

Uddeholm
Vanadis[®] 4 Extra
SuperClean

KRYTYCZNE WŁAŚCIWOŚCI STALI GWARANTUJĄCE

PRAWIDŁOWE DZIAŁANIE NARZĘDZIA

- Właściwa twardość dla danego zastosowania
- Wysoka odporność na zużycie ścierne
- Wysoka ciągliwość

Wysoka odporność na zużycie ścierne jest często związana z niską ciągliwością i odwrotnie.

Jednak w wielu przypadkach optymalna praca narzędzia wiąże się zarówno z wysoką odpornością na zużycie ścierne jak i ciągliwością.

Uddeholm Vanadis 4 Extra SuperClean to stal narzędziowa do pracy na zimno produkowana metodą metalurgii proszków zapewniająca ekstremalnie dobrą kombinację odporności na zużycie ścierne i ciągliwość dla narzędzi o wyjątkowo wysokich wymaganiach.

PRAWIDŁOWA PRODUKCJA NARZĘDZIA

- Obrabialność
- Obróbka cieplna
- Stabilność wymiarowa podczas obróbki cieplnej

Produkcja narzędzi z wysokostopowych stali narzędziowych zawsze stwarzała problemy z obróbką maszynową i obróbką cieplną w porównaniu do stali niskostopowych, co często prowadzi do wzrostu kosztów produkcji narzędzi.

Z powodu starannie zbalansowanego składu stopowego i procesu wytwarzania metodą metalurgii proszków Uddeholm Vanadis 4 Extra SuperClean charakteryzuje się lepszą obrabialnością w porównaniu do stali 1.2379 (AISI D2).

Jedną z głównych zalet Uddeholm Vanadis 4 Extra SuperClean jest jej znacznie lepsza stabilność wymiarowa po hartowaniu i odpuszczaniu niż w przypadku wszystkich innych znanych, wysokogatunkowych stali narzędziowych do pracy na zimno. Oznacza to np., że Uddeholm Vanadis 4 Extra SuperClean jest stalą narzędziową doskonale nadającą się do powłokę CVD.

DANE OGÓLNE

Uddeholm Vanadis 4 Extra SuperClean jest chromowo-molibdenowo-wanadową stalą stopową cechującą się:

- Bardzo dobrą ciągliwością
- Wysoką odpornością na zużycie ścierne i adhezyjne
- Wysoką wytrzymałością na ściskanie
- Dobrą stabilnością wymiarową podczas obróbki cieplnej i w innych procesach
- Bardzo dobrymi właściwościami hartowania na wskroś
- Dobrą odpornością na odpuszczanie
- Dobrą obrabialnością i szlifowalnością

Skład chemiczny %	C	Si	Mn	Cr	Mo	V
	1,4	0,4	0,4	4,7	3,5	3,7
Stan dostawy	Zmiękczone do około 230 HB					
Kod kolorystyczny	Zielony / Białe z czarną linią poprzeczną					

ZASTOSOWANIA

Uddeholm Vanadis 4 Extra SuperClean jest szczególnie przydatny w zastosowaniach, gdzie zużycie adhezyjne i/lub wykruszenia są główną przyczyną defektów narzędzi, np.:

- miękkich / przywierających materiałów, jak austenityczna stal nierdzewna, stal miękka, miedź, aluminium itp., jako materiał roboczy
- materiałów roboczych o większej grubości
- materiałów roboczych o wysokiej wytrzymałości

Uddeholm Vanadis 4 Extra SuperClean jest także wskazany do wykrawania i formowania blach o wysokiej wytrzymałości (AHSS). Materiały te wymagają użycia stali narzędziowej o wysokich wymaganiach odporności na zużycie ścierne i ciągliwości.

Przykłady:

- Wykrawanie i formowanie
- Wykrawanie precyzyjne
- Wyciskanie na zimno
- Prasowanie proszków
- Głębokie tłoczenie, przeciąganie
- Noże
- Podłoże pod nakładanie powłok

WŁAŚCIWOŚCI

WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNE

Stal hartowana i odpuszczona do 60 HRC.

