MATERIAŁ NAUCZANIA

Zasady bezpieczeństwa i higieny pracy podczas frezowania

Bezpieczny sposób użytkowania frezarek określają ogólne i szczegółowe (dla określonej maszyny) instrukcje, których znajomość jest niezbędnym warunkiem dopuszczenia pracownika do użytkowania frezarki. Pracownik lub uczeń obsługujący frezarkę powinien bezwzględnie stosować się do instrukcji bezpieczeństwa i higieny pracy obowiązujących na stanowisku pracy.

Praca na frezarkach wymaga od pracownika dużego skupienia uwagi. Brak uwagi jest główną przyczyną powstawania nieszczęśliwych wypadków. Najczęściej zdarzające się skaleczenia palców s ą spowodowane lekkomyślnym sprawdzaniem gładkości frezowanej powierzchni oraz mierzeniem przedmiotu obrabianego przy obracającym się frezie. W celu uniknięcia skaleczenia lub nawet obcięcia palców przez ostrza freza, czynności te należy wykonywać po uprzednim zatrzymaniu wrzeciona frezarki.

Obracające się korbki oraz kółka ręczne, osadzone na wałkach napędu stołu, są równie Ŝ częstą przyczyną wypadków ze względu na możliwość wciągnięcia ubrania pracownika. Aby temu zapobiec, wszystkie korbki i kółka ręczne są we frezarkach osadzone luźno na wałkach, a sprzęgnięcie ich z wałkiem odbywa się za pomocą sprzęgieł kłowych.

Frezer powinien unikać gromadzenia zbędnych materiałów na swym stanowisku pracy. Wiórów nie należy usuwać z obrabiarki ręką, gdyż są one bardzo ostre i kaleczą dłonie. Nie można ich równie Ŝ zdmuchiwać strumieniem sprężonego powietrza, ponieważ mogą wpaść do oczu. W przypadku konieczności usunięcia wiórów sprzed freza należy używać pędzelka. Wiór krótki odpryskowy w czasie skrawania odpryskuje z narzędzia lub jest odbijany przez uchwyt i przedmiot obrabiany. Wiór taki stanowi niebezpieczeństwo przede wszystkim dla twarzy i oczu pracownika. Zabezpieczeniem są okulary ochronne lub osłony, wykonywane z materiałów przezroczystych (nietłukących się), co umożliwia obserwowanie procesu skrawania.

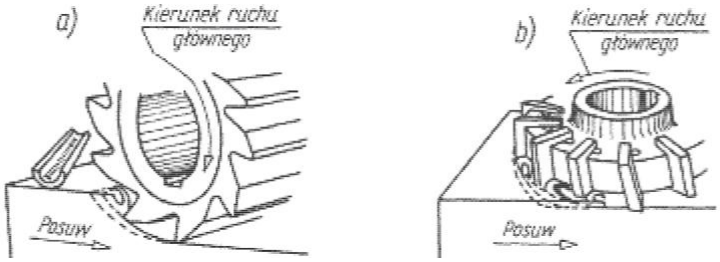
Dla zachowania bezpieczeństwa pracy przy frezowaniu należy obowiązkowo stosować wszystkie osłony, które chroni ą obsługującego przed skutkami wyrwania obrabianego przedmiotu z uchwytu oraz przed zaprószeniem oczu. Zamocowanie przedmiotu w uchwycie, imadle czy w podzielnicy powinno być staranne i dostatecznie mocne.

Zasada procesu frezowania. Technologiczne parametry skrawania

Frezowanie obok procesu toczenia można Frezowanie obok procesu toczenia można uznać za jedną z najpowszechniejszych odmian obróbki wiórowej. Przeznaczenie tej obróbki to przede wszystkim obróbka powierzchni płaskich (płaszczyzn), rowków, powierzchni kształtowych, wykonywanie prac podziałowych i uzębień z wykorzystaniem podzielnicy. Frezowanie wykonywane jest obrotowymi narzędziami wieloostrzowymi (frezami) na obrabiarkach nazywanych frezarkami.

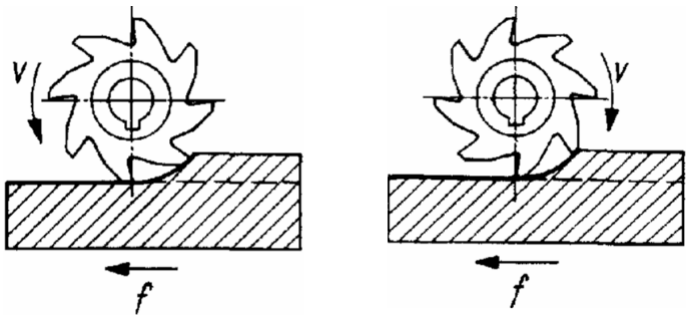
W większości odmian frezowania ruchy posuwowe są prostoliniowe – wykonuje je przedmiot obrabiany, natomiast ruch główny (obrotowy) wykonywany jest przez narzędzie.

