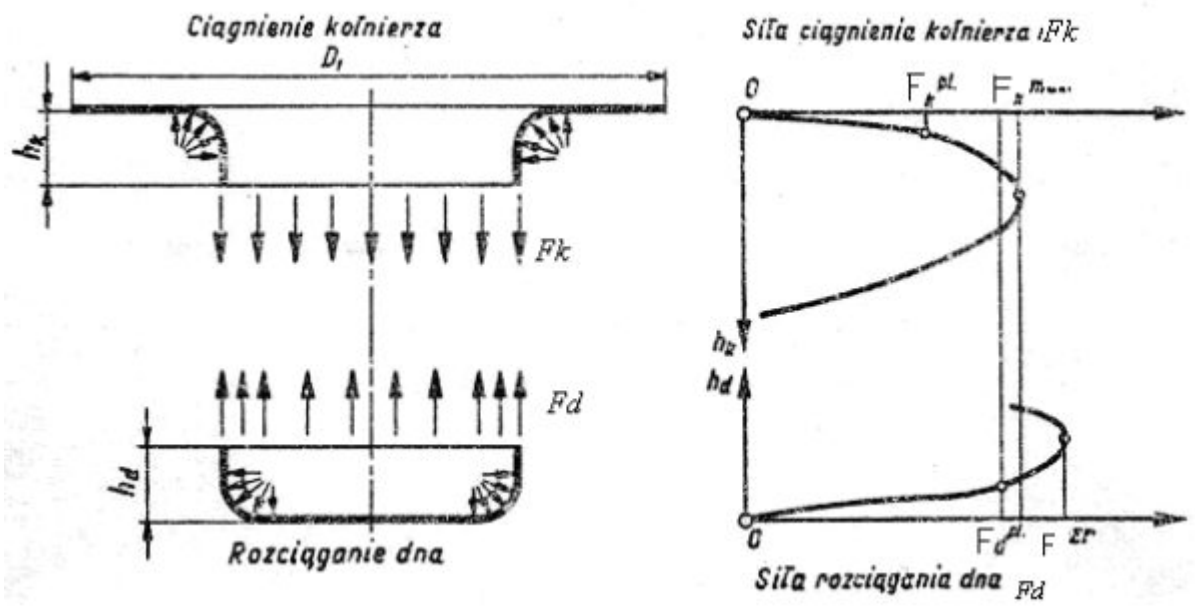
Ciągnienie kołnierza wytłoczki

Kołnierz wytłoczki traktować można jako pierścień (rys. 6.3.), którego zewnętrzna krawędź jest wolna od obciążeń, a na krawędź wewnętrzną działają siły ciągnące, równomiernie rozłożone wzdłuż linii przecięcia i dające wypadkową F_k w kierunku osi. Pod wpływem takiego obciążenia następuje plastyczne płynięcie materiału kołnierza do środka. W kołnierzu występują promieniowe naprężenia rozciągające oraz obwodowe naprężenia ściskające.

Osiowa siła F_k , wywierana na wewnętrzny brzeg pierścienia, zależy od oporu plastycznego kołnierza i ulega zmianie w miarę zmniejszania się jego średnicy zewnętrznej D_1 i powiększania się wysokości h_k walcowych ścianek. Zmiany te przedstawia wykres na rysunku 6.3.

Proces plastycznego płynięcia kołnierza, charakteryzujący się zmniejszeniem zewnętrznej jego średnicy D_1 , rozpoczyna się przy sile F_k^{pl} .Następnie siła F_k wzrasta wskutek umacniania zachodzącego w odkształconym na zimno materiale oraz wskutek zwiększania się grubości blachy w zewnętrznej części kołnierza. Jednocześnie jednak zmniejszanie się szerokości odkształcanego kołnierza, którego zewnętrzna średnica D_1 zbliża się stopniowo do jego średnicy wewnętrznej d, przyczynia się do spadku oporu plastycznego. W rezultacie obu tych zjawisk F_k , po osiągnięciu wartości F_k^{max} , maleje do zera i wtedy cały kołnierz przekształci się w walcową część wytłoczki.



Rys.6.3. Przebieg sił w czasie ciągnienia kołnierza oraz rozciągania dna wytłoczki. [3]

Analizując przedstawiony proces odkształcenia kołnierza wytłoczki, należy zwrócić uwagę na złożony stan naprężeń, który powstaje w materiale podczas ciągnienia. Występowanie jednocześnie naprężeń rozciągających w kierunku promieniowym oraz ściskających w kierunku obwodowym prowadzi do specyficznych warunków odkształcenia plastycznego. Taki stan naprężenia sprzyja płynięciu materiału do środka, jednak jednocześnie stwarza ryzyko utraty stateczności w postaci fałdowania kołnierza, szczególnie w przypadku cienkich blach.

Zjawisko fałdowania wynika bezpośrednio z działania naprężeń ściskających w kierunku obwodowym. Jeśli wartość tych naprężeń przekroczy krytyczną wartość zależną od grubości blachy, modułu sprężystości oraz geometrii kołnierza, materiał może ulec wyboczeniu. W praktyce technologicznej przeciwdziała się temu poprzez zastosowanie dociskacza, który wywiera dodatkową siłę normalną na kołnierz, stabilizując jego położenie i ograniczając możliwość powstawania fałd.

