osłonami jest poświęcona norma PN-EN 1088. W zależności od oceny ryzyka urządzenia blokujące muszą posiadać odpowiednie cechy opisane niezawodnością i strukturą (redundancja i samonadzorowanie) aby mogły właściwie spełniać nałożone funkcje. Zbiór tych cech wyznacza kategorię urządzenia ochronnego.

Urządzenia ryglujące – to urządzenia wprowadzające do mechanizmu zaporę mechaniczną (klin, trzpień, rozpórkę, odbój itp.), która własną wytrzymałością zapobiega każdemu ruchowi stwarzającemu zagrożenie. Na prasach urządze-

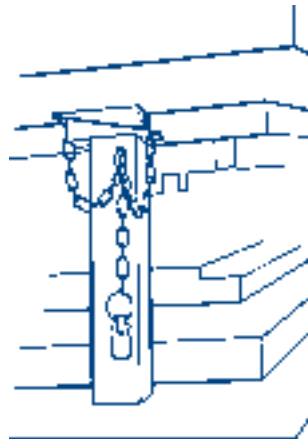
nia ryglujące zazwyczaj utrzymują ruchomą osłonę blokującą w pozycji zamkniętej i zaryglowanej aż do czasu, kiedy ustana wszystkie niebezpieczne funkcje prasy, stwarzające ryzyko urazu (rys. 5). Są też stosowane w mechanizmach zapobiegających opadaniu suwaka w przypadku awarii systemu normalnego zatrzymania suwaka.

Urządzenie krokowe – to urządzenie sterujące, ograniczające ryzyko doznania urazu przez zamykające się części narzędzia (pochwycenie). Po zadziałaniu na element sterowniczy dopuszcza przebycie przez suwak tylko ograniczonego odcinka drogi, a wykonanie każdego następnego ruchu jest niemożliwe dopóki element sterowniczy nie zostanie ponownie załączony. Ruch powodowany przez urządzenie krokowe powinien być na tyle mały, aby nie powodował sytuacji zagrożenia i powinien być ograniczony kontrolowanym czasem lub drogą. Droga suwaka nie powinna przekraczać 6 mm na jeden zaimpulsowany krok.

Urządzenie zezwolenia – to urządzenie sterownicze podtrzymywane do spowolnienia prędkości (niższej niż 10 mm/s) z jednym przyciskiem i trzema położeniami przełączenia funkcji: pierwsze – do zatrzymania, drugie – do uruchomienia, trzecie – do ponownego zatrzymania.

Po wciśnięciu przycisku do pozycji 3., ponowne uruchomienie powinno być możliwe tylko po powrocie przycisku do pozycji 1. Urządzenia zezwolenia powinny być tak zablokowane z systemem sterowania prasy, że wtedy gdy jest włączone, nie można było sterować ruchem suwaka innymi przyciskami (*USO*, pedał i in.). Urządzenia krokowe i zezwolenia często ze sobą współpracują. Powinny być stosowane w czasie, gdy konieczne jest operowanie w strefie narzędziowej przy wyłączonych urządzeniach ochronnych (osłonach, kurtynach), podczas ustawiania narzędzi, przy ręcznym wprowadzeniu taśmy do tłoczni itd. Urządzenia zezwolenia i krokowe powinny być wykonane w 2. kategorii (wg PN-EN 954-1).

Urządzenie do podtrzymywania suwaka – to urządzenie, które powinno być zainstalowane w prasie podczas wykonywania napraw lub jakichkolwiek innych czynności wymagających sięgania pomiędzy narzędzia, z wyjątkiem normalnego ręcznego podawania materiału obrabianego. Jeżeli urządzenie nie jest zdolne do przeniesienia całej siły nacisku, to powinno ono być zablokowane ze sterowaniem



Rys. 6. Podtrzymywanie suwaka

prasy w taki sposób, aby nie można było wykonać skoku dopóty, dopóki urządzenie to pozostaje w pozycji podtrzymującej suwak prasy w górnym położeniu (PN-EN 1037). Przy prasach ze skokiem większym od 500 mm i głębokością stołu większą od 800 mm, urządzenie podtrzymujące powinno być zainstalowane i zamocowane w prasie na stałe. O ile położenia ochronnego takiego urządzenia nie można łatwo dostrzec ze stanowiska obsługi, to prasa powinna być wyposażona w dodatkowy wskaźnik pozycji urządzenia podtrzymującego. Przykład podpory suwaka przedstawia rys. 6.