Temperatura	20°C	200°C	400°C
Gęstość kg/m ³ lbs/in ³	7 700 0,278	- -	- -
Współczynnik sprężystości N/mm ² kpsi	206 000 29,8 x 10 ⁶	200 000 29,0 x 10 ⁶	185 000 29,8 x 10 ⁶
Przewodność cieplna - W/m*°C - Btu in (ft ² h*°F)	- -	30 210	30 210
Ciepło właściwe J/kg °C Btu/lb°F	460 0,11	-	-

WSPÓŁCZYNNIK ROZSZERZALNOŚCI CIEPLNEJ

Zakres Temperatury °C	Współczynnik °C od 20
20 - 100	6,1 x 10 ⁻⁶
20 - 200	6,3 x 10 ⁻⁶
20 - 300	6,5 x 10 ⁻⁶
20 - 400	6,7 x 10 ⁻⁶
20 - 500	6,9 x 10 ⁻⁶

ENERGIA UDERZENIA

Średnia wartość energii uderzenia mierzona w temperaturze pokojowej w funkcji twardości pokazana jest poniżej.

Wymiary pręta: Ø 150 mm, próbka pobrana ze środka i badana w kierunku poprzecznym.

Wymiary próbki: 7 x 10 x 55 mm, bez karbu.

Zahartowana w zakresie 940 i 1100 °C.

Czas utrzymania 30 min w zakresie do 1100°C, 15 minut powyżej 1100°C.

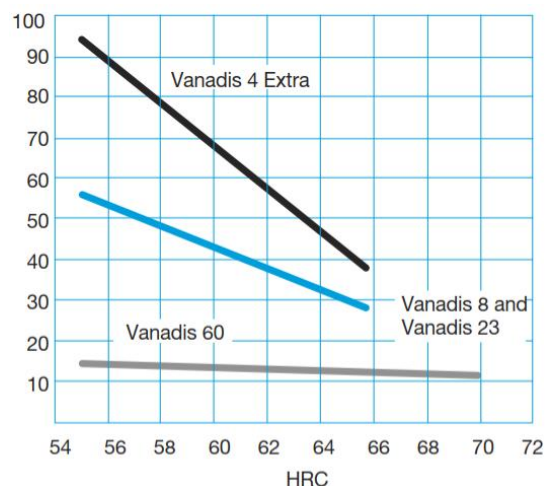
CIĄGLIWOŚĆ

Badanie ciągliwości, bez karbu, CR2 (w kierunku grubości).

Wartość średnią wytrzymałości na uderzenie pokazuje wykres po prawej stronie na górze.

Vanadis 8 SuperClean i Vanadis 23 SuperClean mają tą samą wytrzymałość na uderzenie.

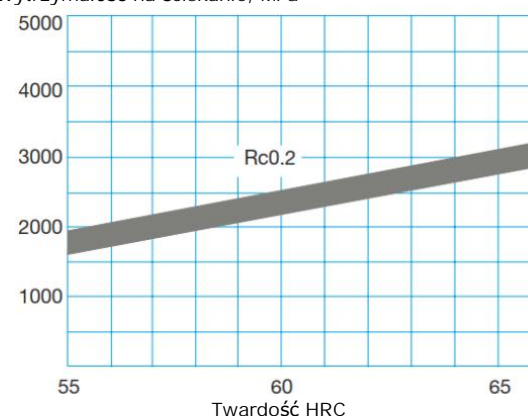
[J]



WYTRZYMAŁOŚĆ NA ŚCIŚKANIĘ

Przybliżona wytrzymałość na ściskanie w funkcji twardości w temperaturze pokojowej.

Wytrzymałość na ściskanie, MPa



WYTRZYMAŁOŚĆ NA ZGINANIĘ I STRZAŁKA UGIĘCIA

Test 4-punktowego zginania

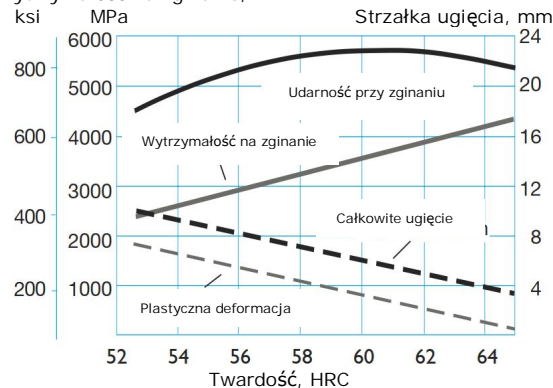
Wymiar próbki: Ø 5 mm (0,2")

Tempo zginania: 5mm/min.

