

PLASTİK ŞEKİL VERME ÇALIŞMA SORU ve ÇÖZÜMLERİ

ŞEKİLLENDİRMEDEKİ AKMA EĞRİSİ

16.1. Belirli bir metal için mukavemet katsayısı 550 MPa ve pekleşme üsteli 0,22'dir. Bir şekillendirme işlemi sırasında, metalin uğradığı nihai gerçek birim şekil değiştirme değeri 0,85'tir. Bu şekil değiştirme değerindeki akma gerilmesini ve metalin şekillendirme esnasındaki ortalama gerilmesini bulunuz.

$$\text{Akma Gerilmesi } Y_f = 550(0.85)^{0.22} = 531 \text{ MPa.}$$

$$\text{Ortalama Akma Gerilmesi } \bar{Y}_f = 550(0.85)^{0.22}/1.22 = 435 \text{ MPa.}$$

16.2. Bir metal için mukavemet katsayısı 850 MPa ve pekleşme üsteli 0,30 parametrelerine sahip bir akma eğrisine sahiptir. Bu metalden çıkarılan bir çekme numunesinin ölçüm boyu 100mm den 157mm 'ye gerilmiştir. Bu yeni boydaki akma gerilmesini, metalin şekil değiştirme sırasındaki maruz kaldığı ortalama akma gerilmesini belirleyiniz.

$$\epsilon = \ln (157/100) = \ln 1.57 = 0.451$$

$$\text{Akma Gerilmesi } Y_f = 850(0.451)^{0.30} = 669.4 \text{ MPa.}$$

$$\text{Ortalama Akma Gerilmesi } \bar{Y}_f = 850(0.451)^{0.30}/1.30 = 514.9 \text{ MPa.}$$

16.3. Özel bir metal mukavemet katsayısı 240 MPa ve pekleşme üsteli 0,26 olan bir akma eğrisine sahiptir. BU metalden çıkarılan bir çekme numunesinin boyu 5cm den 8.25 cm'ye gerilmiştir. Bu yeni boydaki akma gerilmesini, metalin şekil değiştirme sırasındaki maruz kaldığı ortalama akma gerilmesini belirleyiniz.

$$\epsilon = \ln (8.25/5) = \ln 1.65 = 0.500$$

$$\text{Akma Gerilmesi } Y_f = 240(0.500)^{0.26} = 190,4 \text{ MPa.}$$

$$\text{Ortalama Akma Gerilmesi } \bar{Y}_f = 240(0.500)^{0.26}/1.30 = 146.46 \text{ MPa.}$$

16.4. Belirli bir metal için mukavemet katsayısı 275 MPa ve pekleşme üsteli 0,19'dur. Başlangıç çapı 6,25 cm ve boyu 7.5 cm olan silindirik bir numune 3,75 cm boya sıkıştırılmıştır. Bu yeni sıkışmış boydaki akma gerilmesini, metalin şekil değiştirme sırasında maruz kaldığı ortalama akma gerilmesini belirleyiniz.

$$\epsilon = \ln (3.75/7.5) = \ln 0.5 = -0.69315$$

$$\text{Akma Gerilmesi } Y_f = 275(0.69315)^{0.19} = 256.5 \text{ MPa.}$$

$$\text{Ortalama Akma Gerilmesi } \bar{Y}_f = 275(0.69315)^{0.19}/1.19 = 215.54 \text{ MPa.}$$

16.5. Metin içerisinde verilmiş olan eşitlik (16.2)'yi kullanarak ortalama akma gerilmesini belirleyiniz.

Akma gerilmesi eşitliğinden:

$$Y_f = K\varepsilon^n$$

$$\bar{Y}_f, \varepsilon = 0 \text{ 'dan } \varepsilon = \varepsilon \text{ 'a kadar}$$

$$\int K\varepsilon^n d\varepsilon = K \int \varepsilon^n d\varepsilon = K\varepsilon^{n+1}/(n+1) = K\varepsilon^n/(n+1)$$

16.6. Belirli bir metal için mukavemet katsayısı 700 MPa ve pekleşme üstü 0,27'dir. Eğer metal mukavemet katsayısı K' 'ya eşit bir gerilmeye maruz kalırsa metalin şekil değiştirme sırasındaki maruz kaldığı ortalama akma gerilmesini belirleyiniz.

$$Y_f = K = 700 = K\varepsilon^n = 700\varepsilon^{0.27}$$

$$\varepsilon = 1.0 \text{ olmalıdır.}$$

$$\bar{Y}_f = 700(1.0)^{0.27}/1.27 = 700/1.27 = 551.2 \text{ MPa}$$

16.7. Ortalama akma gerilmesi şekil değiştirme sonrasındaki akma gerilmesinin 3/4 'ü olan metalin pekleşme üstünü belirleyiniz.

$$\bar{Y}_f = 0.75 Y_f$$

$$K\varepsilon^n/(1+n) = 0.75 K\varepsilon^n$$

$$1/(1+n) = 0.75$$

$$1 = 0.75(1+n) = 0.75 + 0.75n \quad 0.25 = 0.75n$$

$$n = 0.333$$

16.8. Germe işlemi ile kesit alanının azaltıldığı bir şekillendirme işleminde mukavemet katsayısı 240 MPa ve pekleşme üstü 0,40'tır. Eğer metalin ortalama akma gerilmesi 140 MPa ise parçanın kesit alanındaki azalma miktarını belirleyiniz.

$$\bar{Y}_f = K\varepsilon^n/(1+n)$$

$$140 = 240 \varepsilon^{0.4}/(1.4)$$

$$1.4(140) = 240 \varepsilon^{0.4}$$

$$196/240 = 0,81 = \varepsilon^{0.4}$$

$$0.4 \ln \varepsilon = \ln (0.8) = -0.22314 \quad \ln \varepsilon = -0.22314/0.4 = -0.55786 \quad \varepsilon = 0.5724$$

$$\varepsilon = \ln(A_o/A_f) = 0.5724$$

$$A_o/A_f = 1.7726$$

$$A_f = A_o/1.7726 = 0.564A_o$$

16.9. Bir çekme testinde metal aktıktan sonra iki çift gerilme ve şekil değiştirme değerleri ölçülmüştür: (1) Gerçek gerilme 217 MPa ve gerçek birim şekil değiştirme 0,35. (2) Gerçek gerilme 259 MPa ve gerçek birim şekil değiştirme 0,68. Bu verileri esas alarak mukavemet katsayısı ve pekleşme üstünü belirleyiniz.

İki bilinmeyenli iki denklem:

$$\ln K = \ln \sigma - n \ln \epsilon$$

$$(1) \ln K = \ln 217 - n \ln 0.35$$

$$(2) \ln K = \ln 259 - n \ln 0.68$$

$$(1) \ln K = 5.3799 - (-1.0498)n = 5.3799 + 1.0498 n$$

$$(2) \ln K = 5.5568 - (-0.3857)n = 5.5568 + 0.3857 n$$

$$5.3799 + 1.0498 n = 5.5568 + 0.3857 n$$

$$1.0498 n - 0.3857 n = 5.5568 - 5.3799$$

$$0.6641 n = 0.1769$$

$$n = 0.2664$$

$$\ln K = 5.3799 + 1.0498 (0.2664) = 5.6596 \quad K = 287 \text{ MPa}$$

16.10. Yeni bir metal için yapılan çekme deneyinde, plastik bölge için aşağıdaki gerilme-birim şekil değiştirme değerleri ölçülmüştür. (1) Gerçek gerilme 300 MPa ve gerçek birim şekil değiştirme 0,27 'dir. (2) Gerçek gerilme 360 MPa ve gerçek biri şekil değiştirme 0,85'dir. Bu verileri esas alarak mukavemet katsayısını ve pekleşme üstünü belirleyiniz.

$$\ln K = \ln \sigma - n \ln \epsilon$$

$$(1) \ln K = \ln 300 - n \ln 0.27$$

$$(2) \ln K = \ln 360 - n \ln 0.85$$

$$(1) \ln K = 5.7037 - (-1.3093)n = 5.7037 + 1.3093 n$$

$$(2) \ln K = 5.8861 - (-0.1625)n = 5.8861 + 0.1625 n$$

$$5.7037 + 1.3093 n = 5.8861 + 0.1625 n$$

$$1.3093 n - 0.1625 n = 5.8861 - 5.7037$$

$$1.1468 n = 0.1824$$

$$n = 0.1590$$

$$\ln K = 5.7037 + 1.3093 (0.1590) = 5.9118$$

$$K = 369.3 \text{ MPa}$$

BİRİM ŞEKİL DEĞİŞTİRME HIZI

16.11. Bir çekme testi numunesi 150mm ölçüm uzunluğuna sahiptir. Numune, 0,1 m/s hızda çekilerek deformasyona uğratılmaktadır. Numune uzunluğu 200mm'ye ulaştığı anda birim şekil değiştirme hızını numune uzunluğunun bir fonksiyonu olarak çiziniz.

$$\text{At } L = 150 \text{ mm, strain rate } \dot{\epsilon} = 0.1/0.15 = 0.667 \text{ s}^{-1}$$

$$\text{At } L = 160 \text{ mm, strain rate } \dot{\epsilon} = 0.1/0.16 = 0.625 \text{ s}^{-1}$$

$$\text{At } L = 170 \text{ mm, strain rate } \dot{\epsilon} = 0.1/0.17 = 0.588 \text{ s}^{-1}$$

$$\text{At } L = 180 \text{ mm, strain rate } \dot{\epsilon} = 0.1/0.18 = 0.555 \text{ s}^{-1}$$

$$\text{At } L = 190 \text{ mm, strain rate } \dot{\epsilon} = 0.1/0.19 = 0.526 \text{ s}^{-1}$$

$$\text{At } L = 200 \text{ mm, strain rate } \dot{\epsilon} = 0.1/0.20 = 0.500 \text{ s}^{-1}$$

16.12. 15cm başlangıç boyundaki bir numune, 2.5 cm/s hızda çekilmektedir. Numune boyu 20cm'ye ulaştığı anda birim şekil değiştirme hızını numune uzunluğunun bir fonksiyonu olarak çiziniz.

$$\text{At } L = 15 \text{ cm, strain rate } \dot{\epsilon} = 2.5/15 = 0.166 \text{ s}^{-1}$$

$$\text{At } L = 16 \text{ cm, strain rate } \dot{\epsilon} = 2.5/16 = 0.153 \text{ s}^{-1}$$

$$\text{At } L = 17 \text{ cm, strain rate } \dot{\epsilon} = 2.5/17 = 0.147 \text{ s}^{-1}$$

$$\text{At } L = 18 \text{ cm, strain rate } \dot{\epsilon} = 2.5/18 = 0.138 \text{ s}^{-1}$$

$$\text{At } L = 19 \text{ cm, strain rate } \dot{\epsilon} = 2.5/19 = 0.131 \text{ s}^{-1}$$

$$\text{At } L = 20 \text{ cm, strain rate } \dot{\epsilon} = 2.5/20 = 0.125 \text{ s}^{-1}$$

16.13. Bir iş parçası 100mm ölçü boyu ile basma işlemine tabi tutulacaktır. Son ölçüm boyu 50mm'dir. Basma sırasında parçayı sıkıştıran baskı plakalarının göreceli hızı 200mm/s dir. (a) h=100mm, (b) h=75mm ve (c) h=51 mm iken birim şekil değiştirme hızlarını belirleyiniz.

$$(a) \dot{\epsilon} = 200/100 = 2.0 \text{ s}^{-1}$$

$$(b) \dot{\epsilon} = 200/75 = 2.667 \text{ s}^{-1}$$

$$(c) \dot{\epsilon} = 200/51 = 3.922 \text{ s}^{-1}$$

16.14. Bir sıcak şekillendirme işlemi değişik hızlarda yapılmaktadır. Mukavemet katsayısı 205 MPa ve birim şekil değiştirme hız duyarlılığı üstü 0,15'tir. Birim şekil değiştirme hızları; (a) 0,01 /s, (b) 1.0 /s ve (c) 100 /s iken akma gerilmelerini hesaplayınız.

$$(a) Y_f = C(\dot{\epsilon})^m = 205(0.01)^{0.15} = 102.74 \text{ MPa}$$

$$(b) Y_f = 205(1.0)^{0.15} = 205 \text{ MPa}$$

$$(c) Y_f = 205(100)^{0.15} = 409.02 \text{ MPa}$$

16.15. Bir metal için Eşitlik (16.4)'teki mukavemet katsayısı C ve birim şekil değiştirme hız duyarlılığı üsteli m' i tespit etmek için çekme deneyi yapılmıştır. Testin yapıldığı sıcaklık 500 °C'dir. Birim şekil

değiştirme hızı 12 /s iken gerilme 160 MPa olarak ve birim şekil değiştirme hızı 250 /s iken gerilme 300 MPa olarak ölçülmüştür.

(a) C ve m 'yi belirleyiniz.

(b) Eğer sıcaklık 600 °C olsaydı C ve m değerlerinde ne gibi değişiklikler beklenirdi.

(a) İki eşitlik:

$$(1) 160 = C(12)^m$$

$$(2) 300 = C(250)^m$$

$$(1) \ln 160 = \ln C + m \ln 12 \text{ veya } \ln 160 - m \ln 12 = \ln C$$

$$(2) \ln 300 = \ln C + m \ln 250 \text{ veya } \ln 300 - m \ln 250 = \ln C$$

$$(1) \text{ ve } (2): \ln 160 - m \ln 12 = \ln 300 - m \ln 250$$

$$5.0752 - 2.4849 m = 5.7038 - 5.5215 m$$

$$(5.5215 - 2.4849)m = 5.7038 - 5.0752$$

$$3.0366 m = 0.6286$$

$$m = 0.207$$

$$(1) C = 160/(12)^{0.207} = 95.658$$

$$(2) C = 300/(250)^{0.207} = 95.663$$

Aritmetik ortalaması alınarak C değeri belirlenir.

(b) Sıcaklık 600 °C olsaydı mukavemet katsayısı C azalır deformasyon hızı duyarlılığı (m) artardı.

16.16. Bir metal için mukavemet katsayısı C ve birim şekil değiştirme hız duyarlılığı üsteli m' i tespit etmek için çekme deneyi yapılmıştır. Testin yapıldığı sıcaklık 540 °C'dir. Birim şekil değiştirme hızı 10 /s iken gerilme 160 MPa olarak ve birim şekil değiştirme hızı 300 /s iken gerilme 310 MPa olarak ölçülmüştür.

