

# Najczęściej sprawcą jest maszyna lub...człowiek

Analiza wypadków przy pracy związanych z wtryskarkami stanowi istotną część rozważań odnośnie bezpieczeństwa pracy na stanowisku operatora wtryskarki. Wskazuje ona na przyczyny bezpośrednie i pośrednie zdarzeń wypadkowych, pozwala na przedstawienie najważniejszych czynników stanowiących zagrożenie przy pracy z wtryskarkami, jak również na wypracowanie odpowiednich wzorców zachowań i wyeliminowanie podobnych zdarzeń w przyszłości.

■ Jacek Iwko ■ Laboratorium Tworzyw Sztucznych ■ Politechnika Wrocławska

W poprzednim numerze PlastNews omówiono budowę wtryskarki ślimakowej służącej do formowania tworzyw sztucznych. Podczas pracy takiej maszyny, operator narażony jest na działanie wielu czynników niebezpiecznych i szkodliwych, z których najważniejsze to:

- wysoka temperatura cylindra wtryskowego (200-400°C),
- stopione tworzywo sztuczne o wysokiej temperaturze, równej tej, którą osiągnął cylinder,
- praca na wysokości, związana z ręcznym podawaniem granulatu do leja zaspowego,
- olej w układzie hydraulicznym, występujący pod dużym ciśnieniem (rzędu 10 MPa),
- media termostatujące formę wtryskową – olej lub woda (temperatura 40-140°C)
- prąd elektryczny o napięciu 400 V, służący do zasilania wtryskarki,
- zamykające się połówki formy wtryskowej,
- ruchome części maszyny, przemieszczające się środki transportu,

■ spadające elementy (narzędzie – forma wtryskowa).

Analizując przyczyny i okoliczności ciężkich i śmiertelnych wypadków przy pracy z wtryskarkami na przestrzeni ostatnich kilkunastu lat na świecie stwierdzić można, iż zdecydowana większość z nich związana jest ze zgnieceniem przez zamykające się połówki formy wtryskowej ciała operatora bądź jego ręki. Przyczyną wystąpienia tych zdarzeń najczęściej jest brak osłon (lub ich nieprawidłowe wykonanie), błędy konstrukcyjne maszyny lub nieprawidłowe zachowanie się człowieka.

## ■ Nieprawidłowe osłony lub brak osłon

W połowie minionej dekady zauważalny był wzrost zdarzeń wypadkowych w Polsce z udziałem wtryskarek. Jak wspomniano wcześniej, większość z nich (wykorzystywana w małych zakładach) to najczęściej urządzenia wykonane sposobem rzemieślniczym lub maszyny zamortyzowane, odkupione od firm przetwórczych modernizujących swój park maszynowy.

Podstawowa wada w konstrukcji osłony strefy zamykającej się i otwierającej formy wtryskowej związana jest z brakiem zapewnienia odległości bezpieczeństwa. Przykłady ukazujące tego typu wadliwe urządzenia ochronne przedstawiono na rys. 1 oraz 2. Osłony te posiadają otwory, przez które istnieje możliwość sięgnięcia ręką do strefy niebezpiecznej w czasie wykonywania przez wtryskarke ruchów roboczych.

Niektóre modele wtryskarek, produkowane również przez znanych i uznanych producentów tego typu sprzętu, posiadają otwór u góry osłony (rys. 3), który wykorzystywany jest do wyjmowania wyprasek przez robota współpracującego z maszyną. Wygrozdzenie strefy pracy robota i ustawienie obok wtryskarki przenośnika, na który odkładane są wypraski, stanowi barierę zabezpieczającą pracownika przed przypadkowym sięgnięciem ręką do strefy narzędziowej. W sytuacji, gdy wtryskarka nie współpracuje z robotem, otwór taki powinien być zabezpieczony.

Wiele wtryskarek (jak również wytłaczarek) posiada inne

niebezpieczne rozwiązania konstrukcyjne, mogące skutkować wystąpieniem zdarzeń wypadkowych. Wskazać tu można np. brak osłon termicznych na cylindrze (rys. 4), czy brak ochrony przeciwporażeniowej w instalacji elektrycznej w miejscu łączenia przewodów elektrycznych z elementami grzejnymi zamontowanymi na cylindrze (rys. 5). Dotyczy to najczęściej maszyn wykonanych sposobem rzemieślniczym, jak również niektórych tańszych prototypów urządzeń produkowanych przez mniejsze firmy, gdyż uznani producenci wtryskarek nie popełniają tego typu zaniedbań, sprzecznych z resztą z prawem polskim i unijnym (KP art. 215 par. 1).