Temperatura austenityzacji: 990-1180°C

Odpuszczanie: 3x1 godzina w temp.560 °C

Wytrzymałość na zginanie,



OBRÓBKA CIEPLNA

WYŻARZANIE ZMIĘKCAJĄCE

Zabezpieczyć stal i nagrzać na wskroś do temp. 900°C. Następnie schładzać w piecu 10°C na godzinę do temp. 650°C, po czym na powietrzu.

ODPREŻANIE

Po zgrubnej obróbce maszynowej należy narzędzie nagrzać na wskroś do temp. 650°C, czas wytrzymania 2 godziny. Schładzać powoli do 500°C a następnie na powietrzu.

HARTOWANIE

Temperatura podgrzewania:
pierwsze: 600-650°C, drugie: 850-900°C.
Temperatura austenitizacji: 940-1180°C,
zwykle 1020 °C.

- W przypadku większych gabarytów, np. >70 mm użyć temp. 1060 °C.
- W celu uzyskania najwyższej odporności na wycieranie użyć temp. 1100-1180°C.

Czas wytrzymywania: 30 minut dla temp. do 1100°C, 15 minut dla temp. powyżej 1100°C.

Uwaga: Czas wytrzymania = czas w temperaturze hartowania, po całkowitym nagraniu narzędzia na wskroś. Skrócenie czasu wytrzymania poniżej zalecanego spowoduje obniżenie twardości.

Podczas hartowania należy zabezpieczyć narzędzie przed odwęgleniem i utlenieniem.

Więcej informacji można znaleźć w broszurze Uddeholm „Hartowanie stali narzędziowych”.

ŚRODKI HARTOWNICZE

- Piec próżniowy z gazem szybkobieżnym o nadciśnieniu minimum 2 bary
- Kąpiel hartowania stopniowego lub w złożu fluidalnym w temp. 200-550°C
- Wymuszony obieg powietrza/gazu

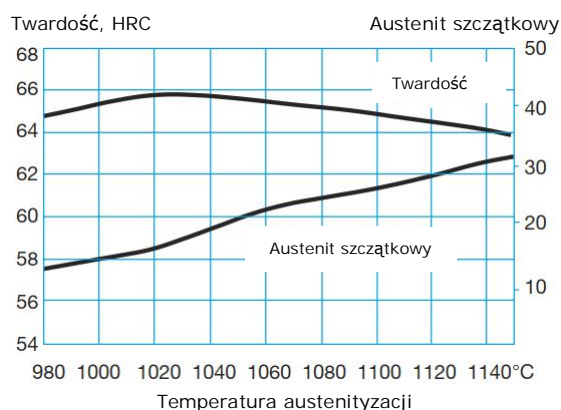
Uwaga: Narzędzie odpuszczać natychmiast jeśli jego temperatura osiągnie 50-70°C.

W celu osiągnięcia optymalnych właściwości narzędzia prędkość studzenia powinna być tak szybka jako to jest możliwe mając na uwadze akceptowalne odkształcenia.

Zbyt wolne chłodzenie będzie skutkowało utratą twardości w porównaniu do wartości pokazanych na krzywych odpuszczania.

Hartować stopniowo, jeśli grubość ścianki przekracza 50 mm, po czym chłodzić wymuszonym obiegiem powietrza.

TWARDOŚĆ I AUSTENIT SZCZĄTKOWY W FUNKCJI TEMPERATURY AUSTENITYZACJI



Element zderzaka samochodu osobowego, narzędzie do wykrawania z Uddeholm Vanadis 4 Extra SuperClean. Blacha o wytrzymałości 1000 MPa, grubość 2 mm. Courtesy of Essa Palau, Barcelona, Hiszpania

