

Opracowanie stanowiska do badania odsprężynowania blach

Piotr Kędzierski^{1, a)}, Arkadiusz Popławski^{1, b)}

¹Wydział Mechaniczny, Wojskowa Akademia Techniczna, ul. Gen. Witolda Urbanowicza 2, 00-908 Warszawa

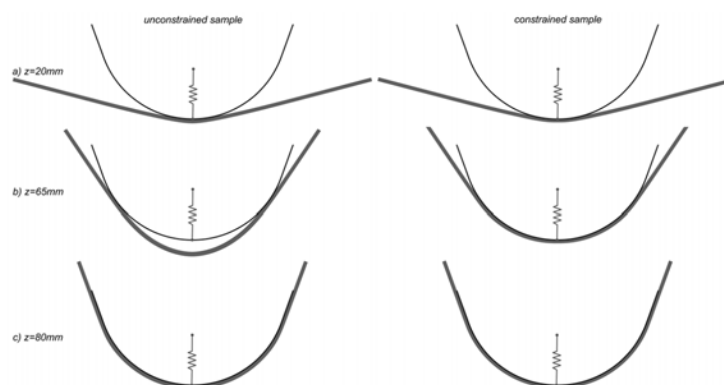
^{a)}Autor korespondencyjny: kedzierski.piotr@wat.edu.pl

^{b)}arkadiusz.poplawski@wat.edu.pl

WPROWADZENIE

Zginanie jest podstawowym rodzajem obróbki plastycznej blach i płyt. Na skutek zginania początkowo płaska blacha jest zmieniana w zakrzywioną. W trakcie zginania materiał powyżej osi obojętnej jest rozciągany natomiast poniżej jest ściskany. Wydłużenie zewnętrznych włókien jest większe niż skrócenie wewnętrznych włókien powodując przesunięcie osi obojętnej w kierunku wewnętrznym zginanej blachy oraz redukcję grubości w obszarze gięcia. Największe naprężenie rozciągające i ściskające występują odpowiednio na zewnętrznej i wewnętrznej powierzchni blachy. Naprężenie na osi obojętnej wynosi z kolei zero. Materiał wokół osi obojętnej odkształca się wyłącznie sprężysto natomiast materiał oddalony od osi obojętnej odkształca się zarówno sprężysto jak i plastycznie. Powrót materiału odkształconego sprężysto do płaskiego stanu po opuszczeniu narzędzia jest częściowo ograniczony poprzez materiał, który uległ odkształceniu trwałemu i wymaga ustalenia równowagi pomiędzy oboma rejonami. Niejednorodny stan naprężenia oraz sprężysto-plastyczne zachowanie metali wywołuje sprężysty powrót blachy po odciążeniu zwany odsprężynowaniem, które można zdefiniować również jako zmianę kształtu formowanej blachy po usunięciu z narzędzia tłoczącego. Odsprężynowanie jest duże dla materiałów o małym module Younga lub dużej granicy plastyczności. Oszacowanie właściwej wielkości odsprężynowania oraz jego kompensacja jest kluczowym czynnikiem w opracowaniu narzędzi tłoczących. Błędy na etapie projektowania wymagają korekty narzędzi, co znacząco podnosi koszty i czas potrzebny do realizacji zamówienia. Problem ewaluacji odsprężynowania jest szczególnie aktualny dziś, kiedy przemysł zużywa coraz więcej stali wysokowytrzymałych takich jak stale UHHS, AHHS, TRIP i DP. Pomimo pozornej prostoty zjawiska oraz postępu metod komputerowych mechaniki oszacowania odsprężynowania jest wciąż wymagającym zadaniem. Mając na uwadze powyższe uwarunkowania w artykule postanowiono przedstawić stanowisko do badania odsprężynowania.

NUMERYCZNA ANALIZA PRACY WYBRANEGO STANOWISKA

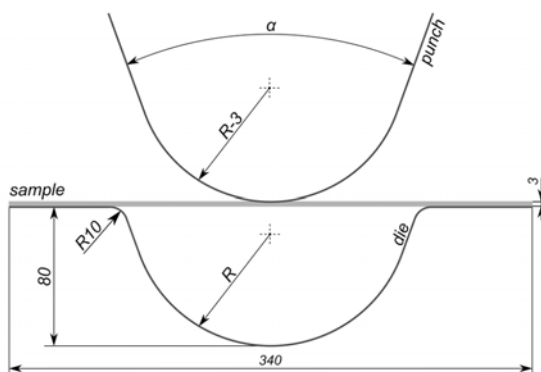


RYSUNEK 1. Przebieg procesu zginania dla próbki przytwierdzonej i nieprzytwierdzonej do stempla.