Należy jednak nadmienić, iż nie wszystkie maszyny wykonane techniką rzemieślniczą są źródłem zagrożeń wskazanych powyżej. Wiele z nich spełnia podstawowe wymagania dotyczące bezpiecznej pracy, czego przykładem jest maszyna przedstawiona na rys. 6.

Wtryskarka ta posiada wszystkie wymagane osłony miejsc niebezpiecznych:

– pełna osłona strefy narzędziowej,



■ Rys. 1. Brak części osłony od góry i od czoła strefy narzędziowej  
 Źródło: R. Charkiewicz, *Niebezpieczne wtryskarki, Materiały Okręgowego Inspektoratu Pracy w Białymstoku*



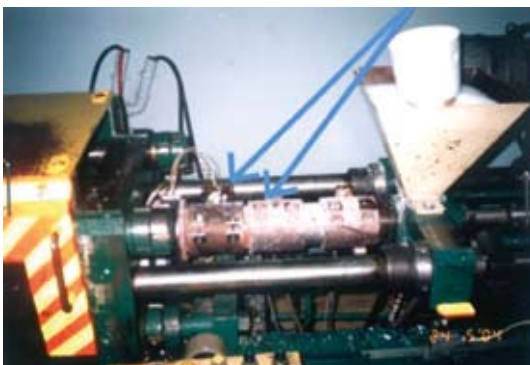
■ Rys. 2. Przykład „atrapy” osłony, która w ogóle nie chroni pracownika przed dostępem do strefy narzędziowej, pomimo że osłona posiada blokadę, która uniemożliwia wykonanie ruchu roboczego przy otwartej osłonie  
 Źródło: R. Charkiewicz, *Niebezpieczne wtryskarki, Materiały Okręgowego Inspektoratu Pracy w Białymstoku*



■ Rys. 3. Przykład wtryskarki z otwartą osłoną od góry  
 Źródło: R. Charkiewicz, *Niebezpieczne wtryskarki, Materiały Okręgowego Inspektoratu Pracy w Białymstoku*



■ Rys. 4. Przykład braku osłon termicznych na cylindrze uplastyczniającym  
 Źródło: R. Charkiewicz, *Niebezpieczne wtryskarki, Materiały Okręgowego Inspektoratu Pracy w Białymstoku*



■ Rys. 5. Brak podstawowej ochrony przeciwporażeniowej przy instalacji elektrycznej w miejscu zasilania grzałek na cylindrze  
 Źródło: R. Charkiewicz, *Niebezpieczne wtryskarki, Materiały Okręgowego Inspektoratu Pracy w Białymstoku*



■ Rys. 6. Przykład wtryskarki wykonanej sposobem rzemieślniczym, wyposażonej w osłony miejsc niebezpiecznych  
 Źródło: R. Charkiewicz, *Niebezpieczne wtryskarki, Materiały Okręgowego Inspektoratu Pracy w Białymstoku*

- osłona zabezpieczająca przed dostępem do gorących elementów cylindra,
- osłona wałka napędu ślimaka,
- osłona mechanizmu zamykającego formę.

## ■ Błędy konstrukcyjne w układach sterowania oraz w urządzeniach blokujących

Niektóre wtryskarki posiadają opcję sterowania, która umożliwia (przy pracy w cyklu ręcznym) zamykanie form wtryskowych i wykonanie pełnego cyklu roboczego przy otwartej osłonie strefy narzędziowej. Opcja ta jest dostępna dla pracowników w czasie normalnej obsługi maszyny.

Osłony strefy narzędziowej takich wtryskarek zostały wyposażone w blokady elektryczne (włączniki krańcowe), które w cyklu pracy automatycznej lub półautomatycznej mają na celu uniemożliwienie wykonania ruchu roboczego przy otwartej osłonie. Można również zauważyć, że w niektórych wtryskarkach (również renomowanych producentów) blokady są nieprawidłowo włączone do systemu sterowania. Po zatrzymaniu awaryjnym wtryskarki (przez otwarcie osłony), ponowne uruchomienie jest możliwe w wyniku zamknięcia osłony – poprzez jej zadziałanie na wyłącznik krańcowy blokady. Maszyny nie zostały wyposażone w urządzenie do ich włączenia po zatrzymaniu awaryjnym, które powinno unie-

możliwić automatyczne jej uruchomienie poprzez zamknięcie osłony.