Istotnym parametrem wpływającym na przebieg procesu jest również współczynnik tarcia pomiędzy materiałem a narzędziem. Tarcie działa przeciwnie do kierunku płynięcia materiału,

zwiększając wymaganą siłę ciągnienia Fk. Wysoki współczynnik tarcia może prowadzić do nadmiernego wzrostu siły, a w konsekwencji do uszkodzenia materiału, np. poprzez jego pęknięcie. Dlatego w procesach tłoczenia stosuje się odpowiednie środki smarne, które redukują tarcie i umożliwiają bardziej równomierny przepływ materiału.

W miarę postępu procesu zmienia się nie tylko wartość siły Fk, ale również rozkład odkształceń w materiale. Początkowo największe odkształcenia występują w zewnętrznej części kołnierza, gdzie materiał ulega intensywnemu ściskaniu obwodowemu. Wraz ze zmniejszaniem się średnicy zewnętrznej D1 strefa aktywnego odkształcenia przesuwa się w kierunku środka, a materiał stopniowo przechodzi w stan rozciągania wzdłuż ścianek wytłoczki.

Należy również uwzględnić wpływ anizotropii materiału na przebieg procesu tłoczenia. Blachy walcowane wykazują kierunkowość właściwości mechanicznych, co oznacza, że ich zachowanie podczas odkształcenia może różnić się w zależności od kierunku względem kierunku walcowania. Może to prowadzić do nierównomiernego rozkładu odkształceń oraz powstawania tzw. uszu, czyli lokalnych nierówności na krawędzi wytłoczki.

Kolejnym ważnym aspektem jest zmiana grubości materiału w trakcie procesu. W obszarze kołnierza obserwuje się zazwyczaj pogrubienie materiału wynikające ze ściskania obwodowego, natomiast w ścianach bocznych wytłoczki może dochodzić do jego ścieńczenia na skutek rozciągania. Rozkład grubości ma kluczowe znaczenie dla wytrzymałości gotowego wyrobu oraz jego odporności na uszkodzenia w trakcie eksploatacji.

Warto także przeanalizować warunki graniczne procesu, które determinują maksymalną możliwą wartość współczynnika wytłaczania. Przekroczenie dopuszczalnych wartości może prowadzić do pęknięcia materiału w obszarze dna wytłoczki, gdzie występują największe naprężenia rozciągające. Dlatego proces tłoczenia często realizuje się wieloetapowo, z

zastosowaniem kolejnych operacji przetłaczania, co pozwala na stopniowe kształtowanie wyrobu bez przekraczania krytycznych odkształceń.

Z punktu widzenia energetycznego proces ciągnienia kołnierza wiąże się z koniecznością pokonania zarówno oporu plastycznego materiału, jak i oporów tarcia. Całkowita praca odkształcenia jest więc sumą pracy zużytej na zmianę kształtu materiału oraz pracy traconej na pokonanie sił tarcia. Optymalizacja procesu polega na minimalizacji tej drugiej składowej poprzez odpowiedni dobór warunków technologicznych.

Analiza wykresu przedstawionego na rysunku 6.3 pozwala zauważyć, że maksymalna siła Fkmax stanowi kluczowy parametr projektowy dla doboru maszyn i narzędzi. Musi ona być niższa od dopuszczalnej wytrzymałości materiału, aby uniknąć jego uszkodzenia. Jednocześnie powinna być możliwa do uzyskania przez zastosowaną prasę, co narzuca ograniczenia technologiczne.

Proces ciągnienia kołnierza wytłoczki jest złożonym zagadnieniem mechanicznym, w którym współdziałają różne czynniki, takie jak stan naprężeń, tarcie, anizotropia materiału oraz geometria układu. Zrozumienie tych zależności pozwala na efektywne projektowanie procesów tłoczenia oraz uzyskiwanie wyrobów o wysokiej jakości i wymaganych właściwościach użytkowych.

Kształtowanie dna wytłoczki

Dno wytłoczki można traktować jako miseczkę nasadzoną na stempel (rys. 6.3.). Dno jest obciążone siłą osiową F_d, równomiernie rozłożoną wzdłuż jego obwodu i zastępującą oddziaływanie kołnierza wytłoczki.

Rozpatrujemy przebieg odkształcenia się dna pod wpływem działania siły F_d , jeżeli siła ta osiągnie wartość F_d^{pl} , wówczas materiał przechodzi w stan plastyczny. Rozpoczyna się

proces plastycznego rozciągania dna oraz jego ścianek walcowych. W rezultacie następuje wzrost wysokości dna h_d kosztem pocienienia ścianek. Wraz ze wzrostem wysokości h_d zmienia się również siła osiowa F_d , co przedstawia wykres we współrzędnych F_d ,h_d na rysunku 4.3. Początkowy wzrost siły F_d jest spowodowany intensywnym umacnianiem się materiału. W momencie gdy siła ta osiągnie krytyczną wartość F^{zr} , następuje przewężenie ścianek bocznych, prowadzące do pęknięcia. Pęknięcie to ma miejsce najczęściej na zaokrąglonej krawędzi, gdzie grubość jest najmniejsza.

Jeśli szukają Państwo pomocy w napisaniu własnej pracy - potrzebują Państwo fachowych konsultacji to polecamy stronę pisanie prac - profesjonalna pomoc w pisaniu prac w granicach prawa.