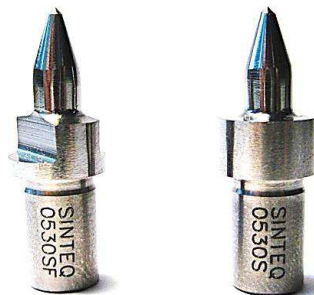


SINTEQ

TERMOFORMOWANIE OTWORÓW



WIERTŁA TERMOFORMUJĄCE

**UNIKALNY GATUNEK WĘGLIKA
OPRACOWANY NA WŁASNE POTRZEBY**

**ZAAWANSZANA GEOMETRIA
CZĘŚCI FORMUJĄCEJ I ODCINAJĄCEJ**

SPECJALNIE WYKOŃCZONA POWIERZCHNIA



GWINTOWNIKI BEZWIÓRÓWE

Gwinty w otworach wykonanych metodą termoformowania można wykonywać tradycyjnymi gwintownikami, jak również gwintownikami bezwiórowymi. Przy czym gwinty wykonywane bezwiórowo zapewniają większą wytrzymałość, a przy tym wykonuje się je szybciej i proces ich wytwarzania jest oszczędniejszy. Przy doborze średnicy wiertła należy wziąć pod uwagę wymagania co do średnicy otworu pod gwint w zależności od rodzaju gwintownika



OPRAWKI NARZĘDZIOWE

Specjalne oprawki narzędziowe z tulejką zaciskową i kołnierzem chłodzącym, zapewniające sztywne zamocowanie wiertła termoformującego w maszynie oraz prawidłowe odprowadzenie nadmiaru wytworzonego ciepła.



Dostępne także:
C16-ER25, C20-ER25
BT30-ER25, BT40-ER25, BT40-ER32

WIERTŁA TERMOFORMUJĄCE – ZASADA DZIAŁANIA

W wyniku stosunkowo znacznego nacisku w połączeniu z wysoką prędkością obrotową pomiędzy narzędziem a obrabianą powierzchnią następuje znaczne wydzielenie się ciepła. Temperatura powierzchni wiertła wynosi ok. 650-700°C, a powierzchni obrabianej ok. 600° C. W takiej temperaturze materiał obrabiany mięknie i pod wpływem zmniejszonego już nacisku specjalnie uformowanego wiertła penetrującego w jego głąb, przemieszcza się częściowo wraz z wiertłem tworząc tulejkę, a częściowo wypływając przeciwnie do kierunku nacisku narzędzia. Wypływający pod wiertło materiał może być uformowany w kołnierz dookoła otworu, lub usunięty, aby powierzchnia otworu była zlicowana z materiałem. Ostateczny wymiar otworu i jego wykończenie jest nadawane przez geometrię zastosowanego wiertła. W wyniku termicznego formowania otworów powstaje sztywna, która po nagwintowaniu umożliwia utworzenie bardzo mocnego połączenia gwintowanego, znacznie wytrzymalszego niż nitonakrętki czy nakrętki spawane.

STANDARD - (FORM) - FORMUJĄCE

Wiertło standardowe -formujące wywinieły kołnierz, który pozostaje na zewnętrznej krawędzi otworu.



FLAT - (CUT) – LICUJĄCE

Wiertło fazujące z dodatkowymi krawędziami, odcinającymi powstały kołnierz, dzięki czemu czoło otworu zostaje zlicowane.



SHORT / LONG – GRUBOŚĆ MATERIAŁU

Wiertła termoformujące standardowo występują w dwóch wersjach długości: krótkiej i długiej. Wybór zależy od grubości obrabianego materiału.

Minimalna teoretyczna grubość materiału wynosi 0,2 wartości średnicy wykonywanego otworu, jednak nie więcej niż 2 mm.

Maksymalna grubość materiału jest uzależniona od średnicy wiertła i jego typu. Szczegóły w załączonych tabelach.



