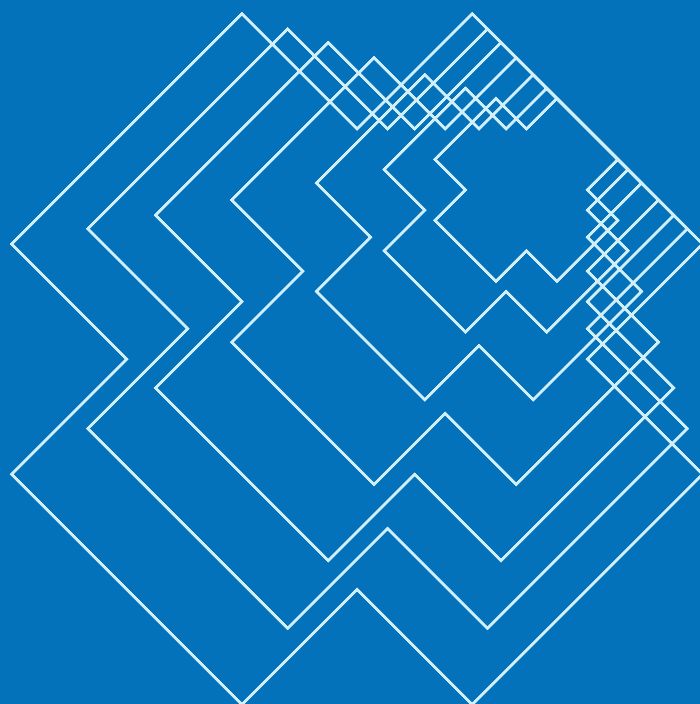




Galdaketa eta Isurketa

Presio bidezko galdaketa



LANBIDE
EKIMENA



✿ *Proiektuaren bultzatzaileak*



✿ *Laguntzaileak*



Gipuzkoako Foru Aldundia
Diputación Foral de Gipuzkoa

Gizarte eta Erakunde Harremanetarako
Departamentua

✿ *Hizkuntza-koordinazioa*



hizkuntza
ELHUYAR
zerbitzuak

Egilea(k): INSAUSTI ION: *Presio bidezko galdaketa*

Zuzenketak: Elhuyar Hizkuntza Zerbitzuak

Maketa: Irati mendietak

Azalaren diseinua: Naiara Beasain

2009an itzulita eta prestatua



Aurkibidea

1. SARRERA.....	3
2. PRESIO BIDEZKO GALDAKETAREN PROZESUA	7
2.1. Prozesuaren deskribapena	7
2.2. Prozesuan kontuan hartu beharreko elementuak	8
✓ Materiala	8
✓ Moldea.....	9
✓ Makina	10
2.3. Beharrezko baliabideak.....	10
2.4. Berrikuntzak	11
3. PRESIO BIDEZKO GALDAKETAKO MAKINAK	13
3.1. Ohiko makinaren egituraren atalak.....	14
✓ Oinarria	14
✓ Platerak	15
✓ Tenkatzeko barrak.....	16
3.2. Sistema elektrikoa	18
✓ Motorra	18
✓ Salenoideak	18
✓ Amaierako etengailuak	19
3.3. Sistema hidraulikoa.....	19
✓ Ponpa hidraulikoak	19
✓ Iragazkiak.....	20
✓ Balbulak	20
✓ Bero-trukagailuak	21
✓ Zilindroak	22
✓ Matrizea ixteko zilindroa	22
✓ Zilindro egozlea.....	23
✓ Injekzio-zilindroa	23
✓ Metagailua.....	25
✓ Presio-indartzailea	25

3.4.	Ohiko makinien aldaerak eta makina espezializatuak	26
✓	Ohiko makinien aldaerak	26
✓	Makina espezializatuak	26
3.5.	Makinako lan zikloaren grafiko bidezko azalpena.....	27
✓	Presio bidezko galdaketako makina ixtea eta blokeatzea	27
✓	Metal urtuaren injekzio-prozesua	30
✓	Presio bidezko galdaketako makina irekitzea	35
3.6.	Makina aukeratzea	36
✓	Urtu beharreko aleazioaren konposizioa.....	36
✓	Piezaren forma, dimentsioa eta pisua	37
3.7.	Segurtasuna.....	37
4.	LABEAK	45
4.1.	Sarrera	45
4.2.	Labe motak	45
✓	Erregai erabiltzen duten labeak.....	45
»	Arragoadun labea.....	45
»	Erreberberazio labea.....	46
»	Tximiniatik betetzen den labea	46
✓	Indukzio-labeak	47
»	Nukleo gabeko arragoadun labeak.....	47
»	Kanal-labeak	48
✓	Erresistentziadun labeak.....	49
4.3.	Labea aukeratzeko irizpideak	50
4.4.	Metala urtzea eta urtuta edukitzea.....	50
4.5.	Aluminio urtuaren erabilera	51
4.6.	Metal urtuaren iragazketa	52
4.7.	Metal likidoaren horniketa	54
5.	INJEKZIO PROZESUA.....	55
5.1.	Injekzio-prozesua.....	55
✓	Injekzio-prozesuaren aurrefasea	55
✓	Injekzio-prozesuaren lehen fasea	56
✓	Injekzio-prozesuaren bigarren fasea	56
✓	Injekzio-prozesuaren hirugarren fasea	57
»	Metal urtuari eragiten zaion presioa	59
5.2.	Ariketak.....	61

PRESIO BIDEZKO GALDAKETA

Presio bidezko galdaketa izena duen prozesu industrialari injekzio bidezko isurketa edo metalen injekzio ere deitzen zaio.

Historia pixka bat eginez, presio bidezko galdaketaren aurrekari gisa, aipa ditzakegu 1820. urte inguruan inprimategiko karaktereak modu automatiko eta azkarrean prestatzeko erabili zituzten makinak. Argitaletxeek makina horien beharra izan zuten eguneroko prentsaren eta liburuen salmentaren gorakadak eraginda. Hori kontuan izanik, esan dezakegu presio bidezko galdaketa XX. mendearen hasieran sortu zela, industriaren arloan osagai txikiak seriean fabrikatu beharrak eraginda (bizikletak, fonografoak, kutxa erregistratzaileak...).

Presiopeko metal urtuaren zurrusta lehendabiziko aldiz nork lortu zuen zehazki esatea nahiko zaila den arren, zenbait daturen arabera 1906an Doheler amerikar-germaniarrek presio bidez galdatzeko makina bat merkaturatu zuen. Makina horrek fusio-puntu baxuko metalak eta aleazioak lantzen zituen. Prototipo horren ondotik etorri ziren gero eta perfektionatuagoak zeuden modelo batzuk, eta horrela industria berri bat sortu zen —presio bidezko galdaketarena—, eta AEBn garapen handia izan zuen segituan.

Europan, presio bidezko galdaketaren lehendabiziko probak 1910 aldera egin ziren Alemanian. Hasiera batean, berun, eztainu eta zink urtuekin aplikatu zen. Industria hori Europan ez zen garatu AEBn bezain azkar eta modu eraginkorrean; batez ere, oinarri zientifikoa zuten aleazio egokien gabezia zela eta.

Lehen Mundu Gerrak prozesu horren garapen handia eragin zuen, AEBk garrantzitsutzat hartu baitzuten prozesu hori erabiltzea gerrarako munizioa eta, batez ere, granaden espoletak fabrikatzeko.

Gerra horren bukaeran, prozesua industrializatzen hasi zen. 1920ko hamarkadaren bukaeran, Espainian, Alemaniako eta AEBko makinak eskaintzen hasi ziren. Euskal Herrian, 1929/1930 urteetan bertako produktuak fabrikatzen hasi ziren Alemaniako makinekin. Produktu horien artean pertsoneri eta animalieiei ilea mozteko gailuak agertu ziren.

Garai haietan, arazo nagusia aleazioak ziren. Galdatzaileek beren aleazioak prestatu behar zituzten, eta Europan lantzen ziren aleazioak aleazio bigunak ziren (beruna eta eztainua zutenak oinarri). Horrela, eztainuaren eskasiak eta ezaugarri teknikoak hobetu beharrak aleazio gogortuak garatzen hastea eragin zuen, eta zinka kobreakin eta aluminioarekin nahasturik erabiltzen hasi ziren. Aleazio horiek galdatzaileen fabrikazioko sekretuak ziren urte haietan, ekoizpen-etxeak patenteen bidez babestuak.

Presio bidezko galdaketarako makinei dagokienez, lehenik erabili zirenak ganbera beroko makinak izan ziren. Makina horien garapena izugarria izan zen; hasiera batean, eskuzkoak ziren; ondoren, jatorrizko gailu anizetan presiodun airea gehitu zen, eta fabrikazio-prozesurako automatismoak aplikatzen hasi ziren. Aurrerapen horiek guztiak izanagatik, aluminioa errendimendu mugatuekin erabiltzen zen.

1930eko hamarkadaren bukaeran, Polak txekiarrak ganbera hotzeko sistema sortu zuen. Sistema horri esker, aluminioa emaitza oso onekin erabiltzen hasi zen presio bidezko galdaketan.

Lehen Mundu Gerrak zinka oinarri zuen presio bidezko galdaketa behin betiko ezarri bazuen (ganbera beroko makinak), Bigarren Mundu Gerrak ganbera hotzeko makinak teknologia garatu zuen. Ganbera hotzeko makinekin, aluminio-aleazioak (Si, Cu) erabilia oso emaitza onak lortu ziren, eta gerra-garaian asko erabili zituzten. Makina horien garapena antzekoa izan zen Europan eta AEBn.

Espanian gerra aurretik zeuden makinak ganbera berokoak ziren, eta konfiskatu egin zituzten munizioa fabrikatzeko. Gerra amaitu zenean, gehienak jostailuak eta etxerako tresneria fabrikatzeko erabili ziren, eta gutxi batzuk industria-osagaietarako; adibidez, bizikletak, josteko makinak eta beste egiteko.

Espainiak jasan zuen isolamendu ekonomikoa zela eta, presio bidezko galdaketaren garapena ez zen gertatu 1950eko hamarkadaren erdi aldera arte. Memento hartan, hiru gertaera garrantzitsu izan ziren:

▶ **Makina olio-hidraulikoak agertzea**

Hasieratik presio bidezko galdaketako makinak eboluzioa handia izan bazen ere, kremaieradun itxigailua duen makina olio-hidraulikoa agertzea aldaketa handia izan zen, bai lana egiteko garaian, baita prozesuak zituen gaitasun eta aukeretan ere.

▶ **Automobilen eta etxetresna elektrikoaren industriaren hasiera**

Espainiako industrializazio modernoa automobilen industriarekin hasi zen (SEAT, FASA). Automobilen industriak arrakasta handia lortu zuen Europan 1950eko hamarkadaren erdi alderako. Industria horrek presio bidezko galdaketa aplikatu zuen ibilgailuen piezak eta osagarriak egiteko.

Etxetresna elektrikoaren industria ere garai berean garatu zen (FAGOR), eta etxetresna elektrikoaren osagarriak egiteko presio bidezko galdaketa aplikatzen hasi ziren.

▶ **Makinak eta metalen liberalizazioa**

Egonkortze-planen ondorioz, errazionamenduan zeuden metalak liberalizatu egin ziren. Makinak inportatu zitezkeen, eta makinak fabrikatzeko enpresa lizentziadunak sortu ziren.

Gertaera horiek eraginda, denbora laburrean, presio bidezko galdaketaren industria nabarmen garatu zen, eta gai izan zen bertako industria nagusiei behar bezainbeste osagai eta behar adinako kalitatekoak eskaintzeko, inportazioez baliatu gabe.

Materialari dagokionez, presio bidezko galdaketa bi materialetan oinarritu zen:

- ✓ **Zinka:** heldulekuak, apaingarri kromatuak, olio-ponpak, haizetako-garbigailuak, eta abar.
- ✓ **Aluminioa:** automobilen eta motozikleten motor-piezak, poleak, arropa-garbigailuen euskarriak, hozkailuen konpresoreak, eta abar.

Garai hartatik aurrera, materialaren eta makineriaren arazoa konponduta, moldeak bihurtu ziren arazo nagusi. Hori dela eta, molde-fabrikatzaileek garrantzi handia hartu zuten, eta haietako asko galdatzaile izatera pasatu ziren. Beren esperientzian oinarrituta industria nagusien beharrak asetzeko gai izan ziren, irudimen eta trebetasun handiz moldeak prestatuz. Enpresa horietako batzuk garai hartatik aurrera piezak esportatzen hasi ziren, eta bilakaera handia izan zuten gaurko egunera iritsi arte.

Presio bidezko galdaketaren bilakaera hori gure gizarteak izan duen garapenean oinarritu da. Garapen horren oinarria serie handiko kontsumo-ondasunen ekoizpenean datza.

Geroari begira, presio bidezko galdaketak etorkizuna ziurtatua du. Hemen egiten diren piezen erresistentzia eta egonkortasuna lortzea oso zaila da beste material eta eraldatze-prozesuekin. Ingurumenean duen eragina ere bere alde dauka, halako produktuak birziklatu egiten baitira.

PRESIO BIDEZKO GALDAKETAREN PROZESUA **2**

2.1 Prozesuaren deskribapena

Metalen injekzioa galdaketako prozesua izanik, metal likidoa molde metaliko batean presio bidez sartzean datza. Presio horrek honako abantaila hauek eragiten ditu:

- ✓ Moldea azkar betetzea
- ✓ Solidotze-uzkurdura orekatzen duen elikatzea. Metal likidoa solidotzen doan eran, metala uzkurto egiten da. Memento horretan, moldearen kanpoko aldean dagoen metal urtuari eginiko presioarekin, moldean solidotze-uzkurdurak eragindako hutsuneak betetzen dira.
- ✓ Barrunbearen betetze oso eta perfektua
- ✓ Piezaren kristal-egitura fina

Presio bidezko galdaketaren prozesuan parte hartzen duten 3 elementu nagusiak metal likidoa, presioa eragiten duen makina eta moldea dira. Elementu horiek erabiliz, pieza bat lortzeko, ziklo hau egiten da:

- ✓ Moldea itxi
- ✓ Moldea metal urtuz bete
- ✓ Pieza solidotu
- ✓ Pieza atera
- ✓ Moldea lubrifikatu

Ziklo hori eskuzkoa edo erabat automatikoa izan daiteke.

Piezaren solidotze egokia da prozesuaren arrakastaren arrazoiak. Pieza urtuaren arazo nagusia haize-zuloak dira. Burbuila horiek metala likidotik solidora pasatzean gertatzen den uzkurduraren ondorio dira: metal solidoak metal likidoak baino leku gutxiago okupatzen du. Pieza urtu bat solidotzean, pitzadurak eta hutsuneak sortzeko arriskua dago. Presio bidezko galdaketan, ordea, metalari presio handia aplikatzen zaio, eta, hala, moldean material gehiago sartzen da. Prozesu horretan, uzkurduran gertatzen diren pitzadura eta hutsuneak ekiditen dira neurri batean.

Aleazioaren konposizio kimikoaren araberakoa izaten da uzkurdura-koefizientea. Aluminio hutsean, koefiziente hori % 6 da; silizioarekin nahasturiko aleazioan, berriz, % 3,8. Magnesioaren uzkurdura-koefizientea % 4 da, eta zinkarena % 6.

Presio bidezko galdaketan uzkurduraren eraginez sortzen diren haize-zuloak larriagotu egiten ditu prozesuan harrapaturik gelditzen den aireak. Moldea oso azkar betetzen denez, oso zaila da airea ateratzea. Hortaz, pieza egokiak lortzeko, parametro batzuk kontuan izan behar dira moldearen eta piezaren diseinuaren kalkuluetan. Makina egoki prestatu behar da, eta lan-prozesuaren kontrol egokia egin behar da. Kondizio horiek ondo betetzeko, beharrezkoak izaten dira langileen esperientzia eta trebetasuna.

Metalen injekzio bidezko prozesuan, honako parametro hauek dauzkagu:

- ▶ **Injekzioaren presioa:** aleazioen eta pieza motaren arabera da. Makinaren eta moldearen arabera muga batzuk dauzka (400 kg/cm²-tik 1.000 kg/cm²-ra bitarte).
- ▶ **Betetze-denbora:** moldea betetzeko denbora ez da halabeharrezkoa izaten, eta ezin da hautazkoa izan. Pieza egokia lortzeko, beharrezkoa da moldea metalez ondo betetzea solidotzen hasi aurretik. Betetze-denbora parametro hauekin lotuta dago:
 - ✓ Solidotze-maila
 - ✓ Metalaren tenperatura
 - ✓ Moldearen tenperatura
 - ✓ Piezaren lodiera
- ▶ **Betetze-abiadura:** sarrerako metal-isurketaren tamainaren arabera da.
- ▶ **Solidotzea:** beharrezkoa da solidotzea pieza osoan batera eta uniformeki gertatzea. Parametro hauekin dago erlazionatua:
 - ✓ Metalaren tenperatura
 - ✓ Solidotze-denbora
 - ✓ Moldearen kontrol termikoa

2.2 Prozesuan kontuan hartu beharreko elementuak

Materiala

Aleazioetan izaten diren konposizioek prozesuan eragin handia daukate, eta ateratzen diren piezek aleazioen konposizioen ezaugarri fisiko, mekaniko eta teknologikoak izaten dituzte.