Urządzenie wyłączenia awaryjnego (STOP awaryjny) – to urządzenie realizujące funkcję wyłączania awaryjnego wtedy, gdy normalna funkcja wyłączania jest niewystarczająca. STOP awaryjny powinien być dostępny z każdego miejsca stanowiska obsługi presera lub preserów przy obsłudze wieloosobowej. Jeżeli do sterowania cyklem pracy są stosowane przenośne, podłączane wtykiem pulpity, to nie mogą być wyposażone w STOP awaryjny. Pulpity przenośne wyposażone w STOP, po odłączeniu od prasy powinny zostać usunięte z pola widzenia obsługi.

Inne, powszechnie stosowane w technice bezpieczeństwa pras, urządzenia funkcjonalne to:

Urządzenie nadzorujące wybieg – urządzenie, nadające sygnał uniemożliwiający ponowne włączenie maszyny, kiedy wybieg przekroczył określone granice. Wybieg jest to ruch wału korbowego (suwaka) poza zdefiniowany punkt zatrzymywania np. GZP.

Urządzenie przeciążeniowe – środki ograniczające siłę wywieraną przez suwak.

Urządzenie przeciwpowtórzeniowe – środki zapobiegające niechcianemu powtórzeniu skoku suwaka.

ASPEKTY BEZPIECZEŃSTWA

Aspekty bezpieczeństwa to wszelkie czynniki fizyczne, które pozwalają zredukować poziom oddziaływania zagrażających źródeł energii np. przez ograniczenie odległości, prędkości, przyspieszeń, sił, stosowanie takich wielkości otworów i szczelin, przez które dostęp do miejsc niebezpiecznych jest niemożliwy, zastępowanie materiałów niebezpiecznych, bezpiecznymi itd.

Odległość bezpieczeństwa stanowi osobny, samodzielny aspekt redukcji ryzyka. Jest to minimalna odległość między granicą strefy niebezpiecznej a urządzeniem ochronnym nadzorującym tę strefę, która uniemożliwia dostęp do niej albo uniemożliwia kontakt z zaktywizowanym czynnikiem zagrażającym. Zachowanie odległości bezpieczeństwa jest absolutnie najważniejszym elementem prawidłowego instalowania i użytkowania wszelkich urządzeń ochronnych. Problem nie jest wcale prosty. Wymaga profesjonalnej analizy ryzyka, wiążącej się z wykonaniem badań rozmaitych parametrów, np. dobiegu elementów wyhamowywanych, określenia prędkości i możliwej do przebycia drogi zagrożonych części ciała do stref niebezpiecznych, przewidzenia sposobu wnikania do tych stref itd. Problematykę wyznaczania odległości bezpieczeństwa można podzielić na trzy grupy zagadnień.

I – grupa jest związana z usytuowaniem osłon, wszelkich urządzeń odgradzających oraz konstrukcji przyrządu zamkniętego (tzw. bezpiecznego tłoczniaka), gdzie odległość bezpieczeństwa jest związana z ich ażurowością, tzn. wielkością otworów i szczelin – ich pokonywanie w stosunku do możliwości antropometrycznych człowieka. Szczegółowo tymi zagadnieniami zajmuje się norma PN-EN 294. Tablicę zależności odległości bezpieczeństwa od wielkości i kształtu otworu przedstawiono na rys. 7.

II – grupa zagadnień jest związana z usytuowaniem elektroczułych urządzeń ochronnych. Praktycznie przy prasach problem dotyczy głównie ochrony rąk podczas operowania w przestrzeni narzędziowej. Ochrona może być realizowana przez: *AUO* – kurtyny świetlne w różnym usytuowaniu (rys. 8), *USO* – urządzenia sterowania oburęcznego, osłony blokujące wcześniej otwierane oraz ochrony ca-

łego ciała realizowanej przez: maty kontaktowe, skanery laserowe, gdzie odległość bezpieczeństwa jest uwarunkowana tzw. całkowitym czasem zadziałania (T). Jest to czas reakcji wpływający od uaktywnienia urządzenia ochronnego do ustania ruchu niebezpiecznego, albo osiągnięcia przez maszynę stanu bezpiecznego. Całkowity czas zadziałania zawiera czas dobiegu suwaka, tj. czas jego hamowania i zatrzymania oraz czas zadziałania samego urządzenia ochronnego. Dobieg suwaka prasy należy wyznaczać przy największej możliwej jego prędkości.

Minimalną odległość, w jakiej powinny być usytuowane od strefy zagrożenia wymiennione urządzenia ochronne oblicza się wg wzoru:

$$S = (K \times T) + C$$

S [mm] – minimalna odległość mierzona od granicy strefy zagrożenia do płaszczyzny detekcji pola ochronnego;

K [mm/s] – prędkość zbliżania ręki lub całego ciała;

T [s] – całkowity czas zatrzymywania całego systemu (całkowity czas odpowiedzi);

C [mm] – odległość dodatkowa uwzględniająca możliwość wnikięcia do strefy zagrożenia przed zadziałaniem urządzenia ochronnego.