(a) C ve m 'yi belirleyiniz.

(b) Eğer sıcaklık 600 °C olsaydı C ve m değerlerinde ne gibi değişiklikler beklenirdi?

$$(1) 160 = C(10)^m$$

$$(2) 310 = C(300)^m$$

$$(1) \ln 160 = \ln C + m \ln 10 \text{ veya } \ln 160 - m \ln 10 = \ln C$$

$$(2) \ln 310 = \ln C + m \ln 300 \text{ veya } \ln 310 - m \ln 300 = \ln C$$

$$(1) \text{ ve } (2): \ln 160 - m \ln 10 = \ln 310 - m \ln 300$$

$$5.0752 - 2.302m = 5.736 - 5.703m$$

$$(5.703 - 2.302)m = 5.736 - 5.0752$$

$$3.401 \text{ m} = 0.6608$$

$$m = 0.1942$$

$$(1) C = 160/(10)^{0.1942} = 102.3$$

$$(2) C = 310/(300)^{0.1942} = 102.4$$

Aritmetik ortalaması alınarak C değeri belirlenir.

(b) Sıcaklık 600 °C olsaydı mukavemet katsayısı C azalır deformasyon hızı duyarlılığı (m) artardı.

HADDELEME

17.1. 42mm kalınlığında düşük karbon çeliğin yapılmış bir plakanın, tek pasoda haddeleme işlemi sonucu 34 mm'ye düşürülmesi amaçlanıyor. Kalınlık azaldıkça, plaka %4 oranında genişlemektedir. Çelik plakanın akma dayanımı 174 MPa ve çekme dayanımı 290 MPa dır. Plakanın giriş hızı 15.0 m/dk'dır. Merdane yarıçapı 325mm ve dönme hızı 49.0 dev/dk'dır. Buna göre; (a) bu haddeleme işlemini mümkün kılan minimum sürtünme katsayısını, (b) Plakanın çıkış hızını, (c) öne kayma miktarını belirleyiniz.

(a) Maksimum kalınlık azalması $d_{max} = \mu^2 R$

$$d = t_o - t_f = 42 - 34 = 8.0 \text{ mm},$$

$$\mu^2 = 8/325 = 0.0246$$

$$\mu = (0.0246)^{0.5} = 0.157$$

(b) Plakanın enine 4% oranında genişlemektedir.

$$t_o w_o v_o = t_f w_f v_f$$

$$w_f = 1.04 w_o$$

$$42(w_o)(15) = 34(1.04w_o)v_f$$

$$v_f = 42(w_o)(15) / 34(1.04w_o) = 630/35.4 = 17.8 \text{ m/dk}$$

$$(c) v_r = 2\pi r N = 2\pi(0.325)(49.0) = 100 \text{ m/dk}$$

$$s = (v_f - v_r)/v_r = (17.8 - 16.26)/16.26 = 0.0947$$

17.3. Bir dizi soğuk haddeleme işlemi ikili tersinir merdanede 50mm kalınlığındaki plakayı 25 mm'ye düşürmek için kullanılacaktır. Merdane çapı 700 mm ve merdane ve malzeme azarındaki sürtünme katsayısı 0,15'tir. Üretim şartnamesine göre her paso için kalınlık azalması aynı olacaktır. Buna göre:

(a) minimum gereken paso sayısını, **(b)** her paso için kalınlık azalmasını bulunuz.

$$(a) \text{ Maximum kalınlık azalması } d_{max} = \mu^2 R = (0.15)^2 (350) = 7.875 \text{ mm}$$

$$\text{Minimum paso sayısı} = (t_o - t_f)/d_{max} = (50 - 25)/7.875 = 3.17 \rightarrow 4 \text{ paso}$$

$$(b) \text{ Her pasodaki azalma } d = (50 - 25)/4 = 6.25 \text{ mm}$$

17.4. Bir önceki problemde her paso için kalınlık azalma yerine yüzde indirgeme değerinin eşit olduğunu varsayarak: (a) Minimum paso sayısı kaçtır. (b) Her paso için kalınlık azalması nedir.

(a) İlk pasodaki maksimum kesit azalması $d_{\max} = \mu^2 R = (0.15)^2 (350) = 7.875 \text{ mm}$

indirgeme oranı $x = 7.875/50 = 0.1575$

Let x = fraction reduction per pass, and n = number of passes. The number of passes must be an integer. To reduce from to = 50 mm to to = 25 mm in n passes, the following relationship must be satisfied:

$$50(1 - x)^n = 25$$

$$(1 - x)^n = 25/50 = 0.5$$

$$(1 - x) = 0.5^{1/n}$$

Deneme yanılma ile:

n = 4:

$$(1 - x) = (0.5)^{1/4} = 0.8409$$

$$x = 1 - 0.8409 = 0.1591$$

Maksimum indirgeme oranı 0.1575.

n = 5:

$$(1 - x) = (0.5)^{1/5} = 0.87055$$

$$x = 1 - 0.87055 = 0.12945 < 0.1575$$

(b) Paso 1: $d = 50(0.12945) = 6.47 \text{ mm}$, $t_f = 50 - 6.47 = 43.53 \text{ mm}$

Paso 2: $d = 43.53(0.12945) = 5.63 \text{ mm}$, $t_f = 43.53 - 5.63 = 37.89 \text{ mm}$

Paso 3: $d = 37.89(0.12945) = 4.91 \text{ mm}$, $t_f = 37.89 - 4.91 = 32.98 \text{ mm}$

Paso 4: $d = 32.98(0.12945) = 4.27 \text{ mm}$, $t_f = 32.98 - 4.27 = 28.71 \text{ mm}$

Paso 5: $d = 28.71(0.12945) = 3.71 \text{ mm}$, $t_f = 28.71 - 3.71 = 25.00 \text{ mm}$

17.5. Bir sürekli sıcak haddenin iki standı vardır. Başlangıçta plak kalınlığı 25mm ve genişliği 300mm'dir. Son kalınlığı 13 mm'dir. Her stand için merdane yarı çapı 250 mm'dir. İlk stand için 20 dev/dk'dır. Her bir standta 6 mm'lik eşit kalınlık azalması gerçekleşecektir. Plakanın genişliği kalınlığına göre büyük olduğundan genişliğinde bir artış olmamaktadır. Her adımda öne kayma eşit olduğu varsayımı altında:

(a) her standtaki hız (V_r), (b) öne kaymayı bulunuz, (c) Ayrıca ilk standda giriş hızı 26m/dk iken her bir standdaki çıkış hızını bulunuz.

(a) $t_0 =$ Stand 1' giriş kalınlığı $t_0 = 25 \text{ mm}$.

$t_1 =$ Stand 1'den çıkış kalınlığı (Stand 2'ye giriş kalınlığı)

$$t_1 = 25 - 6 = 19 \text{ mm}.$$

t_2 = Stand 2'den çıkış kalınlığı

$$t_2 = 19 - 6 = 13 \text{ mm.}$$

v_0 = stand 1'e giriş hızı

v_1 = stand 1'den çıkış hızı ve stand 2'ye giriş hızı

v_2 = stand 2'den çıkış hızı

v_{r1} = stand 1'in dönme hızı

$$v_{r1} = \pi DN = \pi(2 \times 250)(10^{-3})(20) = 31.42 \text{ m/dk}$$

$$v_{r2} = ?$$

İleri kayma miktarı

$$s = (v_f - v_r)/v_r$$

$$sv_r = v_f - v_r$$

$$(1 + s)v_r = v_f$$

Stand 1'de, $(1 + s)v_{r1} = v_1$ (Eş. 1)

Stand 2'de, $(1 + s)v_{r2} = v_2$ (Eş. 2)

Hacmin Korunumundan, $t_0 w_0 v_0 = t_1 w_1 v_1 = t_2 w_2 v_2$

Henişlikte değişim yok sayılıyorsa, $w_0 = w_1 = w_2$

Buradan;

$$t_0 v_0 = t_1 v_1 = t_2 v_2$$

$$1.0v_0 = 0.75v_1 = 0.50v_2$$

$$v_2 = 1.5v_1 \text{ (Eş. 3)}$$

Birleştirilirse (Eş. 2 ve 3), $(1 + s)v_{r2} = v_2 = 1.5v_1$

(Eş. 1), $(1 + s)v_{r2} = 1.5(1 + s)v_{r1}$, buradan $v_{r2} = 1.5v_{r1}$ $v_{r2} = 1.5(31.42) = 47.1 \text{ m/min}$

$$(b) 25v_0 = 19v_1$$

$$v_1 = 25(26)/19 = 34.2 \text{ m/min}$$

$$(Eq. 1): (1 + s)v_{r1} = v_1 \quad (1 + s)(31.4) = 34.2 \quad (1 + s) = 34.2/31.4 = 1.089$$

$$s = 0.089$$

17.7. 250 mm genişliğinde ve 25 mm kalınlığında bir plaka tek pasoda ve ikili merdanede 20 mm kalınlığa düşürülmek isteniyor. Merdane yarıçapı 500 mm olup 30 m/dk hıza sahiptir. İş malzemesi 240 MPa değerinde mukavemet katsayısına ve 0.2 değerinde pekleşme üstüne sahiptir. Buna göre:

(a) merdane kuvvetini bulunuz.

(b) merdane torkunu bulunuz.

(c) bu işlemi gerçekleştirmek için gereken gücü belirleyiniz.

(a) Kalınlık azalması $d = 25 - 20 = 5$ mm,

Temas uzunluğu $L = (500 \times 5)^{0.5} = 50$ mm

Gerçek gerinim $\epsilon = \ln(25/20) = \ln 1.25 = 0.223$

$\bar{Y}_f = 240(0.223)^{0.20}/1.20 = 148.1$ MPa

(a) Merdane Kuvveti: $F = 148.1(250)(50) = 1,851,829$ N

(b) Tork: $T = 0.5(1,851,829)(50 \times 10^{-3}) = 46,296$ Nm

(c) $N = (30 \text{ m/dk})/(2\pi \times 0.5) = 9.55 \text{ dev/dk} = 0.159 \text{ dev/s}$

Güç: $P = 2\pi(0.159)(1,851,829)(50 \times 10^{-3}) = 92,591 \text{ Nm/s} = 92,591 \text{ W}$

17.8. Problem 17.7'yi 250 mm merdane çapına göre çözünüz.

(a) Kalınlık azalması $d = 25 - 20 = 5$ mm,

Temas uzunluğu $L = (250 \times 5)^{0.5} = 35.35$ mm

Gerçek gerinim $\epsilon = \ln(25/20) = \ln 1.25 = 0.223$

$\bar{Y}_f = 240(0.223)^{0.20}/1.20 = 148.1$ MPa

(a) Merdane Kuvveti $F = 148.1(250)(35.35) = 1,311,095$ N

(b) Merdane Torku $T = 0.5(1,311,095)(35.35 \times 10^{-3}) = 23,174$ N-m

(c) $N = (30 \text{ m/min})/(2\pi \times 0.250) = 19.1 \text{ rev/min} = 0.318 \text{ rev/s}$

Power $P = 2\pi(0.318)(1,311,095)(35.35 \times 10^{-3}) = 92,604 \text{ N-m/s} = 92,604 \text{ W}$

17.9. Problem 17.7 'yi sadece 50 mm yarıçapında merdanelerle çalışan bir kümeli merdane düzeni varsayımı ile çözünüz. Sonuçları önceki iki problemle karşılaştırınız ve merdane yarıçapının kuvvet, tork ve güç üzerindeki etkisini inceleyiniz.

Kalınlık azalması $d = 25 - 20 = 5$ mm,

Temas uzunluğu $L = (50 \times 5)^{0.5} = 15.81$ mm

Gerçek gerinim $\epsilon = \ln(25/20) = \ln 1.25 = 0.223$

$\bar{Y}_f = 240(0.223)^{0.20}/1.20 = 148.1$ MPa

(a) Merdane Kuvveti $F = 148.1(250)(15.81) = 585,417$ N

(b) Merdane Torku $T = 0.5(585,417)(15.81 \times 10^{-3}) = 4,628$ N-m

(c) $N = (30 \text{ m/min})/(2\pi \times 0.050) = 95.5 \text{ rev/min} = 1.592 \text{ dev/s}$

Power $P = 2\pi(1.592)(585,417)(15.81 \times 10^{-3}) = 92,554 \text{ N-m/s} = 92,554 \text{ W}$

17.10. 11.2 cm kalınlığında 22.5 cm genişliğinde ve 60cm uzunluğundaki bir levha tek pasoda ve ikili merdanede 9.6 cm'ye düşürülmek isteniyor. Merdane 5.50 dev/dk hız ile dönmekte olup yarı çapı 42.5 cm'dir. İş malzemesi 205 MPa değerinde mukavemet katsayısına ve 0,15 değerinde pekleşme üstüne sahiptir. Buna göre:

(a) merdane kuvvetini

(b) merdane torkunu

(c) Bu işlem için gerekli gücü belirleyiniz.

$$\text{Kalınlık Azalması } d = 11.2 - 9.6 = 1.6 \text{ cm}$$

$$\text{Temas Uzunluğu } L = (42.5 \times 1.6)^{0.5} = 8.246 \text{ cm}$$

$$\text{Gerçek Gerinim } \epsilon = \ln(11.2/9.6) = 0.154$$

$$\bar{Y}_f = 205(0.154)^{0.15}/1.15 = 134.64 \text{ MPa}$$

$$\text{Merdane Kuvveti } F = \bar{Y}_f w L = 134.64(225 \text{ mm})(82.46 \text{ mm}) = 2498043 \text{ N}$$

$$(b) \text{ Merdane Torku } T = 0.5FL = 0.5(2498043)(8.246 \times 10^{-2} \text{ m}) = 102994 \text{ Nm}$$

$$(c) N = 5.50 \text{ dev/dk}$$

$$\text{Güç } P = 2\pi(5.50/60 \text{ dev/sn})(2498043)(8.246 \times 10^{-2}) = 118640 \text{ Nm/s} = 118640 \text{ W}$$

