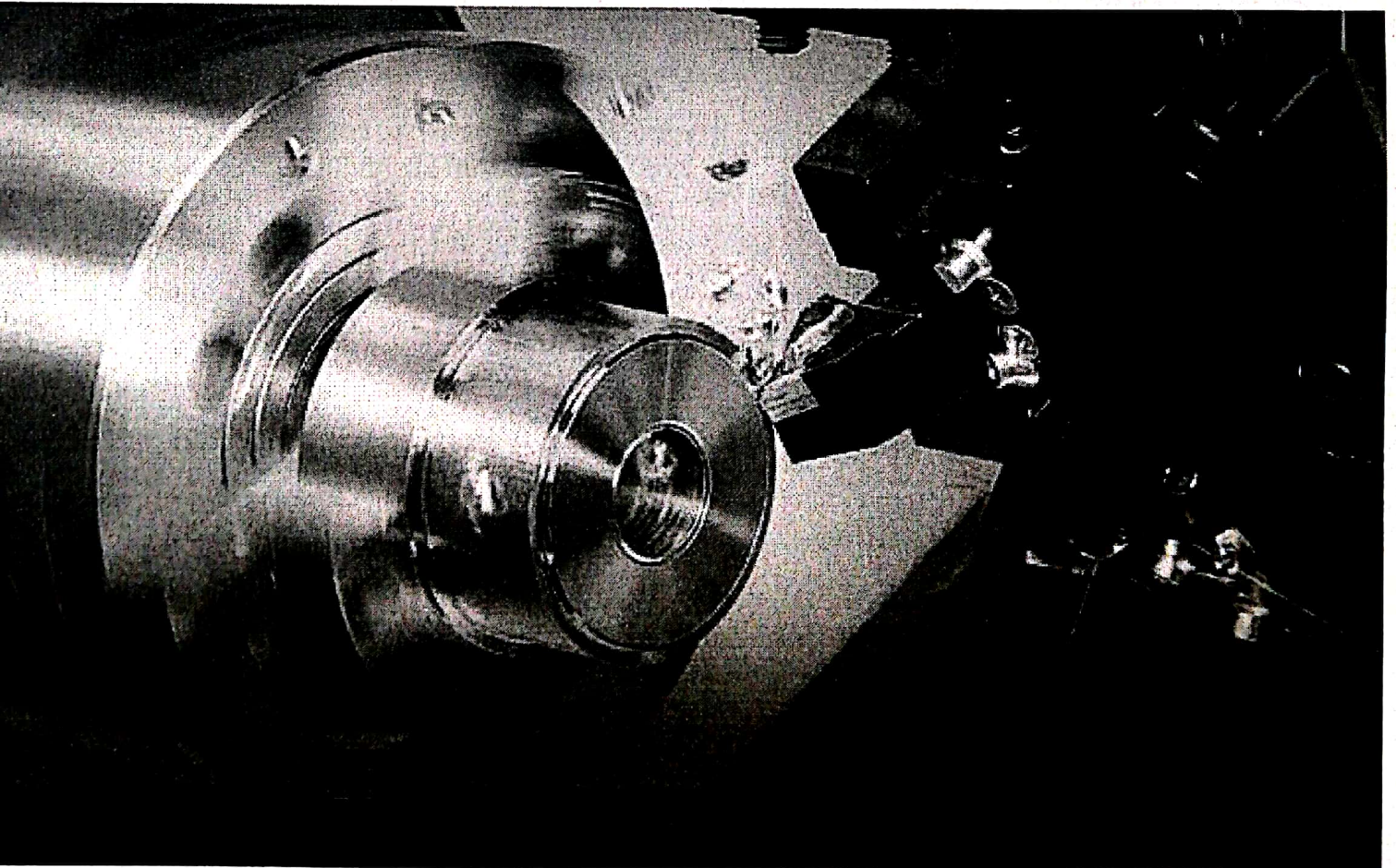


FABRIKAZIO TEKNOLOGIAK

MEKANIZAZIO ARIKETAK

2020-2021 IKASTURTEA

TORNEAKETA



AURKIBIDEA

- 1 ARIKETA
- 2 ARIKETA
- 3 ARIKETA
- 4 ARIKETA
- 5 ARIKETA
- 6 ARIKETA
- 7 ARIKETA
- 8 ARIKETA
- 9 ARIKETA

1 ARIKETA

Zilindraketa operazio batean hurrengo datuak ditugu:

- Pieza materialaren ebaketa energia espezifikoa, 1500 N/mm^2 .
- Piezaren diametroa, 100 mm
- Iraganaldi sakonera, 3 mm
- Gomendatutako ebaketa abiadura, 80 m/min
- Erremintaren punta erradioa, $0,4 \text{ mm}$

Eskatzen da:

1. Kalkulatu aitzinapen maximoa hurrengo murrizketak betez:

- Ebaketa indar maximoa, haustura hauskorra dela eta, 1500 N takoa da.
- Tornuaren potentzia nominala 5 Kw da eta bere errendimendua $\%75$
- Batez besteko zimurtasuna gehienez $20 \mu\text{m}$ -takoa izango da

2. Kalkulatutako aitzinapenarekin, determinatu:

Mekanizazio denbora eta batez besteko txirbil emaria, suposatuz zilindratu beharreko luzera 100 mm dela eta erremintaren hurbiltze distantzia 5 mm dela.

EMAITZA:

1 galdera

$$f_{\max} = 0,333 \text{ mm}$$

2 galdera

$$t_m = 1,237 \text{ min}$$

$$Q_w = 73,904 \text{ cm}^3 / \text{min}$$

ARIKETAK

(8. GAIA ⊕ 9. GAIA)

• TORNEAKETA:

①

ZILINDROAKETA

$P_s = 1500 \text{ N/mm}^2$ (ERAKETA ENERJIA ESPEZIFIKOA)

$D = 100 \text{ mm}$ (HASERAKO DIAMETROA)

$a_p = 3 \text{ mm}$ (IRAGANALDI SAKONERA)

$V_{\text{guz}} = 80 \text{ m/min}$ (ERAKETA ABIAZURRA)

$r = r = 0,4 \text{ mm}$ (ERRADIO PUNTA)

$f_{\text{max}}?$ ① $F_{\text{c max}} = 1500 \text{ N}$

② $P_N = 5 \text{ kW}$ (POTENTZIA NOMINALA)

$\eta = 0,75$ (ERRENDIMENDUA)

③ $R_{\text{a max}} = 20 \mu\text{m}$ (AIMUTASUNA)

Makinak bete behar dituen 3 numakioak

$S_c = a_c \cdot a_w = f \cdot \sin(\alpha_r) \cdot \frac{a_p}{\sin(\alpha_r)} = f \cdot a_p$
↑ tribil lodiera ↑ tribil zabalera

① $F_c = P_s \cdot S_c = P_s \cdot f \cdot a_p$ NON $S_c = f \cdot a_p = \text{aitzineren} \times \text{iraganaldi sakonera}$

$f_{\text{max}} = \frac{F_{\text{c max}}}{P_s \cdot a_p} = \frac{1500 \text{ N}}{1500 \text{ N/mm}^2 \cdot 3 \text{ mm}} ; \boxed{f_{\text{max}} = 0,333 \text{ mm}}$
↳ AITZINAPENA

② $P_{\text{cd}} = P_N \cdot \eta$ (DAUKAGUN ERAKETA POTENTZIA MAXIMOAK)

$P_{\text{cd}} = 5000 \text{ W} \cdot 0,75 ; \boxed{P_{\text{cd}} = 3750 \text{ W}}$

Et du $F_{\text{c max}}$ -en baldintza betetzen.

