

mgr inż. MARIUSZ DĄBROWSKI
Centralny Instytut Ochrony Pracy

Techniczne metody ograniczania zagrożenia odrzutem podczas frezowania drewna

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

Podczas mechanicznej obróbki drewna przy użyciu pilarek tarczowych, strugarek oraz frezarek dolnowrzecionowych występuje bardzo niebezpieczne, mało dotychczas poznane, zjawisko odrzutu materiału obrabianego.

Odrzut jest niekontrolowanym, gwałtownym ruchem obrabianego przedmiotu lub jego fragmentu w kierunku przeciwnym do kierunku działania sił skrawających. Najczęściej odrzut jest jednocześnie skierowany przeciwnie do kierunku posuwu, powodując bezpośrednie zagrożenie – głównie dla operatora.

Następstwem uderzenia człowieka przez odrzucony z dużą prędkością przedmiotem jest często jego trwałe kalectwo lub śmierć. Z tego względu m.in. obrabiarki do drewna zaliczono do maszyn niebezpiecznych, a w zał. I, p.2.3 Dyrektywy 98/37/EC [1] stwierdzono, że jeżeli maszyna może być użytkowana w warunkach, w których może występować zagrożenie spowodowane odrzucaniem kawałków drewna, to powinna być ona zaprojektowana, wykonana lub wyposażona tak, aby takie odrzuty były wyeliminowane lub, jeżeli to niemożliwe, aby te odrzuty nie stwarzały zagrożenia dla operatora i(lub) innych osób.

Dotychczas nie udało się wyeliminować zjawiska odrzutu, chociaż były podejmowane takie próby, np. we francuskim INRS opracowano i przebadano model piły tarczowej, przy użyciu której nie występuje zjawisko odrzutu. Okazało się jednak, że ze względów technologicznych piła ta nie może być zastosowana, gdyż jakość powierzchni przecię-

tego nią materiału jest nie do przyjęcia. Prowadzone obecnie prace nad zmniejszeniem zagrożenia odrzutem skupiają się głównie na technicznych metodach ograniczania ryzyka przez:

- doskonalenie urządzeń ochrony zbiorowej;
- zmiany w konstrukcji narzędzi skrawających;
- stosowanie parametrów technologicznych, przy których zagrożenie jest mniejsze.

Urządzenia ochronne

W maszynach, w których poziom ryzyka związanego ze zjawiskiem odrzutu jest najwyższy, takich jak: pilarki tarczowe wielopółkowe, obrzynarki dwustronne, pilarki tarczowe stołowe i formatowe, a także strugarki grubiarki stosowane są od dawna, kliny rozszczepiające, zapadki przeciwoodrzurowe oraz inne urządzenia ochronne, które nie dopuszczają do powstania odrzutu lub zatrzymują wyrzucony z dużą energią element, zanim uderzy on w ciało człowieka.

W przypadku frezarek dolnowrzecionowych, zwłaszcza przy frezowaniu profilowym, występuje bardzo dużo wypadków ciężkich i śmiertelnych spowodowanych odrzutem, w bardzo niewielkim stopniu korzysta się z urządzeń technicznych ograniczających tego rodzaju zagrożenia.

Najprostszymi urządzeniami przeciwodrzurowymi stosowanymi we frezarkach są grzebień dociskowe, w których wprowadzany przedmiot obróbki powoduje ugięcie sprężynujących elementów dociskających przedmiot do prowadnic frezarki. Przy próbie gwałtownego cofnięcia – sprężynujące elementy grzebień odginają się w drugą stronę, powodując zwiększenie siły docisku i w konsekwencji zakleszczają się na dociskanej przez nie powierzchni przedmiotu.

Urządzeniami, które z powodzeniem można stosować we frezarkach i które nie

tylko chronią przed odrzutem, ale również przed bezpośrednim kontaktem ręki operatora z obracającym się frezem, a także – co warto podkreślić – polepszają jakość wykonywanych elementów, są doświadczone zmechanizowane urządzenia posuwowe. Zapewniają one stałą prędkość posuwu i stały, duży docisk przedmiotu obróbki do stołu albo prowadnicy, a poza tym umożliwiają operatorowi odcięcie się od strefy zagrożenia.

Przy obróbce krótkich przedmiotów możliwe jest zastosowanie mechanicznych ograniczników, montowanych na krańcach stołu lub na przedłużeniach stołu. Niektóre firmy proponują również montowane do stołu frezarki przyrządy technologiczne, w których przedmiot jest mocowany i obrabiany.