17.11. Tek pasolu bir haddemeleme işlemi ile 20mm kalınlığındaki bir plaka 18 mm'ye düşürülmektedir. Başlangıçta levha 200 mm genişliğindedir. Merdane yarıçapı 250 mm ve dönme hızı 12 dev/dk dir. İş malzemesi 600 MPa değerinde mukavemet katsayısı ve 0.22 değerinde pekleşme üstüne sahiptir.. Buna göre:

(a) merdane kuvvetini,

(b) merdane torkunu,

(c) Bu işlem için gerekli gücü belirleyiniz.

$$\text{Kalınlık azalması } d = 20 - 18 = 2.0 \text{ mm}$$

$$\text{Temas Uzunluğu } L = (250 \times 2)^{0.5} = 11.18 \text{ mm} = 0.0112 \text{ m}$$

$$\text{Gerçek gerinim } \epsilon = \ln(20/18) = \ln 1.111 = 0.1054$$

$$\bar{Y}_f = 600(0.1054)^{0.22}/1.22 = 300 \text{ MPa}$$

$$(a) \text{ Merdane Kuvveti } F = 300(0.0112)(0.2) = 0.672 \text{ MN} = 672,000 \text{ N}$$

$$(b) \text{ Merdane Torku } T = 0.5(672,000)(0.0112) = 3,720 \text{ N-m}$$

$$(c) N = 12 \text{ rev/min Power } P = 2\pi(12/60)(672,000)(0.0112) = 37,697 \text{ W}$$

17.12. Bir sıcak hadde tezgahı 60 cm çapında merdanelere sahiptir. Maksimum 1780 kN'luk kuvvet uygulayabilmektedir. Maksimum beygir gücü 75 kW'tır. Tek pasoda mümkün olabilecek maksimum kalınlık azalması ile 3.75 cm kalınlığındaki bir plakanın kalınlığı azaltılmak isteniyor. Başlangıçta levha 25 cm genişliğindedir. Isıtılmış durumda iken iş parçasının mukavemet katsayısı 140 MPa ve pekleşme üstü sıfırdır. Buna göre:

(a) maksimum kalınlık azalmasını,

(b) gerçek uzamayı,

$$d = 3.75 - t_f$$

$$\text{Temas Uzunluğu } L = (30d)^{0.5}$$

$$\bar{Y}_f = 140(\epsilon) / 1.0 = 140 \text{ MPa}$$

$$\text{Force } F = 140(250) (300d)^{0.5} = 1780000$$

$$d = 8.62 \text{ mm} = 0.862 \text{ cm}$$

$$d = 3.75 - t_f$$

$$0.862 = 3.75 - t_f$$

$$t_f = 2.888$$

$$\epsilon = \ln(3.75/2.888) = \ln 1.30 = 0.263$$

DÖVME

17.14. Silindirik bir parça açık kalıpta yığarak yarı-sıcak dövme işlemine maruz kalmaktadır. Başlangıç çapı 45 mm ve başlangıç yüksekliği 40 mm'dir. Dövme işlemi sonrasında yükseklik 25mm olmaktadır. Kalıp ve iş parçası arasındaki sürtünme katsayısı 0,20'dir. İş parçasının akma mukavemeti 285 MPa'dır. Akma eğrisi 600 MPa'lık bir mukavemet katsayısı ve 0,12'lik pekleşme üsteli ile tanımlanmıştır. Buna göre işlem sırasındaki kuvvetin; (a) akma noktasına ulaştığı andaki değerini (akma gerinimi =0,002), (b) 35 mm yüksekliğe gelindiğindeki değerini, (c) 30 mm yüksekliğe gelindiğindeki değerini ve (d) 25 mm yüksekliğe gelindiğindeki değerini belirleyiniz.

$$(a) V = \pi D^2 L / 4 = \pi(45)^2 (40) / 4 = 63617 \text{ mm}^3$$

$$\epsilon = 0.002, Y_f = 600(0.002)^{0.12} = 284.6 \text{ MPa}$$

$$h = 40 - 40(0.002) = 39.92 \text{ mm}$$

$$A = V/h = 63617/39.92 = 1594 \text{ mm}^2$$

$$K_f = 1 + 0.4(0.2)(45)/39.92 = 1.09$$

$$F = 1.09(284.6)(1594) = 494400 \text{ N}$$

$$(b) \text{ Verilen } h = 35, \epsilon = \ln(40/35) = \ln 1.143 = 0.1335$$

$$Y_f = 600(0.1335)^{0.12} = 471.2 \text{ MPa}$$

$$V = 63617 \text{ mm}^3$$

$$h = 35' \text{de } A = V/h = 63617/35 = 1818 \text{ mm}^2$$

$$D = 48.1 \text{ mm } (A = \pi D^2/4)$$

$$K_f = 1 + 0.4(0.2)(48.1)/35 = 1.110$$

$$F = 1.110(471.2)(1818) = 950872 \text{ N}$$

$$(c) \ h = 30, \ \epsilon = \ln(40/30) = \ln 1.333 = 0.2877$$

$$Y_f = 600(0.2877)^{0.12} = 516.7 \text{ MPa}$$

$$V = 63617 \text{ mm}^3$$

$$h = 30' \text{da } , \ A = V/h = 63617/30 = 2120.6 \text{ mm}^2$$

$$D = 51.96 \text{ mm } (A = \pi D^2/4)$$

$$K_f = 1 + 0.4(0.2)(51.96)/30 = 1.138$$

$$F = 1.138(516.7)(2120.6) = 1247536 \text{ N}$$

$$(d) \ h = 25, \ \epsilon = \ln(40/25) = \ln 1.6 = 0.4700$$

$$Y_f = 600(0.470)^{0.12} = 548 \text{ MPa}$$

$$V = 63617 \text{ mm}^3$$

$$h = 25' \text{de } , \ A = V/h = 63617/25 = 2545 \text{ mm}^2$$

$$D = 56.9 \text{ mm } (A = \pi D^2/4)$$

$$K_f = 1 + 0.4(0.2)(56.9)/25 = 1.182$$

$$F = 1.182(548)(2545) = 1,649,000 \text{ N}$$

17.16. Silindirik bir iş parçasının çapı 6.25 cm ve yüksekliği 10 cm'dir. Yığarak dövme işlemi ile yüksekliği 8.0 cm'ye indirilmektedir. İş parçası ve kalıp arasındaki sürtünme katsayısı 0.10'dur. İş parçasının akma eğrisi 170 MPa'lık bir mukavemet katsayısı ve 0.22'lik bir pekleşme üstüne sahiptir. Kuvvetin iş parçası yüksekliğine göre değişimini gösteren grafiği elde ediniz.

$$h = (a) 10, (b) 9.25, (c) 8.0$$

$$h = 10.0, \ \epsilon = 0.002 \text{ (yaklaşık akma noktasına karşılık gelir).}$$

$$\epsilon = 0.002, \ Y_f = 170(0.002)^{0.22} = 43.3 \text{ MPa}$$

$$\text{Silindirin hacmi } V = \pi D^2 L/4 = \pi(6.25)^2 (10)/4 = 306.64 \text{ cm}^3$$

$$\epsilon = 0.002, \ Y_f = 170(0.002)^{0.22} = 43.31 \text{ MPa}$$

$$h = 10.0 - 10.0(0.002) = 9.98$$

$$A = V/h = 306.64/9.98 = 30.72 \text{ cm}^2$$

$$K_f = 1 + 0.4(0.1)(6.25)/9.98 = 1.025$$

$$F = 1.025(43.3)(30.72) = 136343 \text{ N}$$

$$h = 9.25, \epsilon = \ln(10.0/9.25) = 0.0779$$

$$Y_f = 170(0.0779)^{0.22} = 96.9 \text{ MPa}$$

$$V = 306.64 \text{ cm}^3, h = 9.25' \text{ de}, A = V/h = 306.64/9.25 = 33.15 \text{ cm}^2$$

$$D = 6.49$$

$$K_f = 1 + 0.4(0.1)(6.49)/9.25 = 1.028$$

$$F = 1.028(96.9)(33.15 \times 10^2) = 362340.1 \text{ N}$$

$$h = 8.0, \epsilon = \ln(10.0/8) = 0.223$$

$$Y_f = 170(0.223)^{0.22} = 122.2 \text{ MPa}$$

$$V = 306.64 \text{ cm}^3, h=8 \text{ cm}' \text{ de}, A = V/h = 306.64/9.25 = 38.33 \text{ cm}^2$$

$$D = 6.98$$

$$K_f = 1 + 0.4(0.1)(6.98)/8 = 1.0349$$

$$F = 1.0349(122.2)(38.33 \times 10^2) = 484739.5 \text{ N}$$

17.17. Bir çelik çivinin baş kısmını üretmek için soğuk baş yapma işlemi uygulanmaktadır. Bu çelik için mukavemet katsayısı 600 MPa ve pekleşme üsteli 0.22 olarak verilmiştir. İş parçası ve kalıp arasındaki sürtünme katsayısı 0.14'dür. Çivinin üretildiği tel malzemenin çapı 5 mm dir. Çivinin baş kısmının çapı 9.5 mm ve yüksekliği 1.6 mm dir. Çivinin son uzunluğu 120 mm'dir.

(a) Bu şişirme işlemi için yeterli malzeme hacmini sağlamak amacıyla ne kadar uzunlukta malzeme gereklidir.

(b) Bu açık kalıpta baş yapma işlemi için zımbaya uygulanması gereken maksimum kuvveti belirleyiniz.

$$(a) V = \pi D_f^2 h_f / 4 = \pi (9.5)^2 (1.6) / 4 = 113.4 \text{ mm}^3 .$$

$$A_o = \pi D_o^2 / 4 = \pi (5)^2 / 4 = 19.6 \text{ mm}^2$$

$$h_o = V/A_o = 113.4/19.6 = 5.78 \text{ mm}$$

$$(b) \epsilon = \ln(5.78/1.6) = \ln 3.612 = 1.284$$

$$Y_f = 600(1.2837)^{0.22} = 634 \text{ MPa}$$

$$A_f = \pi (9.5)^2 / 4 = 70.9 \text{ mm}^2$$

$$K_f = 1 + 0.4(0.14)(9.5/1.6) = 1.33$$

$$F = 1.33(634)(70.9) = 59784 \text{ N}$$

17.19. Bir sıcak dövme işlemi açık kalıpta gerçekleştirilmektedir. İş parçasının başlangıç ölçüleri: $D_o = 25 \text{ mm}$ ve $h_o = 50 \text{ mm}$ 'dir. İş parçasının çapı yığılma işlemi ile 50 mm'ye ulaşmaktadır. İş parçası yüksek sıcaklıkta 85 MPa ($n=0$) değerinde akma noktasına ulaşmaktadır. Kalıp ve iş parçası arasındaki sürtünme

katsayısı 0.40'tır. Buna göre: (a) parçasının son uzunluğunu, (b) bu işlem için gerekli maksimum kuvveti belirleyiniz.

$$(a) V = \pi D_o^2 h_o / 4 = \pi (25)^2 (50) / 4 = 24,544 \text{ mm}^3$$

$$A_f = \pi D_f^2 / 4 = \pi (50)^2 / 4 = 1963.5 \text{ mm}^2$$

$$h_f = V / A_f = 24,544 / 1963.5 = 12.5 \text{ mm.}$$

$$(b) \epsilon = \ln(50/12.5) = \ln 4 = 1.3863$$

$$Y_f = 85(1.3863)^0 = 85 \text{ MPa}$$

$$A_f = 1963.5 \text{ mm}^2 ; D = (4 \times 1963.5 / \pi)^{0.5} = 50 \text{ mm}$$

$$K_f = 1 + 0.4(0.4)(50/12.5) = 1.64$$

$$F = 1.64(85)(1963.5) = 273,712 \text{ N}$$

17.20. Bir hidrolik dövme tezgahı maksimum 1000000 N kuvvet uygulama kapasitesine sahiptir. Silindirik bir iş parçasına soğuk dövme işlemi uygulanmaktadır. Parçanın başlangıç çapı 30 mm ve başlangıç yüksekliği 30 mm'dir. Metal için mukavemet katsayısı 400 MPa ve pekleşme üstü 0.2'dir. Kalıp ve iş parçası arasındaki sürtünme katsayısı 0.1 ise bu dövme işlemi ile yükseklikte sağlanabilecek maksimum indirgemeyi bulunuz.

$$V = \pi D_o^2 h_o / 4 = \pi (30)^2 (30) / 4 = 21206 \text{ mm}^3$$

$$A_f = 21206 / h_f$$

$$\epsilon = \ln(30/h_f)$$

$$Y_f = 400e^{0.2} = 400(\ln 30/h_f)^{0.2}$$

$$K_f = 1 + 0.4\mu(D_f/h_f) = 1 + 0.4(0.1)(D_f/h_f)$$

$$\text{Dövme Kuvveti } F = K_f Y_f A_f = (1 + 0.04 D_f/h_f) (400(\ln 30/h_f)^{0.2}) (21206/h_f)$$

$$F_{\text{maks}} = 1,000,000 \text{ N.}$$

Deneme $h_f = 20 \text{ mm}$

$$A_f = 21,206 / 20 = 1060.3 \text{ mm}^2$$

$$\epsilon = \ln(30/20) = \ln 1.5 = 0.405$$

$$Y_f = 400(0.405)^{0.2} = 333.9 \text{ MPa}$$

$$D_f = (4 \times 1060.3 / \pi)^{0.5} = 36.7 \text{ mm}$$

$$K_f = 1 + 0.04(36.7/20) = 1.073$$

$$F = 1.073(333.9)(1060.3) = 380,050 \text{ N (çok düşük)}$$

Kuvveti artırmak için daha yüksek h_f değerleri denenmelidir.