ERAKETA POTENTZIA $P_c = \frac{F_c \cdot V_c}{60} ; F_{\text{c max}} = \frac{60 P_c}{V_c} = \frac{60 \cdot 3750 \text{ W}}{80 \text{ m/min}} ; \boxed{F_{\text{c max}} = 2812,5 \text{ N}} > 1500 \text{ N}$

③ $R_a = \frac{f^2}{32r} ; f_{\text{max}} = \sqrt{32r R_a} = \sqrt{32 \cdot 0,4 \cdot 20 \cdot 10^{-3}} ; \boxed{f_{\text{max}} = 0,506 \text{ mm}}$

Erantzak ikusita, lehenengo aitzineren maximoak eratu geroztik, hau da,

$\boxed{f_{\text{max}} = 0,333 \text{ mm}}$

$f_{max} = 0,333 \text{ mm}$ deba jakintz, eta $L_w = 100 \text{ mm}$ \oplus $\Delta_{kur} = 5 \text{ mm}$

→ t_m ? (MEKANIZAZIO DENBORA)

↓
MEKANIZAZIO
BEHARRERAKO
ZUTERA

↓
HURBILTZE
DISTANTZIA

→ $\bar{\sigma}_w$? (BATAZBESTEKO TXIRBIL EMARIA)

↑
BIRAKETA
ABIADURAK

• $t_m = \frac{LT}{V_f} = \frac{L_w + \Delta_{kur}}{f \cdot N}$

$V_c = \frac{\pi D N}{1000}$; $N = \frac{1000 V_c}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 80 \cdot 10^3 \text{ mm/min}}{\pi \cdot 100 \text{ mm}}$; $N = 254,64 \text{ b/min}$

↓ AITZINAPEN ABIADURAREN ADIERAZPENEN ORDEZKATZE

$V_f = f(N) = 0,333 \text{ m} \cdot 254,64 \text{ b/min}$; $V_f = 84,8 \text{ mm/min}$

Pietak kono
edo kotoz erabiltzen
eremuak
buztertzen
distantziak

↳ BIRA KORAPURU MINTUTUOKO

↓ HAU KALKULATUTA, V_f t_m -ren ADIERAZPENEN ORDEZKATU

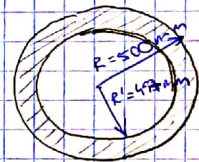
$t_m = \frac{100 \text{ mm} + 5 \text{ mm}}{84,8 \text{ mm/min}}$; $t_m = 1,237 \text{ min}$

① IRAGANALDI
SAGONERA
 $D_p = 3 \text{ mm} = 0,3 \text{ cm}$
DEBEA, PIKETEAK
ANIZERAKO
ERRADIOA
 $R = 50 - 3 = 47 \text{ mm}$

• $\bar{\sigma}_w = \frac{\text{TXIRBIL BOLUMENA}}{t_m} = \frac{\pi (50^2 - 47^2) \cdot 100}{1,237} \cdot \frac{1}{10^3}$

↑
MEKANIZAZIO
DENBORA

$\bar{\sigma}_w = 73,8 \text{ cm}^3/\text{min}$

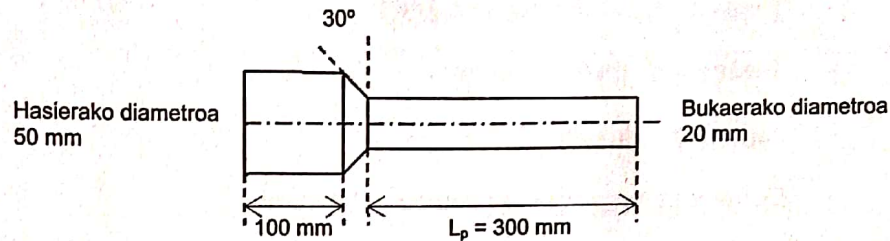


$L_w = 100 \text{ mm}$ (ZILINDRATU BEHARRERAKO ZUTERA)

$\Delta_{kur} = 5 \text{ mm}$ (ERRAMINTAREN HURBILTZE DISTANTZIA)

2 ARIKETA

Pieza multzo bat zilindratu nahi dira 50mm hasierako diametrotik 20 mm bukaerako diametro batera arte, 1 irudian ikus daitekeen bezala. Eragiketa biraketa abiadura gama jarraia duen tornu batean egingo da, potentzia nominala 9Kw eta errendimendua $\eta=0,85$.



1 Irudia

Pieza materialaren ebaketa energia espezifiko hurrengo adierazpenaren arabera emana dator.

$$p_s = 1568 \cdot a_c^{-0,39}$$

a_c mm-tan adierazita eta p_s N/mm²-tan.

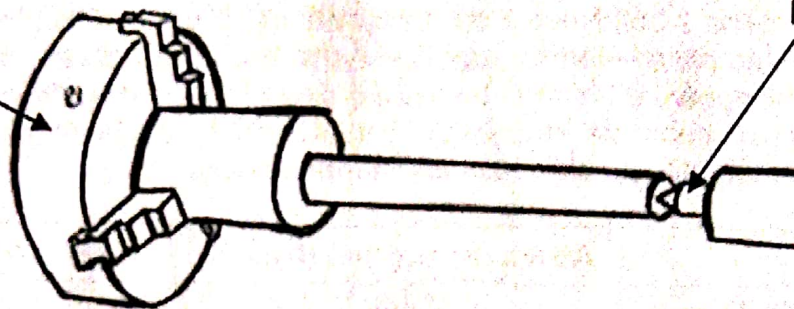
↳ DTXIRBIL LODIERAREN MENPELOA

Eskatzen da:

1. Irudikatu eskematikoki pieza tornuan amarratzeko modua, mekanizatuan zehar piezaren malkurduarekiko zurruntasun maximoa aseguratzeko. Identifikatu eskema horretan amarrerako erabiltzen diren elementuak.
2. Zilindraketa eragiketa, sakonera berdineko 3 iraganalditan egiten da, iraganaldi guztietan aitzinapen berdina mantentzen da eta erabilitako ebaketa abiadura 205 m/min da. Erremintak 0,05 eta 0,2 mm/bira aitzinapen tarte batean egin dezake lan. Makina eta pieza materialaren ezau-garriak kontutan izanik, kalkulatu mekanizazio denbora minimoa egiten duen aitzinapena.
3. Erreminta fabrikatzaileak emandako informazioaren arabera, 180m/min-ko abiadura erabiltzen denean erremintaren bizi 30 minutukoa da, eta ebaketa abiadura 225m/min denean erremintaren bizi 10min da. Zein izango da erremintaren bizi iraupena 2 apartatuko ebaketa baldintzekin? Erantzuna arrazonatu.
4. 180 m/min-tuko ebaketa abiadura erabiliz, dagokion erremintaren bizi iraupena 30 minutukoa izanik, eta gainerako eragiketa parametroak 2 apartatukoak erabiliz, Zenbat pieza egin zitezkeen erreminta aldaketa egin aurretik? Erantzuna arrazonatu.
5. Azken iraganaldiaren ondoren, piezaren azalera lortzen dugun zimurtasuna $R_a=5\mu\text{m}$ da. Zein aldagaietan eragin daiteke eta nola (handiagotu edo gutxitu) gure bezeroak zimurtasun hori murriztea eskatzen badigu? Erantzuna arrazonatu.

EMAITZA**1 galdera**

Atzapar platerra



Puntua

2 galdera

$$f = 0,117 \text{ mm/b} \in [0,05; 2]$$

3 galdera

$$T_1 = 15,78 \text{ min}$$

4 galdera

$$N^{\circ}_{\text{pieza}} = 5$$

5 galdera

- Aitzinapena murriztu.
- Erremintaren punta erradioa handitu.

TORNEAKETA ARIKETAK

2)

3 IRAGANALDI

IRAGANALDI SAKONEPA

$d_p = 5 \text{ mm}$

$(D_{HAS} - D_{AKSI}) = 50 - 20 = 30 \text{ mm}$

$P_n = 9 \text{ kW}$

$\eta = 0,85$

$P_{10} = 9 \text{ kW} \cdot 0,85 = 7,65 \text{ kW}$

15 mm emendio murrizketa

$V_c = 205 \text{ m/min}$ (EBAKETA ABIADURA)

$f = 0,05 - 0,2 \text{ mm/b}$ (AITZINAPENA)

7650 W

2) f t_m on datuen (AITZINAPENA)

$P_{10} = 7650 \text{ W} = \frac{F_{cmax} \cdot V_c}{60}$; $F_{cmax} = \frac{7650 \cdot 60}{205 \text{ m/min}} = 2239,02 \text{ N}$

$F_{cmax} = P_s \cdot S_c = 1568 d_c^{-0,25} f d_p$; $f = \frac{F_{cmax}}{1568 (\sin R) \cdot f_{max} \cdot d_p}$

$f = \frac{2239,02 \text{ N}}{1568 (\sin 30 \cdot 0,2 \text{ mm}) \cdot 5 \text{ mm}}$; $f = 0,116 \text{ mm}$

Erantsak euki ditzakeen altzuspun maximoa.

Sarbatza nekezaren positioa agerua $\rightarrow 30^\circ$

EBAKETA ABIADURA

BIZIRAUPENA

3) $V_c = 180 \text{ m/min} \rightarrow T = 30 \text{ min}$

$V_c = 225 \text{ m/min} \rightarrow T = 10 \text{ min}$

$V_c = 205 \text{ m/min} \rightarrow T$ (ERRAMINTAREN BIZIRAUPENA)

Ezen da 3ko erregela egun \rightarrow TAYLOR-en EKUAZIOA ERABILI

$V_c \cdot T^n = K$

Erregela dutan 2 V_c eta T erregela ordenatu

$n = 0,203$
 $K = 359$

$V_c = 205 \text{ m/min}$

ORDENATU

$205 \text{ m/min} \cdot T^{0,203} = 359$; $T = 15,78 \text{ min}$

MAKINAREN BIZIRAUPENA

4) ZENBAT PIEZA?