- ▶ Ezaugarri fisiko garrantzitsuenak hauek dira:
 - ✓ Dentsitatea (kg/m³)
 - ✓ Solidotze-tenperatura
 - ✓ Urtze-tenperatura
 - ✓ Solidotzearen uzkuradura-koefizientea

- ▶ Ezaugarri mekaniko garrantzitsuenak hauek dira:
 - ✓ Erresistentzia (kg/mm^2)
 - ✓ Luzapena
 - ✓ Gogortasuna
- ▶ Ezaugarri teknologiko garrantzitsuenak hauek dira:
 - ✓ Injektagarritasuna
 - ✓ Mekanizagarritasuna
 - ✓ Korrosioa
- ▶ Gaur egun gehien erabiltzen diren materialen aleazioak hauek dira:
 - ✓ Aluminioaren aleazioak
Hiru multzotan banatzen dira: aluminio-silizioa, aluminio-silizio-kobrea eta aluminio-magnesioa.
 - ✓ Zinkaren aleazioak
Hiru multzotan banatzen dira: zink-aluminioa, zink-aluminio-kobrea eta zink-aluminio-nikela.
 - ✓ Magnesioaren aleazioak
Bi multzotan banatzen dira: magnesio-aluminio-zinka eta magnesio-aluminioa.

Moldea

Moldeak lortu nahi den piezaren forma izaten du. Pieza injektatu baten doitasuna moldeak duen akaberaren arabera da. Moldea altzairuzko osagaiz osatua eta doitasun handiz muntatua dago. Moldeak, posizio itxian dagoenean, piezaren forma duen barrunbea sortzen du, eta metal urtua barrura sartzeko kanalak izaten ditu.

Moldeak izan daitezke barrunbe batekoak, hau da, ziklo bakoitzeko pieza bat sortzen dutenak, edo barrunbe anitzekoak, ziklo bakoitzeko pieza anitz sortzen dituztenak.

Ohiko moldeek bi erdi izaten dituzte. Erdi bat bloke finkoa da, eta beste erdia, berriz, bloke mugikorra. Bloke finkoa makinaren plater finkoari egokitzen zaio, eta makinaren injekzio-sistema eta moldea konektatzen ditu. Bloke mugikorrak kanporatze-sistema eta matrizearen barrunbea konektatzen ditu.

Moldearen funtzio nagusiak hauek dira:

- ✓ Piezaren formaren kopia zehatza egitea
- ✓ Nahi den piezaren forma lortzeko metal urtua atxikitzea
- ✓ Metal urtua sartzeko baliabidez hornitzea
- ✓ Barrukoa solidotzeko, metal urtua kanporatzea
- ✓ Solidotzearen ondoren pieza deformatu eta hautsi gabe desmoldatzeko aukera izatea

- ✓ Beroan gertatzen diren elementu mugikorren mugimenduak finkatzea
- ✓ Injekzioaren ondorioz izaten diren tentsio termiko eta mekanikoak jasatea
- ✓ Moldeak pairatzen duen injekzio bidezko presioa jasatea

Makina

Prozesuaren elementu bereizlea da. Moldea ixten eta irekitzen duen prentsa horizontalez edo bertikalez osatua dago. Barrunbeak metal urtuz betetzeko injekzio- sistema dauka. Injekzio-sistema horren arabera, bi makina bereizten dira:

- ▶ **Ganbera beroko makina:** injekzio-sistema makinan integraturiko labearen banean dago, eta metalaren temperatura berean egongo da.
- ▶ **Ganbera hotzeko makina:** injekzio-sistema labetik kanpo dago, eta metal urtua baino hotzago egongo da.

Makinek piezak kanporatzeko gailu bat daukate. Gailu hori lotuta dago moldearen irekitze- eta ixte-sistemarekin. Horren bidez, pieza eta moldea bereizten dira eragiketa bukatzen den bakoitzean.

Beraz, makinak egiten duen zikloa honako hau da:

- ✓ Moldea itxi
- ✓ Barrunbean metal urtua injektatu
- ✓ Moldea ireki
- ✓ Pieza edo piezak kanporatu

2.3 Beharrezko baliabideak

Honako hauek dira presio bidezko galdaketaren prozesua aurrera eramateko baliabide garrantzitsuenak:

▶ Labeak

Metal urtua prestatzeko bi labe mota behar izaten dira normalean:

- ✓ Urtzeko labeak

Lingoteak eta txatarrerako materialak urtzeko erabiltzen diren labeak dira. Gehienetan erregai bidez (gasa edo gasolioa) edo indukzio bidez funtzionatzen dute, eta baskulagarriak izaten dira. Labearen tamaina edukieraren arabera adierazten da (kg-tan), eta materiala urtzeko ahalmena, berriz, kg/h-tan.

- ✓ Urtuta edukitzeko labeak

Injektatzeko makinei metal likidoa botatzeko makinan bertan dauden labeak dira. Labe horietan, metal urtua isurketarako aukerako tenperaturan egongo da. Labe horietarako metal likidoa urtzeko labeetatik lortuko da, eta eskuarki elektrizitate bidez funtzionatzen dute.

▶ **Galdaketako makinak**

Behar diren prestatze-lanak egiteko, eraikitze-eskema bat izaten dute. Eraikitze-eskema hori hiru ataletan banatzen da:

- ✓ Energia hidraulikoaren sorgailuaren atala
- ✓ Ixte-atala
- ✓ Injekzio-atala

Hiru atal horiek sakonago azalduko dira galdaketako makinak aztertzean.

▶ **Makina ingurukoak**

Makinaren inguruan dauden eta galdaketa-prozesuaren zikloa aurrera eramateko beharrezkoak diren elementuek osatzen dute. Ziklo automatizatuan, makinaren hornikuntza oso garrantzitsua da. Honako hauek dira hornikuntzarako elementu batzuk:

- ✓ Metal-elikagailuak
- ✓ Lubrifikatzailak
- ✓ Ateragailuak
- ✓ Bizarra kentzeko prentsak

▶ **Moldeak**

▶ **Eskulana**

2.4 Berrikuntzak: etorkizuneko garapen bideak

Presio bidezko galdaketako piezen hobekuntzarako prozedura asko ari dira garatzen. Prozedura horiek presio bidezko galdaketaren arazo nagusiak konpontzeko ari dira egiten. Arazo nagusi horien artean daude haize-zuloak eta muga geometrikoak.

Presio bidezko galdaketaren bilakaera, bereziki, honako ezaugarri hauek ari da gertatzen:

- ✓ Injekzio-abiadura
- ✓ Presioaren aplikazioaren abiadura
- ✓ Metalaren prestaketa (likidoa, erdisolidoa)
- ✓ Moldeen sofistikazioa (hozte-sistema, *caleoducs...*)
- ✓ Pistoien egokiak (*squeeze casting...*)

Bilakaera horrekin haize-zuloak gutxitzea, produktuaren ezaugarriak hobetzea, prozedurak hobetzea eta lehendik ditugun abantailak ez galtzea lortu nahi da.

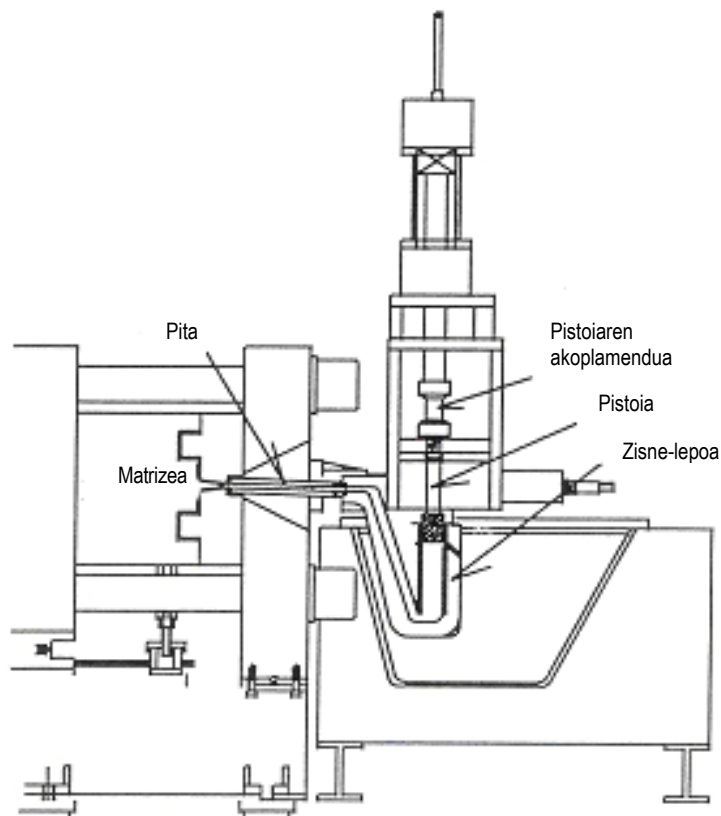
Gaur egun, gerora begira dauzkagun prozedura nagusiak hauek dira:

- ✓ Denbora errealean egiten den galdaketa
- ✓ Hutseko galdaketa
- ✓ *Squeeze casting* zuzena (forja likidoa)
- ✓ Zeharkako *Squeeze casting*-a (japoniarrak)
- ✓ Galdaketa erdisolidoa

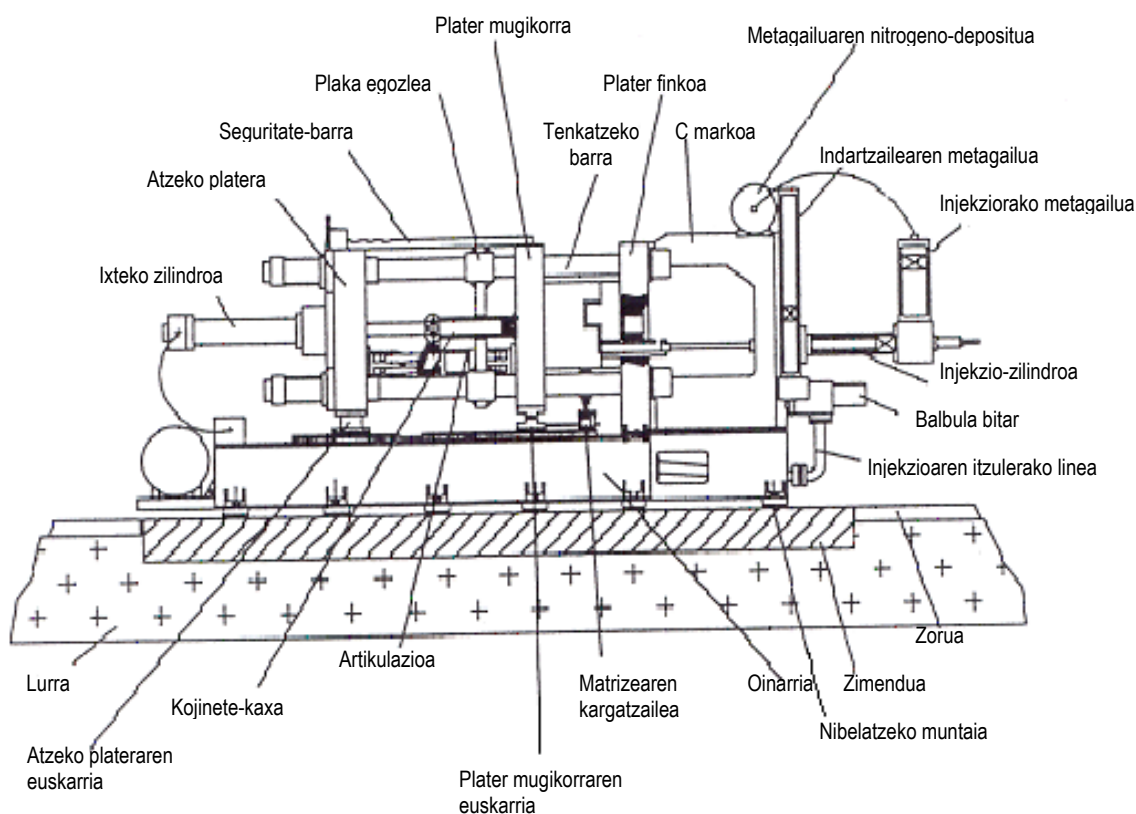
PRESIO BIDEZKO GALDAKETAKO MAKINAK 3

Galdaketako lantegi batean, presio bidezko galdaketako makina da aparatu garrantzitsuena. Makina hori hainbat elementuren muntaketa konplexua da, eta elementu horiek batera egin behar dute lan, indarrak, abiadurak eta tenperatura altuen aurkako erresistentziak sortzeko.

Presio bidezko galdaketan, bi prozedura nagusi daude: ganbera beroko prozedura eta ganbera hotzeko prozedura. Ganbera beroko prozeduran, injekzio-sistema metal urtuan barneratua dago, eta metal urtuaren tenperatura berean egoten da; aldiz, ganbera hotzeko prozeduran, injekzio-sistema labetik kanpo dago, eta, metal urtuaren tenperaturarekin alderatuz, hotz egoten da.



3.1 irudia. Ganbera beroko makina.



3.2 irudia. Ganbera hotzeko makina.

Ohiko makinak bi prozedura horietan oinarritzen dira. Makina horiek ardatz horizontalean edo ardatz bertikalean irekitzen eta ixten dira; gehienak, ardatz horizontalean. Ohiko makina horietaz gainera, makina espezializatuak ere badaude. Makina horiek ohiko makinak aztertu ondoren azalduko ditugu. Beraz, lehenik ohiko makinaren atalak banaka-banaka aztertzen hasiko gara.

3.1 Ohiko makinaren egituraren atalak

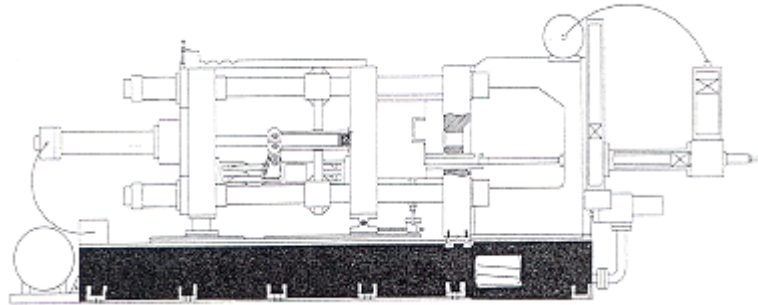
Ohiko makinaren egitura, atal nagusiak honako hauek dira:

■ Oinarria

Altzairuzkoa da, eta makinaren atal nagusien euskarria da. Oinarriaren gainean dauden plakek behera egin ez dezaten, egitura gogorrekia izaten da, eta makina ongi ixten ez denean tortsioa jasateko, zurruna. Normalean, kaxa errektangularra izaten da, baina forma alda daiteke, tamainaren eta fabrikatzailearen arabera. Makina txikietan, oinarriaren altuera komeni zaigun neurrikoa izan daiteke, horrela makinako langileak eroso lan egin dezan; makina handietan, langileak lan egiteko, plataformak jartzen dira.

Fabrikatzaile askok erabiltzen dute oinarriaren atzeko partea altzairuzko depositua egiteko. Depositua hori makinak erabiltzen duen likido hidraulikoaren erreserbarako izaten da. Makina lanean ari denean, deposituan eta makinan dagoen likido hidraulikoa berotu egiten da. Fabrikatzaileen eskarmentuaren arabera, ez da komeni likido hidraulikoa 125 °F baino gehiago berotzea; horrela gertatzen bada, likidoak labaingarritasuna eta erregaiztasuna galtzen ditu. Likido hidraulikoa egoera onean erabiltzeko, garbi eduki

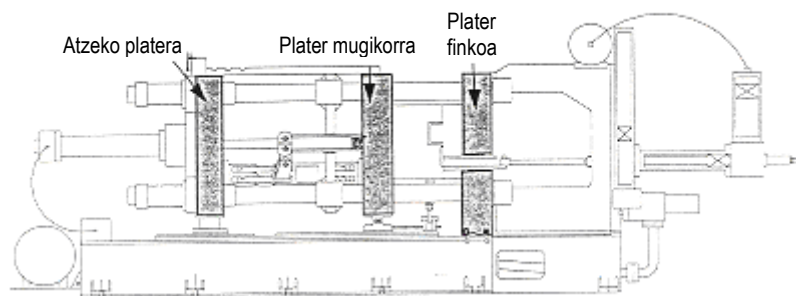
behar da; horretarako, depositua eta ingurua garbi edukitzea komeni da. Likidoaren temperatura konstantea izan dadin, deposituak termometroa izaten du, eta alde batean leihatila edukitzen du, bertatik likidoaren neurria begiratzeko.