ODPUSZCZANI E

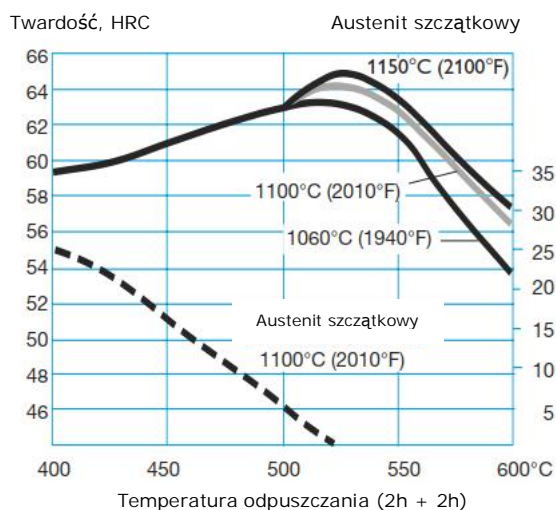
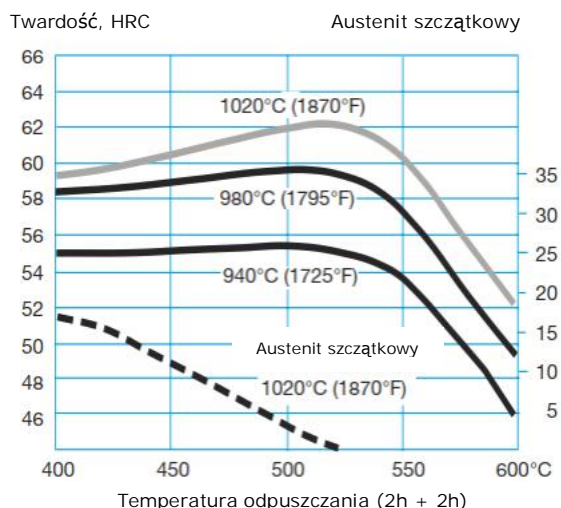
Dobrać temperaturę odpuszczania do żądanej twardości na podstawie wykresu odpuszczania. Odpuszczaj przynajmniej dwukrotnie z pośrednim chłodzeniem do temperatury pokojowej.

W celu osiągnięcia najwyższej stabilności wymiarowej i ciągliwości zaleca się minimalną temp. 540°C oraz trzykrotne odpuszczanie.

Odpuszczanie w temperaturze niższej od 540°C może w jakimś stopniu zwiększyć twardość oraz wytrzymałość na ściskanie, ale może także obniżyć odporność na pękanie oraz stabilność wymiarową. Jakkolwiek jednak obniżając temp. odpuszczania nie odpuszczaj poniżej 520°C.

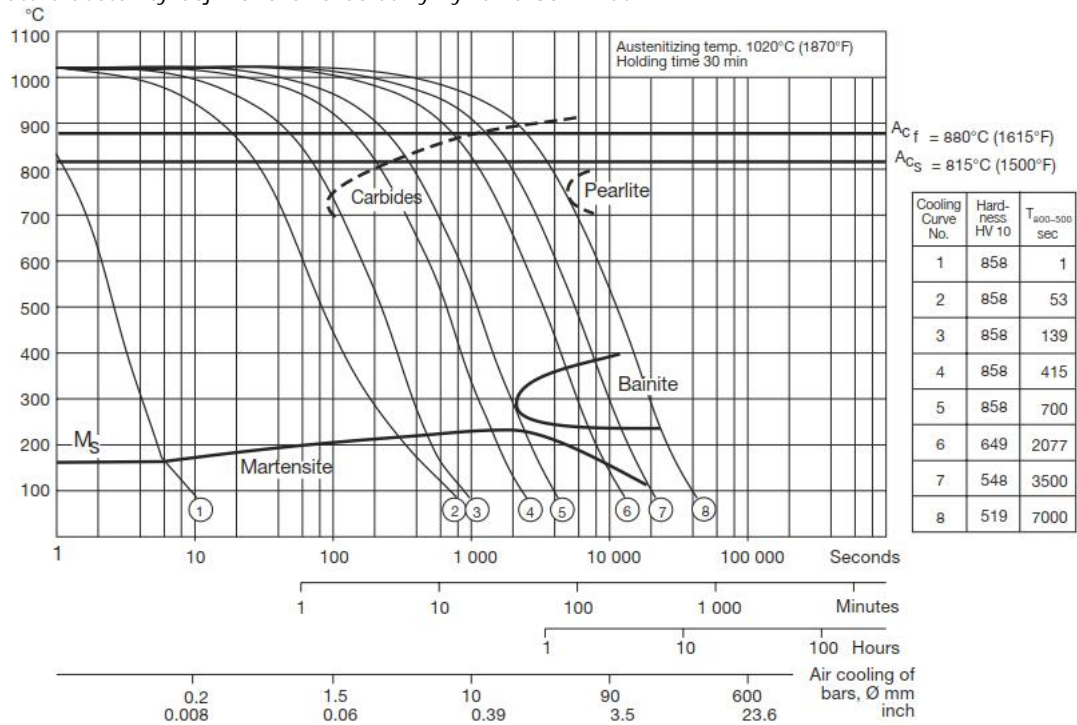
Przy dwukrotnym odpuszczaniu minimalny czas utrzymywania w temperaturze to 2 godziny. Przy trzykrotnym odpuszczaniu minimalny czas utrzymywania w temperaturze to 1 godzina.

