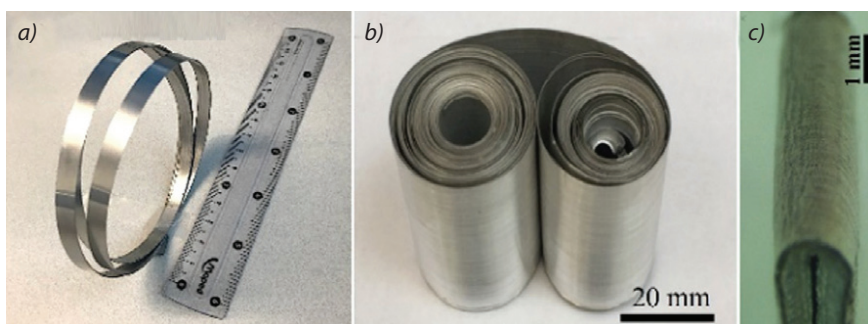


Wytwarzanie wielkoskalowych taśm metalowych za pomocą odkształceń plastycznych opartych na obróbce skrawaniem

W produkcji folii metalowych i płaskich drutów (taśm) o właściwościach i jakości odpowiednich do zastosowań związanych z energią elektryczną i energią odnawialną stosuje się deformacje plastyczne oparte na obróbce skrawaniem. W przeciwieństwie do konwencjonalnego walcowania wieloetapowego, taśma jest produkowana w jednym kroku i przy znacznie mniejszym zużyciu energii.

Ciągła taśma o grubości h_c jest wytwarzana z prędkością v_c w procesie skrawania swobodnego (SS) jako wiór o grubości większej od grubości warstwy skrawanej h_0 przez intensywne ścinanie tej warstwy ograniczone do wąskiej strefy ścinania AB (rys. 1). Grubość wióra nie jest ustalona *a priori*, ale jest wynikiem procesu odkształcania, którego intensywność można opisać współczynnikiem spęczenia wióra $\lambda = h_c/h_0$. Tworzenie wióra można przekształcić w proces formowania pasków – hybrydowe skrawanie-wyłacanie (HSW), o grubości h_c ustalonej *a priori* za pomocą matrycy ograniczającej umieszczonej naprzeciwko narzędzia głównego (skrawającego), przy czym grubość ta może być mniejsza nawet niż grubość warstwy skrawanej h_0 .

Na rys. 2a przedstawiono zwój płaskiego drutu o grubości 0,2 mm wytworzony metodą HSW narzędziem ze stali szybko tnącej o promieniu krawędzi $\sim 0,005$ mm i kącie natarcia $\gamma = 20^\circ$ przy $h_0 = 0,125$ mm, $v_c = 6$ m/s, $\lambda = 2,5$. Górna granica możliwej do uzyskania grubości płaskiego drutu wynika z grubo-



Rys. 2. Płaski drut i folia otrzymane przez HSW z materiału Al 1100 (a) i SS z materiału Al6061-T6 (b); odkształcalność taśmy Al 1100 w teście zginania OT (c)

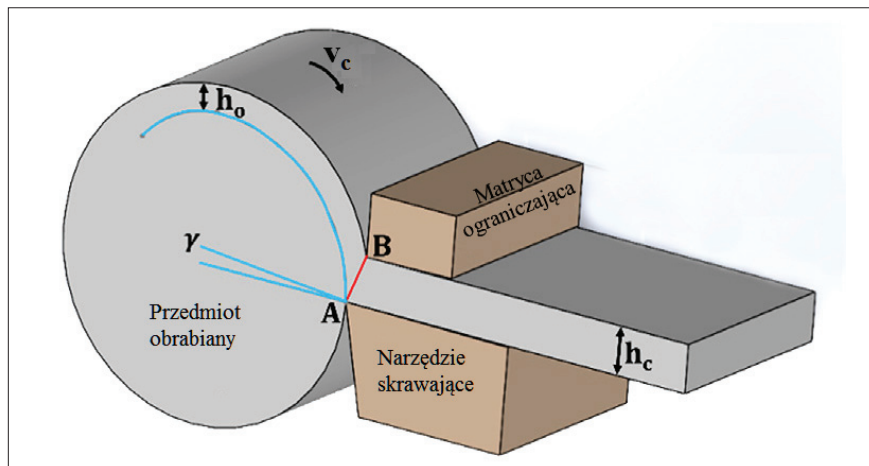
ści otrzymywanej przy skrawaniu swobodnym: $\lambda \sim 5,5$. Parametry h_c i λ umożliwiają niezależną kontrolę odkształcenia i grubości drutu, co jest unikalną cechą HSW, niedostępną w walcowaniu. Obie powierzchnie taśmy są gładkie, błyszczące, pozbawione wyciągnięć materiału. Średnia chropowatość Ra na powierzchniach drutu wynosi 0,25 mm od strony narzędzia skrawającego i 0,34 mm od strony matrycy ograniczającej. Wartości te wynikają z gładkości powierzchni narzędzia i matrycy.

Badania przeprowadzone na różnych materiałach wykazały, że kontrolując odkształcenie pod dużym

obciążeniem, uzyskuje się szerokie taśmy z mikrostrukturami ultra-drobnoziarnistymi i zwiększoną wytrzymałością oraz prostymi teksturami ścinania korzystnymi dla odkształcalności. Energia właściwa potrzebna do wyprodukowania taśmy metalowej w procesie HSW jest mniejsza niż 1/3 energii potrzebnej do walcowania. Podczas gdy możliwości produkcyjne HSW nie są jeszcze w pełni rozwinięte, oferuje ono istotne korzyści w porównaniu z konwencjonalnym procesem, zwłaszcza w przypadku specjalistycznych zastosowań elektrycznych. Wyzwania, którymi należy się zająć, to zużycie narzędzi (ze względu na koszty), konfiguracja procesu oraz jego ograniczenia pod względem rozmiaru taśmy i szybkości produkcji.

Opracował:

prof. dr hab. inż. Krzysztof Jemielniak



Rys. 1. Proces płaskich deformacji plastycznych opartych na skrawaniu swobodnym

LITERATURA

James B. Mann, Debapriya P. Mohanty, Andrew B. Kustas, et al. "Large-scale metal strip for power storage and energy conversion applications by machining-based deformation processing". *CIRP Annals - Manufacturing Technology*. 72 (2023): 45-48, <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2023.04.084>. ■