Etan da kalkulatu (egutia) urrune eta hurbile dituzten kalkulatu

Pieza bat mekanizazio behar den denbora

$t_m = \frac{300}{0,116 \cdot \frac{180 \cdot 1000}{\pi \cdot 50}} + \frac{300}{0,116 \cdot \frac{180 \cdot 1000}{\pi \cdot 40}} + \frac{300}{0,116 \cdot \frac{180 \cdot 1000}{\pi \cdot 30}} = 5,371 \text{ min}$

Jakinda erantsak 30 minutuko biziraupena duela:

$\frac{30 \text{ min}}{5,371 \text{ min}} = 5,28$ pieza mekanizatu ditzake 30 minutuan

HAU DA

5 PIEZA MEKANIZATU DITZAKE

$t_m = \frac{L_w}{v_f} = \frac{L_w}{f \cdot N}$

5) $R_0 = 5 \mu\text{m}$ \longrightarrow RUMPTASUNA FELAN MURRIZTU?

$R_0 = \frac{l^2}{32r}$ izotik, altzapera trikituz garrantzi edate
emaitzatzen puntu eraberrak horditu.

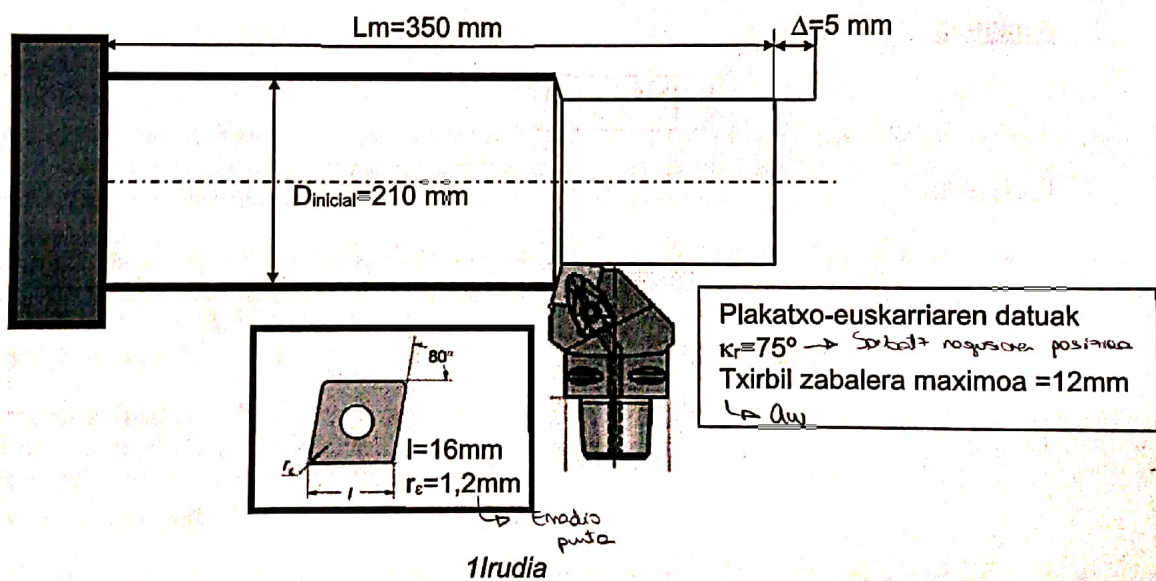
3 ARIKETA

Altzairu tenplatzeko biribil batean **kanpoko zilindraketa** eragiketa bat egin nahi da. Altzairuaren ebaketa energia espezifikoak 2.550 N/mm^2 da. Eragiketa egiteko 1 irudiko plakatxo-euskarri eta plakatxoak aukeratu dira. 1 taulan plakatxoarekin erabili beharreko ebaketa abiadurak agertzen dira eragiketaren aitzinapenaren funtziopean. Biribilaren hasierako diametroa 210 mm da eta eragiketaren ondoren diametro hau 190 mm izan behar da. Hurreratze distantziaren balioa 5 mm izango da. Tailerrean bi tornu mota ditugu, biak **%85 errendimenduarekin**:

	Abiadura maximoa (b/min)	Potentzia Maximoa (kW)
A MOTA Tornua	2500	12
B MOTA Tornua	1600	23

Eskatzen da:

1. Emandako datuekin, kalkulatu iraganaldi kopuru minimoa eginik eta iraganaldiko denbora minimizatuz lortuko litzatekeen eragiketaren mekanizazio denbora.
2. Aukeratu, erantzuna arrazوناتuz, eragiketa egiteko erabiliko litzatekeen tornu mota.
3. Lortu definitutako eragiketan erabilitako txirbil zabalera eta txirbil lodiera.

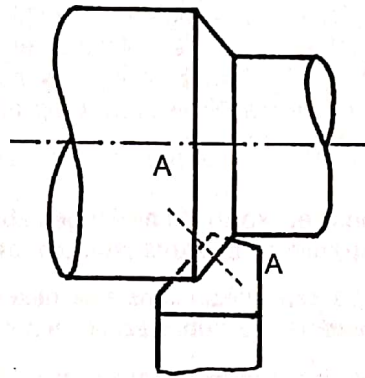


a_p (mm)
(1,00-5,00)

f (mm)	0,2	0,4
V_c (m/min)	230	162

1 Taula. Mekanizazio parametroak

4. 2 irudian kanpo zilindraketa eragiketa baten proiektzioa Pr erreferentzia planoaren gainean adierazten da. Irudikatu A-A sekzioa eta lokalizatu bere gainean albo higadura. Adierazi ze parametro erabiltzen den bere neurketarako eta irudikatu higadura honen eboluzioa denboran zehar.



2 Irudia

5. Erremintaren bizi iraupena handiago nahi baldin bada adierazi, erantzuna arrazonatuz, zer egin beharko litzateke.

EMAITZA

1 galdera

Denbora totala=7,056 min

2 iraganaldi: $a_p=5$ mm, $f=0,4$ mm/b y $V_c=162$ m/min.

2 galdera

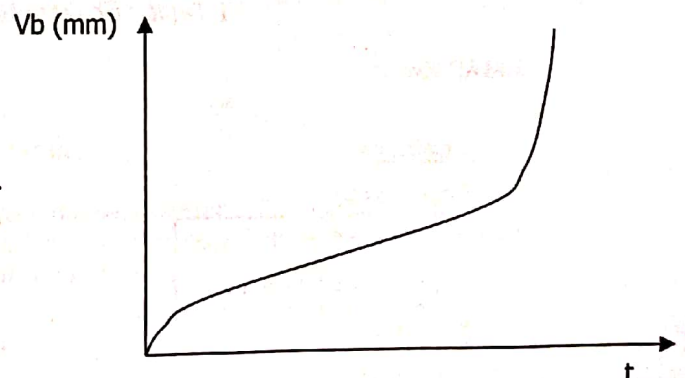
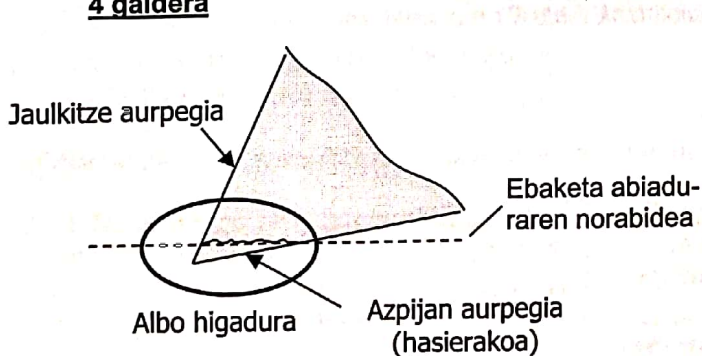
B tornua.

3 galdera

$$a_w = 5,17 \text{ mm}$$

$$a_c = 0,386 \text{ mm}$$

4 galdera



5 galdera

Ebaketa abiadura murriztu. Efektu hau Taylorren ekuazioaren bitartez kuantifikatu daiteke.

TORNEAKETA ARIKETAK

2021-03-22

3.