3.3 irudia. Oinarria.

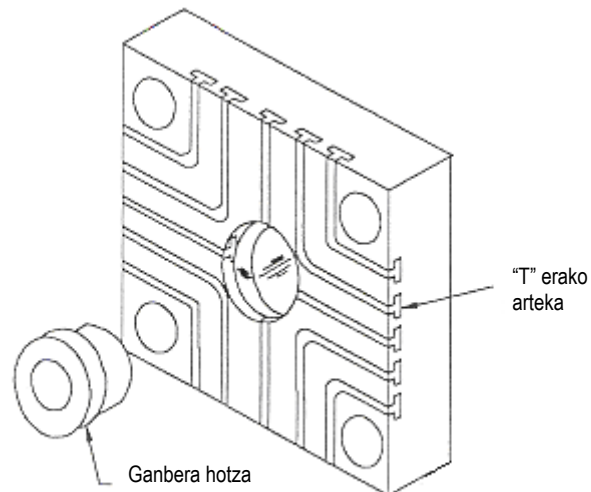
Platerak

Makina, pairatzen dituen indarrak jasateko, hiru plakaz edo plateraz osatua dago: plater finkoa, plater mugikor eta atzeko plater deitzen zaie. Plater finkoa makinaren injekzio-sisteman kokatua dago, eta matrize finkoaren blokeari eusten dio. Plater mugikorra plater finkoaren eta atzeko plateraren artean kokatua dago; bloke egozlea plater mugikorraren aurreko aldean muntatzen da, eta alde batetik bestera mugitzen da, matrizea ixteko eta irekitzeko. Azeko platera, azkenik, makinaren atzeko aldean dago, eta makinak egiten duen lan-ziklo bakoitzeko mugitzen da. Tenkatzeko barrak luzatzen direnean, mugimendu hori gertatzen da. Hiru plater horiek oinarrian dute sostengua.



3.4 irudia. Platerak.

Platerak garbi eduki behar dira; bereziki, plater finkoa eta plater mugikorra, haietan muntatzen baitira matrizeak. Plater finkoak eta mugikorrak, kanpoko aldean, "T" erako artekak dituzte, eta barneko aldean zuloak, matrizea muntatzeko. Oso garrantzitsua da plater horiekin arduraz ibiltzea, bai prestaketa- eta bai eragiketa-garaian.

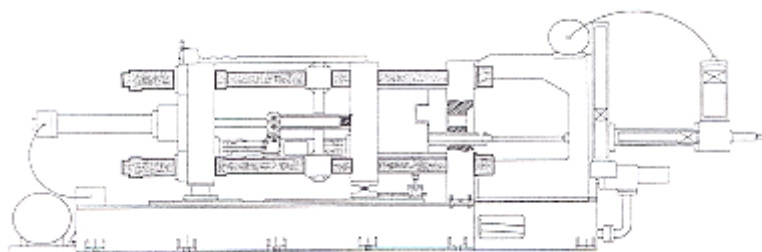


3.5 irudia.

Eragiketa-garaian, plater finkoa eta plater mugikorra asko berotzen dira, eta langilea erretzeko arriskua izan daiteke; arrisku hori asko handitzen da ganbera beroko makinaren plater finkoan. Makina batzuei ura atxikitzen zaie, plater finkoa gehiegi berotu ez dadin. Plater mugikorraren inguruan ere arreta handiz ibiltzea komeni da; platera mugitzean kolpea hartzeko arriskua egoten da, eta bertan katigatuta gelditzeko arriskua ere handia da.

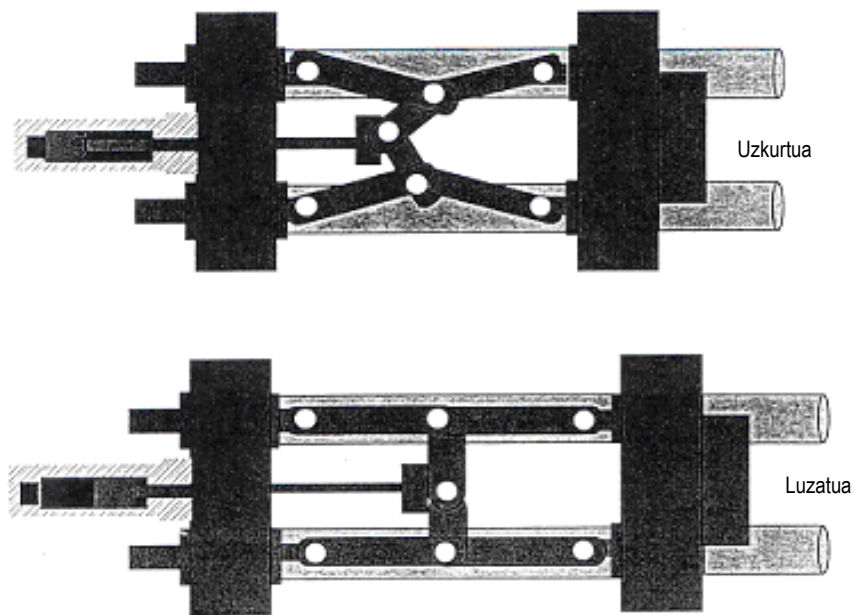
■ Tenkatzeko barrak

Makina gehienek 4 tenkatzeko barra dituzte. Tenkatzeko barrak luzeak eta trinkoak dira, eta plateren lau izkinetan muntatuak daude. Barra horien funtzioa platerak kokatzea eta bideratzea da. Barren tamainak baldintzatzen du makinaren tamaina; hau da, zenbat eta barra luzeagoak izan, makinaren luzera ere handiagoa izango da.

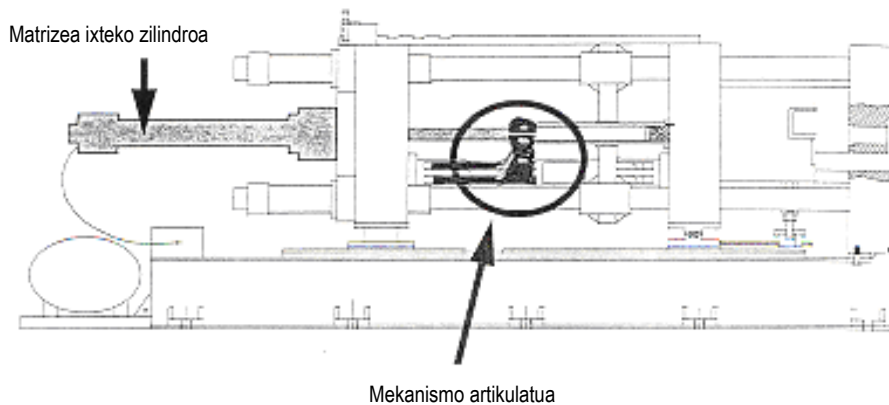


3.6 irudia. Tenkatzeko barrak.

Makinak egiten duen laneko ziklo bakoitzeko, barra horiek tenkatu eta luzatu egiten dira. Barra horiek eragiten duten indarrak injekzioan sortzen den indarra baino handiagoa izan behar du, horrela matrizea itxita egon dadin. Tenkatzeko barrek galkarga jasaten badute, barra horiek hausteko arriskua dago. Barrek egin behar duten indarra egokia izan dadin, mekanismo artikulatuaren sistema erabiltzen da. Mekanismo artikulatuaren bidez, atzeko platera plater mugikorrarekin lotzen da. Sistema hori hainbat itxuratakoa izan daiteke, fabrikatzailearen arabera, baina eragiten duen funtzioa berdina da kasu guztietan. Kate-maila artikulatuek palanka gisa funtzionatzen dute, eta horrek abantaila mekaniko bat dakar barrak tenkatzeko garaian. Mekanismo artikulatuari eragiteko zilindro hidraulikoa erabiltzen da.



3.7 irudia. Mekanismo artikulatua, irekia eta itxia.



3.8 irudia.

Barrak tenkatzeko eragiketa hori mekanismo artikulaturik gabe egiten bada, zilindro hidraulikoa oso handia izango da. Zilindro horrek olio kantitate handiak beharko ditu, eta, horren ondorioz, oso abiadura geldian funtzionatuko du. Aipatzekoa da 1940 aldera horrelako makinak egiten zirela, eta gertatzen ziren arazoak saihesteko asmoz garatu zela mekanismo artikulatuaren sistema.

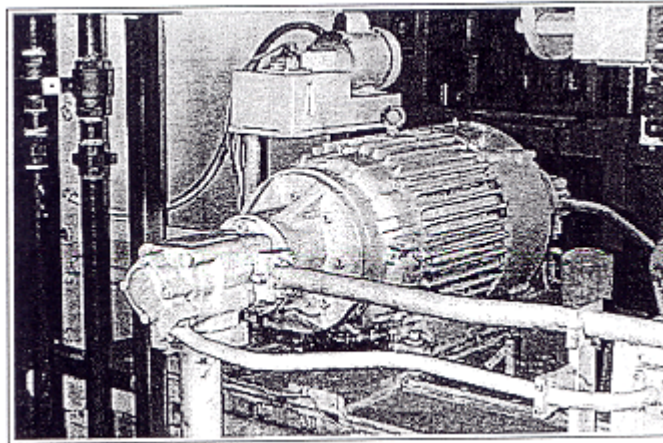
Segurtasun aldetik begiratuta, mekanismo artikulatuek langileari atximur egiteko arrisku handia daukate, eta segurtasun-babesek ongi kokatuta egon behar dute, bai makinaren prestaketa-garaian, bai makina lanean ari denean.

3.2 Sistema elektrikoa

■ Motorra

Motor elektrikoa ponpa hidraulikoari edo, normalean, bi ponpa hidraulikori akoplatua egoten da. Horrela, potentzia elektrikoa potentzia hidrauliko bihurtzen da motorrak ponpa hidraulikoak birarazten dituen; ondoren, ponpa horiek olioia bultzatzen dute linea hidraulikora. Motorra makinaren atzeko aldean egoten da, deposituaren ondoan. Motorrek tentsio altuarekin funtzionatzen dute; normalean, tentsio hori 440/480 V ingurukoa izaten da.

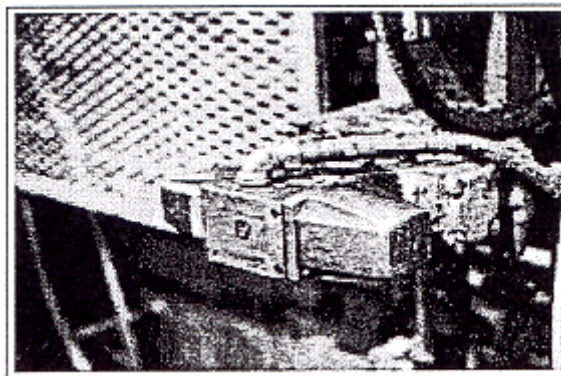
Segurtasun aldetik begiratuta, motorraren ingurua garbi eta lehor eduki behar da, elektrokuzio-arriskua ekiditeko; bestalde, motorraren eta ponparen arteko loturek babestuak egon behar dute, izan ere, lotura horiek abiadura handian biratzen dira, eta ukituz gero lesioen bat eragin dezakete.



3.9 irudia. Motorra.

■ Solenoideak

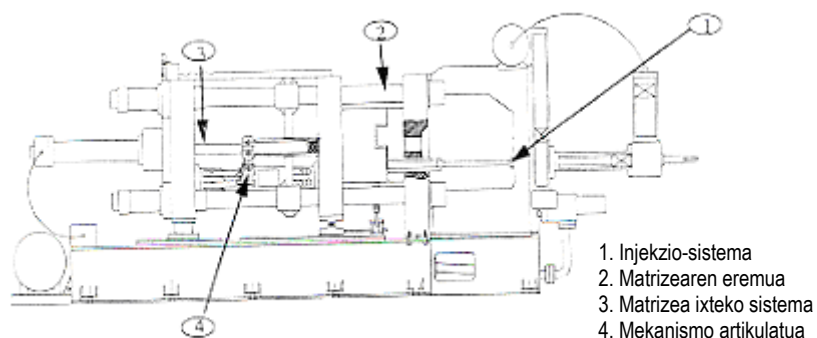
Likido hidraulikoaren emaria eta norabidea kontrolatzen duten balbulak mugitzeko erabiltzen dira. Solenoideak nahiko gogorrak dira, baina kontu handiz erabiltzea gomendatzen da.



3.10 irudia. Balbula solenoideak.

■ Amaierako etengailuak

Sistema elektrikoaren begiak eta belarriak dira. Makinaren toki anitzetan daude; ateen, babestekoen, zilindroen eta makinak dituen atal mugikorren kokalekua sumatzen dute. Makina lanean ari denean, amaierako etengailuak ongi funtzionatzea behar-beharrezkoa da, eragiketa seguru bat izateko. Ez dira indar-gabetu behar, eta mantentze-lan egoki bat izatea komeni da.



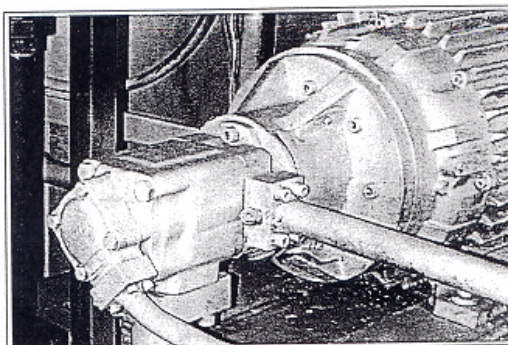
3.11 irudia. Amaierako etengailuen kokaguneak.

3.3 Sistema hidraulikoa

Makinaren funtzionamendua sistema hidraulikoan oinarritzen da; beraz, suaren aurka erresistentea den likido bat erabiltzen da, normalean olioia, makinak behar dituen indarrak sortzeko. Sistema hidraulikoak presio eta abiadura handietan egiten du lan, eta, arrazoi horrengatik, segurtasunari garrantzi handia eman behar zaio. Likido hidraulikoa asko berotzen da, eta erreduarak sor ditzake. Likido-isuriak azkar garbitu eta konpondu behar dira: likidoa garestia da, eta, gainera, norbait likido horretan irristatuz gero, min hartzeko arriskua dago.

■ Ponpa hidraulikoak

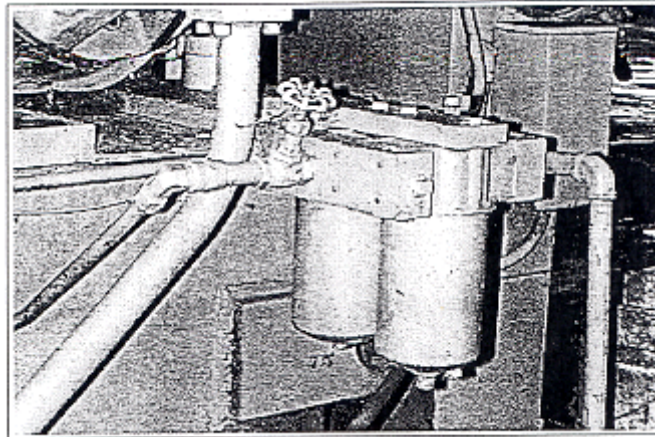
Presio bidezko galdaketako makina batek gutxienez bi ponpa ditu: ponpa batek olioia presio handian baina bolumen txikian bultzatzeko gaitasuna du, eta beste ponpak, berriz, olioia bolumen handian baina presio txikian bultzatzeko. Bi ponpa horiek behar izateko arrazoiak honako hau da: plater mugikorraren bidez matrizea ixteko eta irekitzeko zilindroak olio kantitate handia behar du. Behin matrizea itxita dagoenean, tenkatzeko barrak luzatzeko, olio gutxi behar da, baina presio handian.



3.12 irudia. Motorra eta ponpa hidraulikoa.

