

MATERIAŁY ELEKTROTECHNICZNE I IZOLATORY	N O R M A B R A N Ż O W A	BN-80
	Skrawalność tworzyw sztucznych warstwowych	6300-02
		Grupa katalogowa 0630

## 1. WSTĘP

**1.1. Przedmiot normy.** Przedmiotem normy są wytyczne doboru warunków skrawania tworzyw sztucznych warstwowych otrzymywanych przez sprasowanie nośnika papierowego lub tekstylnego nasyczonego żywicami termoutwardzalnymi.

**1.2. Zakres stosowania normy.** Norma obejmuje zalecane zakresy parametrów skrawania służące do oceny skrawalności tworzyw sztucznych warstwowych, takich jak: płyty, rury i pręty stosowane jako materiały elektroizolacyjne lub konstrukcyjne.

Dopuszcza się stosowanie innych parametrów skrawania gwarantujących uzyskanie dobrej jakości powierzchni skrawanego tworzywa.

**1.3. Rodzaje obróbki skrawania.** Tworzywa sztuczne warstwowe mogą być poddawane następującym rodzajom obróbki:

- przecinanie,
- toczenie,
- wiercenie,
- frezowanie,
- struganie,
- szlifowanie.

## 2. WARUNKI SKRAWANIA

### 2.1. Przecinanie

**2.1.1. Narzędzia.** Do przecinania tworzyw warstwowych, w których nośnikiem jest papier lub tkanina

celulozowa, stosuje się piły tarczowe ze stali szybko tnącej lub piły taśmowe ze stali szybko tnącej, natomiast do tworzyw na nośniku szklanym i azbestowym — piły tarczowe z płytkami z węglików spiekanych gatunku HO3 wg PN-76/H-89500 lub ściernice płaskie do przecinania.

W celu uzyskania lepszej gładkości powierzchni przecinania stosować należy piły o drobnej podziałce zębów. Zaleca się piły tarczowe o podziałce zębów  $4 \div 6$  mm dla nośników papierowych i bawełnianych, natomiast dla nośników szklanych piły tarczowe o podziałce zębów  $4 \div 10$  mm.

Geometria ostrza — wg tabl. 1.

Tablica 1

Lp.	Rodzaj narzędzi	Kąt natarcia $\gamma_0$	Kąt przyłożenia $\alpha_0$
1	Piły ze stali szybko tnącej	$5 \div 8$	$30 \div 35$
2	Piły z płytkami z węglików spiekanych	5	$15 \div 20$
3	Piły taśmowe	$5 \div 8$	$30 \div 40$
4	Frezy tarczowe ze stali szybko tnącej	8	$15 \div 20$
5	Frezy tarczowe z płytkami z węglików	5	$15 \div 20$

**2.1.2. Warunki przecinania.** Zależność parametrów przecinania od rodzaju tworzywa podano w tabl. 2.

Zgłoszona przez Zjednoczenie Przemysłu Tworzyw i Farb  
Ustanowiona przez Naczelnego Dyrektora Zjednoczenia Przemysłu Tworzyw i Farb dnia 30 grudnia 1980 r.  
jako norma obowiązująca od dnia 1 października 1981 r.  
(Dz. Norm. i Miar nr 7/1981 poz. 36)

Tablica 2

Lp.	Parametry	Jednostka	Rodzaj nośnika		
			papierowe i tekstylne	szklane	azbestowe
1	<b>Prędkość skrawania</b> — piły ze stali szybko tnącej — piły z płytkami z węglików spiekanych — piły taśmowe — frezy tarczowe ze stali szybko tnącej — frezy tarczowe z płytkami z węglików spiekanych — ściernice	m/min	2000 ÷ 2500 2300 ÷ 3000 1050 ÷ 2000 150 ÷ 400 600 ÷ 1000	400 ÷ 2800 — — — 400 ÷ 2500	500 ÷ 2000 — — — —
		m/s	—	50 ÷ 65	20 ÷ 25
2	<b>Posuw</b> — piły ze stali szybko tnącej — piły z płytkami z węglików spiekanych — piły taśmowe — frezy tarczowe ze stali szybko tnącej — frezy tarczowe z płytkami z węglików spiekanych — ściernice	mm/ostrze	0,07 ÷ 0,30 0,03 ÷ 0,12 ręczny 0,07 ÷ 0,30 0,03 ÷ 0,12	— 0,03 ÷ 0,12 — — 0,03 ÷ 0,12	— 0,03 ÷ 0,08 — — —
		mm/s	—	0,2 ÷ 14	0,5 ÷ 1,3

## 2.2. Toczenie

**2.2.1. Narzędzia.** Dla tworzyw, w których nośnikiem jest papier lub tkanina celulozowa, należy stosować ostrza z węglików spiekanych gatunku HO3, HO2 lub H20 wg PN-76/H-89500 albo ze stali szybko tnącej. Dla tworzyw z nośnikiem szklanym lub azbestowym należy stosować tylko ostrza z węglików spiekanych gatunku HO3 wg PN-76/H-89500.

