

Stefan Paweł Gadał
Jan Kaczmarek
Wiera Oliferuk
Elżbieta Pieczyńska
Zakład Układów Mechanicznych

WPLYW OBRÓBKI POWIERZCHNIOWEJ NA PROCES MAGAZYNOWANIA
ENERGII PODCZAS ROZCIĄGANIA STALI 1H18N9T

1. WPROWADZENIE

Obróbkę powierzchniową części maszyn stosuje się w celu nadania im ostatecznego kształtu oraz odpowiednich, zgodnych z przeznaczeniem właściwości użytkowych. Rodzaj obróbki jest zwykle dobierany metodą prób i błędów. Otwarte nadal pozostaje pytanie: w jaki sposób odpowiedni rodzaj obróbki powierzchniowej wpływa na procesy zachodzące podczas obciążeń metalu. Odpowiedź na to pytanie będzie można uzyskać stosując metody pozwalające na badanie zmian właściwości metalu w czasie trwania obciążeń. Jedną z takich metod jest badanie przebiegu magazynowania energii podczas odkształceń plastycznych metalu.

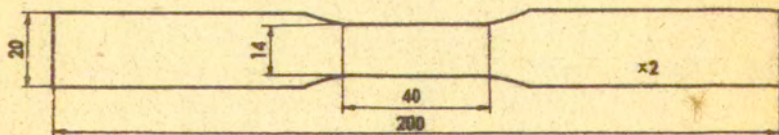
Definicję energii zmagazynowanej i metodę jej wyznaczania przedstawiono w artykule zamieszczonym na początku niniejszego zeszytu. Opisana tam metoda pomiaru energii zmagazynowanej umożliwia badanie wpływu historii materiału na proces magazynowania energii podczas rozciągania.

W niniejszej pracy przedstawiono wyniki badań wpływu szlifowania i obróbki elektrochemicznej na przebieg procesu magazynowania energii podczas rozciągania stali 1H18N9T oraz próbę wyjaśnienia różnic w tych przebiegach.

2. OPIS EKSPERYMENTU I WYNIKI BADAŃ

Badania prowadzono na próbkach ze stali 1H18N9T. Materiałem wyjściowym były arkusze blachy grubości 3,4 mm walcowanej na gorąco. Próbki wykonane z pasków o wymiarach 200x20x3,4 mm ciętych zgodnie z kierunkiem walcowania. Powierzchnie pasków szlifowano, a następnie frezowano do odpowiedniego kształtu. Grubość usuwanej przez szlifowanie warstwy zależała od rodzaju dalszej obróbki. Próbki przeznaczone do obróbki elektrochemicznej szlifowano do grubości 3 mm, natomiast pozostałe do grubości 2,1 mm i 2,0 mm. Następnie, dla uzyskania jednorodności struktury, wygrzewano je w próżni w temperaturze 1070°C przez 40 min. Chłodzenie prowadzono tak, aby zapobiec wydzieleniu się węglików i powstawaniu naprężeń, a więc: najpierw następowało szybkie chłodzenie do 500°C, następnie przetrzymanie przez 5 godz. w temperaturze 400°C i studzenie wraz z piecem do temperatury otoczenia /taka obróbka cieplna nazywa się przysycaniem/. Próbki grubości 3 mm obrabiano elektrochemicznie /ECM/. Podczas tej obróbki ich grubość zmniejszała się do 2 mm. Próbki o grubości 2,1 mm szlifowano mechanicznie /ANM/.

W wyniku obróbki otrzymano próbki o jednakowych wymiarach /rys.1/, różniące się rodzajem i parametrami obróbki, a mianowicie:



Rys. 1. Kształt i wymiary próbek

- po obróbce elektrochemicznej /oznaczane dalej ECM/,
- po szlifowaniu tarczami elektrokorundowymi /oznaczano AMM/,
- nie poddane po wygrzewaniu żadnej obróbce /oznaczane SO/.

Tak przygotowane próbki rozciągano na maszynie wytrzymałościowej Instron typ 1251 przy stałej szybkości traversu równej 10 mm/min.

Długość bazy pomiarowej ekstensometru wynosiła 25 mm.

Podczas rozciągania rejestrowano zależność siły od wydłużenia, zależności siły i wydłużenia od czasu oraz w wybranych odstępach czasu /około 10s/ temperaturę powierzchni roboczej próbki.