Iragazkiak

Iragazkiak beharrezkoak dira likido hidraulikoa garbi edukitzeko. Iragazkiak ponpen irteeran kokatzen dira; horrela, olio balbuletara eta zilindroetara garbi joango dela ziurtatzen da. Iragazki gehienek presio-diferentzialaren adierazle bat daukate. Adierazle horri sarri begiratu behar zaio, olioaren garbitasuna ziurtatzeko; izan ere, zikinkeria-partikula txiki batzuk nahikoak dira balbuletan akatsak sortzeko. Iragazkien garrantzia ikusita, mantentze-lan sarria behar dutela adierazi behar da.



3.13 irudia. Iragazkiak.

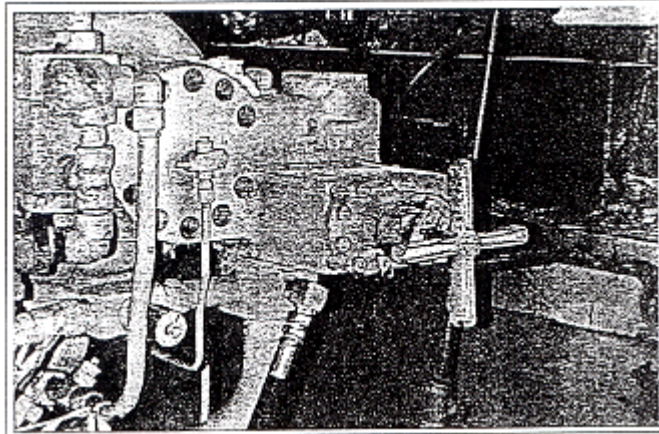


3.14 irudia. Presio-diferentzialaren adierazlea.

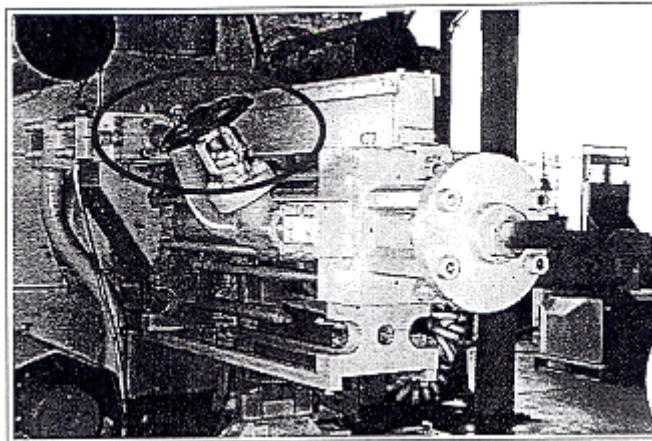
Balbulak

Balbulak olio-emariaren kantitatea eta norabidea kontrolatzeko erabiltzen dira. Solenoideen bidez funtzionatzen duten balbulak emaria zilindroaren burura bideratzeko edo balbula handi bat mugitzeko erabiltzen dira. Balbula handi horietatik, metagailu hidraulikoaren oinarrian dagoen geditze balbula da nagusia.

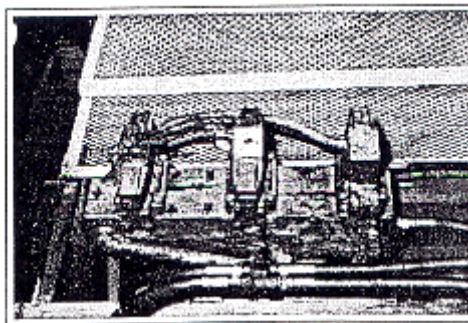
Beste balbula batzuei eskuz eragiten zaie. Balbula horietakoak dira injekzio-abiadura kontrolatzen duten balbulak edo matrizea ixteko zilindroaren abiadura kontrolatzen duten balbulak.



3.15 irudia. Injekzio-abiadura.



3.16 irudia. Matrizea ixteko zilindroaren abiadura kontrolatzeko balbula.

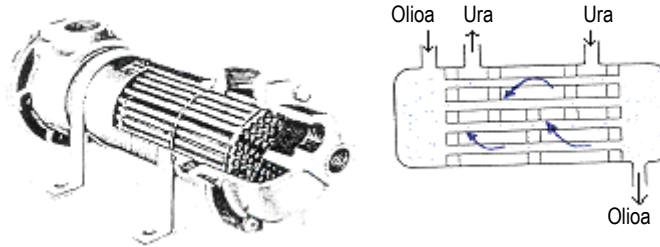


3.17 irudia. Norabideko balbula.

■ Bero-trukagailuak

Tutu-formako depositu handiak dira, ia makina guztiek izaten dituztenak, eta erreserba-deposituaren ondoan egoten dira. Bero-trukagailuak galdara baten gisa funtzionatzen du; barrualdean hodi asko dauka, eta olioaren hozteko ura hodi horietan mugitzen da. Olioak, bero-trukagailuan sartzen denean, hodi hoztu horien alboan pasatuko da, eta bero-trukagailutik ateratzean olioaren hotzago egongo da sartu denean baino.

Bero-trukagailuan likido hidraulikoaren edo uraren ihesik gertatzen bada, bi arazo izan ditzakegu. Alde batetik, likido hidraulikoa urarekin nahas daiteke, eta bestetik, hodietan jariatzen den ura olioarekin nahas daiteke. Hori dela eta, langileak sarri begiratu behar dio likido hidraulikoaren temperaturari, eta asko berotzen dela ikusten badu, bai olioaren eta bai uraren zer egoeratan dauden aztertu beharko du.



3.18 irudia. Bero-trukagailua.

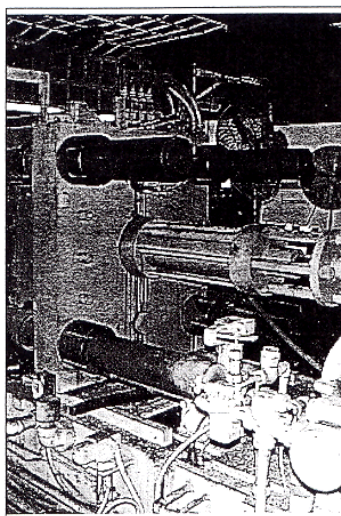
■ Zilindroak

Zilindro hidrauliko nagusiak moldea ixteko eta irekitzeko eta matrizean metala injektatzeko erabiltzen dira. Zilindro horietaz gainera, beste batzuk erabiltzen dira sistema egozlearen aplikazioarako, matrizearen irris-tailuak mugitzeko, segurtasun- karrakari eragiteko eta segurtasun-ateak ixteko eta irekitzeko.

Zilindroek honela funtzionatzen dute: likidoa zilindroaren alde batetik sartzen da, eta pistoia bultzatzen du zilindroaren beste aldera. Horretarako, zilindroaren barraren alde batean pistoia egoten da itsatsia, eta barraren beste aldean mugitu nahi den gailua edo elementua izaten du lotua. Zilindro hidraulikoak oso indartsuak izan daitezke; zilindro batek gara dezakeen indarra zilindroaren tamainaren arabera eta likido hidraulikoak duen presioaren arabera izango da.

■ Matrizea ixteko zilindroa

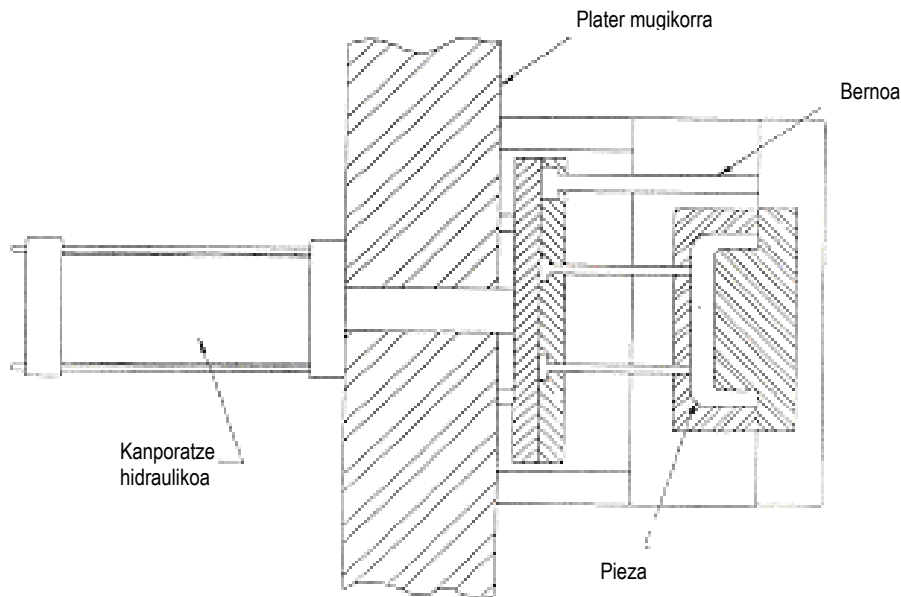
Matrizea ixteko eta irekitzeko erabiltzen da. Atzeko plateran muntatzen da, eta zilindroaren barrak platera zeharkatzen du. Zilindroaren barraren amaiera ikasgaiaren hasieran aipatua dugun mekanismo artikulatuaren zentroari lotua egongo da.



3.19 irudia. Matrizea ixteko zilindroa.

Zilindro egozlea

Makina batzuek zilindroak izaten dituzte matrizearen sistema egozlea aktibatzen. Zilindro egozlea plater mugikorren egoten da muntatua, mekanismo artikulatuaren aldean. Makina batzuetan, zilindro bakarra izaten da, eta zilindroaren barra matrizearen plaka egozleari lotua egoten da; beste makina batzuek zilindro bat baino gehiago izaten dituzte, eta zilindro horiek kolpeak leuntzeko bernei eragiteko kontraplaka mugitzen dute. Kolpeak leuntzeko bernei horiek kontraplakaren eta matrizearen plaka egozlearen artean daude kokatuak.

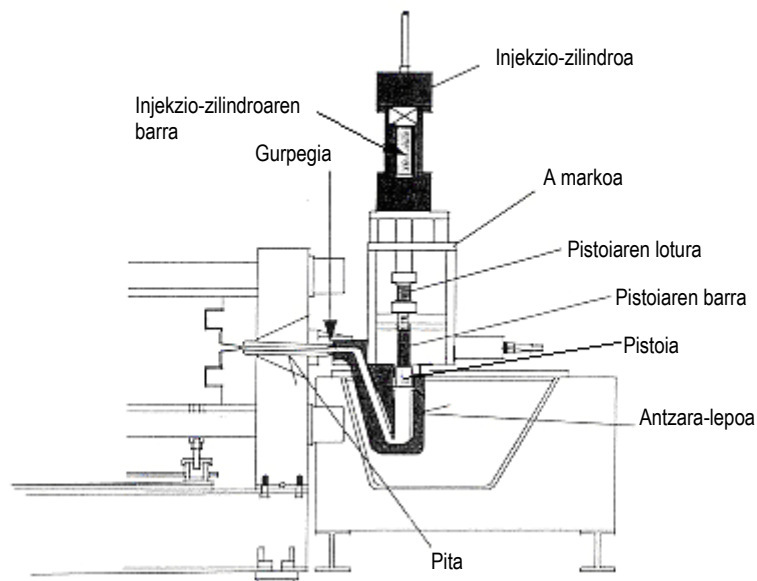


3.20 irudia. Zilindro egozlea.

Injekzio-zilindroa

Matrizean metala injektatzeko erabiltzen da.

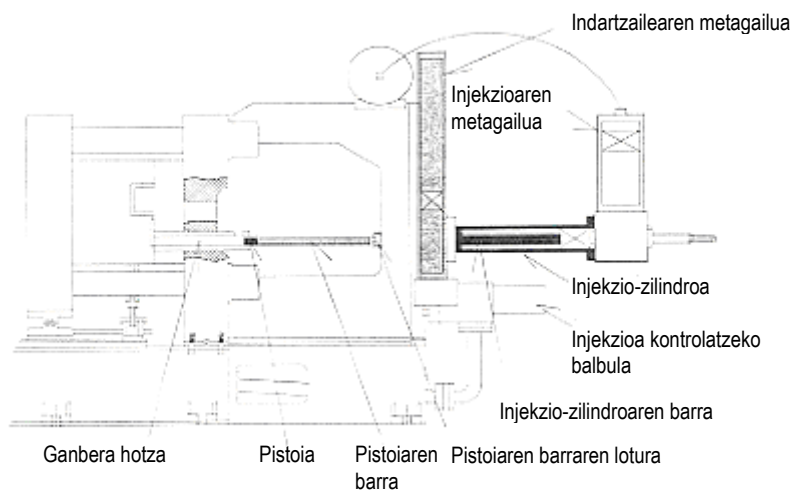
Ganbera beroko makinetan, injekzio-sisteman honako atal hauek daude: injekzio-zilindroa, pistoiaren lotura, pistoia, eraztunak, antzara-lepoa, gurpegia eta pita. Atal guztiei "A" markoaren bidez eusten zaie, eta "A" markoa plater finkoari lotua dago. Eraztunak pistoian jartzen dira metal likidoaren ihesik ez izateko, eta matrizearen barrunbea betetzen denean metalari presioa egiten jarraitzeko. Gurpegiak eta pitak antzara-lepoa matrizearekin lotzen dute, eta lotura hori ondo zaindu behar da, metal-ziprztinik gerta ez dadin. Izan ere, ziprztin horiek erredurak sor ditzakete. Injekzio-eragiketa egiten ari den bitartean, aipatu ditugun atal horiek guzti oso bero egoten dira, eta ukituz gero erredurak sor ditzakete. Injekzio-eragiketak errendimendu ona izan dezan, makina prestatzen ari garenean, ziurtatu behar da injekzio-zilindroa eta pistoia ongi lerrokatuta daudela. Horrek higadura ahalik eta txikiena izatea ziurtatzen du, eta arazoak ekiditen dira.



3.21 irudia. Ganbera beroko injekzio-sistema.

Ganbera hotzeko makinetan, injekzio-sisteman honako atal hauek daude: injekzio-zilindroa, pistoia, pistoiaen lotura eta ganbera hotza. Ganbera hotzeko makinetan, behar-beharrezkoa da injekzio-zilindroa, pistoia eta ganbera erabat lerrokatuak egotea, bestela eragiketaren errendimendua ez baita ona izango. Injekzio-sistemari "C" markoak eusten dio, eta "C" markoa plater finkoari lotua dago.

Injekzio-eragiketa egiten ari den bitartean, metal likidoa hoztea eta tenperatura-jaitsiera kontrolatu egin behar da, metal-zipritzinik izan ez dadin ganbera hotzeko sarreran.



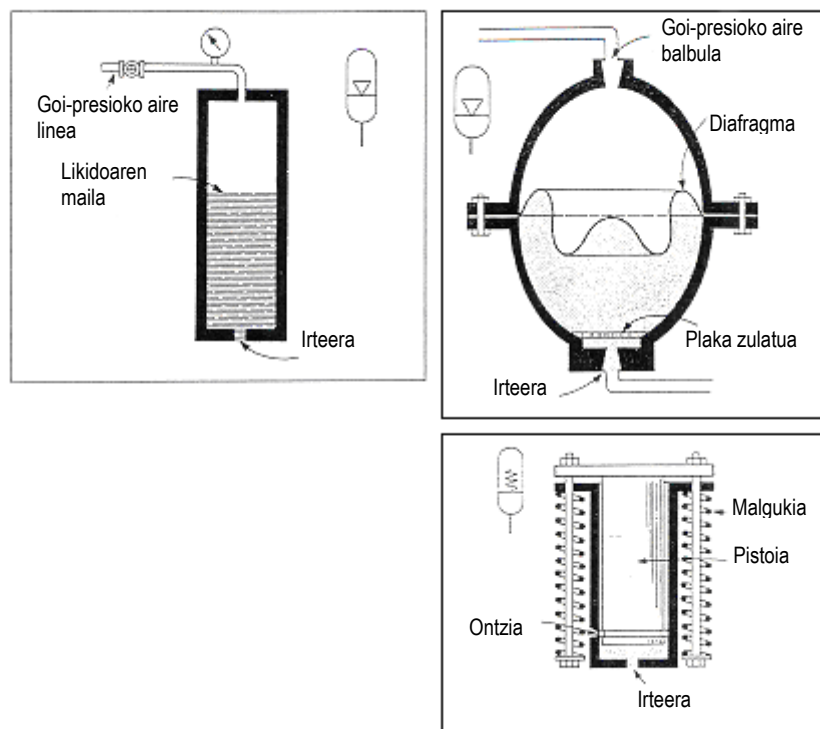
3.22 irudia. Ganbera hotzeko injekzio-sistema.