Geometria ostrza w zależności od rodzaju tworzywa — wg tabl. 3.

Tablica 3

Lp.	Rodzaj kąta	Jednostka	Rodzaj nośnika		
			papier	tkanina celulozowa	tkanina szklana i azbestowa
1	Kąt natarcia $\gamma_0$		10 ÷ 20	10 ÷ 20	10 ÷ 15
2	Kąt przyłożenia $\alpha_0$		10 ÷ 20	10 ÷ 20	15 ÷ 25
3	Kąt przystawienia $\alpha$		45	45	45
4	Kąt pochylenia krawędzi skrawającej $\lambda$		0	0	0

**2.2.2. Warunki toczenia.** Zależność parametrów toczenia od rodzaju tworzywa podano w tabl. 4.

Tablica 4

Lp.	Parametry	Jednostka	Rodzaj nośnika		
			papier	tkanina celulozowa	tkanina szklana i azbestowa
1	<b>Prędkość skrawania</b> — noże ze stali szybko tnącej — noże z płytkami z węglików spiekanych	m/min	200 ÷ 400 400 ÷ 1000	200 ÷ 400 500 ÷ 2000	50 ÷ 700
			mm/obrót	0,1 ÷ 0,6 0,1 ÷ 0,4	0,1 ÷ 0,6 0,15 ÷ 0,5

Przy doborze prędkości skrawania dla toczenia, należy uwzględnić głębokość skrawania, posuw i okres trwałości ostrza.

Dla zapewnienia dużej wydajności toczenia zgrubnego, należy stosować możliwie dużą głębokość skrawania, jednak ze względu na wytrzymałość ostrza nie większą niż 5 mm.

W celu zmniejszenia chropowatości powierzchni należy zastosować mniejszy posuw. Promień wierzchołka ostrza powinien wynosić minimum 1 mm.

## 2.3. Wiercenie

**2.3.1. Narzędzia.** Do wiercenia tworzyw na nośniku szklanym i azbestowym należy stosować wiertła kręte z płytkami z węglików spiekanych gatunku HO3 wg PN-76/H-89500, a do tworzyw na nośniku papierowym i bawełnianym wiertła kręte ze stali szybko tnącej SW 7M, SW 18 i SW 9.

Geometria ostrza w zależności od rodzaju tworzywa — wg tabl. 5.

Tablica 5

Lp.	Rodzaj kąta	Jednostka	Rodzaj nośnika		
			papier	tkanina bawełniana	tkanina szklana i azbestowa
1	Kąt wierzchołkowy $2\alpha$		około 100	około 100	$80 \div 100$
2	Kąt natarcia $\gamma_0$	...°	10	10	$6 \div 8$
3	Kąt przyłożenia $\alpha_0$		$16 \div 22$	$16 \div 22$	$10 \div 22$

Tolerancja wykonania kątów  $\pm 1^\circ$ .

2.3.2. **Warunki wiercenia.** Parametry wiercenia w zależności od rodzaju nośnika — wg tabl. 6.

Tablica 6

Lp.	Parametry	Jednostka	Rodzaj nośnika		
			papier	tkanina bawełniana	szkło i azbest
1	Prędkość skrawania	m/min	$40 \div 65$	$65 \div 105$	$50 \div 80$
2	Posuw	mm/obrót	$0,05 \div 0,3$	$0,05 \div 0,3$	$0,05 \div 0,2$

Przy wierceniu prostopadle do warstw należy stosować podkładkę o zbliżonej twardości do wierzonego materiału na wyjściu wiertła. Zaleca się stosowanie podkładek również na wejściu wiertła. Przy wierceniu równoległe do warstw należy zacisnąć materiał obrabiany między nakładkami w kierunku prostopadłym do laminacji i stosować kąt wierzchołkowy wiertła  $120 \div 130^\circ$ .

Ze względu na kurczenie się materiału należy stosować wiertła o zwiększonej o  $1 \div 2\%$  średnicy w stosunku do średnicy wierzonego otworu.

## 2.4. Frezowanie

2.4.1. **Narzędzia.** Do frezowania tworzyw warstwowych należy stosować frezy ze stali szybko tnącej lub frezy z płytkami z węglików spiekanych HO3 wg PN-76/H-89500.

Stosować można frezy walcowe, czołowe, palcowe i tarczowe.

Geometria ostrza w zależności od rodzaju tworzywa — wg tabl. 7.