SHORT LONG SHORT FLAT LONG FLAT

WIERTŁA - PARAMETRY I DOBÓR

Rozmiar gwintu	Średnica otworu	Maksymalna grubość materiału				Średnica trzpienia mocującego	Długość robocza	
		mm					mm	
	mm	Short	Short/Flat	Long	Long/Flat	mm	Short	Long
M2x0.4	1.8	1.6	1.8	2.2	3.2	6	5.8	7.8
M2.5x0.45	2.3	1.6	1.9	2.3	3.5	6	6.1	8.1
M3x0.5	2.7	1.7	2	2.4	3.7	6	6.7	8.7
M4x0.7	3.7	1.8	2.2	2.6	4.2	6	8.1	10.3
(M4x0.5)	3.8	1.8	2.2	2.6	4.2	6	8.2	10.5
M5x0.8	4.5	1.9	2.4	2.7	4.6	8	9.2	11.8
(M5x0.5)	4.8	1.9	2.4	2.7	4.7	8	9.6	12.4
M6x1	5.3 (5.4)	2	2.5	2.9	5	8	10.5	13.8
(M6x0.75)	5.6	2	2.5	2.9	5	8	11	14.5
(M6x0.5)	5.8	2	2.6	3	5.2	8	11.2	14.7
M8x1.25	7.3 (7.4)	2.2	2.9	3.3	5.9	8	13.5	18.1
(M8x1)	7.5	2.3	2.9	3.4	6	8	14	18.7
(M8x0.75)	7.6	2.3	2.9	3.4	6	8	14.1	18.8
M10x1.5	9.2	2.6	3.2	3.7	6.6	10	16.8	22.5
(M10x1.25)	9.3	2.6	3.3	3.7	6.7	10	17	22.8
(M10x1)	9.5	2.6	3.3	3.8	6.7	10	17.3	23.2
M12x1.75	10.9	2.8	3.5	4	7.2	12	19.8	26.4
(M12x1.5)	11.2	2.8	3.6	4.1	7.3	12	20.3	27.1
(M12x1)	11.5	2.9	3.6	4.2	7.3	12	20.8	27.8
M14	13	3	3.9	4.5	7.9	14	23.5	31.3
(M14x1.5)	13.2	3.1	4	4.6	8	14	23.8	31.6
M16x2.0	14.8	3.3	4.2	4.8	8.5	16	26.9	35.4
(M16x1.5)	15.2	3.4	4.3	4.9	8.7	16	27.6	36.3
(M16x1)	15.5	3.4	4.3	4.9	8.7	16	27.6	36.3
M18	16.7	3.5	4.6	5.2	9.2	18	30.4	39.7
(M18x1)	17.5	3.7	4.8	5.6	9.5	18	31.9	41.5
M20x2,5	18.7	3.8	5	5.7	9.9	18	34.1	44.3
(M20x1.5)	19.2	3.9	5.1	5.8	10	18	35.1	45.5
(M20x1)	19.5	3.9	5.2	5.8	10	18	35.6	46.2
G 1/16"	7.3	2.3	2.9	3.3	5.9	8	13.5	18.1
G 1/8"	9.2	2.6	3.2	3.7	6.6	10	16.8	22.5
G 1/4"	12.4	2.9	3.8	4.3	7.8	12	22.4	29.8
G 3/8"	15.9	3.4	4.5	5.0	8.9	16	28.9	37.9
G 1/2"	19.9	4	5.2	5.9	10	18	36.3	47
G 3/4"	25.4	4.8	6.2	7.0	10.4	20	46.4	59.6

W nawiasach gwinty drobnozwojne

OPTYMALNE PARAMETRY WIERCENIA I GWINTOWANIA

Rozmiar gwintu	Wiercenie termoformujące				Gwintowanie bezwiórowe
	Średnica otworu	Prędkość obrotowa	Moc wymagana	Czas wiercenia	Prędkość obrotowa
	mm	obr / min	kW	s	obr / min
M2x0.4	1.8	3200	0.5	2	1600
M3x0.5	2.7	3000	0.6	2	1350
M4x0.7	3.7	2600	0.7	2	1000
M5x0.8	4.5	2500	0.8	2	800
M6x1	5.4	2400	1.0	2	650
M8x1.25	7.3	2200	1.3	2	500
M10x1.5	9.2	2000	1.5	3	400
M12x1.75	10.9	1800	1.7	3	330
M16x2	14.8	1400	2.2	4	250
M18	16.7	1300	2.5	5	220
M20x2.5	18.7	1200	2.7	5	200
G 1/16"	7.3	2200	1.3	2	500
G 1/8"	9.2	1800	1.7	3	380
G 1/4"	12.4	1600	2.1	3	280
G 3/8"	15.9	1400	2.6	4	200
G 1/2"	19.9	1200	3.2	5	140
G 3/4"	24.4	1000	3.8	5	100
G 1"	32.0	800	4.6	6	70