Operacje technologiczne wykonywane na frezarkach zależne są od rodzaju zastosowanego narzędzia. Rozróżnia się frezowanie obwodowe (rys. 1 a), w którym frez skra wa ostrzami leżącymi na powierzchni walcowej i frezowanie czołowe (rys. 1 b), w którym frez skrawa zębami położonymi na powierzchni czołowej.



Rys. 1. Frezowanie: a) obwodowe, b) czołowe [2].

We frezowaniu obwodowym oś obrotu freza zajmuje położenie równoległe do powierzchni obrabianej. W zależności od kierunku ruchu posuwowego względem freza frezowanie obwodowe może być przeciwbieżne (rys. 2 a), gdy kierunki prędkości ruchu obrotowego freza i ruchu posuwowego przedmiotu są przeciwbieżne lub współbieżne (rys. 2 b), gdy kierunek ruchu posuwowego stołu frezarki jest zgodny z kierunkiem ruchu roboczego freza.



Rys. 2. Frezowanie: a) przeciwbieżne, b) współbieżne [3].

We frezowaniu czołowym oś obrotu freza zajmuje położenie prostopadłe do powierzchni obrabianej. Zaletą frezowania czołowego jest duża wydajność obróbki, spokojna i równomierna praca obrabiarki, większa dokładność wymiarowa i gładkość powierzchni obrobionej. Przy obróbce płaszczyzn bardzo często frezowanie obwodowe zastępuje się frezowaniem czołowym.

Przy frezowaniu przeciwbieżnym kierunek ruchu posuwowego jest przeciwny do kierunku ruchu roboczego. Frezowanie współbieżne jest bardziej wydajne, wymaga jednak zastosowania specjalnych mechanizmów ruchu posuwowe go i sztywniejszej obrabiarki.

Technologiczne parametry skrawania przy frezowaniu to prędkość skrawania, posuw i głębokość skrawania. Prędkość skrawania wyrażana jest w m/min, jest zależna od średnicy zewnętrznej freza oraz jego prędkości obrotowej i oblicza się ją według wzoru:

$$v = \frac{\pi \times d \times n}{1000} \quad [m/min]$$

gdzie:

v – prędkość skrawania,
d – średnica freza [mm],
n – prędkość obrotowa freza [obr/min].

Przez przekształcenie wzoru na prędkość skrawania można określić prędkość obrotową wrzeciona:

$$n = \frac{1000 \times v}{} \quad [obr/min]$$

Wartość prędkości ruchu posuwowego przy frezowaniu nazywana jest posuwem minutowym czasowym i wyrażana w mm/min.

$$f_t = f_z \times z \times n \qquad [\ mm/min]$$

gdzie:

f_z – posuw na ostrze [mm],
z – liczba ostry freza,
n – prędkość obrotowa freza [obr/min].

Oprócz posuwu minutowego przy frezowaniu występuje równie Ŝ posuw na jeden obrót i posuw na jedno ostrze. Posuw na jeden obrót jest to odcinek drogi w ruchu posuwowym odpowiadający jednemu obrotowi freza i obliczany jest ze wzoru:

$$\frac{f_t}{}$$

gdzie:

f_t – posuw minutowy czasowy [mm/min],
n – prędkość obrotowa freza [obr/min].

Posuw na jedno ostrze jest to odcinek drogi w ruchu posuwowym odpowiadający obrotowi ruchu głównego o k ąt odpowiadający podziałce freza.

$$f_z = \frac{f_t}{z \times n} = \frac{f}{z} \quad \text{[mm/ostrze]}$$

gdzie:

f_t – posuw minutowy czasowy [mm/min],
n – prędkość obrotowa freza [obr/min],
z – liczba ostrzy freza.

Tabela 1. Przeciętne wartości prędkości skrawania stosowanych przy frezowaniu [3].

Materiał obrabiany		Twar-dość *HB*	Wytrzy małość R_m MPa	Prędkość skrawania V m/min					
				frezami ze stali szybkotnących			frezami czołowymi z ostrzami z węglików spiekanych		
				walcowymi, tarczowymi, kształtowymi (zataczanymi)	walcowo-czołowymi	trzpienio-wymi	piłkowymi	płytki lutowane	płytki wieloostrzowe
śeliwo szare		170	–	20	22	25	45	100	140
		220	–	16	17	16	25	50	80
śeliwo ciągliwe		150	–	20	23	25	45	100	140
Stale	węglowe	140	500	24	28	28	55	160	175
		170	600	24	28	28	55	130	150
		220	750	20	23	25	45	100	115
	stopowe	290	1000	18	20	20	30	70	90
			1100	15	17	16	20	60	80
Staliwo		–	520	18	20	22	45	100	-
Mosiądz		70	150	50	60	60	200	200	-
Brąz		–	280	40	50	40	150	150	-
Aluminium		35	140	300	400	400	400	1000	-
Stopy magnezu		65	330	400	500	400	500	1000	-
Tworzywa			–	50	60	50	200	120	-

Uwaga: Wartości prędkości skrawania odnoszą się do następujących głębokości frezowania dla frezów walcowych – ok. 3 mm, dla frezów walcowo-czołowych – ok. 5 mm, dla głowic frezowych – ok. 8 mm, d la frezów tarczowych głębokość frezowania jest równa w przybliżeniu szerokości freza, dla frezów trzpieniowych – równa średnicy freza, dla frezów piłkowych – równa 10 x sz erokość freza.