Proces właściwego projektowania stanowiska do badania odsprężynowania został poprzedzony numeryczną analizą pracy stanowiska do zginania V-kształtnego, które obok stanowiska do zginania 3-punktowego jest najpopularniejszym rodzajem stanowiska do badania zjawiska odsprężynowania. Symulacja wykazała, że próbka po początkowym zginaniu z promieniem większym od promienia stempla odrywa się od jego czoła i jest zginana z promieniem mniejszym od promienia stempla. W efekcie podczas zamykania narzędzia próbka ulega częściowemu wyprostowaniu, co redukuje wielkość odsprężynowania, które z perspektywy łatwości i dokładności pomiaru powinno być jak największe. W celu wyeliminowania tego efektu postanowiono zmodyfikować stanowisko umożliwiając przytwierdzenie próbki do czoła stempla. Na Rys. 1 przedstawiono wybrane etapy zginania prostokątnej próbki na tradycyjnym i zmodyfikowanym stanowisku do zginania V-kształtnego.

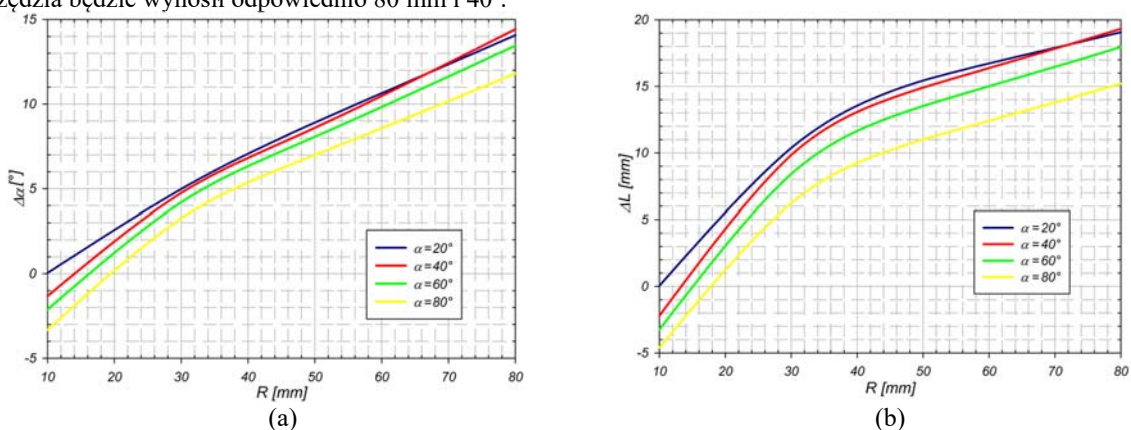
OPTIMALIZACJA KONSTRUKCJI STANOWISKA

W kolejnym etapie poszukiwano wartości parametrów geometrycznych matrycy zmodyfikowanego stanowiska do zginania V-kształtnego w celu zapewnienia jak największego odsprężynowania. Za miarę odsprężynowania przyjęto zmianę kąta i odległości pomiędzy ramionami próbki w stanie swobodnym i w zamkniętym narzędziu. Na Rys. 2 przedstawiono schemat stanowiska wraz z wymiarami, które były optymalizowane: R – promień matrycy i α – kąt matrycy.



RYSUNEK 2. Schemat stanowiska do badania odsprężynowania

Wyniki wielowariantowych analiz przedstawiono na Rys. 3. Przyjęto, że promień i kąt matrycy docelowego narzędzia będzie wynosił odpowiednio 80 mm i 40°.



RYSUNEK 3. Wpływ promienia i kąta matrycy na miary odsprężynowania: a – kąt odsprężynowania, b – długość odsprężynowania.

PODZIĘKOWANIA

Praca została sfinansowana przez Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego poprzez Wojskową Akademię Techniczną w ramach grantu wewnętrznego RMN 724/2017.