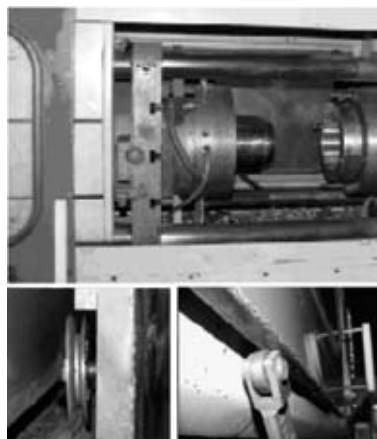
Powyższa nieprawidłowość w przypadku awarii wyłącznika krańcowego lub zadziałania mechanicznego na wyłącznik może spowodować wykonanie ruchu roboczego przy otwartej osłonie. Warto dodać, iż wszystkie powyższe nieprawidłowości można usunąć niewielkim nakładem środków finansowych. Wyposażenie wtryskarek w dodatkowe osłony oraz naprawa wadliwego systemu sterowania będzie prostym sposobem eliminacji zagrożeń powodujących wypadki przy pracy.

Przykładem wypadku spowodowanego przez powyższe nieprawidłowości może być zdarzenie, do którego doszło w 2002 r. Było ono,

jak stwierdził później zespół powypadkowy, spowodowane nieodpowiednim doborem urządzeń blokujących we wtryskarce. Maszyna wyprodukowana została w 1980 r. Strefa narzędziowa (rys. 7 u góry) była zamykana z obu stron przez dwie ruchome osłony blokujące. Każda osłona prowadzona była po górnej i dolnej prowadnicy za pomocą czterech rolek (rys. 7 u dołu z lewej). Otwarcie każdej z osłon powodowało zadziałanie osłony na dźwignię (rys. 7 u dołu z prawej), której obrót z kolei wywoływał zadziałanie blokady oraz dwóch zabezpieczeń w układzie sterowania, co w konsekwencji uniemożliwiało rozpoczęcie pracy lub powodowało zatrzymanie ruchu form.

Pracownik obsługujący wtry-

skarke pracował na pierwszej zmianie, po przepracowaniu zmiany nocnej. Nie był on stałym pracownikiem na tym stanowisku, jednak tego dnia otrzymał polecenie pracy przy tej właśnie maszynie. Podczas pracy wtryskarki w cyklu automatycznym operator zauważył, iż w nieruchomej części formy pozostał fragment wyrobu. W celu usunięcia pozostałości materiału otworzył osłonę blokującą od swojej strony, a następnie sięgnął do strefy otwartej formy. Kiedy jego ręka znalazła się w strefie otwartej formy, forma się zamknęła, miażdżąc dłoń operatora.



Rys. 7. Strefa formy (u góry), rolka dolna prowadzenia osłony (u dołu z lewej), dźwignia obrotowa sprzężona z blokadą i zabezpieczeniami (u dołu z prawej)

Źródło: A. Saulewicz, Urządzenia blokujące sprzężone z osłonami, *Bezpieczeństwo Pracy*, 9/2003

W wyniku oględzin okazało się, że dolna rolka osłony, będąca najbliższą dźwigni obrotowej, zsunęła się ze sworznia. To prawdopodobnie spowodowało, że róg osłony nieco się odchylił od dolnej prowadnicy osłony i brzeg otwieranej osłony nie natrafił na dźwignię obrotową sprzężoną z blokadą i zabezpieczeniami. Spowodowało to, iż pomimo otwarcia osłony, dźwignia obrotowa pozostała na swoim miejscu, co z kolei było przyczyną, że blokada nie zadziałała. W związku z tym, cykl roboczy wtryskarki nie został wstrzymany i forma zaczęła się zamykać. Ręka operatora znalazła się w obszarze zamykającej się formy, co spowodowało powstanie urazu.

Bezpośrednią przyczyną wypadku było zamknięcie się formy wtryskarki w czasie, gdy znajdowała się w niej ręka operatora. Przyczyny pośrednie wypadku to:

- uszkodzenie mechanizmu prowadzenia osłony, a w szczególności zsuniecie się rolki prowadzącej ze sworznia przyspawanego do osłony; co spowodowało zmianę położenia osłony, niezadziałanie jej na dźwignię uchylną, a w konsekwencji niezadziałanie blokady; nastąpiło więc przerwanie sprzężenia osłony z blokadą i układem sterowania wtryskarki oraz natychmiastowa utrata bezwa-

runkowej funkcji bezpieczeństwa realizowanej przez blokadę,

- budowa układu sterowania nieodpowiednia do dużego ryzyka występującego w strefie formy, w szczególności zaś:

- zastosowanie niewłaściwego, ze względu na wymagania dotyczące bezpieczeństwa, rozwiązania sprzężenia osłony z blokadą, bowiem istniało w tym sprzężeniu prawdopodobieństwo wystąpienia defektu z natychmiastową utratą bezwarunkowej funkcji bezpieczeństwa,
- nie zastosowano np. rozwiązania wykluczającego defekt w tym sprzężeniu, np. redundancji,
- zależność działania blokady i dwóch innych zabezpieczeń tylko od jednego sprzężonego z nimi wspólnego elementu – dźwigni na wałku obrotowym; w efekcie defekt w sprzężeniu dźwigni z osłoną wpływał na pracę trzech związanych z bezpieczeństwem elementów układu sterowania wtryskarki, powodując utratę podstawowej funkcji bezpieczeństwa,

- brak w zakładzie przeglądów profilaktycznych,

- niewłaściwe zachowanie się operatora (niezatrzymanie pracy wtryskarki elementem sterowniczym), wynikłe prawdopodobnie ze zmęczenia (praca po nocnej zmianie) i niewystarczającego doświadczenia zawodowego.

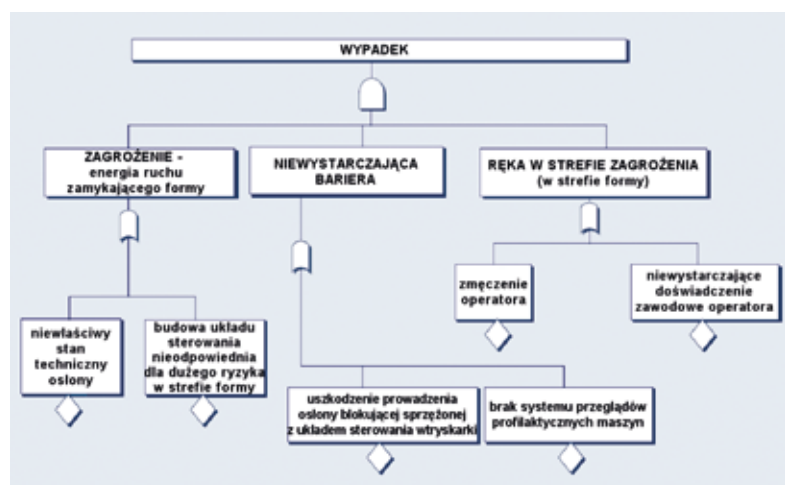
pieczeństwa byłoby np. zastosowanie redundancji w układzie sterowania (dwie rolki zamiast jednej oraz dwie niezależne blokady sprzężone z osłoną).

Źródła zagraniczne również wskazują na występowanie tego typu zdarzeń wypadkowych, spowodowanych awarią układów zabezpieczeń. Przykładem może być choćby niedawne zdarzenie z 2009 r., które wydarzyło się w firmie Alladin Plastics w mieście Hawkins County, TN, USA. Doświadczony, z prawie 40-letnim stażem pracy w tej firmie pracownik pracował przy obsłudze dużej wtryskarki wytwarzającej plastikowe krzesła ogrodowe. Po stwierdzeniu, iż krzesło nie wydostało się z formy na skutek nieprawidłowego zadziałania wypychaczy, pracownik, po uprzednim otwarciu osłony przez współpracownika, wszedł w strefę pracy formy w celu uwolnienia wyrobu. Jak się później okazało, pracownik ten robił to wielokrotnie podczas zmiany roboczej. Nagle, z nieustalonych do końca dotychczas przyczyn, maszyna rozpoczęła pracę, miażdżąc operatora pomiędzy obiema połówkami formy. Zdarzenie to nie zostało dotychczas dokładniej skomentowane ze względu na trwające badania jego przyczyn i okoliczności przez odpowiednie służby. Wiadomo jednak, iż nie zadziałały prawidłowo elektryczne układy zabezpieczeń.

## Nieprawidłowe zachowanie się człowieka

Wypadki przy pracy, w szczególności ciężkie i śmiertelne, to przede wszystkim dramaty i problemy pracowników i ich rodzin, ale również duże obciążenie finansowe dla całego społeczeństwa. Wielu z nich udało się uniknąć, gdyby nie błędy i bezmyślność pracowników oraz ich przełożonych.