Metagailua

Metagailua metalezko depositu handi bat da. Depositu hori likido hidraulikoarekin betetzen da, eta likido hidraulikoa presio handiko nitrogenoaren lineari konektatua egoten da. Metagailua likido hidraulikoaren kantitate handiak behar ditugunean erabiltzen da. Kasu hori matrizea ixten eta irekitzen denean eta injekzio-eragiketan gertatzen da bereziki.

Ponpa hidraulikoek ezin dute behar adina emari bidali zilindroetara denbora labur batean, eta kasu horietarako metagailua erabiltzea beharrezkoa da. Metagailuan olioia presio handian egoten da, eta eragiketa egiten ari denean erabat hustuko da; ondoren, eragiketa zikloaren beste une batean, metagailua berriro olioaz beteko da.

Makinaren mantentze-lana egin behar denean, kontuan izango da metagailuko olioaren presioa jaitsi egin behar dela; bestela, zilindro hidraulikoa mugitzeko arriskua dago.



3.23 irudia. Metagailu motak.

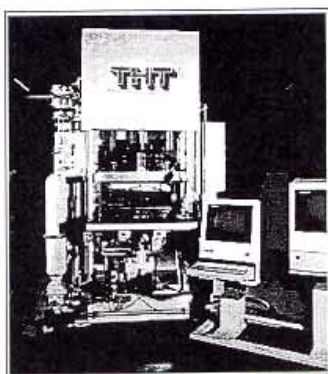
Presio-indartzailea

Injekzio amaieran likido hidraulikoaren presioa handitzen duen tresna hidraulikoa da. Horren helburua metal gehigarria matrizearen barrunbeetara sartzea da. Izan ere, aurreko ikasgaietan aipatua dugunez, metala uzurtu egiten da, eta barruan izaten diren gasak ahalik eta gehien zantpatzea komeni da.

3.4 Ohiko makinaren aldaerak eta makina espezializatuak

■ Ohiko makinaren aldaerak

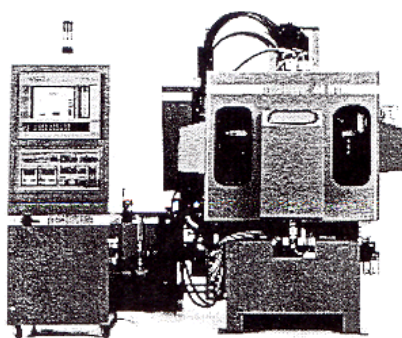
Presio bidezko galdaketako makina gehienak ardatz horizontalekoak badira ere, ardatz bertikaleko makinak ere badaude. Halako makinek daukaten abantailarik handiena grabitateaz baliatzeko aukera da. Horrela, pieza bat lortzeko pieza horren barnean material zati batzuk txertatu behar direnean, grabitatea erabiliko dugu material zati horiek matrize finkoaren blokean gera daitezten. Grabitateaz baliatuz, pieza matritzetik ateratzea ere asko errazten da; izan ere, pieza matritzetik kanporatu ondoren, grabitatearen ondorioz, deskarga-lerkura eroriko da.



3.24 irudia. Galdaketako makina bertikala.

■ Makina espezializatuak

Ganbera beroko prozesuaren bidez pieza txikiak ekoizteko, lau gidaridun makina erabiltzen da. Makina horrek labeari eusteko armazoa, antzara-lepo birakaria, eta ardatz bertikalarekin 5° eta 10° bitarteko angelua osatzen duen plater handia dauka. Makina horiek airearen bidez funtzionatzen dute, matrizea ixteko indarrak oso txikiak dira, eta ekoizten diren piezak ere oso txikiak.



3.25 irudia. Techmier marina.

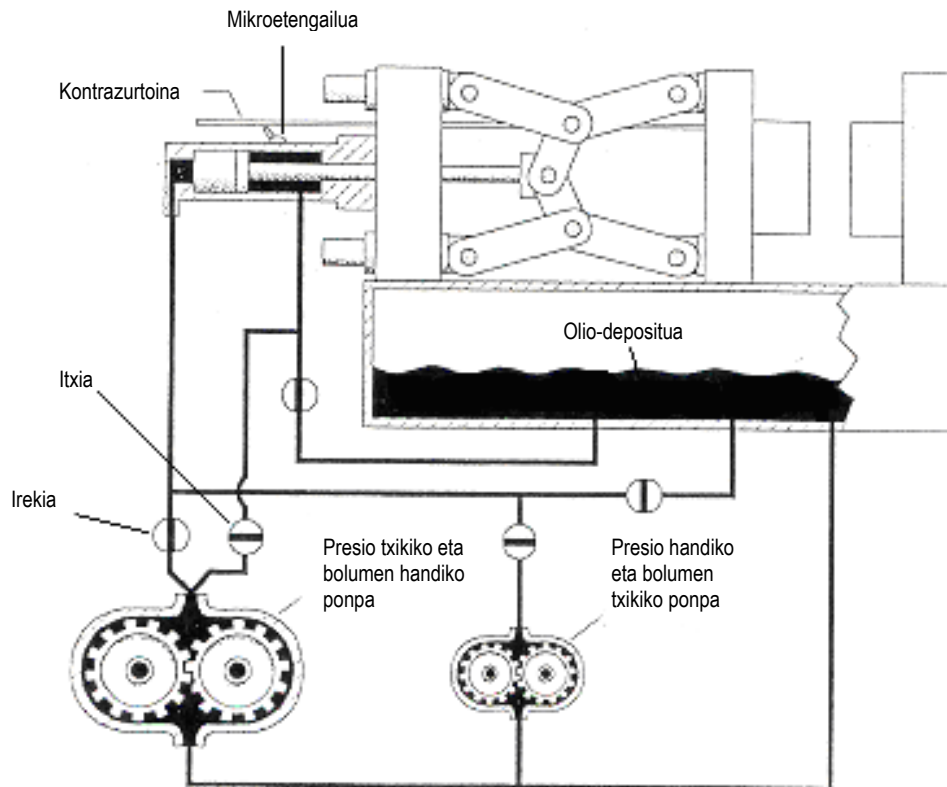
Presio txikiko makinak ohiko makinaren antzera lan egiteko diseinatuak daude. Makina horietan metala injektatzeko prozesua honela egiten da: labean dagoen metal urtuari airearen bidez presioa egiten zaio. Horrek metala hodi batera bideratzen du, eta hodi horretatik matrizeara injektatzen da. Ohiko makinekin alderatuz, makina horietako matrizeen kostua merkeagoa da, eta lan-zikloak luzeagoak dira. Makina horietan lortzen diren piezen kalitatea, normalean, hobea izaten da, baina prozesu horren bidez ez daukagu pareta meheak betetzeko aukerarik.

3.5 Makinako lan zikloaren grafiko bidezko azalpena

Presio bidezko galdaketako makinaren lan-zikloa hiru ataletan banatzen da. Lehenengo atalean, moldeak edo matrizeak itxita eta blokeatuta gelditu behar du. Bigarren atalean, moldeak itxita eta blokeatuta gelditu ondoren, metal urtuaren injekzio-prozesua egingo da. Eta hirugarren atalean, metal urtuaren injekzio-prozesua amaitzen denean, moldeak edo matrizeak irekiko dira.

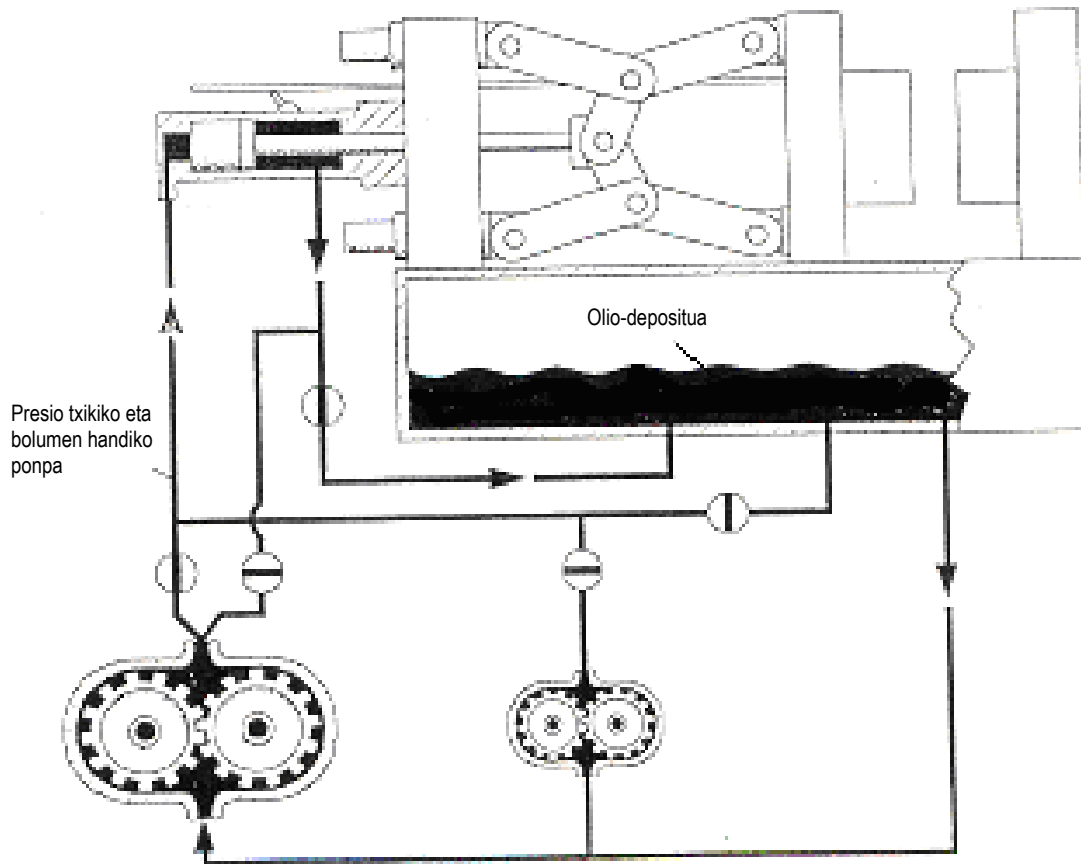
■ Presio bidezko galdaketako makina ixtea eta blokeatzea

Presio bidezko galdaketako makinaren eginkizun nagusietakoa matrizearen edo moldearen bi erdiak ongi ahokatzeta eta ixtea da. Makinek zikin eta koipetsu daudelako itxura eman dezakete, baina doitasun handikoak dira: makina horiek pisu izugarriko platerak mugitzen dituzte, eta plater horiek milimetro-ehuneneko distantzia batean kokatzeko gaitasuna dute.



3.26 irudia. Moldea ixteko prozesua. (1. grafikoa)

Gaur egungo presio bidezko galdaketako makina gehienek bi abiadura dauzkate moldeak ixteko prozesurako. Abiadura azkarra platera ahal den azkarren mugitzeko erabiliko da. Mugimendu azkar hori egiten denean, moldearen bi erdiak elkarrengandik oso gertu geldituko dira. Abiadura azkar hori lortzeko, presio txiki samarrean olio-bolumen handia ponpatu behar da zilindrora. Presio txikiak moldeak ahokatzeko arazoak daudenean makina erraz gelditzeko balioko digu.

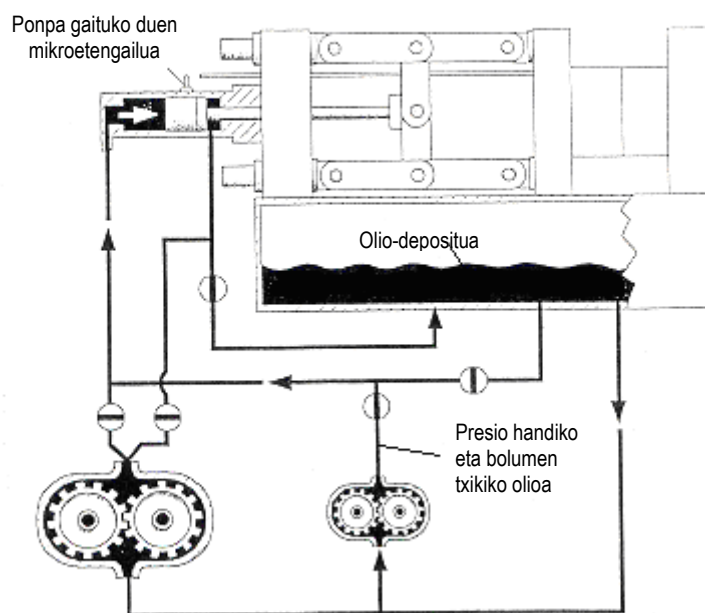


3.27 irudia. Ixte azkarra. (2. grafikoa)

2. grafikoa ikusten denez, ponpak olio presio txikian eta bolumen handian bidaltzen du zilindroaren atzeko aldera. Presio handiko eta bolumen txikiko ponpak olio bidaltzeko linea itxia du, eta zilindroaren enboloaren aurreko aldean dagoen olio olio-depositura itzuliko da. Olioak zilindroaren atzeko aldetik enboloari presioa egiten dionean, pistoia eta pistoiarekin batera plater mugikorra aurrerantz joango dira, abiadura azkarrean.

Moldeen ertzak elkarrengandik oso gertu daudenean, makina abiadura moteleko ixteko prozesura igaroko da. Prozesu horretan erabiliko den presio oso handia izango da. Makina kontrazurtoineko mikro-entengailuaren bidez jabetzen da horretaz. Kontrazurtina moldea ixteko zilindroari lotua dagoen hodia da, eta zurtoinarekin batera mugitzen da.

Abiadura motelean egiten den gelditzeko prozesua olio bolumen txikian eta presio handian erabiliz lortuko da. Olio moldea ixteko zilindroan bolumen txikian ponpatzeak platerak abiadura motelean mugitzea eragingo du, eta horrek moldeen artean kolperen bat izatea eragotziko du; bestalde, presio handiak moldea ixteko zilindroari mekanismo artikulatua zentrorantz mugitzen lagunduko dio.



3.28 irudia. Abiadura motelean moldea ixteko prozesua. (3. grafikoa)

Behin moldeen ertzak elkar ukitzen dutenean, moldea ixteko zilindroak mekanismo artikulatuari indarra eragiten jarraitu behar du. Indar hori etengabe egin behar da mekanismo artikulatua zentratua eta blokeatua gelditu arte. Mekanismo artikulatua zentratua dagoenean, goiko aldea eta beheko aldea pixka bat gaketuak gelditzen dira, 4. grafikoa ikus daitekeen bezala. Mekanismo artikulatuaren posizio horretan, moldea ezin da ireki, eta metal urtuaren injekzio-prozesua hasteko moduan egongo da. Metal urtuaren injekzio-prozesuari makinaren kolpe-prozesua deitzen zaio.



3.29 irudia. Zentratzea eta ixtea. (4. grafikoa)

Posizio zentratua eta itxia makinaren sentsore batek igarri behar du. Sentsore horri moldea ixteko sistemaren etengailua deitzen zaio, eta makinaren kontrol-sistemari seinalea bidaltzen dio. Behin makinako langileak seinalea egiaztatzen duenean, makinaren kolpe-prozesua hasteko moduan egongo da.

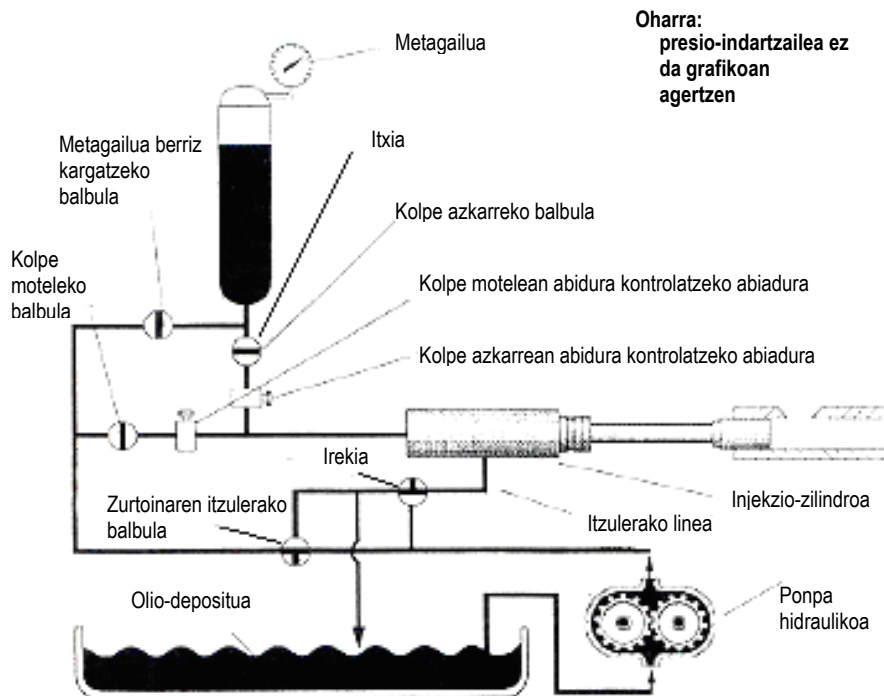
Presio bidezko galdaketako makinek moldea ixteko indarra doitzeko sistemaren bat izaten dute. Sistema hori palanka bidez, langileak zapalduko botoiaren bidez edo kontrol-sistemak duen doitze automatikoaren bidez aplikatzen da. Moldea ixteko indarra ez bada ongi doitzen, honako kasu hauek gerta daitezke:

- ▶ **Moldea ixteko indarra handiegia izatea:** moldea ixteko indarra handiegia bada, tenkatzeko barrak gehiegi luza litezke, eta barraren bat hausteko arriskua izan liteke. Moldearen bihurtura gerta liteke, eta molde barneko airearen irteerak itxi litezke. Moldearen bihurturarekin inguruko atal mugikorak trabatu litezke. Moldea hausteko arriskua izan liteke.
- ▶ **Moldea ixteko indarra txikiegia izatea:** moldetik metal-bizarra atera liteke edo metal-zipriztinak gerta litezke.

