

Rozdział 3

Techniki modelowania procesu obróbki ubytkowej

3.1

Klasyfikacja technik modelowania procesu

W praktyce zachodzi potrzeba modelowania procesu jako elementu strukturalnego systemu obróbki w różnej skali, tj. makro, mezo i mikro, jak przedstawiono na rys. 3.1a. Model w skali *makro* umożliwia uzyskanie danych dotyczących rozkładu naprężeń, odkształceń i temperatury w układzie przedmiot obrabiany–narzędzie, co jest w praktyce stosowane w korektach programów sterujących CAD/CAM w trybie *on-line* oraz monitorowaniu procesu. Model w skali *mezo* jest podstawowym źródłem informacji o przebiegu zjawisk fizycznych w strefie obróbki, np. o tworzeniu wióra czy warunkach cieplno-mechanicznych w strefie kontaktu wiór–ostrze. Dane te są pomocne w doborze warunków obróbki, aby np. móc kontrolować zużycie ostrza. Z kolei model w skali *mikro*, a często nawet *nano*, stosuje się do badania zmian zachodzących w materiale w trakcie procesu, np. zmian mikrostruktury, twardości czy ruchu dyslokacji. Może więc być przydatny do prognozowania stanu warstwy wierzchniej.

Stosowaną powszechnie w obróbce ubytkowej klasyfikację modeli predykcyjnych przedstawiono na rys. 3.1b. Wyróżnia ona modele analityczne, empiryczne, numeryczne i oparte na sztucznej inteligencji, a przez ich łączenie, np. modeli analitycznych i numerycznych, tworzy się modele hybrydowe. Poszczególne modele zostaną krótko omówione w kolejnych rozdziałach, natomiast więcej informacji na temat zasad modelowania w różnej skali czytelnik znajdzie w książkach [1–6].

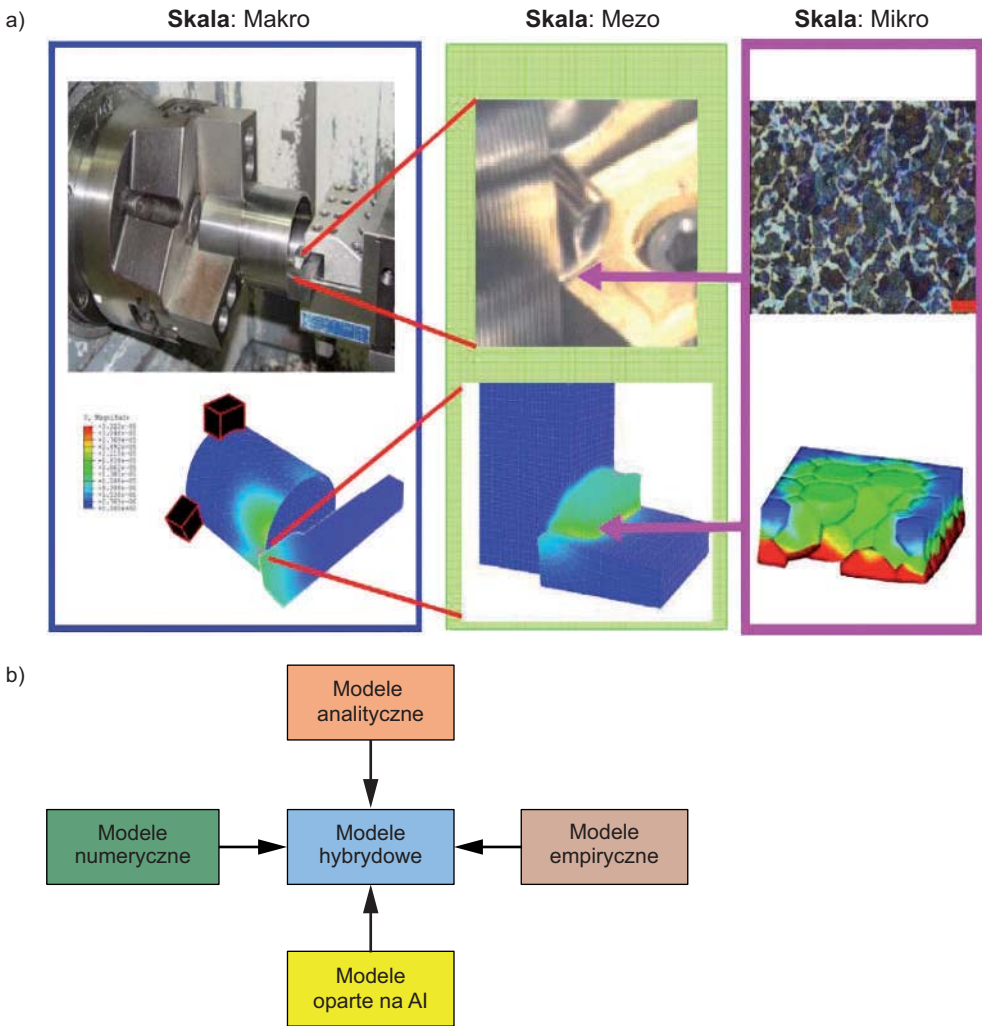
3.2

Techniki modelowania procesu

3.2.1

Cele i zakres badań symulacyjnych

Obecnie duże znaczenie w modelowaniu/symulacji procesów obróbki ubytkowej mają techniki numeryczne, głównie metoda elementów skończonych (MES/FEM)



Rys. 3.1. Podział modeli według skali (a) i klasyfikacja modeli stosowanych w badaniach procesów obróbki ubytkowej (b) [1, 2]

i metoda różnic skończonych (MRS/FDM) oraz metody łączone/hybrydowe, np. integracja bezsiatkowej typu SPH (*Smooth Particle Hydrodynamics*) i MES (FEM)-SPH oraz integracja metody FEM i dynamiki molekularnej (MD+FEM) w symulacji procesu nanoobróbki. Są one bardzo przydatne w badaniach procesów, gdyż są mniej kosztowne w porównaniu z doświadczeniami i dają wyniki na poziomie akceptowalności inżynierskiej w badaniach mechaniki i termiki procesu. Przyczyniają się do wzbogacania wiedzy o różnych mechanizmach procesu – mechanicznym, cieplnym i tribologicznym w zakresie niemożliwym do analizy metodami pomiarowymi i wizyjnymi. Symulacja jest doskonałym narzędziem weryfikującym założenia projektowe, w tym dobór warunków procesów wytwórczych.