KANPO ZILINDRAKETA

$P_s = 2550 \text{ N/mm}^2$ (EBAKETA ENERJIA ESPEZIFIKOA)

PLAKATXO EUSKARRIA $\left\{ \begin{array}{l} K_f = 75^\circ \text{ (SORBAMU NAGUNAREN POSITIBO ANGELUA)} \\ a_{w \max} = 12 \text{ mm (TXIRBIL ZABALEA MAXIMOAL)} \end{array} \right.$

ILAKOTXO $\left\{ \begin{array}{l} l = 16 \text{ mm} \\ r_e = r = 1,2 \text{ mm (ERLATIO PUNTUA)} \end{array} \right.$

TAULA $\left\{ \begin{array}{l} a_p = (1-5 \text{ mm}) \text{ IRAGANALDI SAKONERA} \\ v_c \text{ } \mu\text{-m puntua} \rightarrow v_c \text{ aurrizkoerak murriztuak.} \end{array} \right.$

$D_{\text{has}} = 210 \text{ mm}$

$D_{\text{bur}} = 190 \text{ mm}$

ERRENDIMENDUA

$\eta = 0,85$ $\Delta h_{\text{ur}} = 5 \text{ mm}$ (HURREBATZE DISTANTZIA)

A $N_{\text{max}} = 2500 \text{ b/min}$

B $N_{\text{max}} = 1600 \text{ b/min}$ \rightarrow BIRAKETA ABIAZURA

TORNUA $P_N = 12 \text{ kW}$

TORNUA $P_N = 23 \text{ kW}$

\hookrightarrow POTENTZIA NOMINALA

1) t_{min} ? (MEKANIZATIO DENBORA)

$$t_{\text{min}} = \frac{L_T}{V_f}$$

NON

$$V_{f \max} = (f \cdot N)_{\max} = f \cdot \frac{v_c \cdot 1000}{\pi D}$$

\hookrightarrow AITZINAREN ABIAZURA

2) $\rightarrow v_c = \frac{\pi D N}{1000}$ (EBAKETA ABIAZURA)

$$\left\{ \begin{array}{l} a_c = f \cdot \text{stak} \\ a_p = a_w \cdot \text{sin} \alpha \end{array} \right.$$

MEKANIZATU BERRERAKO SAKONERA

$$\frac{210 \text{ mm} - 190 \text{ mm}}{2} = 10 \text{ mm} \xrightarrow{\text{2 IRAGANALDI}} \boxed{a_p = 5 \text{ mm}} \text{ IRAGANALDI SAKONERA}$$

$$a_w = \frac{a_p}{\text{sin} \alpha} = \frac{5}{\text{sin} 75^\circ} ; \boxed{a_w = 5,19 \text{ mm}} < a_{w \max} = 12 \text{ mm} \checkmark$$

\hookrightarrow TXIRBIL ZABALEA

$$f = 0,2 \text{ mm} \rightarrow v_c = 230 \text{ m/min} \rightarrow f \cdot v_c = 46$$

$$f = 0,4 \text{ mm} \rightarrow v_c = 162 \text{ m/min} \rightarrow \boxed{f \cdot v_c = 64,8}$$

\hookrightarrow AITZINAREN

\hookrightarrow ERLATIOA HANDIAGO

1. IRAGANALDIAN

$$N = \frac{v_c \cdot 1000}{\pi \cdot D_{\text{has}}} = \frac{162 \text{ m/min} \cdot 1000}{\pi \cdot 210 \text{ mm}} = 245,55 \text{ b/min} < \begin{array}{l} N_{a \max} \\ N_{b \max} \end{array} \checkmark$$

\hookrightarrow D_{has}

$$V_{f_1} = f \cdot N = 0,4 \text{ mm} \cdot 245,55 \text{ b/min} = 98,22 \text{ mm/min}$$

\hookrightarrow 1. iraganaldiko aitzinaren abiadura.

2. IRAGANALDIAN

$N = \frac{162 \text{ m/min} \cdot 1000}{\pi \cdot 200 \text{ mm}} = 257,83 \text{ 1/min} < N_{A \text{ max}} < N_{B \text{ max}}$

↳ Pieszen diametro iraganaldi bat burutu ostean

$V_{f2} = f \cdot N = 0,4 \text{ mm} \cdot 257,83 \text{ 1/min} = 103,13 \text{ mm/min}$

ARDATZEN LUZERA

↳ 2. iraganaldiak ez dira abiatatu

$t_{m, \text{min}} = \frac{(L_w + \Delta w)}{V_f} = \frac{350 \text{ mm} + 5 \text{ mm}}{98,22 \text{ mm/min}} + \frac{350 \text{ mm} + 5 \text{ mm}}{103,13 \text{ mm/min}}$

$t_{m, \text{min}} = 7,05 \text{ min}$

MEKANIZAZIO DENBORA

↳ 2. iraganaldiak burutatu beraz ez da denbora

2) TORNO MOTA ?

ERAKETA ESPEZIFIKOA $f \cdot a_p = a_c \cdot a_w = f \cdot \sin \alpha \cdot \frac{a_p}{\sin \alpha} = f \cdot a_p$

$F_c = P_c \cdot \cos \alpha = P_c \cdot f \cdot a_p$

$P_c = \frac{F_c \cdot V_c}{60} = \frac{P_c \cdot f \cdot a_p \cdot V_c}{60} = \frac{2550 \text{ N/mm}^2 \cdot 0,4 \text{ mm} \cdot 5 \text{ mm} \cdot 162 \text{ m/min}}{60}$

$P_c = 13,940 \text{ kW}$

ERAKETA POTENTZIALA

Ⓐ $P_u = 12 \text{ kW}$
 $\eta = 0,85$

$P_{c \text{ max}} = P_{c \text{ av}} = P_u \cdot \eta = 10,2 \text{ kW} < P_c \quad \times$

Ⓑ $P_u = 23 \text{ kW}$
 $\eta = 0,85$

$P_{c \text{ max}} = P_{c \text{ av}} = P_u \cdot \eta = 19,55 \text{ kW} > P_c \quad \checkmark$

3) $a_c = f \cdot \sin \alpha = 0,4 \text{ mm} \cdot \sin 75^\circ$

$a_c = 0,386 \text{ mm}$

TXIRBIL LONJERA

$a_w = \frac{a_p}{\sin \alpha} = \frac{5 \text{ mm}}{\sin 75^\circ}$; **$a_w = 5,17 \text{ mm}$**

TXIRBIL ZABALERA

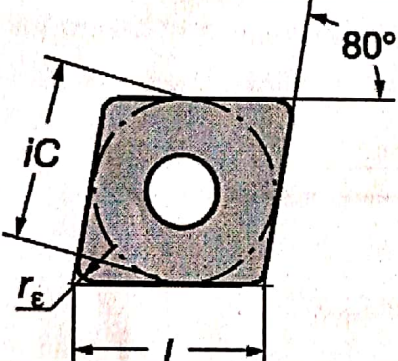
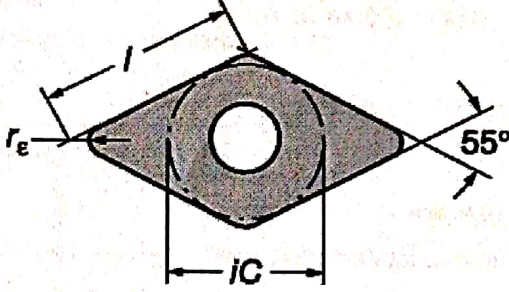
$a_c = f \cdot \sin \alpha$

$a_w = \frac{a_p}{\sin \alpha}$

4 ARIKETA

170 mm-ko diametroa duen ardatz zilindriko bat mekanizatu nahi da, 180 mm-ko diametroa duen altzairuzko barra ijeztu batetik abiatuz. Mekanizazioa egiteko 1 taulako erremintak ditugu, non gomendatutako ebaketa parametroak ere agertzen diren. Mekanizazio denbora minimoa lortu nahi da, 1 taulan baldintzak betez eta mekanizatutako piezan lortutako zimurtasuna $1,5 \mu\text{m Ra}$ izanik. Horretarako beharrezkoa da arbastu eragiketa bat eta ondorengo akabera eragiketa bat egitea. Akaberan 1mm diámetroan harrotuko da. Hurrengoa eskatzen da:

1. Aukeratu erreminta egokienak eta kalkulatu aitzinapen abiadura eta piezaren biraketa abiadura eragiketa hauek egiteko, erreminten aldaketa denbora mespretxagarria dela suposatuz.
2. Altzairuaren ebaketa energia espezifiko konstante dela suposatuz, bere balioa 2.200N/mm^2 izanik, kalkulatu ebaketa indarra eta beharrezkoa den ebaketa potentzia maximoa eragiketa bakoitzean.