■ Metal urtuaren injekzio-prozesua

Behin makina metal urtuaren injekziorako prest dagoenean, metal urtuaren injekzio-prozesuari edo kolpe-prozesuari emango zaio hasiera. Gaur egungo presio bidezko galdaketako makina gehienek bi abiadura bereizten dituzte metal urtuaren injekzio-prozesua egiteko: abiadura motela, eta abiadura azkarra. Abiadura motela erabiltzen denean, kolpe moteleko prozesua deitzen zaio; aldiz, abiadura azkarra erabiltzen denean, kolpe azkarreko prozesua deitzen zaio. Bai kolpe motelean eta baita kolpe azkarrean ere, abiadura erregula daiteke. Abiadura horiek noiz eta nola erabiliko diren, injekzio-prozesuaren gaia ikustean aztertuko dugu sakon.

Metal urtuaren injekzio-prozesuan dagoen sistema hidraulikoa honela osatua dago: olioia edukitzeko olio-depositua, zilindrora olioia bidaltzeko ponpa hidraulikoa, kolpe azkarra gaitzeko metagailua, kolpe motelean abiadura kontrolatzeko balbula, kolpe azkarrean abiadura kontrolatzeko balbula, olioia bideratzeko lineak, olioaren pasabidea ixteko edo irekitzeko balbulak eta injekzio-zilindroa.

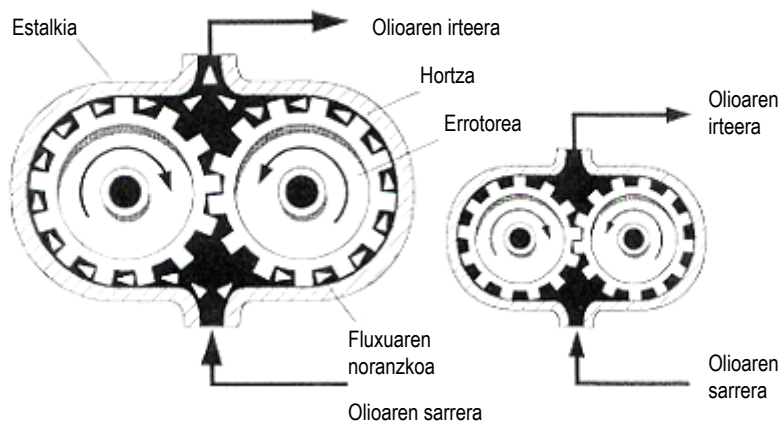


3.30 irudia. Injekzioaren sistema hidraulikoa. (5. grafikoa)

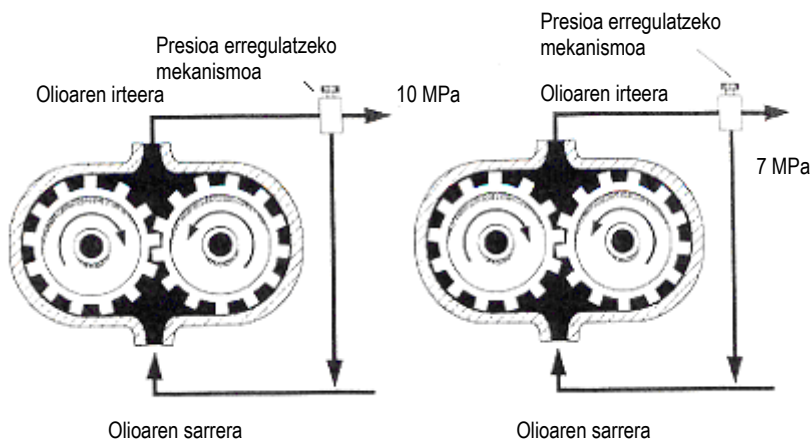
6. grafikoa eta 7. grafikoa ponpa hidraulikoa azaltzen da.

6. grafikoan, presio bereko baina kapazitate desberdineko ponpak agertzen dira. Nahiz eta ponpa horietatik olio presio berean irten, ponpa handienak olio-bolumen handiagoa bidaltzen du zilindrorra, eta zilindroak olio-bolumen handiagoa hartzean zilindroaren zurtoina eta pistoia abiadura azkarragoan mugituko dira. Beraz, ponpatik olio-bolumen handia bidaltzen denean zilindrorra, pistoiaren mugimendu azkarra gertatzen da; aldez, ponpatik olio-bolumen txikia bidaltzen denean, pistoiaren mugimendu motela gertatzen da.

7. grafikoan agertzen diren ponpek kapazitate bera dute, hau da, olio-bolumen bera bidaltzen dute zilindrorra, baina presio desberdinetan. Presioa fluido edo gorputz pisudun batek, kasu honetan fluidoak, azalera unitateko gainazal batean eragiten duen indarra dela jakinik, hau esan daiteke: presioa eragiten zaion gainazalak azalera bera izanik, presioa txikiagotzean zilindroak eragiten duen indarra txikiagotu egiten da, eta presioa handitzean, zilindroak eragiten duen indarra handitu egiten da.

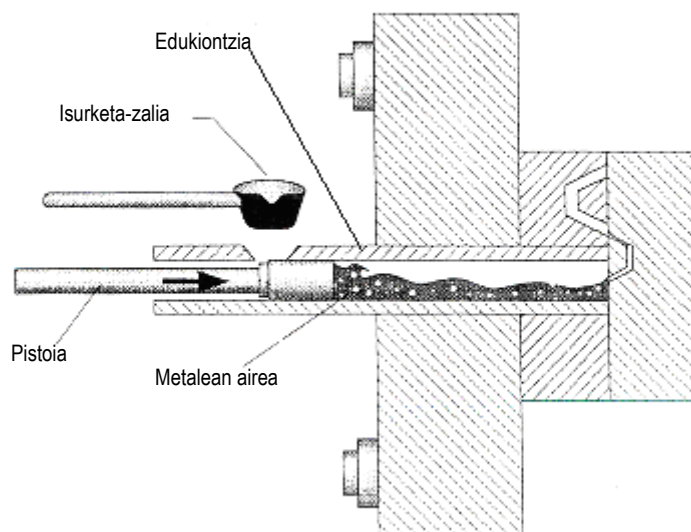


3.31 irudia. Presio bera / kapazitate desberdina. (6. grafikoa)



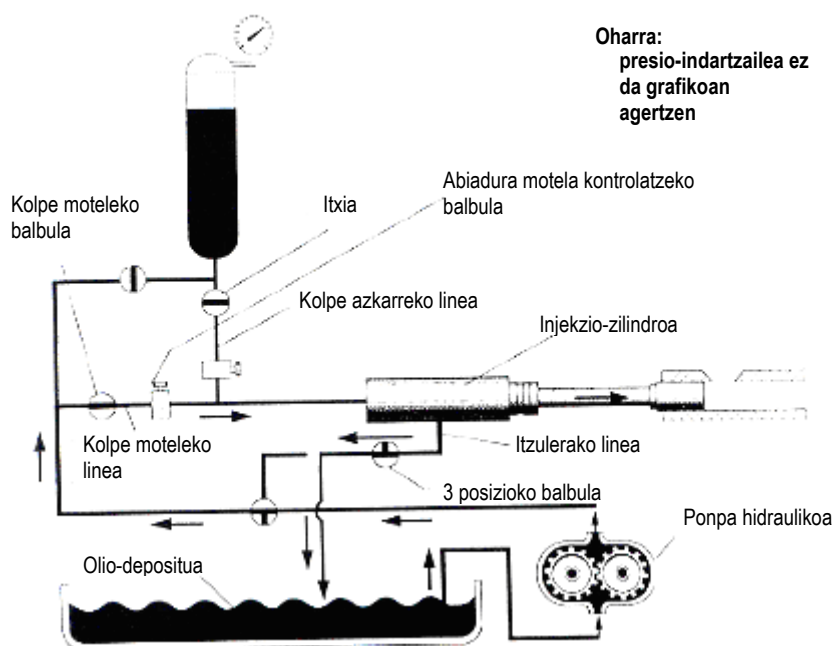
3.32 irudia. Kapazitate bera / presio desberdina. (7. grafikoa)

8. grafikoan, metal urtua abiadura azkarregian mugituz gero gertatzen den arazoa azaltzen da. Injekzio-prozesuaren hasieran, pistoiak metal urtua molderantz garrariatzen du. Edukiontzian metal urtuaren mugimendua azkarregia bada, metal urtuaren barruan airea gelditzen da, eta horrek piezaren kalitate kaxkarra ziurtatzen du.



3.33 irudia. Kolpe moteleko pistoiaren mugimendu azkarregia. (8. grafikoa)

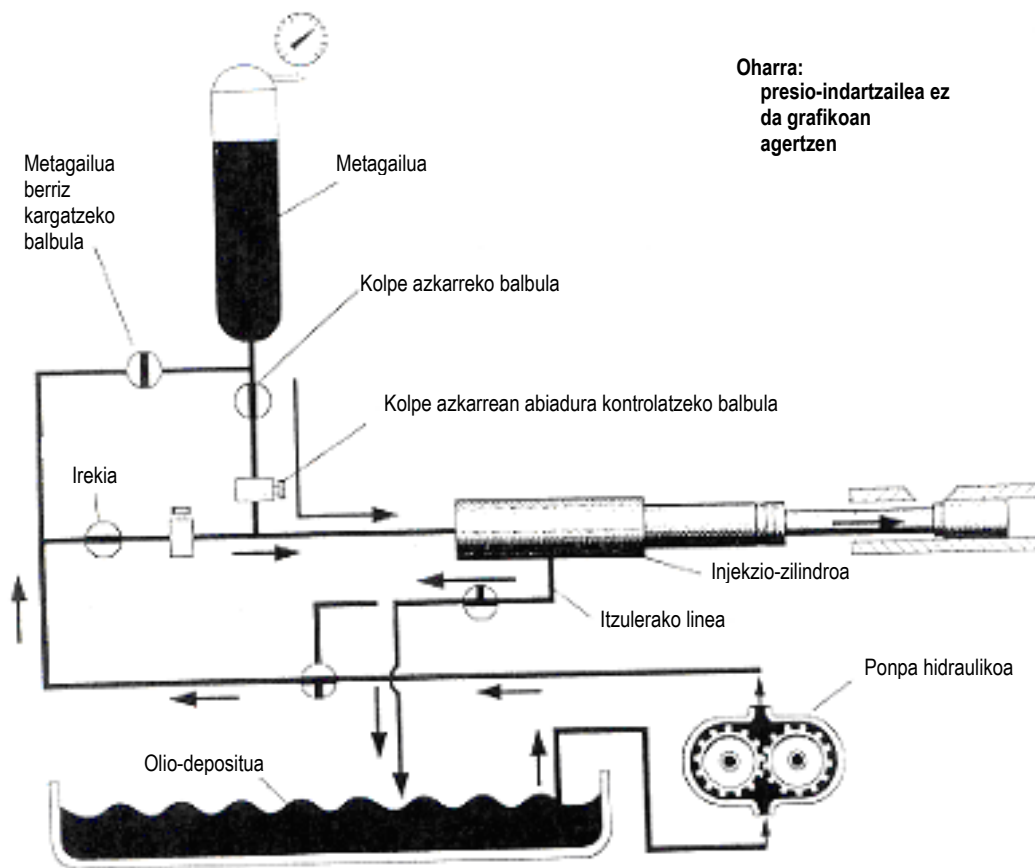
Beraz, injekzio-prozesuaren hasieran, metal urtuaren garraioa ez gelditzeko, metal urtuaren garraioa abiadura geldian egingo da, hau da, metal urtuaren injekzio-prozesua kolpe motelean hasiko da. Horretarako, 9. grafikoa ikusten denez, hau egiten da: ponpa hidraulikoak olio-depositutik olio hartu eta lineara bidaltzen du; ondoren, kolpe moteleko linearen balbula irekitzen da. Bien bitartean, kolpe azkarreko linearen balbula eta metagailua berriz kargatzeko balbula itxita daude. Kolpe moteleko lineatik olio zilindrorara iristen da, eta pistoiak abiadura geldian aurrerantz egiten du. Pistoiak aurrerantz egitean metal urtua moldera gerturatzen da.



Oharra:
presio-indartzailea ez da grafikoa agertzen

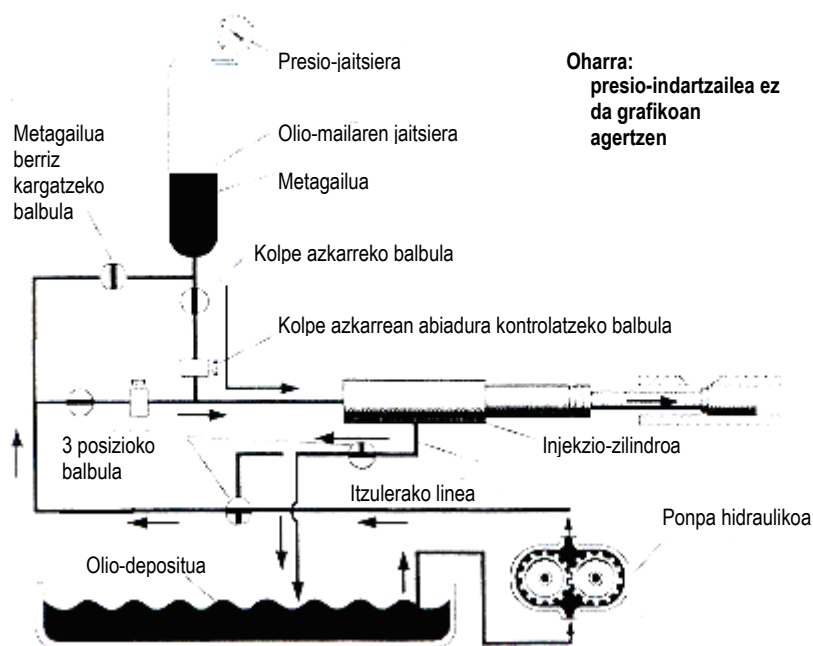
3.34 irudia. Kolpe motelaren hasiera. (9. grafikoa)

Metal urtua moldera gerturaten denean, injekzio-prozesuaren gaien sakonago ikusiko denez, moldea metal urtuz betetzeko, metal urtuaren abiadura azkartzea komeni da. Izan ere, moldea metal urtuz abiadura geldian betetzen hasten bada, moldea bete aurretik metal urtua solidotzeko arriskua dago, eta arrisku hori handitu egiten da pieza meheekin lan egiten denean. Beraz, injekzio-prozesuaren bigarren fase honetan pistoiaren eta metal urtuaren abiadura azkartzea komeni da. Hori egiteko, injekzio-prozesua kolpe azkarrean egingo da. Ponpa hidraulikoak, 10. grafikoan ikusten denez, olioaren bolumen jakin batekin lineara bidaliko du. Aurretik azaldu denez, abiadura azkartzeko, zilindrora iristen den olioaren bolumena handitu behar da. Horretarako, olioaren beteriko metagailua dago; metagailuaren linearen balbula irekitzean, ponpa hidraulikotik bidalitako olioari metagailuko olioaren gehitzen zaio. Horrela, zilindrora iristen den olio-bolumena handitzen da, eta kolpe azkarreko prozesua egiten da.