Przykładem może być zdarzenie z ubiegłego roku, które wydarzyło się w zakładzie związanym z branżą



Rys. 8. Model wypadku (w postaci drzewa błędów) podczas obsługi wtryskarki

Źródło: A. Saulewicz, Urządzenia blokujące sprzężone z osłonami, *Bezpieczeństwo Pracy*, 9/2003



■ Rys. 9. Maszyna do formowania opakowań, przy której doszło do wypadku  
 Źródło: Ł. Śmierciak, J. Kliszan, *Bezmyślność przyczyną wypadku*, Inspektor Pracy, 7-8/2009



■ Rys. 10. Włacznik krańcowy owinięty taśmą klejącą w celu umożliwienia pracy maszyny przy otwartych osłonach  
 Źródło: Ł. Śmierciak, J. Kliszan, *Bezmyślność przyczyną wypadku*, Inspektor Pracy, 7-8/2009

chemii gospodarczej. Pracownik pracował na maszynie, która wytwarzała opakowania w procesie formowania z rozdmuchem (rys. 9). Nie miał on odpowiedniego przeszkolenia, ani kwalifikacji do pracy na tak skomplikowanej maszynie, gdyż zatrudniony został do pracy przy innych, łatwiejszych zadaniach.

W dniu zdarzenia praca na maszynie była wykonywana, pomimo iż nie działały zabezpieczenia (osłony) osłaniające strefę roboczą. Okazało się również, iż wyłączniki krańcowe zostały obwiązane taśmą klejącą w sposób blokujący ich działanie (rys. 10). Znamienne było, iż o zablokowaniu zabezpieczeń wiedział kierownik zakładu, wydał bowiem w tej sprawie podległym mu pracownikom stosowne polecenia. Wtryskarka pracowała zatem pomimo otwartych drzwi (osłon) osłaniających strefę roboczą formy. W pewnym momencie pracownik znalazł się pomiędzy uruchamianymi hydraulicznie elementami maszyny do formowania, najprawdopodobniej chciał wydobyć wyrób, który zaklinował się w for-

mie. Po zamknięciu formy (wtryskarka pracowała w trybie automatycznym) pracownik ugrzązł pomiędzy jej częściami. W wyniku doznanych obrażeń wewnętrznych, zmarł.

Bezpośrednią przyczyną zdarzenia było świadome wyeliminowanie zabezpieczenia, które nie pozwalało na otwarcie drzwi bez wyłączenia maszyny, a więc uniemożliwiało wejście pracownika w strefę niebezpieczną. Do pośrednich przyczyn wypadku należą:

- brak odpowiedniego przeszkolenia pracownika,
- niespełnienie wymagań producenta w zakresie związanym z bezpieczeństwem użytkownika – m.in. nie określono i nie oznakowano stref bezpieczeństwa przy maszynie,
- ignorowanie przez operatorów i osoby sprawujące nadzór informacji na panelu sterowniczym informujących o awarii,
- zatrudnianie do obsługi skomplikowanych urządzeń technologicznych osób bez odpowiedniego przygotowania zawodowego.

## Podsumowanie

Zgodnie z § 2 art.234 kodeksu pracy pracodawca ma obowiązek niezwłocznie zawiadomić inspektora pracy i prokuratora o śmiertelnym, ciężkim lub zbiorowym wypadku przy pracy oraz o każdym innym wypadku, który wywołał wymienione skutki, mającym związek z pracą, jeżeli może być uznany za wypadek przy pracy.

Według danych GUS o wypadkach ogółem w 2008 r. najwięcej wypadków zdarzyło się w (wg PKD): przetwórstwie przemysłowym – 40,7% wszystkich wypadków (12% wszystkich wypadków śmiertelnych i 10,9% wszystkich wypadków zbiorowych), w handlu i naprawach – 10,3%, ochronie zdrowia – 8,1%, budownictwie – 8,9% i transporcie – 6,6% wszystkich wypadków.

W sektorze przetwórstwa tworzyw sztucznych wydarzyło się ogółem 2 847 wypadków przy pracy (co stanowiło 2,7% ogólnej ilości wypadków przy pracy – wzrost o 0,2% w porównaniu do roku 2007), z tego 7 śmiertelnych oraz 29 ciężkich. Zdecydowana większość tych ostatnich spowodowana była przyczynami technicznymi oraz ludzkimi, z których ważniejsze opisano powyżej. Wiedza na temat okoliczności i przyczyn zdarzeń wypadkowych, jak również ocena ryzyka zawodowego są czynnikami, które przyczyniają się do tworzenia bardziej bezpiecznych warunków pracy nie tylko przez projektantów i konstruktorów, ale przede wszystkim przez pracodawców. ■

## Literatura:

1. R. Charkiewicz, *Niebezpieczne wtryskarki*, Materiały Okręgowego Inspektoratu Pracy w Białymstoku, styczeń 2005
2. A. Saulewicz, *Urządzenia blokujące sprzężone z osłonami*, *Bezpieczeństwo Pracy*, 2003, 9, 16
3. materiały ze strony <http://www.trueverdict.com>
4. Ł. Śmierciak, J. Kliszan, *Bezmyślność przyczyną wypadku*, *Inspektor Pracy*, 2009, 7/8, 48