Tablica 7

Lp.	Rodzaje kątów	Jednostka	Rodzaj nośnika		
			papier	tkanina celulozowa	tkanina szklana lub azbestowa
1	Kąt natarcia $\gamma_0$		$10 \div 25$	$20 \div 30$	$20 \div 25$
2	Kąt przyłożenia $\alpha_0$ — frezy ze stali szybko tnącej — frezy z płytkami z węglików spiekanych	...°	$20 \div 30$ —	$10 \div 30$ $20 \div 30$	$10 \div 20$ $20 \div 30$

2.4.2. **Warunki frezowania.** Parametry frezowania w zależności od rodzaju tworzywa — wg tabl. 8.

Tablica 8

Lp.	Parametr	Jednostka	Rodzaj nośnika		
			papier	tkanina celulozowa	tkanina szklana
1	Prędkość skrawania — frez ze stali szybko tnącej — frez z nakładkami z węglików spiekanych	m/min	$40 \div 50$ $200 \div 1000$	$40 \div 50$ $200 \div 1000$	$40 \div 50$ $200 \div 1000$
2	Posuw — frezowanie zgrubne — frezowanie wykańczające	mm/ostrze	$0,5 \div 0,8$ $0,06 \div 0,4$	$0,5 \div 0,8$ $0,05 \div 0,4$	$0,3 \div 1,0$ $0,05 \div 0,4$

Dla tworzyw na nośniku azbestowym należy prędkość skrawania zmniejszyć do 30 m/min, posuw do 0,2 mm/ostrza.

Dla uniknięcia rozwarstwiania tworzywa należy frezować współbieżnie. Poza tym w czasie frezowania miejsce wyjścia freza należy zabezpieczyć podkładką z materiału o zbliżonej twardości do frezowanego materiału.

## 2.5. Struganie

2.5.1. **Narzędzia.** Struganie wykonać nożami ze stali szybko tnącej lub nożami z nakładkami z węglików spiekanych HO3 wg PN-76/H-89500 dla tworzywa na nośniku papierowym lub z tkaniny celulozowej, a dla tworzyw na nośniku szklanym lub azbestowym nożami z płytkami z węglików spiekanych HO3 wg PN-76/H-89500.

Geometria ostrza niezależnie od rodzaju tworzywa powinna być następująca:

- kąt natarcia  $\gamma_0 \approx 15^\circ$ ,
- kąt przyłożenia  $\alpha_0 = 0-10^\circ$ .

**2.5.2. Warunki strugania.** W zależności od rodzaju tworzywa — wg tabl. 9.

Tablica 9

Lp.	Parametry	Jednostka	Rodzaj nośnika		
			papier	tkanina celulozowa	tkanina szklana lub azbestowa
1	Prędkość skrawania (średnia) — nożem ze stali szybko tnącej — noże z nakładkami z węglików spiekanych	m/min	15 ÷ 20 50 ÷ 60	15 ÷ 20 50 ÷ 100	— 50 ÷ 70
2	Posuw	mm/podwójny skok	0,2 ÷ 0,5	0,2 ÷ 0,5	0,2 ÷ 0,5

**2.6. Szlifowanie.** Wykonać papierem lub płótnem ściernym o ziarnistości dobranej do wymaganego stopnia wykończenia powierzchni.

### 3. OCENA SKRAWALNOŚCI

Wygląd próbek po próbie mechanicznej wg rozdz. 2 należy sprawdzić nieuzbrojonym okiem. Próbki nie powinny wykazywać pęknięć rozwarstwień i zadziorów. Dopuszcza się obecność zwłóknień charakterystycznych dla materiałów na nośnikach z tkaniny szklanej lub azbestowej.

K O N I E C

#### INFORMACJE DODATKOWE

1. Instytucja opracowująca normę — Zakłady Tworzyw Sztucznych ERG, Gliwice.

2. Normy związane

PN-76/H-89500 Węgliki spiekane. Gatuuki

3. Autorzy projektu normy — inż. Zbigniew Żmuda, mgr Maria Piotrowska-Baran.

4. Określanie optymalnych warunków skrawania. W celu określenia optymalnych warunków skrawania ze względu na błąd wymiaru i kształtu, jakość obrabianej powierzchni i stan warstwy wierzchniej oraz żądany okres trwałości ostrza należy korzystać z normatywów

technologicznych lub wzorów wiążących okres trwałości ostrza z parametrem skrawania podanych w odstępnej literaturze.

#### 5. Literatura

D a r l e w s k i J., M o l e r u s P.: *Normatywy technologiczne. Przeróbka i obróbka tworzyw sztucznych.* Warszawa 1972.

D a r l e w s k i J.: *Obróbka skrawaniem tworzyw sztucznych warstwowych.* Warszawa 1978.

Z i c k e l H.: *Das spanabhebende Bearbeiten der Kunststoffe*  
Б. Ш т у ч н ы й: *Обработка пластмасс резанием.* Москва 1974.