1 ERREMINTA: CNMG 12 04 16-MR 4225	2 ERREMINTA: DNMG 11 04 04-MF 4225
	
l: 12 mm iC: 12.7 mm r _e : 1.6 mm κ _r : 75°	L: 11 mm iC: 9.525 mm r _e : 0.4 mm κ _r : 93°
$a_p = 1.5-8 \text{ mm}$	$a_p = 0.5-3.8 \text{ mm}$
$f = 0.35-0.9 \text{ mm}$	$f = 0.1-0.3 \text{ mm}$
$V_c = 200-325 \text{ m/min}$	$V_c = 345-460 \text{ m/min}$

1 Taula : Ebaketa baldintzak 1 eta 2 erremintetarako

EMAITZA

1 galdera

Arbastaketa:

$$V_f = 517,25 \text{ mm/min}$$

$$N = 574,72 \text{ b/min}$$

Akabera:

$$V_f = 118,16 \text{ mm/min}$$

$$N = 856,27 \text{ b/min}$$

2 galdera

Arbastaketa:

$$F_{C_{\max}} = 8910 \text{ N}$$

$$P_c = 48 \text{ kW}$$

Akabera:

$$F_{C_{\max}} = 151,8 \text{ N}$$

$$P_c = 1,16 \text{ kW}$$

TORNEAKETA ARKETA

4.

$$D_{HAS} = \varnothing 180 \text{ mm}$$

$$D_{BOK} = \varnothing 170 \text{ mm}$$

$$R_a = 1,5 \mu\text{m}$$

2 IRAGANALDI } ARBASTAKETA
AKABERA → $a_p = 0,5$

$$P_s = 2200 \text{ N/mm}^2$$

1

ARBASTAKETA

$$D_{HAS} = \varnothing 180 \text{ mm}$$

$$D_{BOK} = \varnothing 171 \text{ mm}$$

$$\frac{D_{HAS} - D_{BOK}}{2} = \frac{180 - 171}{2} = 4,5 \text{ mm} = a_p$$

$$f_{max} = 0,9 \text{ mm}$$

$$V_{cmax} = 325 \text{ m/min}$$

1. ERRAMINTA

$$V_f = f \cdot N = 0,9 \cdot 574,726 = 517,253 \text{ mm/min}$$

$$N = \frac{V_c \cdot 1000}{\pi D} = \frac{325 \cdot 1000}{\pi \cdot 180} = 574,726 \text{ b/min}$$

AKABERA

$$D_{HAS} = \varnothing 171 \text{ mm}$$

$$D_{BOK} = \varnothing 170 \text{ mm}$$

$$\frac{D_{HAS} - D_{BOK}}{2} = \frac{171 - 170}{2} = 0,5 \text{ mm} = a_p$$

$$R_a = \frac{f^2}{32 \cdot f_c} = 1,5 \mu\text{m}; f = \sqrt{1,5 \cdot 10^{-3} \cdot 32 \cdot 0,4}$$

2. ERRAMINTA

$$f = 0,138 \text{ mm}$$

$$V_{cmax} = 460 \text{ m/min}$$

$$V_f = f \cdot N = 0,138 \cdot 856,272 = 118,165 \text{ mm/min}$$

$$N = \frac{1000 V_c}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 460}{\pi \cdot 171} = 856,272 \text{ b/min}$$

2

ARBASTAKETA

$$F_c = P_s \cdot S_c = 2200 \cdot f \cdot a_f = 2200 \cdot 0,9 \cdot 4,5 = 8910 \text{ N}$$

$$P_c = \frac{F_c \cdot v_c}{60} = \frac{8910 \cdot 325}{60} = 48262,5 \text{ W} = 48,262 \text{ kW}$$

AKABERA

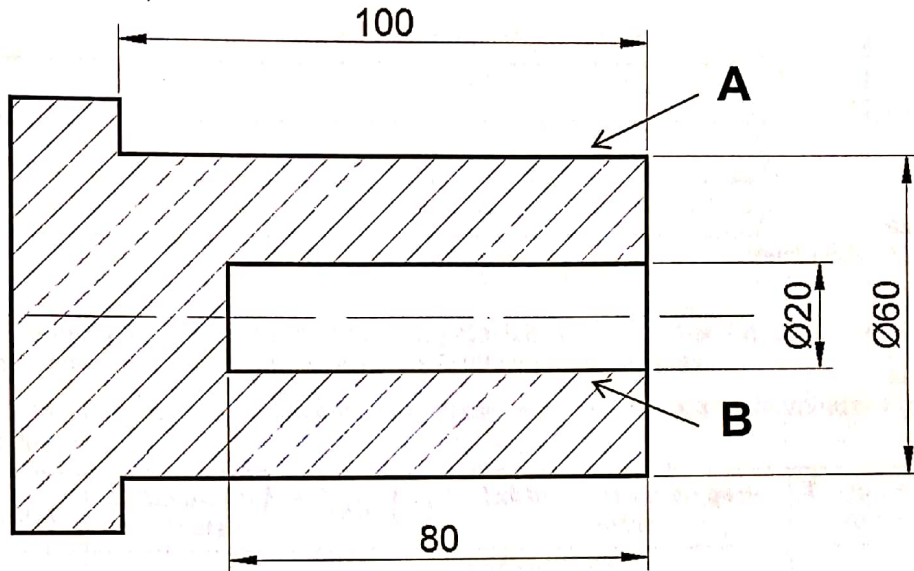
$$F_c = P_s \cdot S_c = 2200 \cdot f \cdot a_f = 2200 \cdot 0,138 \cdot 0,5 = 151,8 \text{ N}$$

$$P_c = \frac{F_c \cdot v_c}{60} = \frac{151,8 \cdot 460}{60} = 1163,8 \text{ W} = 1,164 \text{ kW}$$

5 ARIKETA

1 irudian adierazitako pieza mekanizatu nahi da Zenbakizko Kontrola duen tornu bat erabiliz. Ondoren egingo zaion ahokadura bat dela eta, piezak barneko zuloan zimurtasun espezifikazio bat du, $Ra=1 \mu\text{m}$ balioa ezin duelarik gainditu. Gainera, apurketa hauskorren arriskua dela eta, ebaketa indarrak ezin du gainditu 1500 N-ko balioa ezein eragiketetan. 1 taulan eragiketak egiteko eskuragarri dauden erremintak adierazten dira.

Bukatutako piezak 50mm-ko kanpo diametroa izan behar du (A eragiketa) eta barnealdean 24mm-koa (B eragiketa).



1 Irudia. Hasierako pieza mekanizatu aurretik (kotak mm-tan).

Jakinik materialaren ebaketa energia espezifikoko 2000 N/mm^2 dela, hurrengoa eskatzen da:

1. Kalkulatu bi eragiketetan mekanizazio denbora minimoa egiten duten parametroak, kasu bakoitzean 1 taulatik erreminta egokienak aukeratuz.
2. Kalkulatu piezaren produkzio denbora totala.
3. Kalkulatu tornuaren potentzia nominala pieza hau mekanizatu ahal izateko.

Tornuaren ezaugarriak:

- Errendimendua: % 80
- Zenbakizko kontrola Siemens SINUMERIK 808D
- Erreminta aldaketa denbora: 2s
- Pieza aldaketa denbora: 5s

Oharra: 2mm-ko hurreratze distantzia kontutan hartu behar da.

1 Taula. Kanpo zilindraketarako (A eragiketa) eskuragarri dauden erremintak. Fabrikatzaileak erreminta bakoitzarentzat aitzinapen balio minimoa eta maximoa ematen ditu. Bitarteko balio bat erabili nahi bada ebaketa abiaduraren (V_c) balioa interpolatu beharra dago.

A Eragiketa		
	H1	H2
f (mm)	Vc (m/min)	
0,1	250	230
0,2	200	180
$a_p \text{ max}$	3mm	5mm

2 Taula. Barne zilindraketarako (B eragiketa) eskuragarri dauden erremintak. Fabrikatzaileak erreminta bakoitzarentzat iraganaldi sakonera eta aitzinapen balio maximoak ematen ditu.