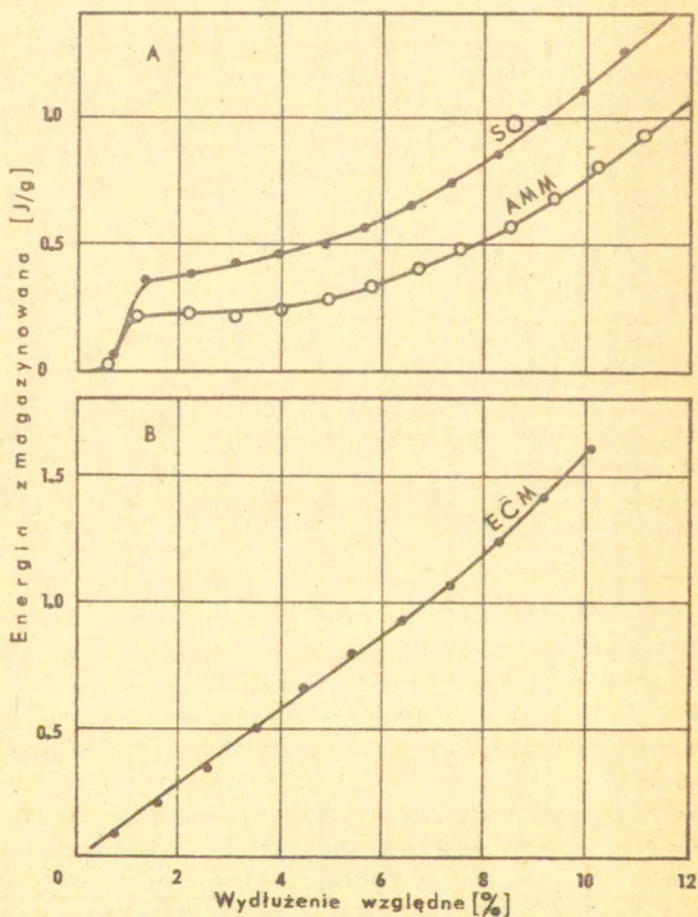
W wyniku badań otrzymano zależności energii zmagazynowanej od wydłużenia próbek /rys.2/. Wykres A dotyczy próbek po wygrzewaniu /SO/ i po szlifowaniu tarczami elektrokorundowymi wykres B - próbek po obróbce elektrochemicznej /ECM/. Każdą krzywą przedstawioną na rys. 2 otrzymano w wyniku pomiarów prowadzonych na pięciu próbkach. Podane wartości energii zmagazynowanej odniesione są do jednostkowej masy.

3. DYSKUSJA OTRZYMANYCH WYNIKÓW.

Przedstawione na rys. 2 zależności dotyczą próbek o jednakowych wymiarach, różniących się tylko rodzajem i parametrami obróbki powierzchniowej. Jak już wspomniano, wszystkie próbki przed obróbką powierzchni przesycono, aby uzyskać jednorodny stan metalu.

Obróbka elektrochemiczna /ECM/ nie wprowadza w warstwie wierzchniej metalu żadnych zmian-naprężeń ani odkształceń plastycznych [1]. Usunięcie w wyniku tej obróbki warstwy grubości 0,5 mm daje gwarancję, że zostały usunięte ślady wstępnej obróbki powierzchni i nie ma gradientu właściwości fizycznych metalu oprócz tych, które wywołuje fakt istnienia powierzchni.

Szlifowanie powierzchni metalu powoduje zmiany właściwości warstwy wierzchniej, np. twardości, naprężeń własnych. Głębokość tych zmian waha się w zależności od parametrów szlifowania od kilku do kilkudziesięciu mikrometrów [1].