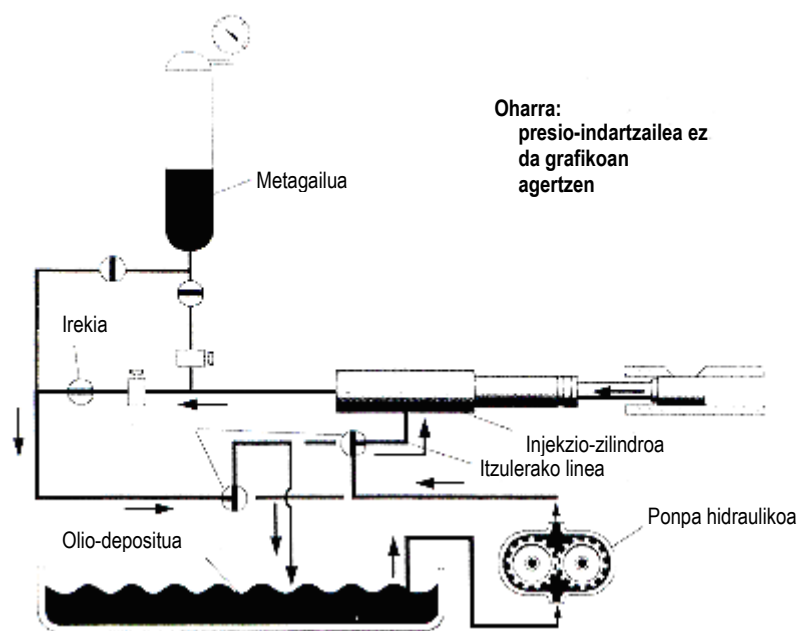
3.35 irudia. Kolpe azkarraren hasiera. (10. grafiko)

11. grafikoan ikusten denez, metagailuko olio-maila jaitsi egin da, hau da, kolpe azkarreko balbula irekitzean, metagailuko olioaren ponpa hidraulikotik datorren olioari gehitu zaio.



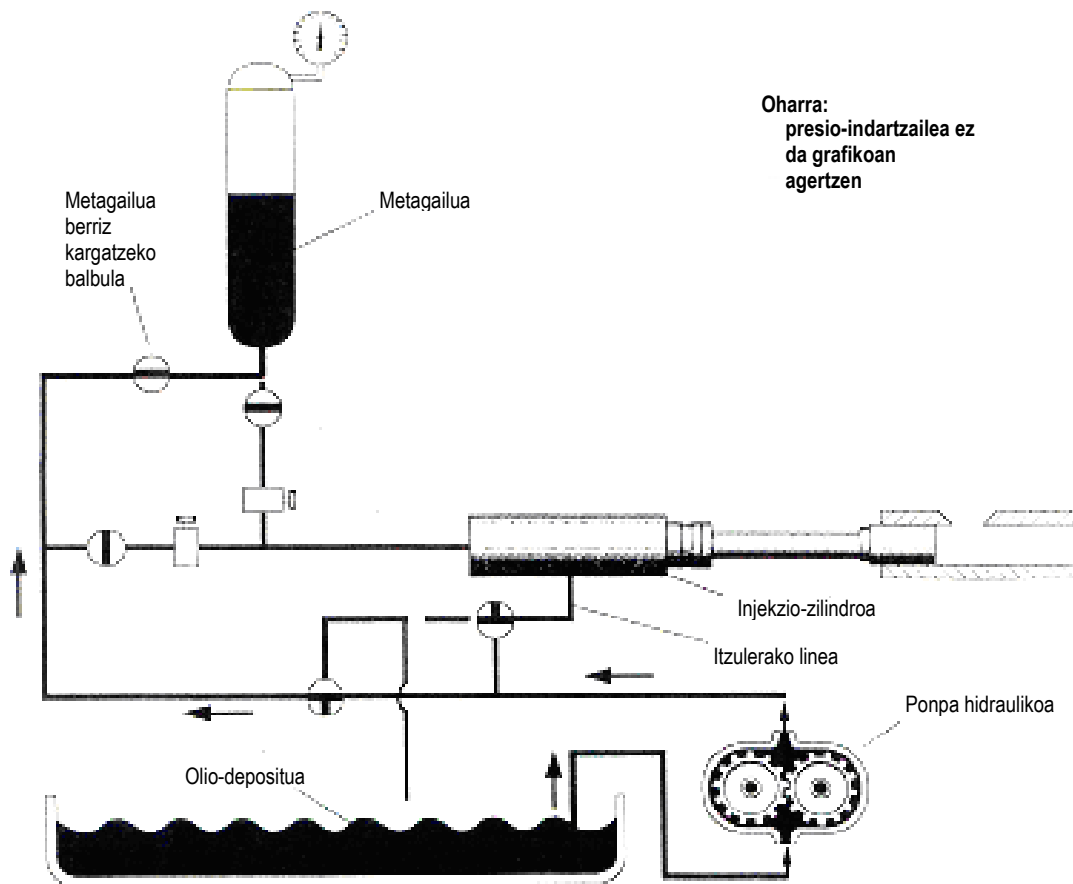
3.36 irudia. Kolpe azkarraren amenera. (11. grafikoa)

Moldea metal urtuz betetzen denean, zilindroaren pistoiak hasierako posizioa itzuli behar du. Pistoiak atzerako bidea egin behar du, eta prest gelditu behar du metal urtuaren beste injekzio-prozesu baterako. Horretarako, 12. grafikoa ikusten denez, itzulerako linearen balbula irekiko da, eta ponpa hidraulikoak olio itzulerako lineatik zilindroaren enboloaren aurreko aldera bidaliko du. Zilindroaren enboloaren aurreko aldea olio betetzean, pistoiak atzerako bidea egingo du, eta pistoiak hasierako posizioan geldituko da.



3.37 irudia. Pistoiaren itzulera. (12. grafikoa)

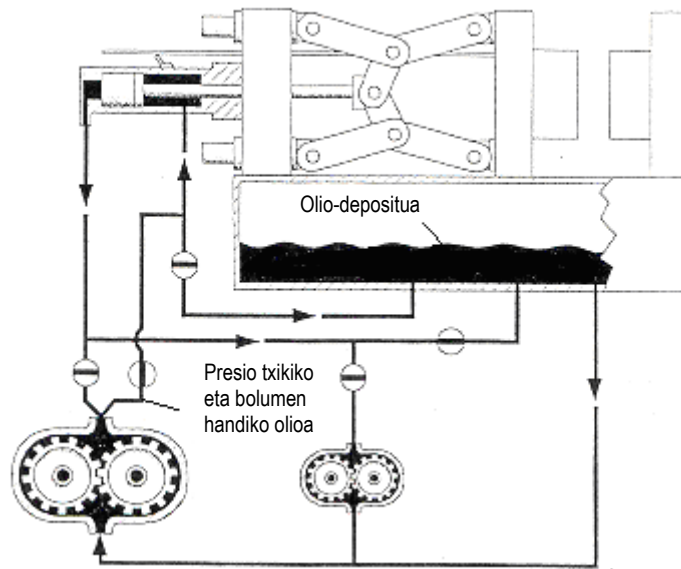
Kolpe azkarra egiteko metagailuko olioa erabili dugunez, beste injekzio-prozesu bat hasterako, metagailua olioz bete behar da. Horretarako, 13. grafikoan ikusten denez, metagailua berriz kargatzeko balbula ireki behar da, eta ponpa hidraulikoak olioa metagailura bidaliko du.



3.38 irudia. Metagailua berriz kargatu. (13. grafikoa)

Presio bidezko galdaketako makina irekitzea

Pieza eta isurbidea solidotzen direnean, makina irekitzeko prestatua egon behar da. Irekitzeko prozesurako, ixteko prozesu bera alderantziz egin behar da. Makina gehienek presio txikiko eta bolumen handiko ponpa erabiltzen dute, makina ahalik eta azkarren irekitzeko. Prozesu horretan, zilindroaren enboloaren aurreko partera ponpatu behar da olioa, eta horren eraginez, plater mugikorra atzera mugitzen da makina irekiz.



3.39 irudia. Makina irekitzea. (14. grafikoa)

3.6 Makina aukeratzea

Presio bidezko makina aukeratzeko, egin behar den piezari egokien moldatzen zaizkion ezaugarriak aztertu behar dira. Pieza mota guztiak egiteko makina unibertsalik ez dago, eta kasu bakoitzean, besteak beste, honako faktore hauek aztertu behar dira:

- ▶ Urtu beharreko aleazioaren konposizioa
- ▶ Piezaren forma, dimentsioa eta pisua

■ Urtu beharreko aleazioaren konposizioa

Urtu beharreko materialaren arabera, ganbera beroko makina edo ganbera hotzeko makina aukeratu da.

- ▶ Presio bidezko ganbera beroko makina
 - ✓ Urtze-puntu baxua duten metalak eta aleazioak, beruna oinarri dutenak.
 - ✓ Zink-aleazio gehienak
 - ✓ Kasu batzuetan magnesio-aleazioa
- ▶ Presio bidezko ganbera hotzeko makina
 - ✓ Aluminio-aleazioak
 - ✓ Kobre-aleazioak (letoiak)
 - ✓ Magnesio-aleazioak

■ Piezaren forma, dimentsioa eta pisua

Piezaren formaren, dimentsioaren eta pisuaren arabera aukeratzen da makina. Kontuan izan behar da pieza meheak direnean, injekzio-abiadura handiak behar direla, eta pieza lodiak direnean, makinak presio izugarria eragiteko gaitasuna izan behar duela. Gaur egungo makinetan, presio izugarri hori presio-indartzailearen bidez lortzen da. Piezak oso luzeak direnean, irekitze-ibiltarte luzeko makinak behar dira. Piezaren barnean metal zati batzuk txertatu behar direnean, presio bidezko makina bertikala egokiagoa izaten da.

Piezaren dimentsioak irekitze-indarraren kalkuluetan du eragina. Irekitze-indar hori injekziorako erabiltzen den presioaren arabera da. Horrela kalkulaturiko irekitze-indarrari dagokion injekzio-presioaren arabera, makinaren fabrikatzaileek diagrama batzuk ematen dituzte, eta diagrama horien bidez zehazten da injekzio-pistoiaren diametroa.

Makinako plateren dimentsioak ere piezaren dimentsioaren arabera izaten dira.

Piezaren pisuak metal urtuaren edukiontzia dimentsioa baldintzatzen du. Edukiontzi horrek bi baldintza hauek bete behar ditu:

Moldean sartu behar den aleazio urtu guztiak edukiontzian egon behar du.

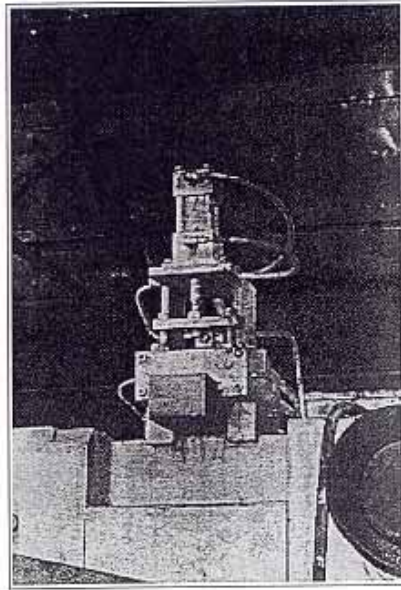
- ▶ Edukiontziak izan behar duen bolumenak moldean sartu behar den aleazio urtuaren bolumena baino 1,6 aldiz handiagoa izan behar du. Horrek % 60ko betetze-tasa eragiten du, eta betetze-tasa hori izatea garrantzitsua da arrazoi hauengatik: betetze-tasa handiagoa bada, isurketa-zulotik metalak gainezka egiteko arriskua dago, eta betetze-tasa txikiagoa bada, berriz, injekzio-metalak gehiegi oxidatzeko arriskua.

3.7 Segurtasuna

Presio bidezko galdaketako makinan dauzkagun arrisku nagusiak honako hauek dira: atximurkadak, katigatzeak, kolpeak, erredurak, elektrokuzioak, ebakiak, irristadak, erorketak eta suak.

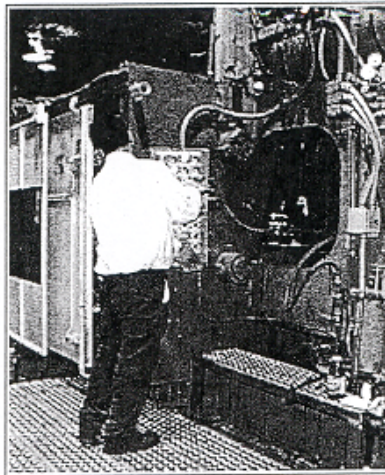
▶ **Atximurkadak izateko arriskua honako leku hauetan dago.**

- ✓ **Mekanismo artikulatua:** mekanismo artikulatuan dauden kate-maila artikulatuen inguruan dago arrisku handiena.
- ✓ **Segurtasun-karraka:** karraka hortzak dituen barra batean sartzen da, eta barra hori plater mugikorrarekin mugitzen da. Karrakaren bidez, makina ustekabean ixtea eragozten da. Karraka hori grabitatearen eraginez erortzen da barraren hortzetara, eta memento horretan langilearen eskua azpian harrapatuz gero, atximur egiteko arriskua dago.



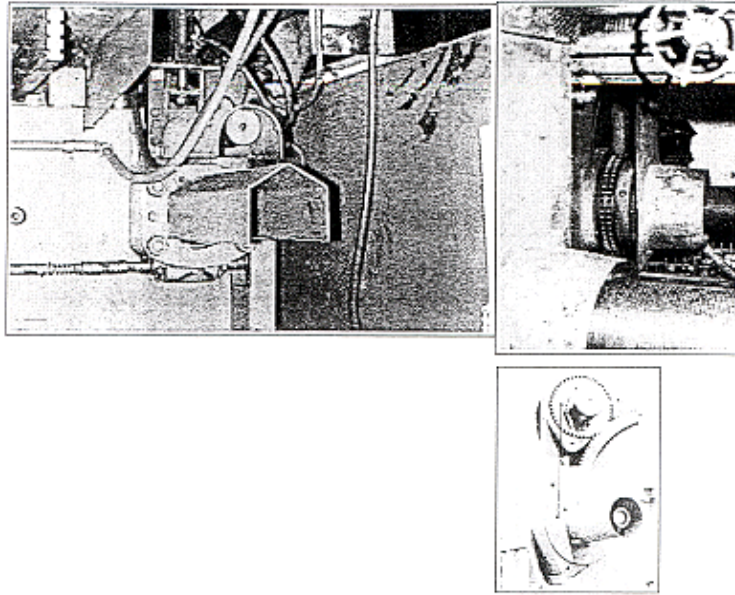
3.40 irudia. Segurtasun-karraka.

- ✓ **Segurtasun-ateak:** makina handietan dauden ateak ixteko, indar handia behar da. Hori dela eta, ate horiek ixteko, indar pneumatikoa edo hidraulikoa erabiltzen da. Ate horiek ixteko presioak ahal den txikiena izen behar du, eta abiadura geldian egin behar da, atximur-arriskuak saihesteko.



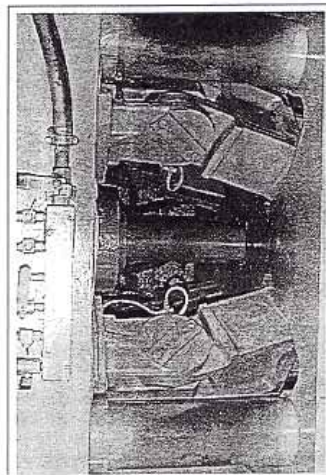
3.41 irudia. Ate automatikoak.

- ✓ **Engranaje- eta kate-mekanismoak:** normalean altuera doitzeko mekanismoak izaten dira. Engranajeen eta kateen mugimenduak atximurkada izateko arriskua edo bertan katigatuta gelditzeko arriskua eragin dezakete. Makinen fabrikatzaileek mekanismo horien ingururako babesteko gailuak egiten dituzte.



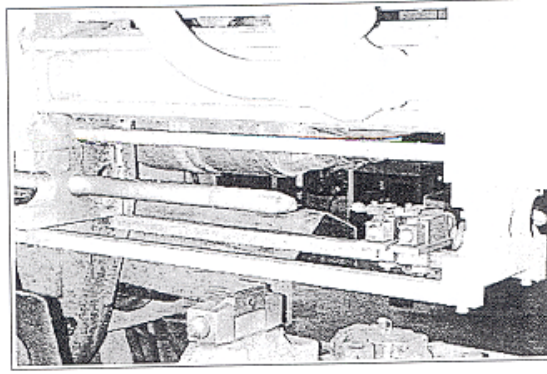
3.42 irudia. Altueraren doikuntzarako mekanismoa.

