

Ocena efektywności wygniataania gwintów w stopach magnezu

Estimate of the effectiveness thread forming in magnesium alloys

MAREK KOŁODZIEJ
MACIEJ KOWALSKI *

DOI: 10.17814/mechanik.2016.10.426

W artykule przedstawiono wyniki badań nad możliwością zastosowania wstępnego podgrzania stopów magnezu w celu uzyskania lepszej jakości oraz wytrzymałości na zrywanie podczas wygniataania gwintów. Uzyskane wyniki porównano z gwintami wykonanymi tradycyjnymi gwintownikami skrawającymi.

SŁOWA KLUCZOWE: gwint, stopy magnezu

The article presents results of research on the possibility of using pre-heat the magnesium alloys in order to achieve better quality and tensile strength during the thread forming. The results were compared with conventional threads made screw tap.

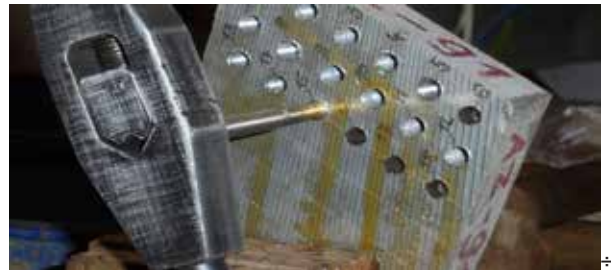
KEYWORDS: thread, magnesium alloys

Połączenia gwintowe są dziś często stosowane w budowie maszyn, a także w życiu codziennym. Służą przede wszystkim do łączenia elementów, pełnią również funkcje przenośnika siły oraz ruchu. Jedną z metod kształtowania plastycznego gwintów wewnętrznych jest proces wygniataania, który polega na wyciskaniu gwintu wewnątrz obrabianego materiału narzędziem o spiralnie ukształtowanej części formującej. Spiralny gwint, poprzez poligonalnie (wielokątnie) ukształtowaną część wygniataaka, jest „wkręcany” do wywierconego otworu z odpowiednim, stałym posuwem zgodnym z podziałką gwintu. Profil gwintu jest wciskany w materiał gwintowanego otworu stopniowo poprzez stożek prowadzący (nakrój) [1÷4]. Podczas procesu nagniatania gwintów nie dochodzi do przerwania włókien w materiale obrabianym, co ma miejsce podczas obróbki skrawaniem. Dzięki temu następuje powierzchniowe utwardzenie materiału, a co za tym idzie zwiększenie wytrzymałości zwojów gwintu na ścinanie, zginanie oraz naciski powierzchniowe [5].

Metodyka badań

Badaniom poddano stopy odlewnicze na bazie magnezu AZ91 oraz AM60. Stopy te charakteryzują się dobrą lejnością oraz dobrym stosunkiem masy do wytrzymałości. Do badań wybrano jeden z wielu możliwych do wykonania gwintów (z uwagi na jego szerokie zastosowanie) – gwint metryczny M6. Próbkę do badań przygotowano w postaci „plastrów” o grubości od 20 do 22 mm, które zostały odcięte z półwyrobów w postaci wlewków. Aby w pełni wykorzystać powierzchnię próbek, naniesiono na nie siatki ustalające położenie kolejnych otworów. Aby uniknąć odkształcania się otworów podczas obróbki gwintownikiem i gniotownikiem, został przyjęty minimalny odstęp pomiędzy krawędziami sąsiednich otworów wynoszący 6 mm. Do wykonania otworów i ich nagwintowania posłużono się wiertłami o średnicach: $\varnothing 5$ mm oraz $\varnothing 5,5$ mm. Do wykonania gwintów zastosowano gwintownik skrawający VIS M6-6H oraz

gwintownik wygniatający EMUGE M6-6HX. Ponadto, aby proces wygniataania przebiegał poprawnie, konieczne było zapewnienie odpowiedniego smarowania. Ponieważ otwory były wygniataane w temperaturze dochodzącej do 350°C , zastosowano olej FLOWDRILL FTMZ, znajdujący zastosowanie w procesach gwintowania w podwyższonej temperaturze oraz wiercenia termicznego. Próbkę zostały nagwintowane ręcznie, aby uniknąć ich nadmiernego ochłodzenia podczas przenoszenia z pieca na wiertarkę i mocowania na jej stole. Dzięki temu czas od wyjęcia próbki z pieca do jej nagwintowania nie przekraczał 60 s. Przebieg procesu gwintowania przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Przebieg procesu gwintowania gwintownikiem wygniatającym