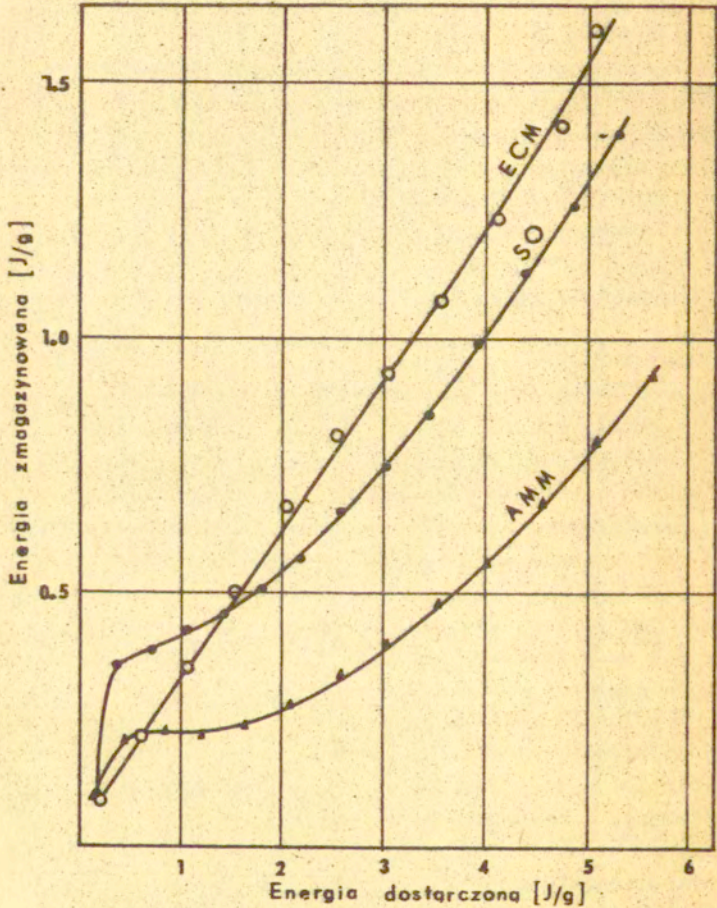
Rys. 2. Zależności energii zmagazynowanej od wydłużenia próbek ze stali 1H18N9T:
A - po wygrzewaniu /SO/ i po szlifowaniu tarczami elektrokorundowymi,
B - po obróbce elektrochemicznej

Na rysunku 2 przedstawiono wykresy energii zmagazynowanej w funkcji wydłużenia dla różnych rodzajów obróbki. Wykresy na rys. 2A dotyczą próbek wygrzewanych po szlifowaniu /krzywa oznaczona SO/ oraz szlifowanych tarczami elektrokorundowymi /AMM/. Zmieniając parametry szlifowania otrzymujemy krzywe o nieco zmienionych wartościach, lecz o podobnym charakterze. Jak pokazano w pracy [2], zmiana prędkości posuwu wpływa w stopniu zauważalnym na wartość energii zmagazynowanej, ale nie powoduje zmiany charakteru wspomnianych krzywych. Przesycanie stali 1H18N9T po szlifowaniu również nie zmienia charakteru przebiegu magazynowania energii podczas rozciągania /patrz krzywa SO-rys.2A/.

Inny charakter ma natomiast proces magazynowania energii w próbkach po obróbce elektrochemicznej. W badanym zakresie energia zmagazynowana jest prawie liniową funkcją wydłużenia. Rodzaj obróbki powierzchniowej wpływa na umocnienie. Przejawem tego wpływu są różnice w krzywych siła-wydłużenie. Analizę przemian energetycznych łatwiej jest więc prowadzić na podstawie zależności energii zmagazynowanej od energii dostarczonej przedstawionych na rys. 3. Wykresy tych zależności pozwalają ocenić, jak zmienia się energia zmagazynowana przy tej samej energii dostarczonej do próbki.

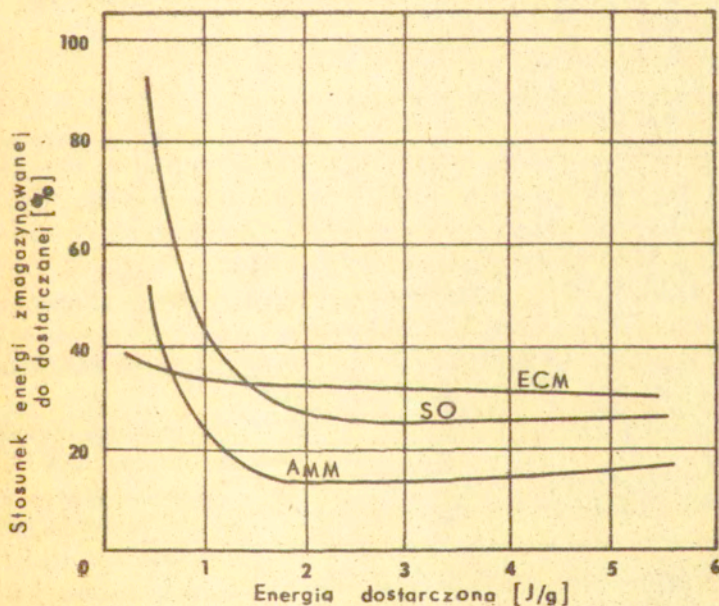
Przebiegi procesu magazynowania energii w próbkach szlifowanych /rys.2 i 3/ można podzielić na dwa etapy. W pierwszym, w którym energia włożona nie przekracza $1 \frac{1}{3}$ /co odpowiada wydłużeniu $2 - 2,5\%$, następuje intensywny przyrost energii zmagazynowanej, a następnie dość gwałtowne jego zahamowanie. W próbkach po obróbce elektrochemicznej natomiast energia zmagazynowana rośnie prawie liniowo.