B Eragiketa		
	H3	H4
a_p max (mm)	2	3
f max (mm)	0,5	0,5
δ_ϵ (mm)	0,2	0,4
Vc(m/min)	100	100

EMAITZA

1 galdera

A Eragiketa:

H2 Erreminta
f=0,15mm, Vc=205m/min

B Eragiketa:

H4 Erreminta
f=0,113mm, Vc=100m/min

2 Galdera

$t_{total}=77,3s$

3 Galdera

$P_N=6,4Kw$

TORNEAKETA ARIKETA

5

BARNEKO ZULOAN $\rightarrow R_a < 1 \mu m$

$$F_{LMAX} = 1500 N$$

$$P_s = 2000 N/mm^2$$

TORNUA

$$\eta = 0,80$$

Erronuzko aldaketa denbora $\rightarrow 2s$

Piezko aldaketa denbora $\rightarrow 3s$

$$\Delta H_{UE} = \Delta H_{ET} = 2 mm$$

1

A ERAGIKETA \rightarrow KANPO ZILINDRAKETA

$$D_{HAS} = \varnothing 60 mm$$

$$D_{BUK} = \varnothing 50 mm$$

$$\rightarrow \frac{D_{HAS} - D_{BUK}}{2} = \frac{60 - 50}{2} = 5 mm = a_p$$

H2 ERRAMINTA \rightarrow Iraganaldi bakarra

$$F_c = P_s \cdot S_c = 2000 \cdot a_c \cdot a_w = 2000 \cdot f \cdot a_p = 1500 ; f = 0,15 mm$$

INTERPOLAZIOA V_c LOTZEKO

$$\frac{230 + 180}{2} = 25 \rightarrow 180 + 25 \rightarrow V_c = 205 m/min$$

B ERAGIKETA \rightarrow BARNE ZILINDRAKETA

$$D_{HAS} = \varnothing 20 mm$$

$$D_{BUK} = \varnothing 24 mm$$

$$\rightarrow \frac{D_{BUK} - D_{HAS}}{2} = \frac{24 - 20}{2} = 2 mm = a_p$$

2 erroztek baimendu

\rightarrow ZIMURTASUNA (R_a) $< 1 \mu m$

IRAGANALDI BAKARRA

H4 ERRAMINTA \rightarrow f_c HANDIAGOA BAITAUKA

$$R_a = \frac{f^2}{32 \cdot 0,4} = 10^{-3} ; f = \sqrt{10^{-3} \cdot 32 \cdot 0,4} ; f = 0,113 mm$$

$$V_c = 100 m/min$$

2 t_m ?

K?

$$t_m = \frac{LT}{V_f} = \frac{\Delta_{\text{HWR}} + LW}{f \cdot \frac{V_c \cdot 1000}{\pi \cdot D}} = \frac{2 + 100}{0,15 \cdot \frac{205 \cdot 1000}{\pi \cdot 60}} = 0,625 \text{ min}$$

B?

$$t_m = \frac{LT}{V_f} = \frac{\Delta_{\text{HWR}} + LW}{f \cdot \frac{V_c \cdot 1000}{\pi \cdot D}} = \frac{2 + 80}{0,113 \cdot \frac{200 \cdot 1000}{\pi \cdot 24}} = 0,547 \text{ min}$$

$$t_m = (0,625 \text{ min} + 0,547 \text{ min}) \cdot \frac{60 \text{ s}}{1 \text{ min}} = 70,32 \text{ s}$$

$$t_{\text{tot}} = 70,32 \text{ s} + 2 \text{ s} + 5 \text{ s} = 77,32 \text{ s}$$

3 P_{in} ?

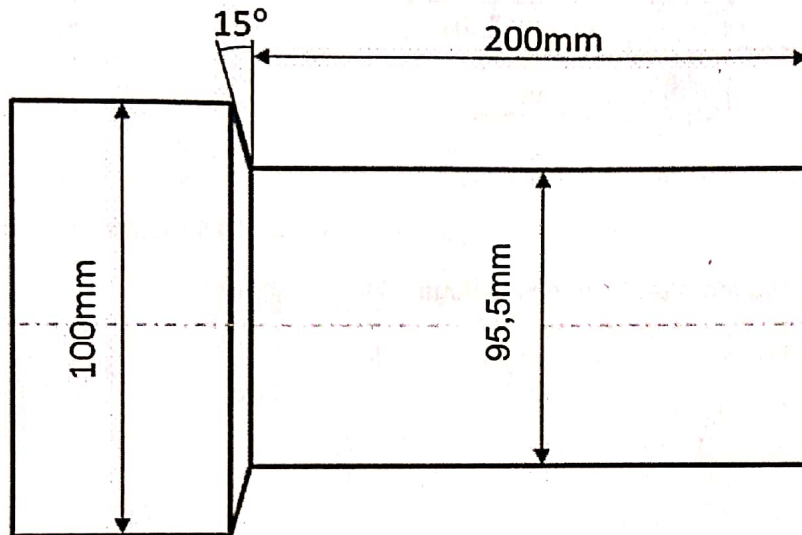
$$K? \quad P_{\text{in}} = \frac{P_c V_c}{60} = \frac{P_s S_c V_c}{60} = \frac{2000 \cdot 0,15 \cdot 5 \cdot 205}{60} = 5125 \text{ W}$$

$$B? \quad P_{\text{in}} = \frac{P_c V_c}{60} = \frac{P_s S_c V_c}{60} = \frac{2000 \cdot 0,113 \cdot 2 \cdot 100}{60} = 753,33 \text{ W}$$

$$P_c = P_{\text{in}} \cdot \eta; \quad P_{\text{num}} = \frac{P_c}{\eta} = \frac{5125 \text{ W}}{0,8} = 6406,25 \text{ W}$$

8 ARIKETA

100mm diametroko totxo zilindriko batean kanpo zilindraketa eragiketa egin nahi da, amaierako geometria 1go irudian agertzen den bezala izateko. Mekanizatu beharreko luzera totala 200mm da. Hone-tarako 2 iraganaldi egingo dira. Lehenengoa arbastaketa eragiketa bat izango da behar den sartze sa-konerarekin eta bigarren iraganaldia, akaberakoa izango da 0,25mm-ko sakonerarekin. Piezaren gai-nazalaren zimurtasun maximoa $Ra=0,8\mu m$ da. Bi eragiketetan erreminta bera eta plakatxo bera erabi-liko da, bere punta erradioa 0,8mm izanik. Erreminta fabrikatzaileak ebaketa indarrak ezin duela ezein kasutan 1500N gainditu adierazten du.



1go irudia. Mekanizatutako piezaren geometria

Eragiketa hau egiteko hurrengo CNC tornu bat erabiliko da:

A Tornua	B Tornua
$P_N = 6 \text{ kW}$; $\eta = 0,75$	$P_N = 8 \text{ kW}$; $\eta = 0,8$
$N_{\max} = 5000 \text{ b/min}$	$N_{\max} = 3000 \text{ b/min}$

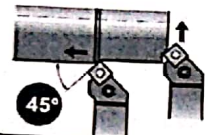
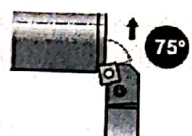
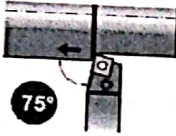
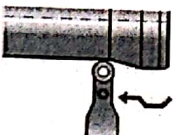
1go Taula. Mekanizatzeo eskuragarri dauden makinak

Piezaren materiala 200HB-eko karbonodun altzairua da, eta bere ebaketa energia espezifikoa honako formula erabiliz kalkulatzen da:

$$p_s = 1200 \cdot a_c^{(-0,3)}$$

a_c mm-tan adierazita dago p_s N/mm²-tan izateko.

Lantegian, hurrengo taulan agertzen diren erremintak daude:

<p>1 Erreminta</p>  <p>$a_p = 0,2 - 5 \text{ mm}$ $f = 0,1 - 0,5 \text{ mm/b}$ $r_\epsilon = 0,8 \text{ mm}$</p>	<p>2 Erreminta</p>  <p>$a_p = 0,2 - 2 \text{ mm}$ $f = 0,1 - 0,7 \text{ mm/b}$ $r_\epsilon = 0,8 \text{ mm}$</p>																	
<p>3 Erreminta</p>  <p>$a_p = 0,2 - 2 \text{ mm}$ $f = 0,1 - 0,6 \text{ mm/b}$ $r_\epsilon = 0,8 \text{ mm}$</p>	<p>4 Erreminta</p>  <p>$a_p = 0,2 - 0,8 \text{ mm}$ $f = 0,05 - 0,2 \text{ mm/b}$</p>																	
<p>GOMENDATUTAKO EBAKETA BALDINTZAK</p>																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Material</th> <th>Dureza</th> <th>Calidad</th> <th>Velocidad de corte (m/min)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">P Acero Dulce</td> <td>$\leq 180 \text{ HB}$</td> <td>UE6020</td> <td>150–350</td> </tr> <tr> <td>150HB–250HB</td> <td>UE6020</td> <td>100–250</td> </tr> <tr> <td>M Acero Inoxidable</td> <td>$\leq 200 \text{ HB}$</td> <td>VP15TF</td> <td>100 (70–120)</td> </tr> </tbody> </table>				Material	Dureza	Calidad	Velocidad de corte (m/min)	P Acero Dulce	$\leq 180 \text{ HB}$	UE6020	150–350	150HB–250HB	UE6020	100–250	M Acero Inoxidable	$\leq 200 \text{ HB}$	VP15TF	100 (70–120)
Material	Dureza	Calidad	Velocidad de corte (m/min)															
P Acero Dulce	$\leq 180 \text{ HB}$	UE6020	150–350															
	150HB–250HB	UE6020	100–250															
M Acero Inoxidable	$\leq 200 \text{ HB}$	VP15TF	100 (70–120)															