Narzędzia skrawające

Narzędzia skrawające stanowią główne źródło zagrożeń występujących przy maszynowej obróbce drewna. Związane są z nimi przede wszystkim, najczęściej występujące podczas obróbki drewna, zagrożenia mechaniczne, takie jak: zagrożenie skaleczeniem o nieruchome, nieosłonięte ostrze narzędzia, obcięciem palców rąk przez pracujące (najczęściej obracające się) narzędzie, odrzutem przedmiotu obróbki w stronę operatora wskutek nagłego wzrostu sił skrawania lub zakleszczenia się narzędzia (piły tarczowej) w materiale, porwaniem i przerzuceniem przez obracające się narzędzie odciętych fragmentów materiału oraz wiórów w stronę operatora, uderzeniem odebranych części narzędzia wskutek jego rozpadu lub odłamania się fragmentów, np. noży tnących.

Również zagrożenia niemechaniczne, takie jak: zagrożenie poparzeniem, pożarem, hałasem czy drganiami mają ścisły związek z używanymi do obróbki mechanicznej drewna narzędziami. Z tego względu bardzo ważne jest stosowanie

w budowie narzędzi rozwiązań wpływających na zmniejszenie tych zagrożeń, co obniży liczbę wypadków, zwłaszcza tych najcięższych.

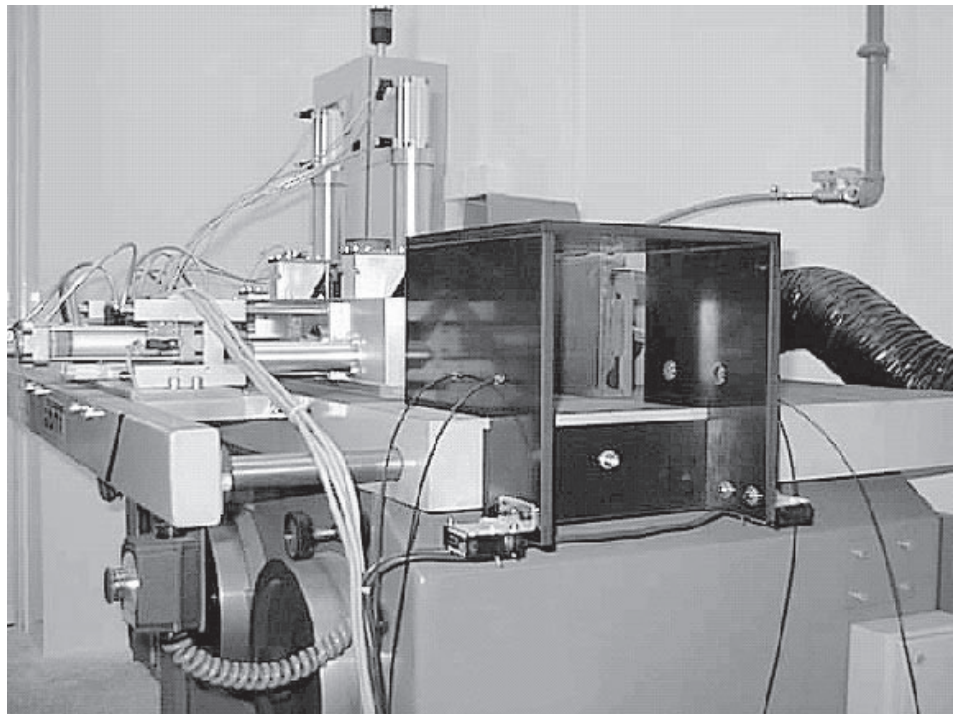
W 1997 r. ustanowiona została norma europejska EN 847-1^{*)} [2], zawierająca podstawowe wymagania bezpieczeństwa dotyczące pił tarczowych, frezów, głowic nożowych i frezowych oraz wałów nożowych. Wymagania tej normy stanowią podstawę badania wału nożowego, podczas oceny typu strugarki, dokonywanej przez jednostkę notyfikowaną w Unii Europejskiej. W przypadku innych narzędzi do maszynowej obróbki drewna kraje członkowskie UE stosują własne rozwiązania prawne^{**)}.

Zgodnie z wymaganiami wymienionej normy, dla narzędzi o średnicy powyżej 70 mm, przeprowadzany jest test polegający na wykonaniu określonej liczby prób odrzutu na specjalnym stanowisku do badania odrzutu (rys. 1), zbudowanym na bazie frezarki dolnowrzecionowej, w którym możliwa jest płynna regulacja i pomiar prędkości obrotowej wrzeciona oraz pomiar czasu przelotu listwy testowej na odcinku między dwoma fotooptycznymi bramkami pomiarowymi. Stanowisko badawcze umożliwia również symulację czynności, zwykle wykonywanych przez operatora. Za pomocą zespołu zdalnie sterowanych siłowników realizowany jest automatycznie, uprzednio zaprogramowany cykl roboczy, polegający na przytrzymaniu, dosunięciu i dociśnięciu listwy testowej do stołu i prowadnicy, a następnie stopniowym jej przesuwaniu wzdłuż prowadnicy. Określone są ściśle warunki, jakie powinno spełniać stanowisko i listwy testowe.

