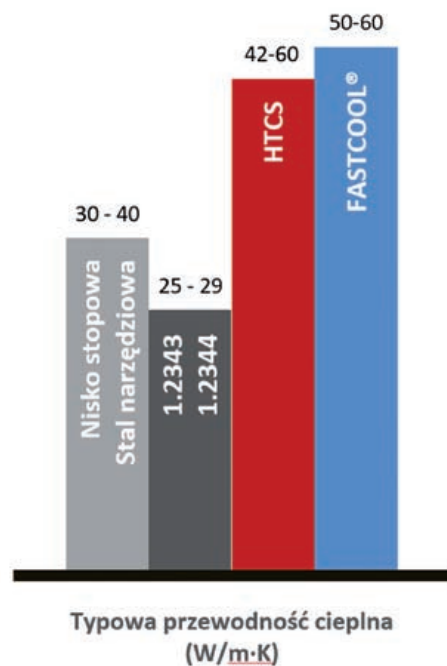


Stal HTCS® – co to właściwie jest?

Tytułowa zagadka czyli HTCS® to angielski akronim od nazwy High Thermal Conductivity Steel (pol. stal o wysokiej przewodności cieplnej). Jest kilka hut stali, które starają się wyprodukować stal narzędziową o wyższej niż typowa dla stali narzędziowej przewodności cieplnej. Jedna z nich ma zastrzeżone patenty na przekroczenie magicznej liczby 50W/mK w stali. W tym artykule postaram się krótko napisać o tym, jaka jest typowa przewodność cieplna stali i czemu to podwyższanie przewodności ma służyć przy budowie niektórych narzędzi.

Przewodność cieplna różnych stali zależy od ich składu chemicznego i struktury, także od samej czystości tego popularnego materiału. Typowy podział stali narzędziowych obejmuje: stale do pracy na gorąco, do pracy na zimno, stale szybko tnące itd. W zasadzie nie spotkałem firmy, która specjalnie zajmuje się przewodnością cieplną stali narzędziowych do pracy na zimno. Skoro pracują „na zimno” czyli rozgrzewają się do maksymalnie 100 – 120°C, a ciepło powstające z tarcia odprowadza ze strefy pracy chłodziwo, sama stal nie ma wiele do zrobienia. Sytuacja zmienia się przy wtryskowym formowaniu tworzyw sztucznych czy ciśnieniowym formowaniu metali, gdzie przestrzeń robocza jest niejako zamknięta. W tych procesach odprowadzenie ciepła czy rozgrzanie narzędzia do odpowiedniej temperatury jest istotne. Co więcej, stosunkowo łatwo daje się przeliczyć efekt ekonomiczny zastosowania materiałów o wyższej niż normalna przewodności cieplnej. Co zatem znaczyła „normalna” przewodność cieplna? Popularna stal narzędziowa na formy i korpusy form 1.2311 (P20, M201 itp.) ma przewodność cieplną ok. 33W/mK przy 250°C. W temperaturze pokojowej ma wyższą. Tylko w stanie wyżarzonym też wyższą, ale stosuje się ją typowo jako ulepszoną cieplnie do twardości 30 HRC i wtedy przewodność cieplna spada, bo zmienia się struktura stali. Rodzi się zatem pytanie: czy zastosowanie stali trwalszej, lepiej się polerującej i droższej, w dodatku nazwanej „do pracy na gorąco” jak stal 1.2343 (WCL, W300 itp.) spowoduje szybsze odprowadzanie ciepła? Stal 1.2343 stosujemy na wkładki ulepszając ją wyżej niż stal 1.2311, najczęściej do twardości 45-52 HRC. Będzie zatem na pewno trwalsza, ale... przewodność cieplna stali do pracy na gorąco jest niższa niż 1.2311 i w 250°C wynosi około 28 W/m*K. W obu przypadkach tych stali przewodność cieplna maleje wraz ze wzrostem temperatury pracy. Z ciekawości sprawdziłem przewodność cieplną stali do pracy na zimno. Najpopularniejsza stal do pracy na zimno 1.2379 (NC11LV, D2, K110 itp.) ma w temperaturze pokojowej przewodność cieplną 16,7 W/mK, która w przypadku tej stali lekko rośnie do 20,5 W/mK przy temperaturze 350°C. Jak pisałem jest to efekt różnej zawartości węgla, dodatków stopowych i w efekcie struktury samej stali zmieniającej się wraz z obróbką cieplną.