Zmiana właściwości warstwy wierzchniej wywołana szlifowaniem sprawia, że w początkowym etapie rozciągania proces magazynowania energii przebiega intensywniej. Można to tłumaczyć w następujący sposób: podczas szlifowania magazynuje się w próbce ^{potencjał} ilość energii. Jest ona zawarta głównie w dyslokacjach [3, 4]. W pierwszym okresie rozciągania tworzą one barierę hamującą ucieczkę dyslokacji ruchomych, a równocześnie mogą stanowić dodatkowe źródła dyslokacyjnej w próbkach obrobionych



Rys. 3. Zależności energii zmagazynowanej od energii dostarczonej podczas rozciągania próbek ze stali 1H18N9T po różnych obróbkach powierzchniowych

elektrochemicznie początkowa gęstość dyslokacji jest jednakowa w całej objętości próbki, gdyż podczas tej obróbki do metalu nie jest wprowadzana energia. Podczas rozciągania nie występuje więc bariera hamująca ucieczkę dyslokacji. Dlatego w pierwszym okresie rozciągania w próbkach tych magazynuje się mniej energii /rys.4/.



Rys. 4. Zależności stosunku E_s/E_w od energii dostarczonej podczas rozciągania próbek ze stali 1H18N9T po różnych obróbkach powierzchniowych

W drugim etapie w próbkach szlifowanych następuje przerwanie barier hamujących ucieczkę dyslokacji ruchomych. Znaczna ich część ulega więc anihilacji, w związku z tym magazynowanie energii jest mniej intensywne. W miarę wzrostu rozciągania ze względu na blokowanie pierwotnych i uruchamianie wtórnych płaszczyzn poślizgu, następuje ciągły przyrost energii magazynowanej. Przyrost ten jest podobny zarówno w próbkach szlifowanych jak i elektropolerowanych /rys.4/. Jednak w próbkach szlifowanych przy tej samej energii dostarczonej energia magazynowana jest mniejsza /rys.3, 4/. Prawdopodobnie wynika to z faktu, że stan energetyczny próbek po szlifowaniu jest wyższy niż po elektropolerowaniu.

4. PODSUMOWANIE

Badania wykazały, że obróbka powierzchniowa ma duży wpływ na przebieg magazynowania energii w stali 1H18N9T. Przypuszcza się, że wpływ ten jest związany ze wzrostem gęstości dyslokacji wywołanym szlifowaniem próbek. Przesycanie stali 1H18N9T nie usuwa tej zwiększonej gęstości.

Wprowadzone podczas szlifowania dyslokacje w pierwszym okresie rozciągania stanowią barierę hamującą ucieczkę dyslokacji ruchomych, zaś w drugim sprawiają, że proces magazynowania energii zachodzi mniej intensywnie.

W metalu po obróbce elektrochemicznej początkowa gęstość dyslokacji jest jednakowa w całej objętości próbki, gdyż obróbka ta nie zwiększa gęstości dyslokacji oraz usuwa zdefektowaną warstwę wierzchnią. Dlatego też nie ma bariery hamującej ruch dyslokacji, niższa zaś początkowa gęstość dyslokacji sprawia, że zdolność magazynowania energii jest znacznie większa niż w próbkach szlifowanych.

LITERATURA

1. J.Kaczmarek, Podstawy obróbki wiórowej, ścierniej i erozyjnej, WNT, Warszawa, 1971.
2. S.P.Gadałaj, E.Gałkowska, J.Kaczmarek, W.Oliferuk, Wyznaczenie energii zmagazynowanej w metalu podczas procesu rozciągania, Prace IPPT, nr 36, 1981.
3. M.B.Bever, D.L.Holt, A.L.Titchener, The Stored Energy of Cold Work, Pergamon Press, 1973.
4. M.Blacharski, S.Gorczyca, Rekrytalizacja z udziałem drugiej fazy, Śląsk, Katowice, 1979.