Krzywe odpuszczania, na dwóch wykresach, uzyskuje się po obróbce cieplnej próbek o rozmiarze 15 x 15 x 40 mm, chłodzenie w wymuszonym obiegu powietrza/gazu. Można spodziewać się niższej twardości po obróbce cieplnej narzędzi i matryc na skutek takich czynników, jak rozmiar narzędzia i parametry obróbki cieplnej.



Wykres CCT

Temperatura austenizacji 1020°C. Czas utrzymywania 30 minut.



ZMIANY WYMIAROWE PODCZAS HARTOWANIA I ODPUSZCZANIA

Zmiany wymiarowe zostały zmierzone po hartowaniu i odpuszczaniu.

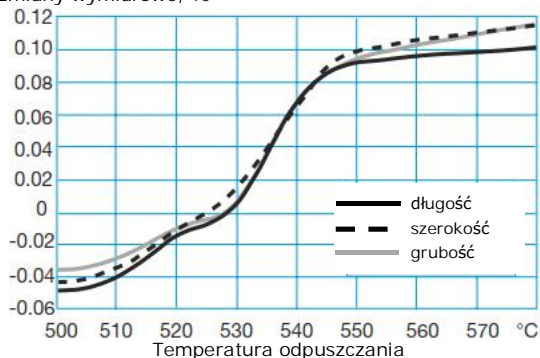
Austenizacja: 1020°C/30 min., chłodzenie w piecu próżniowym z szybkością 1,1°C/s w zakresie temp. 800°C a 500°C.

Odpuszczanie: 2 x 2 godziny w różnych temperaturach.

Wymiary próbki 80 x 80 x 80 mm.

ZMIANY WYMIAROWE W KIERUNKU DŁUGOŚCI, SZEROKOŚCI I GRUBOŚCI PODCZAS HARTOWANIA I ODPUSZCZANIA

Zmiany wymiarowe, %



WYMRAŻANIE

Narzędzia wymagające maksymalnej stabilności wymiarowej powinny być wymrażane według poniższych wskazówek:

Niezwłocznie po hartowaniu element powinien być wymrażany w temp. pomiędzy -70°C a -80°C czas utrzymania: 3-4 godziny, po czym powinno nastąpić odpuszczanie.

W przypadku odpuszczania w wysokiej temp. powinna być ona obniżona o 25°C w celu uzyskania żądanej twardości.

Unikać skomplikowanych kształtów ze względu na ryzyko pęknięcia.

OBRÓBKA POWIERZCHNIOWA

Stal narzędziowa może być poddana obróbce powierzchniowej w celu zredukowania tarcia i podniesienia odporności na ścieranie.

Najpopularniejszymi metodami obróbki są: azotowanie i nakładanie powłok z odpornych na ścieranie warstw nanoszonych w procesach PVD lub CVD.

Wysoka twardość i udarność, w połączeniu z dobrą stabilnością wymiarową, czyni Uddeholm Vanadis 4 Extra SuperClean odpowiednim podłożem do nakładania różnych powłok.

AZOTOWANIE

W wyniku azotowania powstaje twarda warstwa powierzchniowa, która jest odporna na wycieranie i erozję.

UDDEHOLM VANADIS 4 EXTRA SuperClean jest zwykle odpuszczany w wysokiej temperaturze, około 540°C. Oznacza to, że temperatura azotowania nie powinna przekroczyć 525°C. Azotowanie jonowe zaleca się przeprowadzać w temperaturze poniżej temperatury odpuszczania. Twardość powłoki po azotowaniu wynosi około 1150 HV_{0,2kg}.

Grubość warstwy powinna być dobrana w zależności od zastosowania.

Do wykrawania zaleca się grubość warstwy 10-20 µm, a do tłoczenia może wynosić maksymalnie 30 µm.