Podane w dalszych tabelach prędkości obrotowe rekomendowane dla otrzymania optymalnej wydajności pracy i żywotności narzędzia. Dopuszczalne są odstępstwa w zakresie +/- 20%, co jednak może powodować skrócenie żywotności narzędzia. Dla stali nierdzewnych zaleca się stosowanie średnic większych o 0,1 mm (szczególnie przy rozmiarze gwintu M8 i większym) oraz zmniejszenie prędkości obrotowej o 10-20%. Dla metali kolorowych zaleca się zwiększenie prędkości obr. o 20-50%, a posuw w zakresie 50-150 mm/min.

Czasy podane dla grubości 2 mm. Przy większych grubościach, należy dodać ok. 1 sekundę na każdy dodatkowy milimetr grubości

MAKSYMALNE PRĘDKOŚCI DLA RÓŻNYCH MATERIAŁÓW

Średnica otworu mm	Prędkość obrotowa obr / min		Moc kW	Średnica otworu mm	Prędkość obrotowa obr / min			Moc kW
	Stal konstrukcyjna	Stal nierdzewna	kW		Miedź	Mosiądz	Aluminium	kW
2,0-2,9	3000	2600	0.8	2,0-2,9	4200	4800	6000	1.2
3,0-3,9	3000	2600	0.8	3,0-3,9	4200	4800	6000	1.2
4,0-4,9	2800	2500	1	4,0-4,9	3900	4500	5600	1.5
5,0-5,9	2800	2500	1	5,0-5,9	3900	4500	5600	1.5
6,0-6,9	2800	2500	1.2	6,0-6,9	3900	4500	5600	1.8
7,0-7,9	2500	2100	1.5	7,0-7,9	3500	4000	5000	2.2
8,0-8,9	2500	2100	1.5	8,0-8,9	3500	4000	5000	2.2
9,0-9,9	2200	1900	1.8	9,0-9,9	3100	3500	4400	2.7
10,0-10,9	2000	1800	2	10,0-10,9	2800	3200	4000	3
11,0-11,9	2000	1800	2	11,0-11,9	2800	3200	4000	3
12,0-12,9	2000	1800	2	12,0-12,9	2800	3200	4000	3
13,0-13,9	1800	1600	2.2	13,0-13,9	2500	2900	3600	3.3
14,0-14,9	1600	1400	2.5	14,0-14,9	2250	2550	3200	3.7
15,0-15,9	1500	1350	2.5	15,0-15,9	2100	2400	3000	3.7
16,0-16,9	1500	1350	2.5	16,0-16,9	2100	2400	3000	3.7
17,0-17,9	1500	1350	3	17,0-17,9	2100	2400	3000	4.5
18,0-18,9	1200	1100	3	18,0-18,9	1700	1900	2400	4.5
19,0-19,9	1000	900	3	19,0-19,9	1400	1600	2000	4.5
20,0-20,9	1000	900	3	20,0-20,9	1400	1600	2000	4.5
21,0-21,9	1000	900	3.5	21,0-21,9	1400	1600	2000	5.2
22,0-22,9	1000	900	3.5	22,0-22,9	1400	1600	2000	5.2
23,0-23,9	900	850	3.8	23,0-23,9	1250	1450	1800	5.7
24,0-24,9	900	850	4	24,0-24,9	1250	1450	1800	6
25,0-25,4	800	800	4	25,0-25,4	1100	1250	1600	6

ZALECENIA EKSPLOATACYJNE

MATERIAŁY

Termoformowanie umożliwia wykonywanie otworów w konstrukcyjnych stalach węglowych i stopowych (do 700 N/mm²), stalach nierdzewnych i kwasoodpornych, stopach aluminium (o zawartości krzemu do 5%) oraz stopach miedzi (z wyjątkiem szczególnie kruchych mosiądzów). Istnieje także możliwość zastosowania do materiałów powlekanych – malowanych, anodyzowanych lub galwanizowanych (ocynkowanych).