$h_f = 10 \text{ mm}$

$$A_f = 21206 / 10 = 2120.6 \text{ mm}^2$$

$$\epsilon = \ln(30/10) = \ln 3.0 = 1.099$$

$$Y_f = 400(1.099)^{0.2} = 407.6 \text{ MPa}$$

$$D_f = (4 \times 2120.6/\pi)^{0.5} = 51.96 \text{ mm}$$

$$K_f = 1 + 0.04(51.96/10) = 1.208$$

$$F = 1.208(407.6)(2120.6) = 1,043,998 \text{ N (biraz yüksek)}$$

$$\mathbf{hf = 10.3 \text{ mm}}$$

$$A_f = 21206/10.3 = 2058.8 \text{ mm}^2$$

$$\epsilon = \ln(30/10.3) = \ln 2.912 = 1.069$$

$$Y_f = 400(1.069)^{0.2} = 405.3 \text{ MPa}$$

$$D_f = (4 \times 2058.8/\pi)^{0.5} = 51.21 \text{ mm}$$

$$K_f = 1 + 0.04(51.21/10.3) = 1.198$$

$$F = 1.198(405.3)(2058.8) = 1000378.2 \text{ N}$$

17.21. Bir parça kapalı kalıpta sıcak dövme ile üretilecek şekilde tasarlanmıştır. Çapak dahil parçanın iz düşüm alanı 100 cm^2 'dir. Çapak alma işleminden sonra parçanın iz düşüm alanı 62.5 cm^2 'dir. Parça geometrisi karmaşıktır. Isıtıldıkça malzeme 70 MPa da akma değerine ulaşmaktadır ve gerinim sertleşmesine eğilimi yoktur. Oda sıcaklığında ise malzeme 175 MPa değerinde akma noktasına ulaşmaktadır. Buna göre dövme işlemi için gerekli maks. Kuvveti belirleyiniz.

Metalin sertleşmeye eğilimi yoktur ($n=0$)

Tablo 17.1, $K_f = 8.0$ seçilir.

$$F = 8.0(70)(100 \times 10^2) = 5600000 \text{ N.}$$

17.22. Bir biyel kolu kapalı kalıpta sıcak dövme ile üretilecek şekilde tasarlanmıştır. Parçanın iz düşüm alanı 6500 mm^2 'dir kalıp tasarımı dövme işlemi sırasında çapak oluşumuna neden olmaktadır. Bu nedenle çapak dahil alan 9000 mm^2 'dir. Parça geometrisi karmaşıktır. Isıtıldıkça malzeme 75 MPa da akma değerine ulaşmaktadır ve gerinim sertleşmesine eğilimi yoktur. Buna göre dövme işlemi için gerekli maks. Kuvveti bulunuz.

Metalin sertleşmeye eğilimi yoktur ($n=0$)

Tablo 17.1'den $K_f = 8.0$ seçilir.

$$F = 8.0(75)(9,000) = 5,400,000 \text{ N.}$$

EKSTRÜZYON

17.23. 100 mm uzunluğa ve 50 mm çapa sahip silindirik bir parça indirekt ekstrüzyon ile 20 mm çapa indirgenmektedir. Kalıp açısı 90° 'dir. Johnson eşitliğinde $a=0.8$ ve $b=1.4$ 'tür. İş malzemesi için akma eğrisi mukavemet katsayısı 800 MPa ve pekleşme üsteli 0.13 'tür. (a) Ekstrüzyon oranı, (b) gerçek gerinimi (homojen deformasyon), (c) Ekstrüzyon gerinimi, (d) koç basıncını ϵ koç kuvvetini hesaplayınız.

$$(a) r_x = A_o/A_f = D_o^2 / D_f^2 = (50)^2 / (20)^2 = 6.25$$

$$(b) \epsilon = \ln r_x = \ln 6.25 = 1.833$$

$$(c) \epsilon_x = a + b \ln r_x = 0.8 + 1.4(1.833) = 3.366$$

$$(d) \bar{Y}_f = 800(1.833)^{0.13}/1.13 = 766 \text{ MPa}$$

$$p = 766(3.366) = 2578 \text{ MPa}$$

$$(e) A_o = \pi D_o^2 / 4 = \pi(50)^2 / 4 = 1963.5 \text{ mm}^2$$

$$F = 2578(1963.5) = 5061903 \text{ N}$$

17.24. Çapı 3.75 cm olan 7.5 cm uzunluğunda bir silindirik bloğun çapı 0.9 cm ye dolaylı ekstrüzyonu ile azaltılmaktadır. Johnson eşitliğinde $a=0.8$ ve $b=1.5$ 'tir. İş metali için akma eğrisinde $K=520$ MPa ve $n=0.25$ 'tir. (a) ekstrüzyon oranı, (b) gerçek gerinimi (Hom. Def.), (c) ekstrüzyon gerinimi, (d) koç basıncını, (e) koç kuvvetini ve (f) koç hızı 50 cm/dk ise gücü hesaplayınız.

$$(a) r_x = A_o/A_f = D_o^2 / D_f^2 = (3.75)^2 / (0.9)^2 = 17.36$$

$$(b) \epsilon = \ln r_x = \ln 17.36 = 2.854$$

$$(c) \epsilon_x = a + b \ln r_x = 0.8 + 1.5(2.854) = 5.081$$

$$(d) \bar{Y}_f = 520(2.854)^{0.25}/1.25 = 540.7 \text{ MPa}$$

$$p = 540.7(5.081) = 2747.3 \text{ MPa}$$

$$A_o = \pi D_o^2 / 4 = \pi(3.75)^2 / 4 = 11.03 \text{ cm}^2$$

$$F = (540.7)(11.03 \times 10^2) = 596392$$

$$(f) P = 596392 (50) = 29819600 \text{ Ncm/dk}$$

17.25. 75 mm uzunluğa ve 35 mm çapa sahip bir parça 20 mm çapa indirgenmektedir. Kalıp açısı 75° dir. Johnson eşitliğinde $a=0.8$ ve $b=1.4$ 'tür. İş malzemesi için akma eğrisi mukavemet katsayısı 600 MPa ve pekleşme üsteli 0.25'tir. (a) Ekstrüzyon oranı, (b) gerçek gerinimi (homojen deformasyon), (c) Ekstrüzyon gerinimi , (d) $L=70, 60, 50, 40, 30, 20, 10$ mm de koç basıncı ve koç kuvvetini ve (f) koç hızı 50cm/dk ise gücü hesaplayınız.

$$(a) r_x = A_o/A_f = D_o^2 / D_f^2 = (35)^2 / (20)^2 = 3.0625$$

$$(b) \epsilon = \ln r_x = \ln 3.0625 = 1.119$$

$$(c) \epsilon_x = a + b \ln r_x = 0.8 + 1.4(1.119) = 2.367$$

$$(d) \bar{Y}_f = 600(1.119)^{0.25}/1.25 = 493.7 \text{ MPa}$$

$$A_o = \pi(35)^2 / 4 = 962.1 \text{ mm}^2$$

L=70 mm

$$p = 493.7 (2.367 + 2 \times 70/35) = 3143.38 \text{ MPa}$$

$$F = 3143.38 \times 962.1 = 3024321 \text{ N}$$

L=60 mm

$$p = 493.7 (2.367 + 2 \times 60/35) = 2861.27 \text{ MPa}$$

$$F = 2861.27 \times 962.1 = 2752831.34 \text{ N}$$

L=50 mm

$$p = 493.7 (2.367 + 2 \times 50/35) = 2579.16 \text{ MPa}$$

$$F = 2579.16 \times 962.1 = 2481409.19 \text{ N}$$

Diğer boylarda da benzer şekilde hesaplama yapılır.

17.26. 5cm uzunluğa ve 3.1 cm çapa sahip bir blok 1.25cm çapa ekstrüze edilmektedir. Kalıp açısı 90°'dir. İş malzemesi için akma eğrisi mukavemet katsayısı 310 MPa ve pekleşme üsteli 0.20'dir. Johnson eşitliğinde a=0.8 ve b=1.5'tir. (a) Ekstrüzyon oranı, (b) gerçek gerinimi (homojen deformasyon), (c) Ekstrüzyon gerinimi, (d) L= 5, 3.75, 2.5, 1.25, 0.0 cm de koç basıncı ve kuvvetini hesaplayınız.

$$(a) r_x = A_o/A_f = D_o^2/D_f^2 = (3.1)^2/(1.25)^2 = 6.15$$

$$(b) \epsilon = \ln r_x = \ln 6.15 = 1.8165$$

$$(c) \epsilon_x = a + b \ln r_x = 0.8 + 1.5(1.8165) = 3.524$$

$$(d) \bar{Y}_f = 310(1.8165)^{0.20}/1.20 = 291.09 \text{ MPa}$$

$$A_o = \pi(3.1)^2/4 = 7.54 \text{ cm}^2$$

L = 5.0 cm

$$p = 291.09 (3.524 + 2 \times 5/3.1) = 1964.8 \text{ MPa}$$

$$F = 1964.8(7.54 \times 10^2) = 1481460 \text{ N}$$

L = 3.75

$$p = 291.09(3.524 + 2 \times 3.75/3.1) = 1730 \text{ MPa}$$

$$F = 1730(7.54 \times 10^2) = 1304458 \text{ N}$$

L = 2.5 cm

$$p = 291.09(3.524 + 2 \times 2.5/3.1) = 1495.3 \text{ MPa}$$

$$F = 1495.3(7.54 \times 10^2) = 1127457 \text{ N}$$

Benzer şekilde diğer boyutlar içinde devam ettirilir.

17.27. Başlangıç çap 5 cm ve ilk uzunluğu 10 cm olan silindirik bir blok üzerinde direkt ekstrüzyon işlemi uygulanmaktadır. Kalıp açısı 60 derecedir. Orifis çapı 1.25 cm dir. Johnson eşitliğinde a=0.8 ve b=1.5'tir. İşlem sıcak olarak gerçekleştirilmekte olup ısıtılmış metal 90 MPa değerinde akma sınırına ulaşmaktadır ve gerinim sertleşmesine maruz kalmamaktadır. (a) ekstrüzyon oranı nedir (b) metal kalıp konisini basılıp kalıp açıklığından ekstrüze edilmeye başladığı andaki koç pozisyonunu belirleyiniz. (c) bu pozisyondaki koç basıncı nedir. (d) ayrıca koçun ileri hareketi kalıp konisinin başlangıcında duracak olursa son parçanın uzunluğunu belirleyiniz.

$$(a) r_x = A_o/A_f = D_o^2/D_f^2 = (5)^2/(1.25)^2 = 16$$

$$(b) R_1 = 0.5D_o = 2.5 \text{ cm ve } R_2 = 0.5D_f = 0,625 \text{ cm}$$

$$\text{Koninin yüksekliği } h = (R_1 - R_2)/\tan 60 = (2.5 - 0.625)/\tan 60 = 1.082 \text{ cm}$$

$$V = 0.333\pi h(R_1^2 + R_1R_2 + R_2^2) = 0.333\pi(1.082)(2.5^2 + 2.5 \times 0.625 + 0.625^2) = 9.28 \text{ cm}^3$$

$$V = \pi R_1^2 (L_0 - L_1) = \pi(2.5)^2 (L_0 - L_1)$$

Hacmin bir kısmı koniyi doldurur ve kalan kısmı ekstrüze olur.

$$6.25 \pi(10 - L_1) = 9.28 \text{ cm}^3$$

$$L_1 = 9.04 \text{ cm}$$

$$(c) \epsilon = \ln r_x = \ln 16 = 2.7726$$

$$\epsilon_x = a + b \ln r_x = 0.8 + 1.5(2.7726) = 4.959$$

$$\bar{Y}_f = 90(2.7726)^0 / 1.0 = 90 \text{ MPa}$$

$$p = 90(4.959 + 2 \times 9.04/5) = 771.75 \text{ MPa}$$

(d) Ekstrüze edilen boy = 9.04 cm.

Kesit daralması $r_x = 16$,

$$\text{Son parça boyu } L = 9.04(16) = 144.64 \text{ cm}$$

17.28. Bir dolaylı ekstrüzyon işlemi 5 cm çapında ve 7.5 cm uzunluğunda silindirik alüminyum bir parça ile başlatılmaktadır. Ekstrüzyon sonrası parça kesiti bir kenarı 2.5 cm olan bir karedir. Kalıp açısı 90 derecedir. İşlem soğuk olarak gerçekleştirilmiş olup malzemenin mukavemet katsayısı 180 MPa ve pekleşme üsteli 0.20'dir. Johnson eşitliğinde $a=0.8$ ve $b= 1.2$ 'dir. Buna göre (a) ekstrüzyon oranını, gerçek gerinimi ve ekstrüzyon gerinimini hesaplayınız. (b) ürünün şekil faktörü nedir. (c) işlem sonucunda en uçtaki kalınlık 1.2 cm ise ekstrüzyon uygulanan kesitin uzunluğu nedir. (d) işlemdeki koç basıncını bulunuz.

$$(a) r_x = A_0/A_f$$

$$A_0 = \pi D_0^2 / 4 = \pi(5)^2 / 4 = 19.62 \text{ cm}^2$$

$$A_f = 2.5 \times 2.5 = 6.25 \text{ cm}^2$$

$$r_x = 19.62/6.25 = 3.14$$

$$\epsilon = \ln 3.14 = 1.145$$

$$\epsilon_x = 0.8 + 1.3(1.145) = 2.174$$

$$(b) A = 6.25 \text{ cm}^2 .$$

$$\text{Karşılık gelen dairenin çapı: } R = (6.25/\pi)^{0.5} = 1.41 \text{ cm}$$

$$\text{Karşılık gelen dairenin çevresi: } C_c = 2\pi R = 2\pi(1.41) = 8.86 \text{ cm}$$

$$\text{Ekstrüze kesitin çevresi: } C_x = 4(2.5) = 10.0 \text{ cm}$$

$$K_x = 0.98 + 0.02(10/8.86)^{2.25} = 1.006$$

$$(c) V = (7.5)(\pi \times 5^2 / 4) = 147.18 \text{ cm}^3$$

$$\text{Ekstrüze edilmeden kalan hacim } V_1 = (1.2)(\pi 5^2 / 4) = 23.55 \text{ cm}^3$$

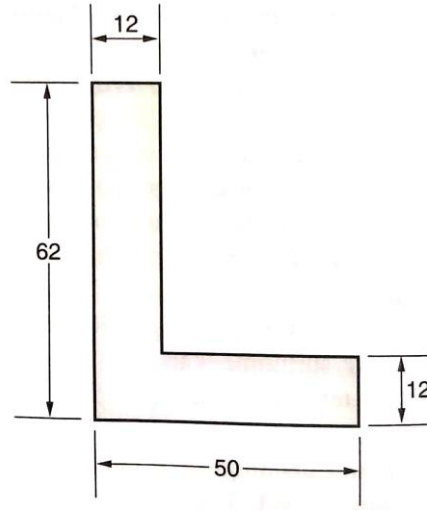
Ekstrüze edilen kesit: $A_f = 6.25 \text{ cm}^2$

$V_2 = LA_f = 147.18 - 23.55$ Buradan, $L = 123.63/6.25 = 19.78 \text{ cm}$

(d) $\bar{Y}_f = 180(1.145)^{0.2}/1.2 = 154.1 \text{ MPa}$

$p = 1.006(154.1)(2.174) = 337.0 \text{ MPa}$

17.29. L şeklinde bir yapı elemanı başlangıç ölçüleri $L_0=500 \text{ mm}$ ve $D_0= 100 \text{ mm}$ olan bir alüminyum kütükten direkt ekstrüzyon yöntemi ile üretilmiştir. Kesit alanının ölçüleri şekil 17.29'da verilmiştir. Kalıp açısı 90 derecedir. Buna göre: (a) ekstrüzyon oranını, (b) şekil faktörünü, (c) işlem sonucunda silindir içinde kalan uçtaki kalınlık 25 mm ise ekstrüzyon edilen kesitin uzunluğunu bulunuz.