PVD

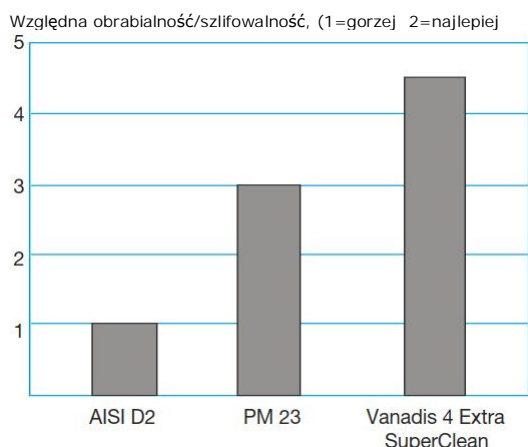
Fizyczne osadzanie fazy gazowej - PVD jest metodą nakładania odpornej na wycieranie powłoki w zakresie temperatur 200 - 500°C.

CVD

Chemiczne osadzanie fazy gazowej - CVD jest metodą do nakładania odpornych na wycieranie powłok w temperaturze około 1000°C. Po obróbce powierzchniowej zaleca się, aby narzędzia były dodatkowo hartowane i odpuszczane w piecu próżniowym

OBRABIALNOŚĆ

Względna obrabialność i szlifowalność dla stali AISI D2 (1.2379), PM 23 i Uddeholm Vanadis 4 Extra SuperClean. Wyższa wartość wskazuje na lepszą obrabialność/szlifowalność.



ZALECANE PARAMETRY OBRÓBKI SKRAWANIEM

Wartości podane poniżej należy traktować jako wskazówki i powinny zostać dostosowane do warunków lokalnych.

Zalecenia w poniższych tabelach są obowiązujące dla Uddeholm Vanadis 4Extra SuperClean w stanie zmiekkczonym do około 230 HB.

TOCZENIE

Parametry obróbki	Toczenie węglnikami		Toczenie narzędziami HSS
	Zgrubne	Dokładne	Dokładne
Prędkość skrawania (v _c) m/min f.p.m.	120-170 395-560	170-220 560-720	15-20 50-65
Posuw (f) mm/ob. i.p.r.	0,2-0,4 0,008-0,016	0,05-0,2 0,002-0,008	0,05-0,3 0,002-0,012
Głębokość cięcia (a _p) mm cal	2-4 0,08-0,16	0,5-2 0,02-0,08	0,5-3 0,02-0,08
Oznaczenie węgla ISO	K20*, P20* lub cermet*	K15*, P15* lub cermet*	-

* Użyć odpornych na wycieranie narzędzi pokrytych CVD

FREZOWANIE

FREZOWANIE CZOŁOWE ORAZ NOŻEM KWADRATOWYM

Parametry obróbki	Frezowanie węglkami	
	Zgrubna	Dokładna
Prędkość skrawania (v_c) m/min f.p.m.	110-150 360-490	150-200 490-655
Posuw (f_z) mm/ząb cal/ząb	0,2-0,4 0,008-0,016	0,1-0,2 0,004-0,008
Głębokość cięcia (a_p) mm cale	2-4 0,08-0,016	- 2 - 0,08
Oznaczenie węgla ISO	K20, P20 Pokryty węgiel* lub cermet	K15, P15 Pokryty węgiel* lub cermet

* Użyć odpornych na wycieranie narzędzi pokrytych CVD

FREZOWANIE WYKONCZAJĄCE

Parametry obróbki	Rodzaj frezowania		
	Stały węgiel	Wkładka z węglków	Narzędzia ze stali HSS ¹⁾
Prędkość skrawania (v_c) m/min f.p.m.	60-80 200-260	110-160 360-525	8-12 26-40
Posuw (f_z) mm/ząb cal/ząb	0,03-0,20 ²⁾ 0,001-0,008 ²⁾	0,08-0,20 ²⁾ 0,003-0,008 ²⁾	0,05-0,35 ²⁾ 0,002-0,014 ²⁾
Oznaczenie węgla ISO	-	K15 Pokryty węgiel lub cermet ³⁾	-

¹⁾ Frezy pokryte ze stali HSS $v_c = 18-24$ m/min (60-80 f.p.m.)