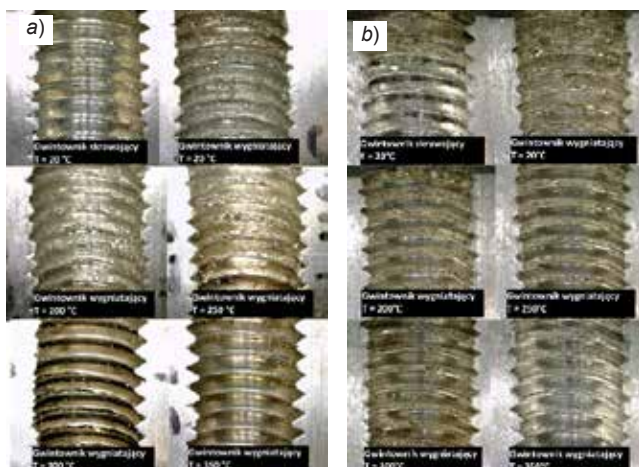
W celu porównania wyników uzyskanych dla różnych wartości temperatury wstępnego podgrzania gwinty zostały wykonane w następującej temperaturze: 20°C ; 200°C ; 250°C ; 300°C ; 350°C . Do podgrzania próbek wykorzystano piec laboratoryjny. Wykonane gwinty poddano oględzinom wizualnym za pomocą mikroskopu laboratoryjnego oraz zrywaniu gwintu za pomocą klucza dynamometrycznego.

Wyniki badań

Analizę jakości powstałych gwintów rozpoczęto od oględzin wizualnych i ustalenia, czy otrzymane gwinty odznaczają się właściwym zarysem uzwojenia, oraz porównania ich z gwintem wzorcowym, wykonanym w temperaturze otoczenia za pomocą gwintownika skrawającego. Na rys. 2 przedstawiono zestawienie gwintów wykonanych dla różnych wartości temperatury wstępnego podgrzania w stopach magnezu AM-60 i AZ-91.

Porównując fotografie przedstawiające uzwojenia gwintów w obu stopach, wykonane gwintownikiem skrawającym i wygniatającym w temperaturze otoczenia, można jednoznacznie stwierdzić, że metoda wygniataania nie daje zadowalających efektów i nie pozwala na uzyskanie gwintu o prawidłowym zarysie. Niedostateczna plastyczność stopu magnezu w tej temperaturze uniemożliwia prawidłowe płynięcie materiału i w efekcie – ukształtowanie się zwojów gwintu, których wierzchołki ulegają skruszeniu. Powoduje to powstawanie wiórów, które dyskwalifikują proces obróbki plastycznej. Ponadto tworzące się w początkowej fazie gwintowania wióry zapychają wręby gniotownika i powodują jeszcze rozleglejsze uszkodzenia powstającego uzwojenia.

* Dr inż. Marek Kołodziej (marek.kolodziej@pwr.edu.pl), dr inż. Maciej Kowalski (maciej.kowalski@pwr.edu.pl) – Katedra Obrabiarek i Technologii Mechanicznych Politechniki Wrocławskiej



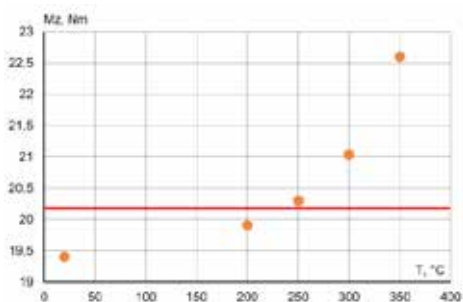
Rys. 2. Jakość powierzchni gwintu w stopie: a) AZ-91, b) AM-60, w zależności od temperatury wstępnego podgrzania

W wyniku dalszej analizy i porównania próbek wykonanych metodą wygniatania, ale dla różnej temperatury podgrzania materiału, daje się zauważyć, że wraz ze wzrostem temperatury w zakresie 20÷350 °C uzyskano poprawę stanu powierzchni gwintu oraz zmniejszenie się ubytku wysokości uzwojenia. Wynika to niewątpliwie ze zwiększenia plastyczności materiału, co umożliwia dokładniejsze wypełnienie wrębów gwintownika. Dla stopu AM-60 opisane procesy przebiegają płynnie, natomiast w przypadku stopu AZ-91 daje się zauważyć znaczącą różnicę w jakości między gwintami wykonanymi w temperaturze 250 i 300 °C. W temperaturze powyżej 300 °C materiał wydaje się uzyskiwać wystarczającą plastyczność, co pozwala na powstanie charakterystycznych kieszeni na wierzchołkach zarysu gwintu (rys. 3). Jest to zjawisko pożądane w tym rodzaju obróbki i nie wpływa negatywnie na wytrzymałość przyszłego połączenia.