ŞEKİL P17.29 Problem 17.29'un parçası (ölçüler mm cinsindedir).

(a) $r_x = A_o/A_f$

$$A_o = \pi(100)^2/4 = 7854 \text{ mm}^2$$

$$A_f = 2(12 \times 50) = 1200 \text{ mm}^2$$

$$r_x = 7854/1200 = 6.545$$

(b) Şekil faktörünü belirlemek için:

$$A = 1200 \text{ mm}^2$$

$$R = (1200/\pi)^{0.5} = 19.54 \text{ mm}$$

$$C_c = 2\pi(19.54) = 122.8 \text{ mm}$$

$$C_x = 62 + 50 + 12 + 38 + 50 + 12 = 224 \text{ mm}$$

$$K_x = 0.98 + 0.02(224/122.8)2.25 = 1.057$$

(c) Başlangıç hacmi $V = \pi(100)^2 (500)/4 = 3926991 \text{ mm}^3$

Toplam hacim ekstrüze edilen hacim ve kalıp içindeki hacimden oluşmaktadır.

$$\text{İçeride kalan hacim: } V_1 = \pi(100)^2 (25)/4 = 196350 \text{ mm}^3$$

Ekstrüze edilen kesit: $A_f = 1200 \text{ mm}^2$

Ekstrüze edilen hacim $V_2 = LA_f = 3926991 - 196350 = 3730641 \text{ mm}^3$

$L = 3730641/1200 = 3108.9 \text{ mm} = 3.109 \text{ m}$

17.30. Problem 17.29 da alüminyum alaşım için akış eğrisi parametreleri $K=240 \text{ MPa}$ ve $n=0.16$ 'dır. Bu işlem için kalıp açısı 90 derece ve Johnson gerinim eşitliğinde sabitler $a=0.8$ ve $b=1.5$ ise ekstrüzyon işlemini başlangıcında koçu ileri sürmek için istenen maksimum kuvveti hesaplayınız.

Problem 17.29'dan

$$r_x = 5.068$$

$$\epsilon = \ln 5.068 = 1.623$$

$$\epsilon x = 0.8 + 1.5(1.623) = 3.234$$

$$\bar{Y}_f = 240(1.623)^{0.16}/1.16 = 223.6 \text{ MPa}$$

$$L = 250 \text{ mm } p = K_x Y_f (\epsilon_x + 2L/D_o) = 1.057(223.6)(3.234 + 2(250)/88) = 2107.2 \text{ MPa}$$

$$F = pA_o = 2107.2 (6082.1) = 12816267 \text{ N}$$

17.31. 50 mm çapında Al bir malzemeden geri ekstrüzyon yöntemi ile kap şeklinde bir parça üretilmektedir. Kabin son ölçüleri dış çapı 50 mm iç çapı 40 mm yüksekliği 100 mm ve taban kalınlığı 5mm olarak verilmiştir. Buna göre; (a) ekstrüzyon oranını (b) şekil faktörünü (c) son ölçüleri elde edebilmek için gereken başlangıç malzemesini uzunluğunu bulunuz. (d) eğer malzemenin akma eğrisi parametreleri $K=400 \text{ MPa}$ ve $n=0.25$ ise ve Johnson eşitliğinde sabitler $a=0.8$ ve $b=1.5$ ise ekstrüzyon kuvvetini belirleyiniz.

(a) $r_x = A_o/A_f$

$$A_o = 0.25\pi(50)^2 = 1963.75 \text{ mm}^2$$

$$A_f = 0.25\pi(50^2 - 40^2) = 706.86 \text{ mm}^2$$

$$r_x = 1963.75/706.86 = 2.778$$

(b) Şekil faktörünün belirlenmesi için:

$$A_f = 706.86 \text{ mm}^2$$

$$\text{Karşılık gelen yarı çap: } R = (706.86/\pi)^{0.5} = 15 \text{ mm}$$

$$C_c = 2\pi(15) = 94.25 \text{ mm}$$

$$C_x = \pi(50 + 40) = 90\pi = 282.74 \text{ mm}$$

$$K_x = 0.98 + 0.02(282.74/94.25)^{2.25} = 1.217$$

(c) Kab tabanının hacmi ($t = 5 \text{ mm}$ and $D = 50 \text{ mm}$) $V_1 = 0.25\pi(50)^2(5) = 9817.5 \text{ mm}^3$

(2) Kabin taban dışında kalan kısmının hacmi $D_{dış} = 50 \text{ mm}$, $D_{iç} = 40 \text{ mm}$, $h = 95 \text{ mm}$

$$V_2 = 0.25\pi(50^2 - 40^2)(95) = 0.25\pi(2500 - 1600)(95) = 67,151.5 \text{ mm}^3$$

$$\text{Toplam Hacim: } V = V_1 + V_2 = 9817.5 + 67,151.5 = 76,969 \text{ mm}^3$$

$$V = 76,969 \text{ mm}^3 \quad V = 0.25\pi(50)^2(h) = 1963.5h = 76,969 \text{ mm}^3 \quad h = 39.2 \text{ mm}$$

$$(d) \epsilon = \ln 2.778 = 1.0218 \quad \epsilon_x = 0.8 + 1.5(1.0218) = 2.33$$

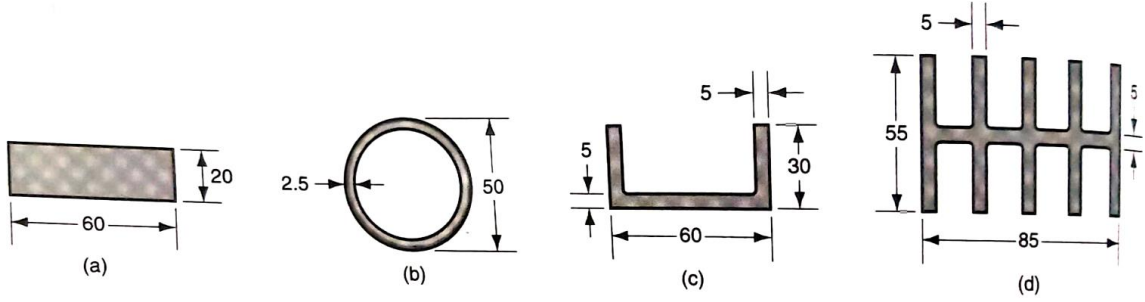
$$\bar{Y}_f = 400(1.0218)^{0.25}/1.25 = 321.73 \text{ MPa}$$

$$p = K_x \bar{Y}_f \epsilon_x = 1.217(321.73)(2.33) = 912.3 \text{ MPa}$$

$$A_o = 0.25\pi(40)^2 = 1256.6 \text{ mm}^2$$

$$F = 912.3(1256.6) = 1146430 \text{ N}$$

17.32. Şekil 17.32 deki her bir ekstrüzyon kalıp orifisinin şekil faktörünü belirleyiniz.



ŞEKİL P17.32 Problem 17.32 için kesit alanı şekilleri (ölçüler mm cinsindedir): (a) dikdörtgen kesitli çubuk, (b) boru, (c) kanal ve (d) soğutma kanatçıkları.

$$(a) A_x = 20 \times 60 = 1200 \text{ mm}^2$$

$$C_x = 2(20 + 60) = 160 \text{ mm}$$

$$A_o = \pi R^2 = 1200$$

$$R^2 = 1200/\pi = 381.97$$

$$R = 19.544 \text{ mm}$$

$$C_c = 2\pi R = 2\pi(19.544) = 122.8 \text{ mm}$$

$$K_x = 0.98 + 0.02(160/122.8)^{2.25} = 1.016$$

$$(b) A_x = \pi R_o^2 - \pi R_i^2 = \pi(25^2 - 22.5^2) = 373.06 \text{ mm}^2$$

$$C_x = \pi D_o + \pi D_i = \pi(50 + 45) = 298.45 \text{ mm}$$

$$R^2 = 373.06/\pi = 118.75$$

$$R = 10.897 \text{ mm}$$

$$C_c = 2\pi R = 2\pi(10.897) = 68.47 \text{ mm}$$

$$K_x = 0.98 + 0.02(298.45/68.47)^{2.25} = 1.53$$

$$(c) A_x = 2(5)(30) + 5(60 - 10) = 300 + 250 = 550 \text{ mm}^2$$

$$C_x = 30 + 60 + 30 + 5 + 25 + 50 + 25 + 5 = 230 \text{ mm}$$

$$A_o = \pi R^2 = 550, R^2 = 550/\pi = 175.07,$$

$$R = 13.23 \text{ mm}$$

$$C_c = 2\pi R = 2\pi(13.23) = 83.14 \text{ mm}$$

$$Kx = 0.98 + 0.02(230/83.14)^{2.25} = 1.177$$

$$(d) A_x = 5(55)(5) + 5(85 - 5 \times 5) = 1675 \text{ mm}^2$$

$$C_x = 2 \times 55 + 16 \times 25 + 8 \times 15 + 10 \times 5 = 680 \text{ mm}$$

$$A_o = \pi R^2 = 1675, R^2 = 1675/\pi = 533.17$$

$$R = 23.09 \text{ mm}$$

$$C_c = 2\pi R = 2\pi(23.09) = 145.08 \text{ mm}$$

$$Kx = 0.98 + 0.02(680/145.08)^{2.25} = 1.626$$

17.33 Bir direkt ekstrüzyon işlemi ile Şekil P17.32 (a) daki kesit şekli 125 mm çapında ve 350 mm uzunluğundaki piriç malzemedan üretilmektedir. Piriç malzeme için $K=700$ MPa ve $n=0,35$ olara bilinmektedir. Johnson eşitliğinde $a= 0.7$ ve $b= 1.4$ olarak verilmiştir. Buna göre:

(a) ekstrüzyon oranını, (b) şekil faktörünü, (c) Silindirde kalan malzeme uzunluğu 300 mm iken ekstrüzyon sırasındaki koçun ileri hareketini sağlayabilmek için gerekli kuvveti ve (d) işlem sonrasında silindirde kalan son kısmın hacmi 600000 mm^3 ise ekstrüzyon ekstrüze edilen kısmın uzunluğunu bulunuz.

$$(a) r_x = A_o/A_f$$

$$A_o = \pi(125)^2 / 4 = 12272 \text{ mm}^2$$

$$A_f = A_x = 20(60) = 1200 \text{ mm}^2$$

$$r_x = 12272/1200 = 10.23$$

(b) Şekil faktörünü belirlemek için:

$$A_f = 1200 \text{ mm}^2$$

$$R = (1200/\pi)^{0.5} = 19.544 \text{ mm}$$

$$C_c = 2\pi(19.544) = 122.8 \text{ mm}$$

$$C_x = 2(20 + 60) = 160 \text{ mm}$$

$$Kx = 0.98 + 0.02(160/122.8)^{2.25} = 1.016$$

$$(c) \epsilon = \ln 10.23 = 2.325$$

$$\epsilon_x = 0.7 + 1.4(2.325) = 3.955$$

$$\bar{Y}_f = 700(2.325)^{0.35}/1.35 = 696.6 \text{ MPa}$$

$$p = K_x \bar{Y}_f \epsilon_x = 1.016(696.6)(3.955 + 2(300)/125) = 6196.3 \text{ MPa}$$

$$F = pA_o = 6196.3(12272) = 76295200 \text{ N}$$

$$(d) \text{ Toplam hacim } V = \pi(125)^2 (350)/4 = 4295200 \text{ mm}^3$$

$$\text{Geriye kalan hacim: } V_1 = 600,000 \text{ mm}^3$$

$$A_f = 1200 \text{ mm}^2 \quad V_2 = LA_f = 4295200 - 600000 = 3695200 \text{ mm}^3$$

$$L = 3695200/1200 = 3079.3 \text{ mm} = 3.079 \text{ m}$$

17.34. Bir direkt ekstrüzyon işlemi ile Şekil P17.32 (b) daki kesit şekli 100 mm çapında ve 500 mm uzunluğundaki bakır malzemeden üretilmektedir. Pirinç malzeme için $K=300 \text{ MPa}$ ve $n=0,50$ olara bilinmektedir. Johnson eşitliğinde $a= 0.8$ ve $b= 1.5$ olarak verilmiştir. Buna göre:

(a) ekstrüzyon oranını, (b) şekil faktörünü, (c) Silindirde kalan malzeme uzunluğu 450 mm iken ekstrüzyon sırasındaki koçun ileri hareketini sağlayabilmek için gerekli kuvveti ve (d) işlem sonrasında silindirde kalan son kısmın hacmi 350000 mm^3 ise ekstrüzyon ekstrüze edilen kısmın uzunluğunu bulunuz.