Rozpisałem się o przewodności cieplnej stali narzędziowych „normalnych”, typowych. Ktoś mógłby zapytać: ale dlaczego walczyć o wyższą przewodność? Ponieważ osiągniemy wówczas szybsze nagrzewanie się i studzenie narzędzia. No i oczywiście zadbamy o ekologię, a pośrednio o swoją kieszeń, bo zużyjemy mniej energii. I to w „obie” strony. Często narzędzie musi być podgrzane, aby detale dobrze się formowały i studzone szybko, by wypadł już usztywniony, a nie prawie rozpułwał się gubiąc kształt czy wymiary przy wstępnej kontroli jakości. Takim typowym przykładem, gdzie rodzi się problem ze złym studzeniem są rozmaite plastikowe wiaderka, pojemniki, doniczki. Rzeczy duże ze stosunkowo cienkimi ściankami. Powinny mieć z reguły płaskie

	Przewodność cieplna	Polerowalność	Odporność na zużycie	Maksymalna twardość	Obróbka cieplna
1.2344 (H13)	+++	+++++++	+++++	54 HRC	Hartowanie i odpuszczanie
FASTCOOL® 50	+++++++	+++++++	+++++++	54 HRC	Hartowanie i odpuszczanie
HTCS®130	+++++++	+++++++	+++++	52 HRC	Hartowanie i odpuszczanie
1.2311/P20	++++	+++++	+	325 HB	Wstępnie ulepszona QT
FASTCOOL® 10	+++++++	+++++	++	320 HB	Wstępnie ulepszona QT
FASTCOOL® 20	+++++++	+++++	+++	420 HB	Wstępnie ulepszona QT

Tab. 1. Przewodność cieplna, polerowalność, odporność na zużycie, maksymalna twardość i obróbka cieplna wybranych gatunków stali.

dno. Pojemnik studzący się za wolno będzie miał wypukłe, jakby zwiększone dno i nie będzie stał dobrze, stabilnie. Problemem do wykonania są rozmaite cienkościenne skrzynki, obudowy elektryczne. Przy złym studzeniu ścianki wykrzywają się i jest duży procent braków, ewentualnie przy liberalnej kontroli jakości duży procent niezadowolonych klientów. Często rozwiązaniem problemu z kiepskim studzeniem jest użycie brązów berylowych czy innych wysoko przewodzących ciepło stopów miedzi. Nie zapewniają one jednak dostatecznie wysokiej trwałości wkładki formujących.

Wycierają się szybciej od stali, co oznacza konieczność przygotowania kilku zamienników wkładek (znany taki przykład zatyczek od producenta markerów i długopisów), ewentualnie pękają, bo mimo posiadania „jakiejs” twardości, nie mają jej tak dużej jak stal. Przykładem może tu być produkcja adaptera elektrycznego z tworzywa PA6.6 wtryskiem w 290°C. Detal robiony początkowo we wkładkach ze stali do pracy na gorąco 1.2343 miał przypalenia, a wydajność była niska. Zastosowanie brązu berylowego na wkładki poprawiło wydajność, tzw. szybkość produkcji, ale z kolei trwałość wkładek z brązu o twardości ledwie 94HB była niska. Zastosowanie stali HTCS® 130 usunęło zarówno przypalenia jak i pozwoliło na dziesięciokrotny wzrost trwałości wkładki.

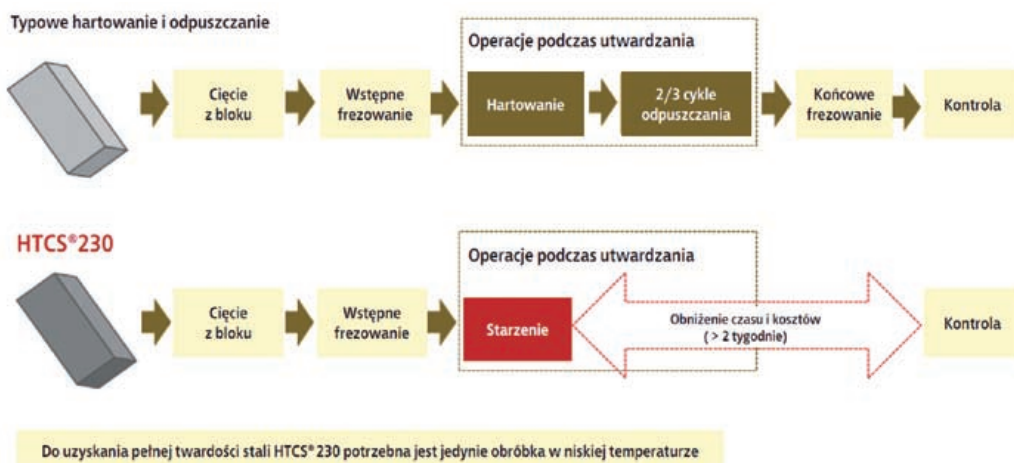
Błędów w produkowanych detalach, które to błędy spowodowane są zbyt niską przewodnością cieplną formy wtryskowej można uniknąć stosując odpowiednie materiały. Są oczywiście symulatory wtrysku, gdzie można zobaczyć na ile poprawia się przepływ tworzywa i studzenie wkładki przy stosowaniu stali z grupy HTCS® czy tańszych nieco stali Fastcool®. Jedne i drugie stale produkowane są w Hiszpanii przez hutę Rovalma S.A. W numerze 2/2020 Forum Narzędziowego pisaliśmy o innowacyjności tych stali. Stale HTCS® znane są w Europie od 2006 roku, nowsze od nich stale Fastcool® obecne są na rynku narzędziowym od 2016 roku.