2. Taula. Erremintak eta erabili beharreko ebaketa baldintzak kasu guztietarako.

Eskatzen da:

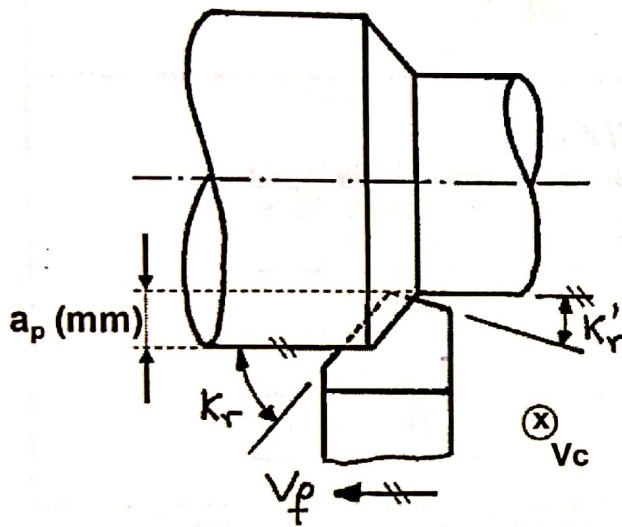
- 1) Adierazi erabiliko zenukeen erreminta bi iraganaldiak egiteko (erreminta bakar bat erabiliko da). Determinatu mekanizazio denbora minimoa izateko ebaketa parametroak.
- 2) Adierazi ze tornuan mekanizatuko zenuke pieza hau. Arrazoitu numerikoki erantzuna.
- 3) Adierazi, eskalatutako krokis batean eta beharrezko akotazioarekin, hurrengo elementuak:
 - a. Irudikatu erreminta zilindraketa eragiketaren erdiko posizio batean.
 - b. Irudikatu ebaketa abiadura eta aitzinapen abiaduraren bektoreak.
 - c. Irudiaren gain, akotatu iraganaldi sakonera eta sorbatz nagusiaren posizio angelua.
- 4) Kalkulatu mekanizazio denbora totala kontutan izanik hurreratze eta irtete distantziak, beharrezkoak badira, 2mm-koak direla.

EMAITZA**1 galdera**

3 Erreminta

Arbastua: $a_p=2\text{mm}$; $f=0,5\text{mm}$, $V_c=250\text{m/min}$ Akabera: $a_p=0,25\text{mm}$; $f=0,143\text{mm}$, $V_c=250\text{m/min}$ **2 Galdera**

B tornua

3 Galdera**4. Galdera** $t_{\text{total}}=2,21 \text{ min}$

TORNEKETA ARIKETAK

8

$D_{HAS} = \varnothing 100 \text{ mm}$

$D_{BOK} = \varnothing 95,5 \text{ mm}$

$L_w = 200 \text{ mm}$

- 2 IRAGANALDI
- 1. ARBASTAKETA
 - 2. AKABERA ($a_p = 0,25 \text{ mm}$)

$R_a = 0,8 \mu\text{m}$ (MAXIMO)

$r_e = 0,8 \text{ mm}$

$F_{cmax} = 1500 \text{ N}$

TORNUA

(A)

$P_N = 6 \text{ kW}; \eta = 0,75$

$N_{max} = 5000 \text{ b/min}$

(B)

$P_N = 8 \text{ kW}; \eta = 0,80$

$N_{max} = 3000 \text{ b/min}$

MATERIALA → 200HB-KO KARBONODUN ALTAIRUA

$P_s = 1200 \text{ dc}^{-0,3}$

$V_c = 100 - 250 \text{ (m/min)}$

1

3. ERRAMINTA

→ ZILINDRAKETA ⊕ $\kappa_r = 35^\circ$

$a_p = 0,2 - 2 \text{ mm}$

$f = 0,1 - 0,6 \text{ mm}$

$r_e = 0,8 \text{ mm}$

① $\frac{D_{HAS} - D_{BOK}}{2} = \frac{100 - 96}{2} = 2 \text{ mm} = a_p$

② $\frac{D_{HAS} - D_{BOK}}{2} = \frac{96 - 95,5}{2} = 0,25 \text{ mm} = a$

AKABERA

$R_a = \frac{f^2}{32r_e} = 0,8 \mu\text{m}; f = \sqrt{0,8 \cdot 10^{-3} \cdot 32 \cdot 0,8}; f = 0,143 \text{ mm}$

ARBASTAKETA

$F_c = P_s \cdot S_e = 1200 (0,6 \sin 35^\circ)^{-0,3} \cdot 0,6 \cdot 2 = 1696,031 > F_{cmax} \text{ X}$

f 1XIKTU
BOHARRA
DAGO
F_{cmax} = 1500 N
maxpc

$F_c = 1200 (f \cdot \sin 35^\circ)^{-0,3} \cdot f \cdot 2 = 1500; f^{0,7} = \frac{1500}{1200 (15 \sin 35^\circ)^{-0,3} \cdot 2}$

$f = 0,503 \text{ mm}$

2 ERAGIKETETAN $V_c = 250 \text{ m/min}$

2

$$① N = \frac{V_c \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{250 \cdot 1000}{\pi \cdot 100} = 795,77 \text{ 1/min}$$

$$② N = \frac{V_c \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{250 \cdot 1000}{\pi \cdot 96} = 828,931 \text{ 1/min}$$

Talangan autokrata et da kiroketa aliodu cam merpe esqro, bi mdunok ondrer barute.

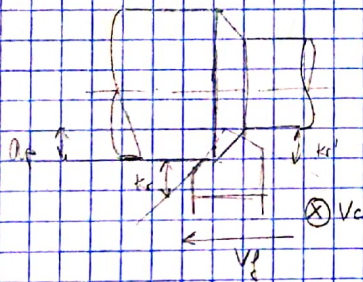
$$① P_c = \frac{F_c \cdot V_c}{60} = \frac{P_s \cdot S_c \cdot V_c}{60} = \frac{2100 \cdot (0,503 \cdot 21451)^{-0,2} \cdot 0,503 \cdot 2 \cdot 250}{60} = 5465,41 \text{ W}$$

$$② P_c = \frac{F_c \cdot V_c}{60} = \frac{P_s \cdot S_c \cdot V_c}{60} = \frac{2100 \cdot (0,143 \cdot 21451)^{-0,2} \cdot 0,143 \cdot 0,25 \cdot 250}{60} = 566,5 \text{ W}$$

$$① P_c = P_N \cdot \eta = 6000 \cdot 0,75 = 4500 \text{ W}$$

$$② P_c = P_N \cdot \eta = 8000 \cdot 0,8 = 6400 \text{ W}$$

3



4

$$t_m? \quad \text{NON} \quad \Delta_{HVE} = \Delta_{IRT} = 2 \text{ mm}$$

$$① t_m = \frac{LT}{V_f} = \frac{\Delta_{HVE} + LW}{f \cdot N} = \frac{2 + 200}{0,503 \cdot 795,77} = 0,505 \text{ min}$$

$$② t_m = \frac{LT}{V_f} = \frac{\Delta_{HVE} + LW}{f \cdot N} = \frac{2 + 200}{0,143 \cdot 828,931} = 1,704 \text{ min}$$

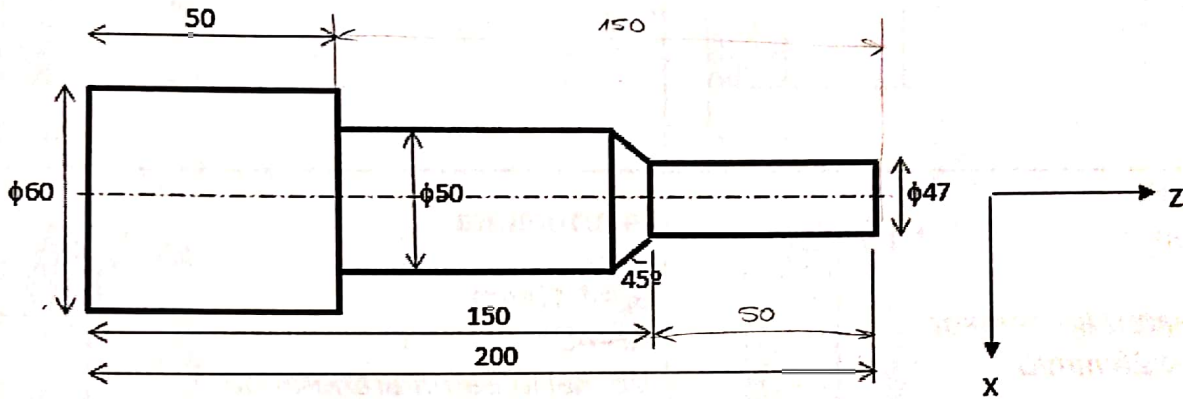
$$t_{\text{tot}} = t_{m1} + t_{m2} = 0,505 \text{ min} + 1,704 \text{ min} = 2,21 \text{ min}$$

9 ARIKETA

Irudian agertzen den karbono-altzairuzko ardatza mekanizatu nahi da. Horretarako, 60 mm-ko diametroa eta 200 mm-ko luzera duen zilindro-formako totxo batetik abiatzen da. Eskura dauden erremintak 1.º Taulan agertzen dira.