(a) $r_x = A_o/A_f$

$$A_o = \pi(100)^2 / 4 = 7854 \text{ mm}^2$$

$$A_f = A_x = \pi(50)^2 / 4 - \pi(45)^2 / 4 = 1963.5 - 1590.4 = 373.1 \text{ mm}^2$$

$$r_x = 7854/373.1 = 21.05$$

(b) Şekil faktörünü belirlemek için: $A_x = 373.1 \text{ mm}^2$

$$R = (373.1/\pi)^{0.5} = 10.9 \text{ mm}$$

$$C_c = 2\pi(10.9) = 68.5 \text{ mm}$$

$$C_x = \pi(50) + \pi(45) = 298.5 \text{ mm}$$

$$K_x = 0.98 + 0.02(298.5/68.5)^{2.25} = 1.53$$

(c) $\epsilon = \ln 21.05 = 3.047$

$$\epsilon_x = 0.8 + 1.5(3.047) = 5.37$$

$$\bar{Y}_f = 300(3.047)^{0.50}/1.50 = 349.1 \text{ MPa}$$

$$p = K_x \bar{Y}_f \epsilon_x = 1.53(349.1)(5.37 + 2(450)/100) = 7675.3 \text{ MPa}$$

$$F = pA_o = 7675.3(7854) = 60,282,179 \text{ N}$$

(d) Toplam hacim: $V = \pi(100)^2 (500)/4 = 3,926,991 \text{ mm}^3$

İçeride kalan hacim: $V_1 = 350000 \text{ mm}^3$

$$A_f = 373.1 \text{ mm}^2$$

$$V_2 = LA_f = 3926991 - 350000 = 3576991 \text{ mm}^3$$

$$L = 3576991/373.1 = 9587.2 \text{ mm} = 9.587 \text{ m}$$

17.35. Bir direkt ekstrüzyon işlemi ile Şekil P17.32 (c) daki kesit şekli 150 mm çapında ve 500 mm uzunluğundaki Alüminyum malzemeden üretilmektedir. Pirinç malzeme için $K=240 \text{ MPa}$ ve $n=0,16$ olara bilinmektedir. Johnson eşitliğinde $a= 0.8$ ve $b= 1.2$ olarak verilmiştir. Buna göre:

(a) ekstrüzyon oranını, (b) şekil faktörünü, (c) Silindirde kalan malzeme uzunluğu 400 mm iken ekstrüzyon sırasındaki koçun ileri hareketini sağlayabilmek için gerekli kuvveti ve (d) işlem sonrasında

silindirde kalan son kısmın hacmi 600000 mm³ ise ekstrüzyon ekstrüze edilen kısmın uzunluğunu bulunuz.

$$(a) r_x = A_o/A_f$$

$$A_o = \pi(150)^2/4 = 17671.5 \text{ mm}^2$$

$$A_f = A_x = 60(5) + 2(25)(5) = 300 + 250 = 550 \text{ mm}^2$$

$$r_x = 17671.5/550 = 32.1$$

$$(b) \text{ Şekil faktörünü belirlemek için: } A_x = 550 \text{ mm}^2$$

$$C_x = 30 + 60 + 30 + 5 + 25 + 50 + 25 + 5 = 230 \text{ mm}$$

$$A_o = \pi R^2 = 550, R^2 = 550/\pi = 175.07$$

$$R = 13.23 \text{ mm}$$

$$C_c = 2\pi R = 2\pi(13.23) = 83.14 \text{ mm}$$

$$K_x = 0.98 + 0.02(230/83.14)^{2.25} = 1.177$$

$$(c) \epsilon = \ln 32.1 = 3.47$$

$$\epsilon_x = 0.8 + 1.2(3.47) = 4.96$$

$$\bar{Y}_f = 240(3.47)^{0.16}/1.16 = 252.5 \text{ MPa}$$

$$p = K_x \bar{Y}_f \epsilon_x = 1.177(252.5)(4.96 + 2(400)/150) = 3059.1 \text{ MPa}$$

$$F = pA_o = 3059.1(17671.5) = 54058912 \text{ N}$$

$$(d) \text{ Toplam hacim: } V = \pi(150)^2 (500)/4 = 8835750 \text{ mm}^3$$

$$\text{Silindirde kalan hacim: } V_1 = 600000 \text{ mm}^3$$

$$A_f = 550 \text{ mm}^2$$

$$V_2 = LA_f = 8835750 - 600000 = 8235750 \text{ mm}^3$$

$$L = 8235750/550 = 14974 \text{ mm} = 14.974 \text{ m}$$

17.36. Bir direkt ekstrüzyon işlemi ile Şekil P17.32 (d) daki kesit şekli 150 mm çapında ve 900 mm uzunluğundaki Alüminyum malzemedden üretilmektedir. Pirinç malzeme için $K=240$ MPa ve $n=0,16$ olara bilinmektedir. Johnson eşitliğinde $a= 0.8$ ve $b= 1.5$ olarak verilmiştir. Buna göre:

(a) ekstrüzyon oranını, (b) şekil faktörünü, (c) Silindirde kalan malzeme uzunluğu 850 mm iken ekstrüzyon sırasındaki koçun ileri hareketini sağlayabilmek için gerekli kuvveti ve (d) işlem sonrasında silindirde kalan son kısmın hacmi 600000 mm³ ise ekstrüzyon ekstrüze edilen kısmın uzunluğunu bulunuz.

$$(a) r_x = A_o/A_f$$

$$A_o = \pi(150)^2/4 = 17,671.5 \text{ mm}^2$$

$$A_f = A_x = 5(55)(5) + 5(85 - 5(5)) = 1675 \text{ mm}^2$$

$$r_x = 17671.5/1675 = 10.55$$

(b) Şekil faktörünü belirlemek için:

$$A_x = 1675 \text{ mm}^2$$

$$C_x = 2 \times 55 + 16 \times 25 + 8 \times 15 + 10 \times 5 = 680 \text{ mm}$$

$$A_o = \pi R^2 = 1675$$

$$R^2 = 1675/\pi = 533.17$$

$$R = 23.09 \text{ mm}$$

$$C_c = 2\pi R = 2\pi(23.09) = 145.08 \text{ mm}$$

$$K_x = 0.98 + 0.02(680/145.08)^{2.25} = 1.626$$

(c) $\epsilon = \ln 10.55 = 2.36$

$$\epsilon_x = 0.8 + 1.5(2.36) = 4.33$$

$$\bar{Y}_f = 240(2.36)^{0.16}/1.16 = 237.4 \text{ MPa}$$

$$p = K_x \bar{Y}_f \epsilon_x = 1.626(237.4)(4.33 + 2(850)/150) = 6046.2 \text{ MPa}$$

$$F = pA_o = 6046.2(17671.5) = 106846146 \text{ N}$$

(d) Toplam hacim $V = \pi(150)^2 (900)/4 = 15904313 \text{ mm}^3$

Silindirde kalan hacim: $V_1 = 600000 \text{ mm}^3$

$$A_f = 1675 \text{ mm}^2$$

$$V_2 = LA_f = 15904313 - 600000 = 15304313 \text{ mm}^3$$

$$L = 15304313/1675 = 9137 \text{ mm} = 9.137 \text{ m}$$

TEL ÇEKME

17.37. Bir sargı telin başlangıç çapı 2.5 mm'dir. 2.1 mm açıklığı olan bir kalıptan çekme işlemi uygulanmaktadır. Kalıp giriş açısı 18°'dir. İş parçası ve kalıp arasındaki sürtünme katsayısı 0.08'dir. Metal malzemenin mukavemet katsayısı 450 MPa ve sertleşme katsayısı $n = 0.26$ 'dır. Tel çekme işlemi oda sıcaklığında gerçekleştirilmektedir. Buna göre: (a) alanın azalma miktarını, (b) çekme gerilimini ve (c) işlem için gerekli çekme kuvvetini bulunuz.

(a) $r = (A_o - A_f)/A_o$

$$A_o = 0.25\pi(2.50)^2 = 4.91 \text{ mm}^2$$

$$A_f = 0.25\pi(2.1)^2 = 3.46 \text{ mm}^2$$

$$r = (4.91 - 3.46)/4.91 = 0.294$$

(b) Çekme gerilimi σ_d :

$$\epsilon = \ln(4.91/3.46) = \ln 1.417 = 0.349$$

$$\bar{Y}_f = 450(0.349)^{0.26}/1.26 = 271.6 \text{ MPa}$$

$$\phi = 0.88 + 0.12(D/L_c)$$

$$D = 0.5(2.5 + 2.1) = 2.30$$

$$L_c = 0.5(2.5 - 2.1)/\sin 18 = 0.647$$

$$\phi = 0.88 + 0.12(2.30/0.647) = 1.31$$

$$\sigma_d = \bar{Y}_f (1 + \mu/\tan \alpha)\phi(\ln A_o/A_f) = 271.6(1 + 0.08/\tan 18)(1.31)(0.349) = 154.2 \text{ MPa}$$

$$(c) \text{ Çekme Kuvveti } F = A_f \sigma_d = 3.46(154.2) = 534.0 \text{ N}$$

17.38. Başlangıç çapı 1.25 cm olan çubuk, giriş açısı 13° olan bir tel çekme kalıbına sürülmektedir. Çubuğun son çapı 0.9 cm dir. Metal malzemenin mukavemet katsayısı 275 MPa ve pekleşme üstü 0.20'dir. Kalıp ve iş parçası arasındaki sürtünme katsayısı 0.1'dir. Buna göre: (a) alanın azalma miktarını, (b) işlem için gerekli çekme kuvvetini ve (c) çıkış hızı 0.6 m/sn ise bu işlem için gereken gücü hesaplayınız.

$$(a) r = (A_o - A_f)/A_o$$

$$A_o = 0.25\pi(12.5)^2 = 122.6 \text{ mm}^2$$

$$A_f = 0.25\pi(9)^2 = 63.5 \text{ mm}^2$$

$$r = (122.6 - 63.5)/122.6 = 0.482$$

(b) Çekme kuvveti F:

$$\epsilon = \ln(1.226/0.635) = \ln 1.93 = 0.657$$

$$\bar{Y}_f = 275(0.657)^{0.20}/1.20 = 210.7 \text{ MPa}$$

$$\phi = 0.88 + 0.12(D/L_c)$$

$$D = 0.5(12.5 + 9) = 10.75$$

$$L_c = 0.5(12.5 - 9.0)/\sin 13 = 7.77$$

$$\phi = 0.88 + 0.12(10.75/7.77) = 1.047$$

$$F = A_f \bar{Y}_f (1 + \mu/\tan \alpha)\phi(\ln A_o/A_f)$$

$$F = 63.5(210.7)(1 + 0.1/\tan 13)(1.046)(0.657) = 13177.2 \text{ N}$$

$$(c) P = 13177.2(0.6) = 7906.3 \text{ Nm/s}$$

17.39. Başlangıç çapı 90 mm olan çubuk, 15 mm'lik kalınlık azalması ile tel çekme işlemine maruz kalmaktadır. Çekme kalıbının giriş açısı 18° ve kalıp ile iş parçası arasındaki sürtünme katsayısı 0.08'dir. Metal malzeme, akma gerilimi 105 MPa olan mükemmel bir plastik malzeme gibi davranmaktadır. Buna göre: (a) alandaki azalmayı, (b) çekme gerilimini, (c) işlem için gereken çekme kuvvetini ve (d) çıkış hızı 1.0 m/dk ise işlemi gerçekleştirmek için gereken gücü belirleyiniz.

$$(a) r = (A_o - A_f)/A_o$$

$$A_o = 0.25\pi(90)^2 = 6361.7 \text{ mm}^2$$

$$D_f = D_o - d = 90 - 15 = 75 \text{ mm},$$

$$A_f = 0.25\pi(75)^2 = 4417.9 \text{ mm}^2$$

$$r = (6361.7 - 4417.9)/6361.7 = 0.3056$$

(b) Draw stress σ_d :

$$\epsilon = \ln(6361.7 / 4417.9) = \ln 1.440 = 0.3646$$

$$\bar{Y}_f = K = 105 \text{ MPa}$$

$$\phi = 0.88 + 0.12(D/L_c)$$

$$D = 0.5(90 + 75) = 82.5 \text{ mm}$$

$$L_c = 0.5(90 - 75)/\sin 18 = 24.3 \text{ mm}$$

$$\phi = 0.88 + 0.12(82.5/24.3) = 1.288$$

$$\sigma_d = \bar{Y}_f (1 + \mu/\tan \alpha)\phi(\ln A_o/A_f) = 105(1 + 0.08/\tan 18)(1.288)(0.3646) = 61.45 \text{ MPa}$$

$$\text{(c) } F = A_f \sigma_d = 4417.9 (61.45) = 271475 \text{ N}$$

$$\text{(d) } P = 271,475(1 \text{ m/min}) = 271475 \text{ N-m/min} = 4524.6 \text{ N-m/s} = 4524.6 \text{ W}$$

17.40. Başlangıç çapı 0.31 cm ve olan bir tel, her biri 0.20 olan azaltmayı sağlayan iki kalıptan geçirilerek tel çekme işlemine maruz kalmaktadır. Başlangıç metal malzemesi 275 MPa mukavemet katsayısına ve 0.15 pekleşme üstüne sahiptir. Her bir kalıp için kalıp açısı 12° dir ve iş parçası ile kalıp arasındaki sürtünme katsayısı 0.10'dur. Kalıptaki capstanlara hareket sağlayan motorlardan her biri 1.1 kW ve %90 verimlilikte çalışmaktadır. İkinci kalıptan çıkışta mümkün olabilecek maksimum tel hızını belirleyiniz.