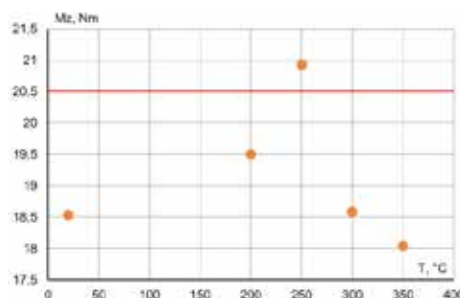


Rys. 3. Widok kieszeni na wierzchołku uzwojenia gwintu

W kolejnym etapie przeprowadzono badania wytrzymałościowe, które polegały na zrywaniu wykonanych gwintów i pomiarze maksymalnego momentu, dla którego nastąpiło zniszczenie uzwojenia. Odczyt momentu zrywającego był możliwy dzięki zastosowaniu nasadki dynamometrycznej na klucz nasadowy. Do badań zastosowano śruby M6x20 wykonane w 10.9 klasie dokładności. Gwint poddawano zrywaniu na długości 10,4 mm. Wyniki przeprowadzonych badań zamieszczono na rys. 4 dla stopu AZ-91 i na rys. 5 dla stopu AM-60. Czerwoną linią oznaczono wytrzymałość gwintu nacinanego gwintownikiem skrawającym, która stanowi wartość odniesienia.



Rys. 4. Przebieg maksymalnego momentu zrywającego dla stopu AZ-91 w zależności od temperatury wstępnego podgrzania



Rys. 5. Przebieg maksymalnego momentu zrywającego dla stopu AM-60 w zależności od temperatury wstępnego podgrzania

Zauważalny jest wyraźny trend rosnący na wykresie wyników momentu zrywającego, który uzyskano dla próbek wykonanych w stopie AZ-91. Porównując gwinty dla tego stopu, wykonane w temperaturze otoczenia gwintownikiem skrawającym i wygniatającym, należy stwierdzić, że wygniatanie daje gwinty dużo gorsze pod względem wytrzymałości na zrywanie. Jednakże zwiększanie temperatury wstępnego podgrzania próbki daje stopniowy wzrost wytrzymałości gwintów. Największą wytrzymałość uzyskano przy maksymalnej temperaturze, dla której wykonywano badania doświadczalne.

Zdecydowanie inaczej zachowuje się stop magnezu AM-60, dla którego podwyższanie temperatury nie daje zwiększenia wytrzymałości na zrywanie. Faktem jest, że w niemal całym zakresie rozpatrywanej temperatury wygniatane gwinty odznaczały się gorszą wytrzymałością niż gwinty skrawane. Różnice w uzyskanych wynikach dla stopu AZ-91 i AM-60 należy tłumaczyć różnicami w składzie chemicznym i związanymi z tym właściwościami badanych stopów.

Podsumowanie

Na podstawie uzyskanych wyników pomiarów wytrzymałości i kształtu zarysu gwintów oraz zdjęć mikroskopowych stwierdzono, że zastosowanie gwintownika wygniatającego pozwoliło na wzrost jakości oraz wytrzymałości gwintu jedynie dla stopu AZ-91 podgrzanego wstępnie do najwyższej analizowanej temperatury. Niestety miejscowe podgrzanie materiału do temperatury sięgającej 350 °C rodzi liczne problemy, jak chociażby wybór metody podgrzania (np. indukcyjne, oporowe, płomieniowe), koszt poświęconej na to energii oraz czas całego procesu. Dopiero po uwzględnieniu tych czynników można podjąć racjonalną decyzję, co do wyboru metody gwintowania.

Osobnym zagadnieniem jest problem tworzenia się wiórów podczas wygniatania w niedostatecznie nagrzanym materiale. W konwencjonalnych konstrukcjach z takich materiałów, jak stal czy aluminium, nie stanowiłoby to problemu, o ile by nie skutkowało osłabieniem połączenia. Jednak wióry i pył magnezowy odznaczają się znaczną łatwopalnością i ich obecność dyskwalifikuje element do pracy w temperaturze grożącej zapłonem. W takim wypadku alternatywnym rozwiązaniem może być zastosowanie wkładek gwintowych.

LITERATURA

1. Łyczko K. „Technologia walcowania gwintów zewnętrznych”. Warszawa, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne. 2010.
2. Łyczko K. „Gwintowniki wygniatające”. Warszawa, Wydawnictwo WNT. 2013.
3. Oczko K., Kawalec A. „Kształtowanie metali lekkich”. Warszawa, Wydawnictwo Naukowe PWN. 2012.
4. Okoński S., Moszumański R., Tabor A. „Jakość gwintów wewnętrznych walcowanych i nagniatanych głowicami rolkowymi”. Kraków, Politechnika Krakowska. 2010.
5. Przybylski W. „Technologia obróbki nagniataniem”. Warszawa, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne. 1987.