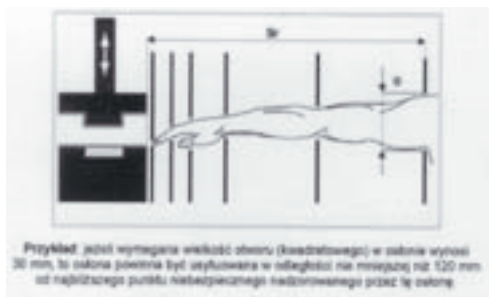
Aby określić parametr K należy przyjąć, że dla AUO usytuowanego w położeniu poziomym oraz dla urządzenia sterowania oburęcznego, prędkość zbliżania ręki $K = 1600$ mm/s. Dla AUO usytuowanego pionowo należy przyjmować prędkość zbliżania wynoszącą $K = 2000$ mm/s, jeśli obliczona minimalna odległość jest równa lub mniejsza niż 500 mm. Kiedy minimalna odległość jest większa niż 500 mm, wtedy należy przyjmować prędkość zbliżania $K = 1600$ mm/s.

Parametr C dla kurtyn świetlnych (AUO) w zależności od rozdzielczości jest podany w tabeli. Dla nie przysłoniętych

ODLEGŁOŚĆ DODATKOWA C DLA AUO

Rozdzielczość mm	Odległość dodatkowa C mm	Włączenie skoku przez AUO
≤ 14	0	dozwolone
>14 ≤ 20	80	
>20 ≤ 30	130	nieodzwolone
>30 ≤ 40	240	
> 40	850	

przycisków urządzeń sterowania oburęcznego (USO), C powinno być co najmniej równe 250 mm. Dla przysłoniętych przy-



Część ciała	Otwór e	Odległość bezpieczeństwa śr.		
		szczelina	kwadrat	koło
Czubek palca	$e \geq 4$	≥ 2	≥ 2	≥ 2
	$4 < e \leq 6$	≥ 10	≥ 5	≥ 5
Palec do nasady palca lub dłoń	$6 < e \leq 8$	≥ 20	≥ 15	≥ 5
	$8 < e \leq 10$	≥ 80	≥ 25	≥ 20
	$10 < e \leq 12$	≥ 100	≥ 80	≥ 80
	$12 < e \leq 20$	≥ 120	≥ 120	≥ 120
	$20 < e \leq 30$	$\geq 850^{1)}$	≥ 120	≥ 120
Kończyna górna do stawu barkowego	$30 < e \leq 40$	> 850	≥ 200	≥ 120
	$40 < e \leq 120$	> 850	≥ 850	≥ 850

¹⁾ Jeżeli długość szczeliny wynosi < 65 mm, kciuk stanowi ograniczenie i odległość bezpieczeństwa może być zredukowana do 200 mm

Rys. 7. Odległość bezpieczeństwa dla osłon i barier

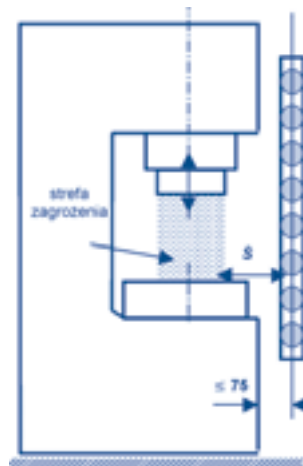
cisków urządzeń sterowania oburęcznego oraz osłon wczesnego otwierania bez urządzeń ryglujących $C = 0$.

Trzeba jednak pamiętać, że dla kurtyn świetlnych istnieją szczegółowe uwarunkowania zależnie od ich rozdzielczości oraz zorientowania płaszczyzny detekcji do przewidywanego kierunku wnikięcia części ciała w tę płaszczyznę. Zagadnieniami tymi szczegółowo zajmuje się norma PN-EN 999.

III – grupa problemowa jest związana z możliwością pochwylenia i zgniecenia (zmażdżenia) części ciała operatora. Jeśli na stanowisku pracy występują elementy zamykające przestrzeń i ma do niej dostęp człowiek, to te elementy nie powinny mieć możliwości domknięcia przestrzeni na tyle, aby pozostawiona w niej część ciała nie mogła ulec zgnieceniu (zmażdżeniu). Przy obsłudze pras problem ma miejsce podczas wymiany narzędzi, zwłaszcza na dużych prasach karoseryjnych, gdzie jest wykorzystywany sprzęt pomocniczy, podnośniki, stoły jezdne itd. Wymagania szczegółowe w odniesieniu do poszczególnych części ciała są sformułowane w normie PN-EN 349.