Jako kryterium oceny narzędzi w normie EN 847-1 przyjęto tzw. współczynnik odrzutu, będący stosunkiem prędkości odrzutu V_R (obliczonej na podstawie czasu przelotu listwy) do prędkości skrawania V_C (będącej funkcją średnicy skrawania badanego narzędzia i jego prędkości obrotowej), przy stałej wartości V_C

^{*)} Warto dodać, że w 1999 r. Polski Komitet Normalizacyjny ustanowił normę PN-EN 847-1: 1999 *Narzędzia do drewna – Wymagania bezpieczeństwa – Frezy i piły tarczowe*.

^{**)} Np. Niemcy wprowadzili od 1998 r. obowiązek stosowania frezów i głowic frezowych ze znakiem BG-TEST, który jest równoznaczny ze spełnieniem przez te narzędzia wymagań normy EN 847-1, a przede wszystkim testu odrzutu.



Rys. 1. Stanowisko do przeprowadzania prób odrzutu w Centralnym Instytucie Ochrony Pracy

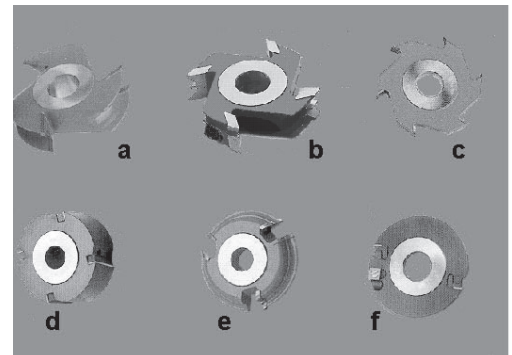
wynoszącej 45 m/s. W przypadku narzędzi stosowanych w obrabiarkach z ręcznym posuwem współczynnik ten nie powinien przekraczać 0,25.

Inne wymagania dotyczą kształtu korpusu, kąta przyłożenia oraz wystawiania krawędzi tnącej noża poza obrys korpusu narzędzia, a także maksymalnej dopuszczalnej szerokości rowka wiórowego w zależności od średnicy narzędzia. Znaczne wystawianie krawędzi tnących noży, szerokie i głębokie rowki wiórowe oraz brak ograniczników grubości wióra w narzędziach, przedstawionych na rys. 2a, b i c nie tylko jest powodem ciężkich urazów przy kontakcie ręki operatora z wirującym narzędziem, ale wpływa także na zagrożenie odrzutem – co można łatwo sprawdzić za pomocą testu odrzutu.

Parametry technologiczne

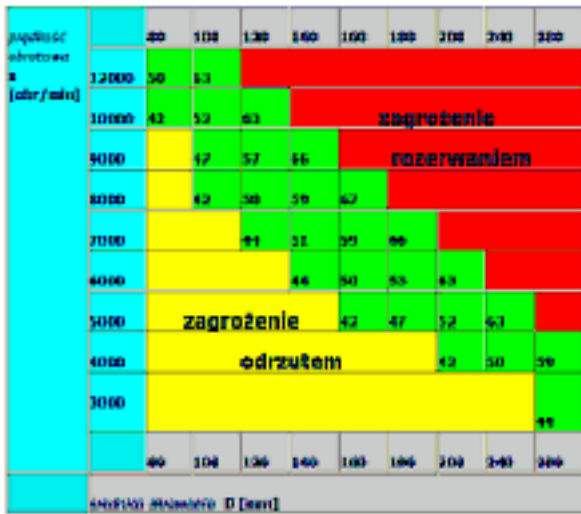
Niebagatelny wpływ na odrzut mogą mieć parametry frezowania takie, jak: prędkości skrawania i posuwu oraz szerokość i głębokość skrawania. W normie EN 848-1: 1998^{***)} [3] znalazło się za-

^{***)} W Polsce ustanowiono niedawno normę krajową PN-EN 848-1 *Bezpieczeństwo obrabiarek do drewna. Frezarki jednostronne. Frezarki dolnowrzecionowe-jednowrzecionowe pionowe*.



Rys. 2. Przykłady frezów i głowic frezowych stwarzające zagrożenie przy bezpośrednim kontakcie z nimi podczas ich pracy; a, b, c – duże zagrożenie odrzutem, a także ciężkie urazy; d, e, f – mniejsze zagrożenia mechaniczne

lecenie takiego doboru prędkości obrotowej narzędzia, aby uzyskana prędkość skrawania mieściła się w przedziale 35–80 m/s. Stwierdzono ponadto, że przy prędkości mniejszej niż 35 m/s zagrożenie odrzutem wzrasta, natomiast stosowanie prędkości przekraczającej 80 m/s zwiększa ryzyko rozerwania lub oderwania się fragmentów narzędzia. W normie znalazło się również wymaganie oznakowania frezarki diagramem (rys. 3) doboru optymalnej prędkości obrotowej w zależności od średnicy skrawania freza.