OBRABIARKI

Termoformowanie otworów może być przeprowadzane zarówno na obrabiarkach sterowanych numerycznie, jak i konwencjonalnych, a nawet ręcznych, jednak wymaga zapewnienia odpowiednio wysokiej mocy oraz prędkości obrotowych o regulowanym zakresie. [Patrz tabela.]

CHŁODZENIE

Ze względu na wysokie naprężenia termiczne oraz poprzeczne siły tarcia warunkiem krytycznym jest sztywne zamocowanie wiertła termoformującego w maszynie oraz prawidłowe odprowadzenie nadmiaru wytworzonego ciepła. Z tego powodu zaleca się stosowanie specjalnych oprawek narzędziowych z tuleją zaciskową i pierścieniem chłodzącym. Brak stosowania pierścienia chłodzącego przy obróbce większej ilości niż pojedyncze otwory, może znacznie obniżyć żywotność narzędzia, a także niekorzystnie oddziaływać na wrzeciono obrabiarki.

Specjalny węgiel spiekany z jakiego wykonane są wiertła termoformujące jest bardzo odporny na wysokie temperatury, jednak bardziej od stali wrażliwy na szok termiczny. Należy w związku z tym unikać gwałtownego, miejscowego ochłodzenia rozgrzanego wiertła.

SMAROWANIE

Do wiercenia termicznego należy używać odpowiednich środków smarnych. Na obrabiarkach konwencjonalnych zaleca się stosowanie specjalnej pasty, którą należy nanosić na obracające się wiertło za pomocą pędzelka, co zapewni jej równomierne rozprowadzenie oraz zapobiegnie rozchlapywaniu jej nadmiaru. Zasadą przy smarowaniu jest, że im większa średnica otworu, tym częściej smarujemy. Dla stali zwykłych, gwinty do rozmiaru M5 smarujemy co 5-10 otworów, M6-M8 co 3-5 otworów, a powyżej M8 co 1-3 otwory. Dla aluminium co 1-2 otwory. Należy unikać smarowania rozgrzanego wiertła tuż po wyjęciu z otworu, ponieważ wpływa to negatywnie na żywotność narzędzia. W przypadku obrabiarek CNC najczęściej stosuje się metodę skąpego smarowania za pomocą mgły olejowej.

Podczas gwintowania bezwiórowego otworów utworzonych metodą termoformowania, zaleca się aplikować dawkę oleju dla każdego otworu osobno

PRĘDKOŚĆ OBROTOWA

Im większa prędkość obrotowa tym szybciej zużywa się narzędzie. W celu wydłużenia żywotności narzędzia należy stosować jak najmniejszą możliwą prędkość obrotową. Im twardszy jest materiał obrabiany, tym krótsza żywotność narzędzia. Dlatego im trudniej skrawalny materiał tym niższe prędkości obrotowe należy stosować. Dla stali nierdzewnych i wysokowęglowych niższe, do metali kolorowych wysokie. [Patrz tabela.]

SIŁA NACISKU / POSUW

Siła nacisku jest zależna od średnicy wiertła. Im większa średnica, tym większą należy wywierać siłę. Im większa siła nacisku tym większe naprężenia cieplne i możliwość odkształcenia materiału obrabianego, ale za to szybszy czas wiercenia. Z kolei mniejsza siła nacisku znacząco przedłuża żywotność narzędzia poprzez zmniejszenie momentu obrotowego i naprężeń cieplnych, jednak wydłuża czas wiercenia i może doprowadzić do przegrzania zarówno narzędzia, jak i materiału.