İlk Çekme:

$$D_o = 3.1 \text{ mm},$$

$$A_o = 0.25\pi(3.1)^2 = 7.54 \text{ mm}^2$$

$$r = (A_o - A_f)/A_o$$

$$A_f = (1 - 0.2)A_o = 0.8 \times 7.54 = 6.032 \text{ mm}^2$$

$$\epsilon = \ln(7.54/6.032) = \ln 1.25 = 0.2231$$

$$\bar{Y}_f = 275(0.2231)^{0.15}/1.15 = 190.94 \text{ MPa}$$

$$\phi = 0.88 + 0.12(D/L_c)$$

$$D_f = \pi D^2/4 = D = 2.77 \text{ mm}$$

$$D = 0.5(3.1 + 2.77) = 2.935 \text{ mm}$$

$$L_c = (3.1 - 2.77)/2\sin 12 = 0.793$$

$$\phi = 0.88 + 0.12(2.935/0.793) = 1.324$$

$$F = A_f \bar{Y}_f (1 + \mu/\tan \alpha)\phi(\ln A_o/A_f)$$

$$F = 6.032(190.94)(1 + 0.1/\tan 12)(1.324)(0.2231) = 500.1 \text{ N}$$

%90 Verimlilik ile çalıştığından;

$$P = Fv = 500.1 \times v = 1100 \times 0.9$$

$$V = 1.979 \text{ m/s}$$

İkinci çekme:

$$D_o = 2.77 \text{ mm}, A_o = 0.25\pi(2.77)^2 = 6.032 \text{ mm}^2$$

$$r = (A_o - A_f)/A_o,$$

$$A_f = A_o(1 - r) = 6.032(1 - 0.2) = 4.825 \text{ mm}^2$$

$$\epsilon = \ln(6.032/4.825) = \ln 1.250 = 0.2231$$

Toplam gerinim: $\epsilon_1 + \epsilon_2$

$$\epsilon = \epsilon_1 + \epsilon_2 = 0.2231 + 0.2231 = 0.4462$$

$$\bar{Y}_f = 275(0.4462)^{0.15}/1.15 = 211.86 \text{ MPa}$$

$$\phi = 0.88 + 0.12(D/L_c)$$

$$D_f = \pi D^2/4 = D = 2.48 \text{ mm}$$

$$D = 0.5(2.77 + 2.48) = 2.625$$

$$L_c = (2.77 - 2.48)/2\sin 12 = 0.697$$

$$\phi = 0.88 + 0.12(2.625/0.697) = 1.33$$

$$F = A_f \bar{Y}_f (1 + \mu/\tan \alpha)\phi(\ln A_o/A_f)$$

$$F = 4.825(211.86)(1 + 0.1/\tan 12)(1.33)(0.4462) = 891.75 \text{ N}$$

%90 Verimlilik ile çalıştığından;

$$P = Fv = 891.75v = 1100 \times 0.9$$

$$V = 1.110 \text{ m/s}$$

KESME İŞLEMİ

18.1. 4.75 mm kalınlığındaki soğuk haddelenmiş çeliği kesmek için bir giyotin makas kullanılmaktadır. Optimum bir kesme için makaslar arası boşluk hangi değere ayarlanmalıdır?

Tablo 18.1, $A_c = 0.060$.

$$c = A_c t = 0.060(4.75) = 0.285 \text{ mm}$$

18.2. 2.0 mm kalınlığındaki soğuk haddelenmiş çeliğin (yarı sert) üzerinde bir taslaklama işlemi gerçekleştirilecektir. Parça 75 mm çapında daireseldir. Bu işlem için uygun zımba ve kalıp boyutlarını belirleyiniz.

Tablo 18.1, $A_c = 0.075$.

$$c = 0.075(2.0) = 0.15 \text{ mm.}$$

$$\text{Zimba } \text{çapı} = D_b - 2c = 75.0 - 2(0.15) = 74.70 \text{ mm.}$$

$$\text{Kalıp Çapı} = D_b = 75.0 \text{ mm.}$$

18.3. 3.50 mm kalınlığındaki 6061 ST alüminyum sac malzemedan büyük bir pulun imalatı için taslak çıkartma ve zımbalama amaçlı olarak bir kombine-tümleşik kalıp kullanılacaktır. Pulun dış çapı 50 mm iç çapı ise 15 mm'dir. (a) Boşaltma işlemi için kalıp ve zimba boyutlarını (b) zımbalama işlemi için kalıp ve zimba boyutlarını belirleyiniz. Problem 18.3'teki taslaklama ve zımbalama işlemini gerçekleştirecek presin minimum kuvvet değerini N cinsinden bulunuz bulunuz. Alüminyum sac metal 310 MPa çekme mukavemetine, 350 MPa mukavemet katsayısına 0.12 pekleşme üsteline sahiptir. (c) taslaklama ve zımbalamanın eş zamanlı olduğunu varsayınız. (d) önce zımbalama daha sonra da taslaklama oluşacak şekilde zımbaların kademeli olduğunu varsayınız.

Tablo 18.1'den, $A_c = 0.060$.

$$c = 0.060(3.50) = 0.210 \text{ mm}$$

$$(a) \text{ Zimba } \text{çapı} = D_b - 2c = 50 - 2(0.21) = 49.58 \text{ mm}$$

$$\text{Kalıp Dış Çapı} = D_b = 50.00 \text{ mm}$$

$$(b) \text{ Zimba } \text{çapı} = D_h = 15.00 \text{ mm}$$

$$\text{Kalıp } \text{çapı} = D_h + 2c = 15 + 2(0.210) = 15.42 \text{ mm}$$

$$c) F = 0.7(TS)tL$$

$$t = 3.5 \text{ mm problem 18.3'ten}$$

$$L = 50\pi + 15\pi = 65\pi = 204.2 \text{ mm}$$

$$F = 0.7(310)(3.5)(235.6) = 155100 \text{ N}$$

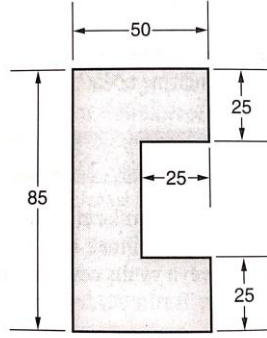
(d) Daha uzun olan çevre üzerinden minimum tonaj belirlenir.

$$\text{Kesici zımbanın çevresi, } L = 15\pi,$$

$$\text{Sacın dış çevresi, } L = 50\pi = 157.1 \text{ mm}$$

$$F = 0.7(310)(3.5)(157.1) = 119300 \text{ N}$$

18.4. Şekil P18.4'te şekli verilen parçayı boşaltmak için bir taslaklama kalıbı tasarlanacaktır. Malzeme 4 mm kalınlığında (yarı sertleştirilmiş) paslanmaz çeliktir. Taslaklama zımbasının boyutlarını ve kalıp açıklığını belirleyiniz.



ŞEKİL P18.4 Problem 18.4 için kesilecek parça (boyutlar mm'dir).

Tablo 18.1'den, $A_c = 0.075$.

$$c = 0.075(4.0) = 0.30 \text{ mm}$$

Şekil P18.4.

$$85 \text{ mm'lik boyut için} = 85 - 2(0.3) = 84.4 \text{ mm}$$

$$50 \text{ mm'lik boyut için} = 50 - 2(0.3) = 49.4 \text{ mm}$$

$$\text{Üst ve alttaki } 25 \text{ mm'lik genişlik için} = 25 - 2(0.3) = 24.4 \text{ mm}$$

İçteki 25 mm aynen kalacaktır.

18.5. Eğer çeliğin kayma mukavemeti 325 MPa ve çekme mukavemeti 450 MPa ise, Problem 18.2'de gereken taslaklama kuvvetini bulunuz.

$$F = StL$$

$$t = 2.0 \text{ mm problem 18.2'den}$$

$$L = \pi D = 75\pi = 235.65 \text{ mm}$$

$$F = 325(2.0)(235.65) = 153200 \text{ N}$$

18.7. Problem 18.4'teki taslaklama işlemi için gereken tonajı belirleyiniz. Paslanmaz çeliğin akma mukavemeti 500 MPa, kayma mukavemeti 600 MPa ve çekme mukavemeti 700 MPa'dır.

$$F = StL \quad t = 4 \text{ mm problem 18.4'ten}$$

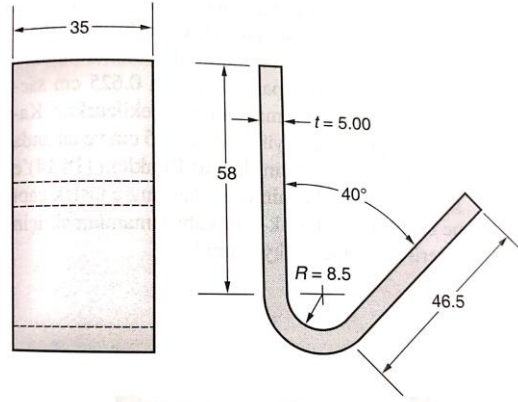
$$L = 85 + 50 + 25 + 25 + 35 + 25 + 25 + 50 = 320 \text{ mm}$$

$$F = 600(4.0)(320) = 768000 \text{ N. Yaklaşık } 86.3 \text{ tona eşittir.}$$

EĞME İŞLEMİ

18.9. Bir eğme işlemi 5.00 mm kalınlığında soğuk haddelenmiş çelik üzerinde gerçekleştirilecektir. Derin çekilen parça Şekil P18.9'da verilmiştir. Gerekli sac boyutunu ve eğme işlemi için V kalıp

kullanılırsa eğme kuvvetini belirleyiniz. (Malzemenin çekme dayanımı değerini 600 MPa ve kalıp açıklık boyutu 40 mm olarak alınız.)



ŞEKİL P18.9 Problem 18.9'daki eğme işlemi için parça (boyutlar mm'dir).

$$\alpha' = 40^\circ,$$

$$R = 8.50 \text{ mm } \alpha = 180 - \alpha' = 140^\circ.$$

$$A_b = 2\pi(\alpha/360)(R + K_{ba}t)$$

$$R/t = (8.5)/(5.00) = 1.7 < 2.0;$$

$$\text{Bu yüzden, } K_{ba} = 0.333$$

$$A_b = 2\pi(140/360)(8.5 + 0.333 \times 5.0) = 24.84 \text{ mm}$$

$$\text{Başlangıç Boyu: } w = 35 \text{ mm, } L = 58 + 24.84 + 46.5 = 129.34 \text{ mm}$$

$$V \text{ kalıpta eğme için, } K_{bf} = 1.33$$

$$F = K_{bf}(TS)wt^2/D = 1.33(600)(35)(5)^2/40 = \mathbf{17460 \text{ N}}$$

18.10. Problem 18.9'u R= 11.35 mm iken çözünüz.

$$\alpha' = 40^\circ, R = 11.35 \text{ mm } \alpha = 180 - \alpha' = 140^\circ.$$

$$A_b = 2\pi(\alpha/360)(R + K_{ba}t)$$

$$R/t = (11.35)/(5.00) = 2.270 > 2.0;$$

$$\text{Bu yüzden, } K_{ba} = 0.5$$

$$A_b = 2\pi(140/360)(11.35 + 0.5 \times 5.00) = 34.21 \text{ mm}$$

$$\text{Başlangıç boyutları: } w = 35 \text{ mm, } L = 58 + 34.21 + 46.5 = 138.71 \text{ mm}$$

18.11. Bir L-şeklinde parça 3.9 mm kalınlığında, 10 cm x 3.8 cm boyutlarındaki levhaya abkant pres ile V eğme işlemi gerçekleştirilecektir. 90° eğme, 10 cm uzunluğunun ortasına yapılacaktır, (a) Eğer eğme yarıçapı 4.6 mm ise, eğme sonrası ortaya çıkacak iki eşit tarafın boyutlarını belirleyiniz. Kolaylık sağlamak için, bu iki yüzey eğme yarıçapının başlangıcında ölçülmelidir, (b) Ayrıca, eğme sonrası parçanın tarafsız eksen uzunluğunu belirleyiniz.

$$(a) R/t = (4.6)/(3.9) = 1.179 < 2.0;$$

Bu yüzden, $K_{ba} = 0.33$

$$A_b = 2\pi(90/360)(4.6 + 0.33 \times 3.9) = 9.24 \text{ mm}$$

$$\text{Dimensions (lengths) of each end} = 0.5(100 - 9.24) = 45.38 \text{ mm}$$

(b) Bükülmeden önceki uzunluğu: 100 mm

$$\text{Kükülmeden meydana gelen uzama:} = 2\pi(90/360)(4.6 + 0.5 \times 3.9) = 10.28 \text{ mm}$$

$$\text{Tarafsız eksenin boyu: } 2(45.38) + 10.28 = 101.04$$

18.12. Bir eğme işlemi 25 mm genişliğinde ve 100 mm uzunluğunda 4 mm kalınlığında soğuk haddelenmiş çelik levha üzerinde gerçekleştirilecektir. Eğme 25 mm uzunluğunda olsun diye, plaka 25 mm'lik doğrultu boyunca eğilecektir. Elde edilen metal parça 30° bir açı ile ve 6 mm'lik bir eğilme yarıçapına sahiptir, (a) eğme payını (b) eğme sonrası parçanın tarafsız ekseninin uzunluğunu belirleyiniz. (İpucu: eğme öncesi tarafsız eksenin uzunluğu 100 mm'dir).

$$(a) \alpha' = 30^\circ,$$

$$R = 6.0 \text{ mm, ve } t = 4.0 \text{ mm}$$

$$\alpha = 180 - \alpha' = 150^\circ.$$

$$A_b = 2\pi(\alpha/360)(R + K_{bat})$$

$$R/t = 6/4 = 1.5 < 2.0;$$

Bu yüzden, $K_{ba} = 0.333$

$$A_b = 2\pi(150/360)(6.0 + 0.333 \times 4.0) = 19.195 \text{ mm}$$

(b) Germeden dolayı tarafsız eksenin uzunluğu 100.0 mm den daha büyük olacaktır.

Germe miktarı, bükülme payı ile hesaplanan bükülmüş bölümün uzunluğu arasındaki fark olacaktır.

$$2\pi(150/360)(6.0 + 0.5 \times 4.0) = 20.944.$$

$$\text{Fark} = 20.944 - 19.195 = 1.75 \text{ mm}$$

$$\text{Tarafsız eksenin son boyu } L = 100 + 1.75 = 101.75 \text{ mm}$$

18.13. Eğer eğme işlemi 40 mm kalıp açıklığına sahip bir V kalıpta gerçekleştirilecek olsaydı Problem 18.9'da gerekli eğme kuvvetini belirleyiniz. Bu malzeme 600 MPa çekme dayanımına ve 430 MPa'lık bir kayma dayanımına sahiptir.

V bükme için:

$$K_{bf} = 1.33.$$

$$F = K_{bf}(TS)wt^2 / D = 1.33(600)(35)(5.0)^2 / 40 = 17460 \text{ N}$$

18.14. Problem 18.13'ü kalıp açıklığının 28 mm olduğu silme kalıbı için çözünüz.

Silme kalıb için,

$$K_{bf} = 0.33.$$

$$F = K_{bf}(TS)wt^2 / D = 0.33(600)(35)(5.0)^2 / 28 = 6188 \text{ N}$$

18.15. Eğer eğme işlemi 3.125 cm kalıp açıklığına sahip bir V kalıpta gerçekleştirilecek olsaydı Problem 18.11'de gerekli eğme kuvvetini belirleyiniz. Bu malzeme 480 MPa çekme dayanımına ve 430 MPa'lık bir kayma dayanımına sahiptir.