Rys. 3. Przykładowy diagram doboru prędkości obrotowych wrzeciona frezarki (w środkowym polu podano wartości prędkości skrawania w m/s)

Najnowsze badania prowadzone w Centralnym Instytucie Ochrony Pracy dowodzą, że również głębokość skrawania wpływa na to zagrożenie. W rezultacie przeprowadzonych z ostrym narzędziem prób okazało się, że przy głębokości skrawania 1 mm odrzut nie występował wcale, przy głębokości 1,5 mm nie występował przy prędkościach powyżej 32 m/s, przy głębokości 2,5 mm nie wystąpił przy prędkości 59 m/s, ale już przy 46 m/s (i poniżej) występował prawie zawsze, natomiast wszystkie próby przy głębokości skrawania wynoszącej 4 mm, niezależnie od prędkości, zakończyły się odrzutem. W porównaniu z ostrym narzędziem, w przypadku narzędzia ściętego odrzut występował częściej przy mniejszych głębokościach skrawania.

Wyniki te stanowią potwierdzenie oczekiwanych rezultatów i pozwalają stwierdzić, że zagrożenie odrzutem można zmniejszyć stosując dobrze naostrzone narzędzia, przy możliwie dużych prędkościach i małych głębokościach skrawania. Prędkości skrawania nie można oczywiście zwiększać dowolnie, gdyż rosną wówczas znacznie siły odśrodkowe działające na narzędzie i wzrasta zagrożenie jego rozerwaniem.

Wyniki te stanowią potwierdzenie oczekiwanych rezultatów i pozwalają stwierdzić, że zagrożenie odrzutem można zmniejszyć stosując dobrze naostrzone narzędzia, przy możliwie dużych prędkościach i małych głębokościach skrawania. Prędkości skrawania nie można oczywiście zwiększać dowolnie, gdyż rosną wówczas znacznie siły odśrodkowe działające na narzędzie i wzrasta zagrożenie jego rozerwaniem.

PIŚMIENNICTWO

[1] Dyrektywa 98/37/UE w sprawie ujednolicenia przepisów prawnych państw członkowskich dotyczących maszyn (tekst jednolity Dyrektywy 89/392/EWG, tzw. maszynowej oraz zmieniającej ją Dyrektyw 91/368/EWG, 93/44/EWG i 93/68/EWG)

[2] EN 847-1 *Tools for woodworking – Safety requirements – Part 1: Milling tools and circular saw blades*

[3] EN 848-1 *Safety of woodworking machines – One side moulding machines with rotating tool – Part 1: Single spindle vertical moulding machines*

[4] PN-EN 847-1 *Narzędzia do drewna – Wymagania bezpieczeństwa – Frezy i piły tarczowe*

[5] PN-EN 848-1 *Bezpieczeństwo obrabiarek do drewna. Frezarki jednostronne. Frezarki dolnowrzecionowe-jednowrzecionowe pionowe*

[6] Dąbrowski M.: *Ochrona przed odrzutem w obrabiarkach do drewna. Bezpieczeństwo Pracy nr 5/1998*

[7] Dąbrowski M., Derugo A.: *Opracowanie stanowisk do badania czynników zagrożeń mechanicznych w obrabiarkach do drewna. Prace CIOP, 1995–1999*

PPZ „STANMARK”
30-733 Kraków
ul. Obrońców Modlina 3
tel. (012) 653 22 12
tel./fax (012) 653 21 70

STOPPER®
TŁUMI HAŁAS

Ochronniki dla każdego ucha zagrożonego hałasem

- skuteczne, łatwe w zakładaniu
- trwałe, wygodne w użyciu

20 lat na rynku

Do kupienia w hurtowniach BHP i u producenta

STOPPER ELA II

STOPPER ELA

STOPPER MWD

STOPPER PIANKA AR07

SZUKAJCIE NAS W INTERNECIE
<http://www.ciop.pl>

CIOP
Centralny Instytut Ochrony Pracy
Central Institute for Labour Protection

HOME

- O Instytucie
- Struktura
- Kierownictwo
- Pracownicy
- Aktualności
- Oferta
- BHP na co dzień

Misją Instytutu jest działalność naukowo-badawcza prowadząca do nowych rozwiązań technicznych i organizacyjnych użytecznych w kształtowaniu warunków pracy zgodnych z zasadami bezpieczeństwa pracy i ergonomii oraz ustalanie podstaw naukowych do właściwego ukierunkowywania polityki społeczno-ekonomicznej państwa w tym zakresie.

English version

tel. (+48 22) 623 46 01
tel. (+48 22) 623 36 93

ul. Czerniakowska 16
00-701 Warszawa