Tabela 2. Zalecane wartości posuwu w mm/ostrze przy zgrubnym frezowaniu płaszczyzn frezami walcowo-czołowymi i czołowymi (głowicami frezowymi) [3].

Sztywność frezarki	Sztywność przedmiotu obrabianego	Frezy gruboostrzowe		Frezy drobnoostrzowe	
		Materiał obrabiany			
		Stal	śeliwo	Stal	śeliwo
Średnia	duŜa	0,12–0,20	0,3–0,50	0,08–0,12	0,2–0,35
	średnia	0,08–0,15	0,2–0,40	0,06–0,10	0,15–0,30
	mała	0,06–0,10	0,15–0,25	0,04–0,08	0,10–0,20
Mała	średnia	0,04–0,06	0,15–0,30	0,04–0,06	0,12–0,20
	mała	0,04– 0,06	0,10– 0,20	0,04– 0,06	0,08– 0,15
Uwaga: Większe wartości posuwu naleŜy przyjmować przy mniejszej głębokości i mniejszej szerokości frezowania, natomiast mniejsze wartości posuwu – przy duŜej głębokości i duŜej szerokości frezowania oraz dla twardszych materiałów.					

Tabela 3. Zalecane wartości posuwu przy wykańczającym frezowaniu płaszczyzn frezami walcowymi [3].

Dopuszczalna chropowatość powierzchni R_a	Średnica *d*, mm									
	63		80		90		110		125	
	Posuw, mm/obr									
	Materiał obrabiany									
	Stal	śeliwo	Stal	śeliwo	Stal	śeliwo	Stal	śeliwo	Stal	śeliwo
10	2,3–4,0	2,0–3,5	2,7–4,7	2,3–4,0	3,0–5,3	2,5–4,3	3,4–6,0	2,7–4,7	3,8–6,6	3,0–5,2
5	1,3–2,3	1,2–2,0	1,5–2,7	1,3–2,3	1,7–3,0	1,4–2,5	1,9–3,4	1,6–2,7	2,1–3,8	1,7–3,0
2,5	0,7–1,3	0,7–1,2	0,8–1,5	0,7–1,3	1,0–1,7	0,8–1,4	1,1–1,9	0,9–1,6	1,2–2,1	1,0–1,7
Uwaga: Przytoczone wartości posuwu moŜna przyjmować tylko przy sztywnej frezarce i sztywnym przedmiocie obrabianym.										

Tabela 4. Zalecane wartości posuwu przy wykańczającym frezowaniu płaszczyzn frezami walcowo-czołowymi [3].

Dopuszczalna chropowatość powierzchni R_a	Posuw, mm/obr					
	Materiał obrabiany					
	Stal 25	Stal 45	Stal narzędziowa	Stal chromowa	śeliwo szare	Brąz
10	0,50–1,60	0,6–1,7	0,6–1,6	0,4–1,4	0,5–1,4	1,6–2,8
5	0,10–0,4	0,25–0,5	0,2–0,4	0,17–0,4	0,2–0,45	0,7–1,6
2,5	0,05–0,1	0,15–0,2	0,05–0,15	0,02	0,08–0,15	0,2–0,5

Rys. 1. Frezowanie: a) obwodowe, b) czołowe [2].

Rys. 2. Frezowanie: a) przeciwbieżne, b) współbieżne [3].

Prędkość skrawania wyrażana jest w m/min, jest zależna od średnicy zewnętrznej freza oraz jego prędkości obrotowej i oblicza się ją według wzoru:

$$v = \frac{\pi \times d \times n}{1000} \quad [m/min]$$

gdzie:

v – prędkość skrawania,
d – średnica freza [mm],
n – prędkość obrotowa freza [obr/min].

Przez przekształcenie wzoru na prędkość skrawania można określić prędkość obrotową wrzeciona:

Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Jakie zagrożenia dla pracownika stwarza obracający się frez?
2. Jakie zagrożenie dla pracownika stwarzają wióry odpryskowe?
3. W jaki sposób należy chronić się przed skaleczeniem wiórem?
4. W jaki sposób należy mocować przedmiot obrabiany?
5. Gdzie zawarte są informacje na temat bezpiecznego użytkowania frezarek?
6. Jakie znasz technologiczne parametry skrawania stosowane przy frezowaniu?

Odpowiedzi na powyższe pytania proszę odesłać na adres e-mail mrasala@ckz.swidnica.pl
Proszę podać imię i nazwisko