²⁾ W zależności od głębokości promieniowej cięcia i wymiaru noża

³⁾ Użyć odpornych na wycieranie narzędzi pokrytych CVD

WIERCENIE

WIERTŁA KRĘTE ZE STALI SZYBKOTNĄCEJ

Średnica wiertła		Prędkość skrawania (v_c)		Posuw (f)	
mm	cale	m/min	f.p.m.	mm/obr.	i.p.r.
5	3/16	12-14*	40-46*	0,05-0,15	0,002-0,006
5-10	3/16-3/8	12-14*	40-46*	0,15-0,25	0,006-0,010
10-15	3/8-5/8	12-14*	40-46*	0,25-0,30	0,010-0,012
15-20	5/8-3/4	12-14*	40-46*	0,30-0,35	0,012-0,014

* Wiertła pokryte ze stali HSS $v_c=22-24$ m/min (72-80 f.p.m.)

WIERTŁA Z WĘGLIKA

Parametry obróbki	Rodzaj wiertła		
	Wymienne	Stały węgiel	Nakładka z węglków spiekanych ¹⁾
Prędkość skrawania (v_c) m/min f.p.m.	140-160 460-525	80-100 260-330	50-60 165-200
Posuw (f_z) mm/obr. i.p.r.	0,05-0,15 ²⁾ 0,002-0,006 ²⁾	0,08-0,20 ³⁾ 0,003-0,008 ³⁾	0,15-0,25 ⁴⁾ 0,006-0,01 ⁴⁾

¹⁾ Wiertło z wymienną lub lutowaną nakładką z węglków

²⁾ Posuw dla średnicy wiertła 20-40 mm (0,8"-1,6")

³⁾ Posuw dla średnicy wiertła 5-20 mm (0,2"-0,8")

⁴⁾ Posuw dla średnicy wiertła 10-20 mm (0,4"-0,8")

SZLIFOWANIE

Ogólne zalecenia dotyczące tarcz szlifierskich podano poniżej. Dodatkowe informacje dotyczące zalecanych ściernic znajdują się w publikacji Uddeholm „Szlifowanie stali narzędziowych”.

ZALECENIA DOTYCZĄCE TARCZ SZLIFIERSKICH

Rodzaj szlifowania	Stan wyżarzony	Po hartowaniu
Szlifowanie czołowe ściernica prosta	A 46 HV	B151 R50 B3 ¹⁾ A46 HV ²⁾
Szlifowanie czołowe segmenty	A 24 GV	A46 FV ²⁾
Szlifowanie cylindryczne	A 60 KV	B151 R75 B3 ¹⁾ A60 KV ²⁾
Szlifowanie wewnętrzne	A 60 JV	B151 R75 B3 ¹⁾ A60 KV ²⁾
Szlifowanie profilowe	A100 LV	B126 R100B 6 ¹⁾ A 80 JV ²⁾

¹⁾ Zaleca się użycie tarczy CBN

²⁾ Wskazane są tarcze szlifierskie zawierające ceramikę Al_2O_3

OBRÓBKA ELEKTROISKROWA (EDM)

Jeżeli proces obróbki elektroiskrowej (EDM) odbywa się na materiale zahartowanym i odpuszczonym należy proces zakończyć „precyzyjną obróbką iskrową”, tzn. niski prąd, wysoka częstotliwość. W celu uzyskania optymalnego wyniku obróbki elektroiskrowej (EDM) powierzchnia powinna być po procesie szlifowana / polerowana, a narzędzie odprężone w temp. o ok. 25°C niższej od pierwotnej temp. odpuszczania.

W przypadku obróbki elektroiskrowej dużych rozmiarów lub skomplikowanych kształtów Uddeholm Vanadis 4 Extra SuperClean powinien być odpuszczany w wysokich temp., powyżej 540°C.