Większość z wymienionych powyżej gatunków stali o dużej przewodności cieplnej (różne stale Fastcool®) dostarczana jest w stanie wstępnie ulepszonym cieplnie, czyli po hartowaniu i odpuszczaniu, by osiągnąć pożądaną twardość. Tylko Fastcool®-50 wymaga od narzędziowców tradycyjnej obróbki cieplnej. Możemy wybierać w kilku wykonaniach tych stali (Tab. 1.).

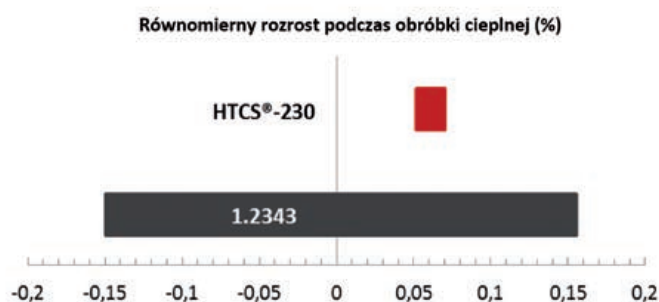
Z kolei stale HTCS®, tworzone z myślą o zastosowaniach przy ciśnieniowym formowaniu metali dostarczane są w stanie wyżarzonym zmniejszając i w zasadzie wymagają późniejszej obróbki cieplnej. Gatunek HTCS® 130 wymaga hartowania w temperaturze ponad 1000°C i kilkukrotnego odpuszczenia. Można wówczas uzyskać twardość ponad 52 HRC.

Z kolei stal HTCS® 230 jest innowacyjną stalą o całkiem innym podejściu do obróbki cieplnej co widać na schemacie obok. Utwardzanie tej stali następuje przez starzenie, jest to tzw. utwardzanie wydzielinowe. Wymagane jest podgrzanie stali do temperatury ok. 600°C, wytrzymanie w niej i studzenie. Unikamy wielokrotnego procesu (kilkakrotnego odpuszczania), usuwamy przy okazji naprężenia po obróbce mechanicznej dostając równą twardość w całym przekroju. Zważywszy na to, że HTCS® 230 jest stalą do pracy na gorąco, twardość wyrównana w całym przekroju jest też zaletą w porównaniu do 1.2343. Dzięki procesowi starzenia stali otrzymujemy twardość około 52 HRC, która może jeszcze być podniesiona przez np. azotowanie.

Osobną zaletą, o której warto też wspomnieć, jest minimalna zmiana wymiarów podczas obróbki cieplnej (wykres powyżej).



Większość stali, także 1.2343 czy 1.2344 zmienia podczas hartowania swoje wymiary, często różnie w różnych kierunkach (ok. 0,15%). Jest to spowodowane strukturą tych stali i nierównym rozrostem ziaren w różnych kierunkach. Stal HTCS® 230 podczas starzenia zmienia wymiar TAK SAMO we wszystkich kierunkach i to w o wiele mniejszym stopniu niż typowe stale do pracy na gorąco (tylko ok. 0,06%). Można zatem przewidzieć kształt końcowy narzędzia po obróbce cieplnej i uniknąć dodatkowych wielkich obróbek skrawaniem.



Kolejną zaletą stali HTCS® 230, o jakiej chciałem wspomnieć, jest oszczędność czasu w osiągnięciu finalnego kształtu i własności wkładki. Skoro nie musimy wysłać stali do specjalistycznej hartowni, tylko wykonamy jednoprosową, prostą obróbkę w swojej narzędziowni (starzenie w 600°C) zyskujemy ponad tydzień i dostajemy element o nieporównywalnej do stali wstępnie ulepszonych cieplnie twardości (52 HRC vs 32-44 HRC).

Reasumując, stale HTCS® to nowoczesny i innowacyjny produkt huty Rovalma S.A., który ma zapewnić zakładom przetwórstwa tworzyw sztucznych jeszcze szybszą pracę formy, jej większą trwałość niż przy stosowaniu brązów. Dodatkowo bonus ze stosowania stali HTCS® to mniejsza liczba braków spowodowanych złym studzeniem wypraski. Braków w porównaniu do przypadku zastosowania tradycyjnych stali narzędziowych o niższej przewodności cieplnej jak 1.2343 (WCL, W300 itp.). Nie wiem czy już teraz przekonałem do stosowania, ale z przyjemnością przygotujemy dla Państwa w Oberonie oferty na elementy ze stali HTCS®!

Robert Dyrda

OBERON

OBERON® Robert Dyrda

Ul. Cicha 15, 88-100 Inowrocław,

Tel.: (52) 354 24 00,

e-mail: oberon@oberon.pl, www.oberon.pl