Inne ważniejsze aspekty funkcjonalne mające zasadniczy wpływ na bezpieczeństwo obsługi pras to:

Funkcja skoku pojedynczego – jest to właściwość sterowania w prasie, umożliwiająca ograniczenie ruchu suwaka do



Rys. 8. Odległość bezpieczeństwa kurtyny świetlnej

jednego cyklu pracy po każdym włączeniu sprzęgła, nawet wtedy, jeśli element sterowniczy (np. USO , pedał) pozostaje w pozycji włączenia.

Redundancja – jest to zastosowanie więcej niż jednego urządzenia, systemu – albo też części urządzenia lub części systemu – w celu zapewnienia takiego stanu, że przy defekcie jednego z nich, drugie jest gotowe do wykonania przewidzianej funkcji.

Samonadzorowanie (nadzorowanie automatyczne) – jest to funkcja bezpieczeństwa, która zapewnia zadziałanie

Dokończenie na str. 29



Ograniczanie ryzyka przy użytkowaniu pras

Dokończenie ze str. 8

środka bezpieczeństwa wtedy, kiedy zdolność części lub elementu wykonujących swoją funkcję została ograniczona lub wtedy, gdy warunki przebiegu procesu zostały na tyle zmienione, że mogłyby powstawać zagrożenia.

Zawieszenie (wstrzymanie) – jest to tymczasowe, automatyczne zawieszenie jednej lub kilku funkcji bezpieczeństwa przez elementy systemu sterowania odpowiedzialne za bezpieczeństwo, podczas normalnej pracy maszyny.

Aby wyczerpać triadę środków bezpieczeństwa podejmowanych w tłoczniach przy obsłudze pras pozostały do omówienia zasady informowania o zagrożeniach, jakie powinny być zawarte w instrukcjach obsługi pras i bezpośrednio na prasach (oznakowanie), środki proceduralne (przepisy i normy) oraz środki behawioralne (szkolenia, motywowanie, komunikowanie itd.). Tematom tym będą poświęcone osobne publikacje w przyszłości.

PIŚMIENNICTWO

- [1] *Prasy mechaniczne*. Praca zbiorowa. (rozdz. 11 W. Nagal). WNT. 1970
- [2] *National Safety Council – Power press. Safety manual; Executive Comitee of the Power Press & Forging Section of the Industrial Division of the National Safety Council, 1989*
- [3] Lieddtke H., Meinicke R., Volkmar E.: *Unfallverhütung an pressen*. Erich Schmidt Verlag, 1993
- [4] Antosiak J., Karwowski W., Kędzia B., Kochanowski A., Kowalewski S.: *Prasy mechaniczne – Bezpieczeństwo pracy*. CIOP-ZUS, 1997
- [5] Kowalewski S., Dąbrowski A., Dąbrowski M.: *Bezpieczeństwo i ochrona człowieka w środowisku pracy, t. 4: Zagrożenia mechaniczne*. CIOP, 1997
- [6] Kowalewski S., Dąbrowski A., Dąbrowski M., Pietrzak L.: *Bezpieczeństwo i ochrona człowieka w środowisku pracy, t. 7: Zagrożenia stwarzane przez maszyny produkcyjne*. CIOP, 1997
- [7] ISO/IEC Guide 51 – *Safety aspects – Guidelines for the inclusion of in standards*
- [8] *Dyrektywa maszynowa 98/37/UE*
- [9] PN-EN 292 – *Maszyny. Bezpieczeństwo. Pojęcia podstawowe, ogólne zasady projektowania. Cz. 1: Podstawowa terminologia, metodologia. Cz. 2: Zasady i wymagania techniczne*
- [10] PN-EN 1050 – *Maszyny. Bezpieczeństwo – Zasady oceniania ryzyka*
- [11] PN-EN 954-1 – *Maszyny. Bezpieczeństwo – Elementy systemów sterowania związane z bezpieczeństwem. Cz. 1. Ogólne zasady projektowania*
- [12] PN-EN 692 – *Prasy mechaniczne. Bezpieczeństwo*
- [13] prEN 693 – *Prasy hydrauliczne. Bezpieczeństwo*
- [14] prEN 1266 – *Prasy hydrauliczne krawędziowe. Bezpieczeństwo*
- [15] PN-EN 999 – *Maszyny. Bezpieczeństwo. Usytuowanie wyposażenia ochronnego ze względu na prędkość dostępu części ciała człowieka*
- [16] PN-EN 1088 – *Maszyny. Bezpieczeństwo. Urządzenia blokujące sprzężone z osłonami. Zasady projektowania i doboru*