WZGLĘDNE PORÓWNANIE
STALI DO PRACY NA ZIMNO UDDEHOLM

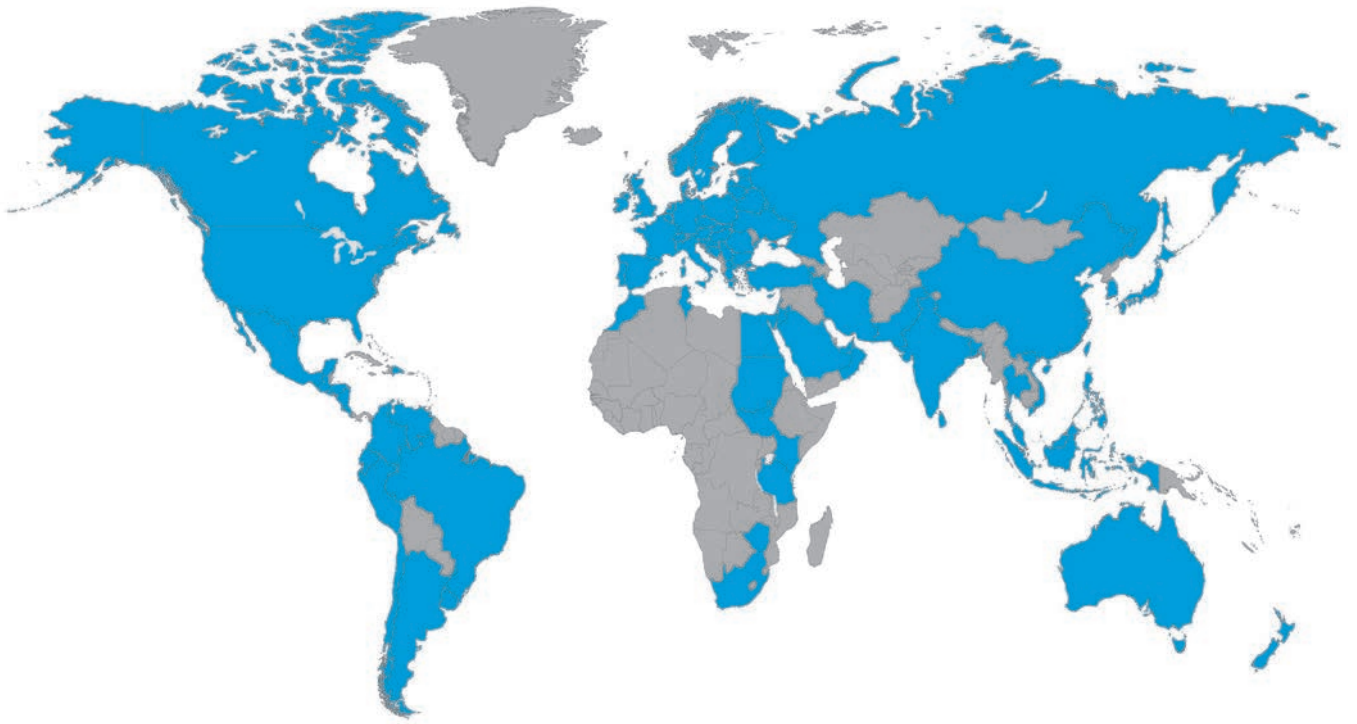
WŁAŚCIWOŚCI MATERIAŁU I ODPORNOŚĆ NA MECHANIZM ZUŻYCIA

Gatunek Uddeholm	Twardość, odporność na plast. deformację	Obrabialność	Szlifowalność	Stabilność wymiarowa	Odporność na		Odporność na pęknięcia zmęczeniowe	
					Zużycie ścierne	Zużycie adhezyjne, przywieranie	Ciągliwość, odporność na łuszczenie	Udarność, odporność na pęknięcie
Konwencjonalne stale narzędziowe do pracy na zimno								
Arne	■	■	■	■	■	■	■	■
Calmax	■	■	■	■	■	■	■	■
Caldie (ESR)	■	■	■	■	■	■	■	■
Rigor	■	■	■	■	■	■	■	■
Sleipner	■	■	■	■	■	■	■	■
Sverker 21	■	■	■	■	■	■	■	■
Sverker 3	■	■	■	■	■	■	■	■
Stale narzędziowe wytapiane metalurgią proszków								
Vanadis 4 Extra*	■	■	■	■	■	■	■	■
Vanadis 8*	■	■	■	■	■	■	■	■
Vancron 40*	■	■	■	■	■	■	■	■
Stale szybko tnące wytapiane metalurgią proszków								
Vanadis 23*	■	■	■	■	■	■	■	■
Vanadis 30*	■	■	■	■	■	■	■	■
Vanadis 60*	■	■	■	■	■	■	■	■
Konwencjonalna stal szybko tnąca								
AISI M2	■	■	■	■	■	■	■	■

* Narzędziowe stale proszkowe Uddeholm SuperClean

Dalsze informacje

Prosimy o kontakt z lokalnym biurem Uddeholm w celu uzyskania dodatkowych informacji dotyczących doboru obróbki cieplnej, zastosowań i dostępności stali narzędziowych Uddeholm.



Network of excellence

Uddeholm is present on every continent. This ensures you high-quality Swedish tool steel and local support wherever you are. We secure our position as the world's leading supplier of tooling materials.