Erabilitako altzairuaren energia espezifikoa hurrengoa da: $p_s = 2015 \cdot (a_c^{-0,25}) \text{ N/mm}^2$

Erreminten haustura hauskorra ekiditzeko ebaketa indar maximoa: 1800N.

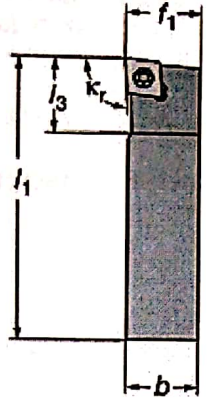
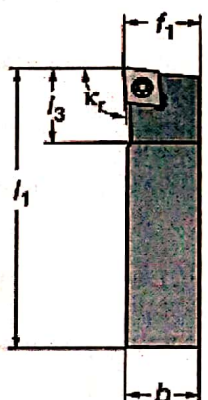


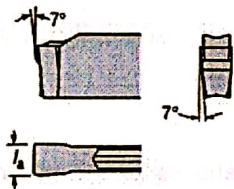



1go irudia. Altzairuzko ardatza (unitateak mm-tan)

Eskatzen da:

- 1) Eragiketa bakoitzerako, iragan gutxien behar dituen eta mekanizazio-denbora laburragoa ahalbidetzen duen erreminta edo erremintak aukeratzea.
- 2) Gutxieneko mekanizazio-denborarako mekanizazio-parametroak lortzea (iraganaldi bakoitzerako).
- 3) Kalkulatu mekanizazio-denbora totala.
- 4) Kalkulatu tornuak pieza mekanizatzeko izan beharko lukeen potentzia nominal minimoa bere errendimendua %80-koa bada.

Oharra: behar izanez gero, hurbiltzeko eta irteteko distantziak mespretxagarriak izango dira

<p>1go erreminta $a_p=1-10mm$ $Kr=90^\circ$ $Vc = 200-325m/min$ $f = 0,2-0,4mm/b$ $r_\epsilon=1,2mm$</p> 	<p>2. erreminta $a_p=4-10mm$ $Kr=90^\circ$ $Vc = 200-280m/min$ $f = 0,1-0,4mm/b$ $r_\epsilon=1,2mm$</p> 
<p>3. erreminta $a_p=1-10mm$ $Kr=45^\circ$ Vc kalitatearen araberakoa $f = 0,05 - 0,25 mm/b$ $r_\epsilon=1,2 mm$</p> 	<p>4.erreminta $a_p=4-10mm$ $Kr=45^\circ$ Vc kalitatearen araberakoa $f = 0,2 - 0,4 mm/b$ $r_\epsilon=1,2 mm$</p> 
<p>5.erreminta $la=10mm$ $f = 0,1-0,36mm/b$ $Vc=90-350m/min$</p> 	<p>6. erreminta $a_p=3-10mm$ $Kr=90^\circ$ $Vc=200-325m/min$ $f=0,1-0,4mm/b$ $r_\epsilon=1,2mm$</p> 

1.go Taula : eskura dauden erremintak

	1go KALITATEA Altzairua			2. KALITATEA Altzairu _{perdoilgaitza}			3. KALITATEA Aluminioa		
	P	M	N	P	M	N	P	M	N
	$a_c \text{ max (mm)}$			$a_c \text{ max (mm)}$			$a_c \text{ max (mm)}$		
	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,4	0,15	0,3	0,45
Vc(m/min)	185	165	135	175	145	95	950	750	700

1go Taula: 3. eta 4. erreminten plakatxoaren kalitateak.

EMAITZA**1 galdera**

- 1 iraganaldia: 2 erreminta
- 2 iraganaldia: 3 erreminta

2 galdera

- 1 iraganaldia: $a_p=5 \text{ mm}$; $f=0,1 \text{ mm}$; $V_c=280 \text{ m/min}$
- 2 iraganaldia: $a_p=1,5 \text{ mm}$; $f=0,25 \text{ mm}$; $V_c=169 \text{ m/min}$

3 galdera

$T_{m_{tot}}=1,494 \text{ min}$

4 galdera

$P_N=10,5\text{kW}$

9

KARBONODUN ALTAIRUA

$$D_{HMS} = \varnothing 60 \text{ mm}$$

$$P_s = 2015 \sigma_c^{-0.25} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$F_{cmax} = 1800 \text{ N}$$

1 ⊕ 2

1. ERAGIKETA → IRAGANALDI BAKARRA

$$D_{HMS} = \varnothing 60 \text{ mm} \rightarrow \frac{D_{HMS} - D_{BUR}}{2} = \frac{60 - 50}{2} = 5 \text{ mm} = a_p$$

$$D_{BUR} = \varnothing 50 \text{ mm}$$

1. edo 2 errokuntza

$$K_c = 90^\circ$$

$$F_c = P_s \cdot S_c = 2015 (f \cdot \sin 90)^{-0.25} \cdot f \cdot a_p = 1800; f = \frac{0.15 \cdot 1800}{2015 \cdot 5};$$

$$f = 0,1 \text{ mm} \rightarrow 2 \text{ ERRAMINTA}$$

$$V_c = 280 \text{ m/min} \rightarrow \text{MAXIMOA, ez baliagu earek mugatzen}$$

2 ERAGIKETA → IRAGANALDI BAKARRA

$$D_{HMS} = \varnothing 50 \text{ mm} \rightarrow \frac{D_{HMS} - D_{BUR}}{2} = \frac{50 - 47}{2} = 1,5 \text{ mm} = a_p$$

$$D_{BUR} = \varnothing 47 \text{ mm}$$

$$F_c = P_s \cdot S_c = 2015 (f \cdot \sin 45)^{-0.25} \cdot f \cdot a_p = 2015 (0,25 \cdot \sin 45)^{-0.25} \cdot 0,25 \cdot 1,5 = 1165,33 \text{ N} < F_{cmax} \checkmark$$

3. ERRAMINTA

$$f = 0,25 \text{ mm}$$

(P) → INTERPOLATU

$$a_{cmax} = f \cdot \sin K_c = 0,25 \cdot \sin 45^\circ = 0,176 \text{ mm}$$

$$185 - 165 = 20 \rightarrow 20 \cdot 0,176 = 15,2$$

$$V_c = 185 - 15,2 = 169,8 \text{ m/min}$$

3) t_m ?

$$t_m = \frac{L T_1}{V f_1} + \frac{L T_2}{V f_2} = \frac{150}{1 \cdot \frac{V_c \cdot 1000}{\pi \cdot D}} + \frac{50}{1 \cdot \frac{V_c \cdot 1000}{\pi \cdot D}}$$
$$= \frac{150}{0,1 \cdot \frac{280 \cdot 1000}{\pi \cdot 60}} + \frac{50}{0,25 \cdot \frac{169,7 \cdot 1000}{\pi \cdot 50}} = 1,194 \text{ min}$$

4) P_{Nun} ? $\eta = 0,8$ 17ANIK

$$\textcircled{1} P_{cd} = \frac{F_c V_c}{60} = \frac{P_s \cdot S_c \cdot V_c}{60} = \frac{2015 \cdot (0,1 \cdot 3142) \cdot 1^{0,25} \cdot 0,1 \cdot 5 \cdot 280}{60} = 8360,87 \text{ W}$$

$$\textcircled{2} P_{cd} = \frac{F_c V_c}{60} = \frac{P_s \cdot S_c \cdot V_c}{60} = \frac{2015 \cdot (0,25 \cdot 3142) \cdot 1^{0,25} \cdot 0,25 \cdot 169,8}{60} = 2198,59 \text{ W}$$

$$P_c = P_n \cdot \eta; P_{Nun} = \frac{P_c}{\eta} = \frac{8360,87 \text{ W}}{0,8}; P_{Nun} = 10,45 \text{ kW}$$