V-bükme için, $K_{bf} = 1.33$.

$$F = K_{bf}(TS)wt^2 / D = 1.33(480)(35)(5)^2 / 31.25 = 17875.2 \text{ N}$$

18.16. Problem 18.15'i kalıp açıklığının 1.875 cm olduğu eğme kalıbı durumu için çözünüz.

Kayma kalıbı için,

$$K_{bf} = 0.33.$$

$$F = K_{bf}(TS)wt^2 / D = 0.33(480)(35)(5)^2 / 18.75 = 7392 \text{ N}$$

18.17. Bir sac metal parça 3 mm kalınlık ve 20 mm uzunluktadır ve 60° ve 7.5 mm eğme yarıçapındaki bir V kalıp içinde eğilmektedir. Metal 220 MPa bir akma, 340 MPa çekme dayanımına sahiptir. Kalıp açıklığının 15 mm olduğu göz önüne alındığında, parçayı eğmek için gerekli kuvveti hesaplayınız.

V Bükme için, $K_{bf} = 1.33$.

$$F = K_{bf}(TS)wt^2 / D = 1.33(340)(20)(3)^2 / 15 = 5426 \text{ N}$$

DERİN ÇEKME İŞLEMİ

18.18. Bir derin çekme işleminde indirgeme r ifadesini derin çekme oranının DR fonksiyonu olarak çıkartınız.

$$\text{İndirgeme } r = (D_b - D_p) / D_b$$

$$\text{Derin Çekme oranı } DR = D_b / D_p$$

$$r = D_b / D_b - D_p / D_b = 1 - D_p / D_b = 1 - 1 / DR$$

18.19. Bir kap, derin çekme yöntemi ile çekilecektir. Kapın yüksekliği 75 mm ve iç çapı 100 mm'dir. Sac metal kalınlığı 2 mm'dir. Eğer taslak çapı 225 mm ise (a) derin çekme oranını (b) indirgemeyi ve (c) kalınlık/çap oranını belirleyiniz, (d) İşlem uygun veya yapılabılır bir işlem midir?

$$(a) DR = D_b/D_p = 225/100 = 2.25$$

$$(b) r = (D_b - D_p)/D_b = (225 - 100)/225 = 0.555 = \%55.5$$

$$(c) t/D_b = 2/225 = 0.0089 = \%0.89 < \%1.0$$

(d) Uygulanabilirlik? $DR=2.25 > 2.0$ olduğu için gerçekleştirilemez.

18.20. Problem 18.19'u başlangıç taslak çapını 175 mm alarak çözünüz.

$$(a) DR = D_b/D_p = 175/100 = 1.75$$

$$(b) r = (D_b - D_p)/D_b = (175 - 100)/175 = 0.429 = 42.9\%$$

$$(c) t/D_b = 2/175 = 0.0114 = 1.14\%$$

(d) Yapılabilirlik? $DR < 2.0$, $r < 50\%$, ve $t/D_b > 1\%$.

Fakat, 175 mm çapa sahip bir sac metal ile 75 mm derinlikte bir kabın imal edilmesi pek pümkün gözükmemektedir. Bunun için başlangıç parçasının yüzey alanı ile son parçanın yüzey alanları kıyaslanmalıdır.

$$\text{Başlangıçtaki sacın yüzey alanı} = \pi D^2 / 4 = \pi(175)^2 / 4 = 24053 \text{ mm}^2.$$

Bu alana karşılık gelen kap alanı için deriliğin ne olması gerektiği hesaplanmalıdır.

$$\text{Kap Alanı} = \pi D_p h + \pi D_p^2 / 4 = 100\pi h + \pi(100)^2 / 4 = 100\pi h + 2500\pi = 314.16h + 7854.$$

$$314.16h + 7854 = 24053$$

$$314.16h = 16199$$

$$h = 51.56 \text{ mm} < 75 \text{ mm} \quad (\text{Bu yüzden bu işlem gerçekleştirilemez})$$

18.21. Bir derin çekme işlemi silindirik kabın iç çapı 10.625 cm ve yüksekliği 6.625 cm olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Sac kalınlığı 4.5 mm ve başlangıç taslak çapı 19.25 cm'dir. Zımba ve kalıp yarıçapları 10 mm'dir. Sac metal 450 MPa çekme, 220 MPa akma, 275 MPa kayma dayanımına sahiptir, (a) derin çekme oranı, (b) indirgeme, (c) derin çekme kuvvetini, ve (d) sac parça tutucu (baskı plakası) kuvvetini belirleyiniz.

$$(a) DR = 19.25/10.625 = 1.81$$

$$(b) r = (D_b - D_p)/D_b = (19.25 - 10.625)/19.25 = 44.8\%$$

$$(c) F = \pi D_p t (TS) (D_b/D_p - 0.7) = \pi(106.25)(4.5)(450)(19.25/10.625 - 0.7) = 751090.7 \text{ N}$$

$$(d) F_h = 0.015Y\pi(D_b^2 - (D_p + 2.2t + 2R_d)^2)$$

$$F_h = 0.015(220)\pi(192.5^2 - (106.25 + 2.2 \times 4.5 + 2 \times 10)^2)$$

$$F_h = 191898.3 \text{ N}$$

18.22. Problem 18.21 'i kalınlık $t = 3.1$ mm için çözünüz.

(a) $DR = 19.25/10.625 = 1.81$ (önceki problemle aynı)

(b) $t/D_b = 3.1/192.5 = 0.01623 = 1.623\%$

(c) $F = \pi D_p t (TS) (D/D_p - 0.7) = \pi (106.25) (3.1) (450) (19.25/10.625 - 0.7) = 517422.9$ N

(d) $F_h = 0.015 Y \pi (D_b^2 - (D_p + 2.2t + 2R_d)^2)$

$$F_h = 0.015 (220) \pi (192.5^2 - (106.25 + 2.2 \times 3.1 + 2 \times 10)^2) = 0.015 (32,000) \pi (7.72 - 4.83752)$$

$$F_h = 200490.4$$
 N

18.23. Bir kap derin çekme işlemi iç çap 80 mm ve yüksekliği 50 mm olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Sac kalınlığı 3 mm ve başlangıç taslak çapı 150 mm'dir. Zımba ve kalıp yarıçapları 4 mm'dir. Sac metal 400 MPa çekme mukavemetine, 180 MPa akma mukavemetine sahiptir, (a) derin çekme oranı, (b) indirgemeyi, (c) derin çekme kuvvetini, ve (d) sac parça tutucu (baskı plakası) kuvvetini belirleyiniz.

(a) $DR = 150/80 = 1.875$

(b) $r = (D_b - D_p)/D_b = (150 - 80)/150 = 70/150 = 0.46$

(c) $F = \pi D_p t (TS) (D_b/D_p - 0.7) = \pi (80) (3) (400) (150/80 - 0.7) = 354418$ N.

(d) $F_h = 0.015 Y \pi (D_b^2 - (D_p + 2.2t + 2R_d)^2)$

$$F_h = 0.015 (180) \pi (150^2 - (80 + 2.2 \times 3 + 2 \times 4)^2) = 0.015 (180) \pi (1502 - 94.62)$$

$$F_h = 114942$$
 N

18.24. Bir derin çekme işlemi kalınlığı 3.1 mm olan bir sac metal taslak üzerinde gerçekleştirilecektir. Kabin iç yüksekliği 9.5 cm ve iç çapı 12.5 cm'dir. Zımba yarıçapını 0 kabul ederek, flanşa hiç malzeme kalmayacak şekilde işlemin tamamlanacağı taslak başlangıç çapını hesaplayınız. İşlem uygulanabilir mi (zımba yarıçapının oldukça küçük olduğunu yok sayarak)?

Yüzeylerin eşitliği kullanılarak;

$$\text{Çekilmiş kabin iç yüzey alanı} = \pi D_p h + \pi D_p^2 / 4 = \pi (125) (95) + 0.25 \pi (125)^2 = 15781 \pi \text{ mm}^2$$

$$\text{İş parçası yüzey alanı} = \pi D_b^2 / 4 = 0.25 \pi D_b^2$$

İş parçası yüzey alanı = çekilmiş kabin iç yüzey alanı:

$$0.25 \pi D_b^2 = 15781 \pi$$

$$D_b^2 = 15781 / 0.25 = 63125$$

$$D_b = 251.2$$
 mm

İşlemin gerçekleştirilebilirliği: $DR = D_b/D_p = 251.2/125 = 2.01$.

$DR > 2.0$, Bu işlem gerçekleştirilemez.

18.25. Problem 18.24'ü zımba yarıçapı 0,95 cm için çözünüz.

Kalınlığın sabit kaldığı varsayılarak, Yüzey alanları eşitliği kullanılır. Kabın yüzey alanının hesabı için 3 parçaya ayrılarak işlem yapılır.

(1) Dik duvarların oluşturduğu alan (A1), boyu = $95 - 9.5 = 85.5$ mm

(2) zımba radüsü tarafından oluşturulan kap tabanındaki alan (A2) :

zımba yarı çapı: 9.5 mm

(3) Taban alanı , çap = $125 - 2 \times 9.5 = 106$ mm

$$A1 = \pi D_p h = \pi(125)(85.5) = 33558.7 \text{ mm}^2$$

A2 = (Pappus-Guldin Theorem):

$$\text{Çeyrek dairenin çevresi} = \pi D/4 = 0.25\pi(2 \times 9.5) = 14.92 \text{ mm}$$

Sentroid arkın merkezindedir. $9.5 \sin 45 = 6.717$ mm

$$106 + 2 \times 6.717 = 119.43 \text{ mm}$$

$$A2 = 119.43\pi(14.92) = 5598.17 \text{ mm}^2$$

$$A3 = \pi(106)^2 / 4 = 8824.7 \text{ mm}^2$$

$$\text{Kabın toplam alanı} = 33558.7 + 5598.17 + 8824.7 = 47981.6 \text{ mm}^2$$

$$\text{Sacın başlangıç alanı} = \pi D_b^2 / 4 = 0.7855 D_b^2$$

Alan eşitliği yapılırsa;

$$0.7855 D_b^2 = 47981.6$$

$$D_b = 247.15 \text{ mm}$$

$$\text{Yapılabilirlik: } DR = D_b/D_p = 247.15/125 = 1.978 < 2.0 \text{ (uygundur)}$$

$$\text{Kalınlık/çap oranı: } t/D_b = 3.1/247.15 = 0.0126 = 1.26\% > 1\% \text{ (uygundur)}$$

Kriterler sağlandığı için uygulanabilir.

18.26. Bir derin çekme işlemi kalınlığı 3 mm olan bir sac metal üzerinde gerçekleştirilecektir. Parça yüksekliği 50 mm ve iç çapı 70 mm olan bir silindirdir. Zımba köşe yarıçaplarını 0 kabul ediniz Gerekli taslak başlangıç çapı D_b 'yi bulunuz. İşlem uygulanabilir midir?

$$\text{Kabın alanı} = \text{duvar alanı} + \text{taban alanı} = \pi D_p h + \pi D_p^2 / 4 = \pi(70)(50) + 0.25\pi(70)^2 = 14846 \text{ mm}^2$$

$$\text{Sacın alanı} = \pi D_b^2 / 4 = 0.7855 D_b^2$$

Sac Alanı= Kap Alanı

$$0.7855 D_b^2 = 14846$$

$$D_b^2 = 14846/0.7855 = 18900$$

$$D_b = 137.48 \text{ mm}$$

Uygulanabilirliğin kontrolü:

$$DR = D_b/D_p = 137.48/70 = 1.964 < 2.0 \text{ (uygundur)}$$

$$t/D_b = 3/137.48 = 0.0218 = 2.18\% > 1\% \text{ (uygundur)}$$

18.27. Problem 18.26'yı 60 mm yükseklik için çözünüz.

Kabın alanı = duvar alanı + taban alanı

$$\text{Kap alanı} = \pi D_p h + \pi D_p^2 / 4 = \pi(70)(60) + 0.25\pi(70)^2 = 17045 \text{ mm}^2 .$$

$$\text{Sac alanı} = \pi D_b^2 / 4 = 0.7855 D_b^2$$

Sac Alanı= Kap Alanı:

$$0.7855 D_b^2 = 17045$$

$$D_b^2 = 17045/0.7855 = 21700$$

$$D_b = 147.31 \text{ mm.}$$

Uygulanabilirliğin kontrolü:

$$DR = D_b/D_p = 147.31/70 = 2.10 > 2.0 \text{ (uygun değil)}$$

$$t/D_b = 3/147.31 = 0.0204 = 2.04\% > 1\% \text{ (uygundur)}$$

DR > 2.0 olduğu için işlem gerçekleştirilemez.

18.28 Problem 18.27'yi zımba üzerindeki köşe yarıçaplarının 10 mm olduğu durum için çözünüz.

(1) Dik duvarların oluşturduğu alan (A1), boyu = 60 - 10 = 50 mm

$$A1 = \pi D_p h = \pi(70)(50) = 10995.6 \text{ mm}^2$$

(Pappus-Guldin Theorem):

$$A2 = \text{Çeyrek dairenin uzunluğu} = 2\pi R_p / 4 = 0.25\pi(2 \times 10) = 15.71 \text{ mm.}$$

$$\text{Sentrroidin konumu: } 10 \sin 45 = 7.071$$

$$50 + 2 \times 7.071 = 64.142 \text{ mm.}$$

$$A2 = 64.142\pi(15.71) = 3166.1 \text{ mm}^2$$

$$A3 = \pi(50)^2 / 4 = 1963.8 \text{ mm}^2$$

$$\text{Toplam Kap Alanı} = 10995.6 + 3166.1 + 1963.8 = 16125.5 \text{ mm}^2$$

$$\text{Sac Alanı} = \pi D_b^2 / 4 = 0.7855 D_b^2$$

Kap alanı sac alanına eşitlenirse:

$$0.7855D_b^2 = 16125.5$$

$$D_b^2 = 16125.5/0.7855 = 20529.0$$

$$D_b = 143.28 \text{ mm}$$

Uygulanabilirliğin kontrolü: $DR = D_b/D_p = 143.28/70 = 2.047 > 2.0$ (uygunamaz)