Wiertła termoformujące wykonane z węgla spiekane są bardzo twarde lecz w porównaniu ze stalą stosunkowo kruche, przez co bardziej podatne na pęknięcia wywołane gwałtownymi naprężeniami mechanicznymi. Są też mniej niż stal sprężyste, dlatego należy unikać naprężeń poprzecznych powstających przy nierównoległym prowadzeniu. Należy unikać nieciągłości materiałowych takich zmiany geometryczne, spoiny, zgrzewy.

W pierwszej fazie stosunkowo duży nacisk ma doprowadzić do upłynnienia materiału, aby móc rozpocząć proces formowania. W dalszym procesie wraz z wywołanym naciskiem wzrostem temperatury, minimalna siła wymagana do formowania otworu maleje. Dlatego tak istotną rolę odgrywa odpowiednie balansowanie siłą nacisku w zależności od warunków i parametrów wiercenia oraz od tego w jakiej fazie formowania otworu znajduje się w danej chwili wiertło.

Siła nacisku nie powinna powodować ugięcia ścianek obrabianych profili.

Rozpoczynając każdy otwór należy najpierw delikatnie dotknąć wiertłem obrabianego detalu, a następnie wywierając powoli rosnący nacisk doprowadzić do rozgrzania się go do koloru ciemnoczerwonego. Następnie należy zwiększać nacisk zagłębiając wiertło w materiale, aż do ostatecznego uformowania otworu i jego czoła.

Nie należy wywierać zbyt dużego nacisku zanim wiertło nie osiągnie odpowiedniego koloru ciemnoczerwonego. Zwiększając siłę nacisku należy uważać, aby nie przekroczyć ciemnoczerwonego koloru upłynionego materiału, aby stał się zbyt jasny, co może skrócić żywotność narzędzia.

Niezwłocznie po osiągnięciu przez wiertło skrajnego zagłębienia należy wyprowadzić je z otworu. Pozostawianie obracającego się wiertła w otworze może doprowadzić do znacznego skrócenia żywotności narzędzia.

Bardzo ważne jest aby unikać przerywania procesu w trakcie formowania otworu. Raz rozpoczęte formowanie należy doprowadzić do końca bez przerywania. Tym bardziej nie zaleca się dokańczania lub poprawiania rozpoczętego i ostygniętego otworu niedokończonego, co może doprowadzić do pęknięcia wiertła.

Uszkodzenia kruche wiertel zwykle spowodowane są wywieraniem nadmiernego posuwu w stosunku do pozostałych parametrów materiału i obróbki.

Stosując wiertła termofornujące typu „flat” (fazujące - z odcinaczem kołnierza), należy ograniczyć maksymalny skok głowicy wiertarskiej, aby uniknąć nadmiernego zagłębienia się pierścienia odcinającego w materiale.

CZAS

Do teoretycznego wyznaczenia czasu wykonania otworu należy przyjąć ilość sekund równą ilości milimetrów grubości materiału plus jedna sekunda. Zasada obowiązuje dla otworów o średnicach do 12 mm. Dla większych otworów czas jest dłuższy, jednak nie powinien przekroczyć 15 sekund.

GWINTOWANIE BEZWIÓROWE

Zasadniczo moment gwintowania bezwiórowego zależy od gatunku obrabianego materiału, średnicy otworu, prędkości obrotowej oraz warunków smarowania. W porównaniu do tradycyjnego gwintowania wiórowego jest on o około 20% większy, jakkolwiek ze względu na stożkowy kształt uformowanej szypki może się nawet podwoić. Zalecane prędkości obrotowe oraz moc wymagana obrabiarki w tabelach.

Do teoretycznych obliczeń można przyjąć wstępne założenie ogólne, że grubość ścianki w miejscu otworu zwiększa się o ok. 1,5 – 2,5 grubości ścianki w głąb. Po uwzględnieniu pierwotnej grubości ścianki otrzymujemy łączną długość gwintu ok. 2-3 grubości ścianki pierwotnej. Dodatkowo, przy zastosowaniu wiertel formujących kołnierz, należy uwzględnić wyływkę o wysokości ok.0,5 grubości ścianki dodatkowo ponad otworem.