- ✓ **Kontraplaka mekanikoa edo hidraulikoa:** plater mugikorraren eta kontraplakaren artean dagoen gunean atximurkada izateko arriskua dago. Arrisku hori makina irekitzeko platerak atzerantz egiten duenean eta pieza kanporatzeko kontraplaka aurreratzen denean gertatzen da. Gune hori normalean babesteko gailuz inguratua egoten da.



3.43 irudia. Kontraplaka.

- ✓ **Amaierako etengailua:** amaierako etengailuak kliskatzeko hagen bidez aktibatzen dira. Hagaren eta etengailuaren arteko gunean atximurkada izateko arriskua dago. Langileak konturatu gabe amaierako etengailua aktibatzen badu, makina nahi gabe mugiaraz dezake, eta mugimendu horiek arriskutsuak izan daitezke.



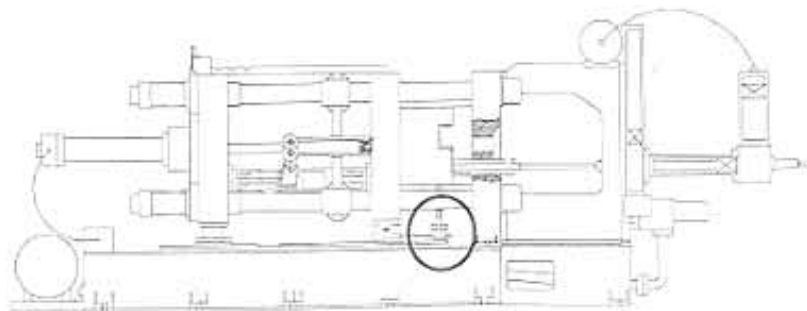
3.44 irudia. Amaierako etengailua.

- ✓ **Metal urtua husteko zuloa:** ganbera hotzeko makina horizontaletan, metal urtua ganbera gaineko zulotik husten da. Orduan, pistoia ganberan zehar mugitzen da metal urtua matrizea bultzatzeko. Pistoia mugimendu horrek hatza mozteko arriskua sor dezake, eskuko hatzen bat ganbera gaineko zuloan sartuta edukiz gero.



3.45 irudia. Metal urtuaren hustuketarako zuloa.

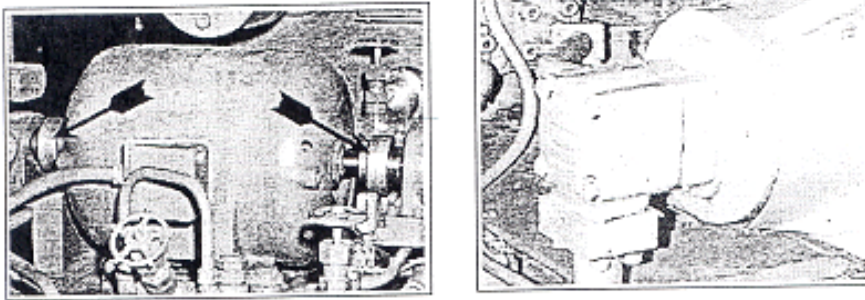
- ✓ **Matrizearen euskarriak:** matrizeak oso pisuak direnean, euskarriak izaten dituzte matrizearen bloke egozlean muntatuak. Euskarri horiek matrizearen pisua jasaten dute, eta plater mugikorraren mugimendua arintzen dute. Plater mugikorraren mugimendu hori gertatzen denean, makinaren atal finkoaren aurka atximurkada izateko arriskua dago.



3.46 irudia. Matrizearen euskarria.

▶ **Katigatzeko arriskua honako leku hauetan dago.**

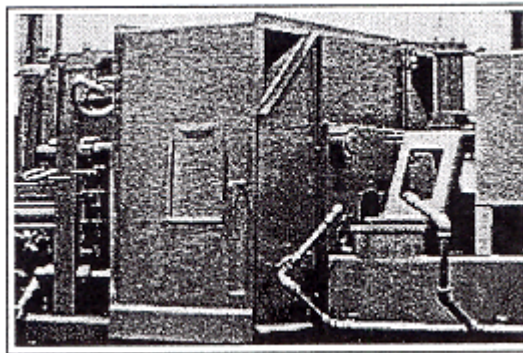
- ✓ **Engranaje- eta kate-mekanismoak:** aurretik aipatua dago.
- ✓ **Lotura birakariak:** motorraren eta ponparen arteko lotura arropa edo hatzak katigatzeko arriskutsua izan daiteke. Gune horiek babesteko gailu metalikoak izaten dituzte.



3.47 irudia. Loturak eta babestekoak.

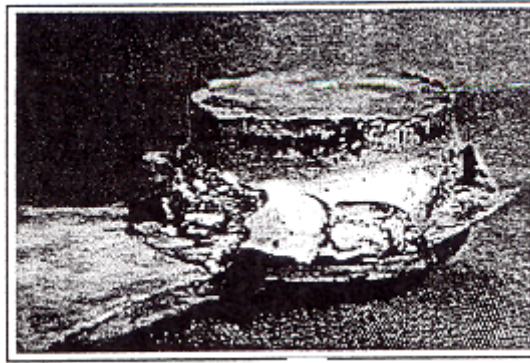
▶ **Erredurak izateko arriskua honako leku hauetan dago.**

- ✓ **Matrizearen zatitze-lerroa:** matrizearen zatitze-lerrotik metal urtua isurtzeko arriskua dago. Metal urtuaren zipriztinak abiadura handian ateratzen dira matritetik, eta langilea erretzeko arrisku handia eragiten dute. Hori dela eta, langileak arreta handia izan behar du bai metal urtuaren injekzioa egiten den garaian eta baita matrizea irekitzen denean ere. Matrize batzuek babesteko gailuak izaten dituzte, metal urtuaren zipriztinetatik babesteko. Erabiltzen diren babesteko gailuei segurtasun-ate deitzen zaie.



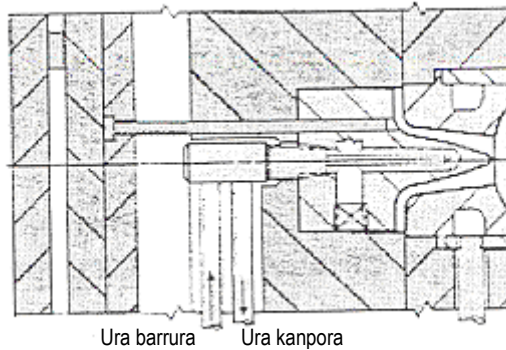
3.48 irudia. Segurtasun-ateak.

- ✓ **Galda-tapoia:** ganbera hotza ixteko erabiltzen den galda-tapoia ez bada erabat solidotu, makina irekitzen denean lehertu egin daiteke sortzen den barne-presio handiarengatik. Leherketa horrek metala zipriztindu dezake, eta langileari erredura sortzeko arrisku handia izan daiteke. Hori dela eta, langileak tentu handiz ibili behar du makina irekitzeko garaian.



3.49 irudia. Galda-tapoa.

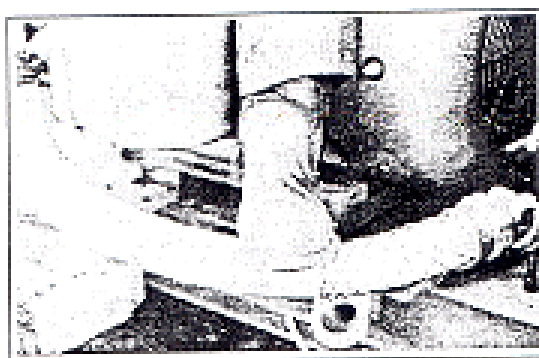
- ✓ **Antzara-lepoa, gurpegia eta pita:** ganbera beroko prozeduran, gurpegia antzara-lepoan ahokutzen da, eta gurpegiaren eta matrizearen artean ahokutzen da pita. Ahokadura horiek ez badaude ongi zigilatatuak, metal-zipritzinak izateko arriskua dago, eta ondorioz, langilea erretzeko arriskua.



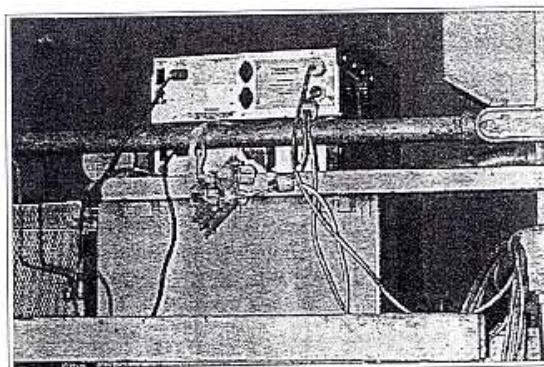
3.50 irudia. Pitaren ahokadura matrizeren eta gurpegiaren artean

- ✓ **Makinako platerak:** askotan plater finkoa berotu egiten da, batez ere ganbera beroko prozeduran. Kasu horretan, langileak platera ukituz gero, erretzeko arriskua du.
 - ✓ **Likido hidraulikoa:** batzuetan likido hidraulikoa gehiegi berotzen da, eta, likido-ihesa izaten bada, erredurak izateko arriskua dago. Linea hidraulikoetako tutu malguak eta hoditeriak ere asko berotzen badira, erredurak gertatzeko arriskutsuak izan daitezke.
 - ✓ **Ponpak eta motorrak:** ponpa hidraulikoak eta motorrak berotu egiten dira laneko prozesuan, eta, arazoren bat eduki ezean, ez dira ukitu behar.
- ▶ **Sua sortzeko arriskua honako kasu hauetan dago**
- ✓ **Matrizean eta pistoian erabiltzen den lubrifikatzailea:** lubrifikatzaile batzuk erregaiak dira, eta sua sortzeko arriskua dute. Ahal den heinean, material erregaitzak erabiltzea komeni da, eta, hori ezinezkoa denean, fabrikatzailearen gomendioei jarraitu behar zaie.

- ✓ **Likido hidraulikoak:** presio bidezko galdaketako makina gehienek likido hidraulikoaren bolumen handia erabiltzen dute. Likido hidraulikoa petrolioia bada, erregaitasun handia duenez, sua sortzeko arrisku handia dauka, eta ez erabiltzea gomendatzen da. Beraz, erabili beharreko likido hidraulikoak ahal den erregaiztasun handienekoak izatea komeni da. Likido erregaitzak erabiltzen direnean, noizean behin daukaten egitura eta kimika berraztertu egin behar da, denborarekin hondatu egiten baitira eta hondatze horrek likidoak erregaiztasuna galtzea eragin baitezake.
- ✓ **Instalazio elektrikoak:** instalazio elektrikoaren mantentze-lanak egoki egiten ez badira, sua sortzeko arriskua dago. Linea elektrikoak makinari lotua egon behar du, eta konexio-kaxek ongi babestuak egon behar dute. Agerian dauden alanbreak ere arriskutsuak izan daitezke, eta langileak kontu handiz ibili behar du horien inguruan.



3.51 irudia.



3.52 irudia. Instalazio elektrikoaren arriskuak.

Makinan sua sortzen bada, sua itzaltzeko material ez-eroalea erabiliko da, eta ez da inola ere ura erabiliko. Makinaren inguruan su-itzalgailea edukitzea beharrezkoa da segurtasunerako.

Elektrokuzio-arriskua: atal mugikorak eta instalazio elektriko finkoak dituzten makinak lurrerako lotura-linea izan behar dute. Lurrerako lotura-linea hori iraunkorra izango da, eta elektrokuzio batean jasan daitekeen elektrizitate estatikoa murrizteko balio du. Instalazio elektriko osoak ongi finkatua egon behar du. Alanbreak ongi finkatu gabe uzten badira, alanbre horiek etenen bat izateko arriskua daukate, eta langilea alanbrearekin kontaktuan jarriz gero elektrokuzio-arriskua sortzen da.

► **Kolpeak jasateko arriskua, besteak beste, honako kasu hauetan izan daiteke**

- ✓ **Makinako atala erortzea:** makinako atalak ongi lotuak daudela ziurtatzeko, prebentzioko mantentze-lana egitea komeni da. Makina lanean ari denean makinako atalen bat laxatzen edo askatzen bada, langileak kolperen bat jasateko arriskua dauka.
- ✓ **Tenkatzeko barraren azkoina:** tenkatzeko barra hausten bada, aukera gehien mutur hariztatuan hausteko arriskua dauka. Hori gertatuz gero, azkoina eta barra zatia jausiko lirateke, eta langileak kolpea jasateko arriskua izango luke.
- ✓ **Hoditeria teleskopikoa:** makina batzuk hoditeria teleskopikoa izaten dute likido hidraulikoa zilindroetara bideratzeko. Hoditeria teleskopiko horiek mugitu egiten direnez lan-ziklo bakoitzean, kolpeak jasateko eta, batez ere, atximurkada egiteko arriskua daukate. Arrisku horiek direla eta, hoditeria teleskopikoa babesteko gailuak edukitzea komeni da.
- ✓ **Segurtasun-ate automatikoak:** segurtasun-ate automatikoak arriskutsuak izan daitezke, ixten eta irekitzen diren bitartean langileren batek atea zeharkatzen badu. Kasu horietan, langileak kolperen bat har dezake, eta ate horien ertzei bigungarriak jartzea komeni da.

LABEAK 4

4.1 Sarrera

Presio bidezko galdaketako makina metal urtuz hornitzen duten gailuak dira labeak. Dagokien erabileraren arabera, bi multzo nagusitan sailkatzen dira labeak: urtzeko labeak eta urtuta edukitzeko labeak. Labe horien erabileran, ahalik eta errendimendu handiena lortzeko, besteak beste, ekintza hauek kontuan izatea komeni da:

- ✓ Labea etengabe erabili. Aldizka erabiltzeak laburtu egiten du material erregogorren bizitza.
- ✓ Metalaren gainberotzea ekidin
- ✓ Labeko paretak zeparik gabe edo ahal den zepa gutxienarekin eduki. Pareta horiek zeparekin egoteak errendimendu termikoa gutxitzen du.
- ✓ Metala dagoen gainazala garbi eduki
- ✓ Erregailuak eta erregulazio-sistema osoa egoki zaindu
- ✓ Sugarra erabiltzen den kasuan, sugarraren luzera egokia erabili
- ✓ Material erregogorra egoera onean eduki
- ✓ Pirometro bidez temperatura zorrotz kontrolatu

4.2 Labe motak

Erabiltzen duten energiaren arabera sailkapen hau egin daiteke:

Erregaia erabiltzen duten labeak

Arragoadun labea

Metala arragoa batean edukitzen duten labeak dira. Arragoa horiek grafitozkoak, burdinurtuzkoak edo silizio karburozkoak izan daitezke. Labe hauen kapazitatea txikia izaten da; normalean, 50 kg-tik 250 kg-ra bitarteko kapazitatea izaten dute. Metalaren beroketa zeharkakoa da: erregailuaren sugarrek tangenzialki ukitzen dute arragoa, eta errekontza-gasak arragoaren ingurutik helikoidalki igotzen dira, eta horrela, metala berotzen dute.

Arragoadun labea erabiltzeko, kontuan izan behar dira honako faktore hauek:

- ✓ Labea berotzeak eta hozteak tentsioak sortzen ditu, eta arragoaren bizitza laburtzen.
- ✓ Arragoa etengabe eta hoztu gabe erabiltzeak asko luzatzen du arragoaren bizitza.
- ✓ Arragoaren bizitza tenperaturarekin erlazionatua dago, eta ez da komeni metala behar baino gehiago berotzea.
- ✓ Zepa kendu egin behar da eragiketa bakoitzaren ondoren, eta metal urtua garbi eduki behar da.
- ✓ Arragoa lingoteekin bete behar denean, lingoteak bertikalki eta kontu handiz sartu behar dira.
- ✓ Arragoak hezetasuna badu, berotzean lurrina sortzen du, eta lurrin horrek, metalarekin erreazionatzen badu, hausturak sortzen ditu, eta leherketak ere gerta daitezke.

Erreberberazio-labea

Jatorrizko erreberberazio-labeak material erregogorrez estaliriko altzairuzko kaxa errektangularrak dira. Kaxa horiek goiko aldean edota aldamenetan erregailuak dauzkate muntatuak, eta metalez betetzeko ate bat. Erregailu horiek kaxaren goiko aldea eta pareta erregogorrek berotzen dituzte, eta erradiazio bidez, metala berotzen dute. Metala berotzeko kapazitatea handia izan dadin, azalera handiko pareta erregogorrek erabiltzen dira. Sistema horrek arazo bat dauka: azalera handiko pareta horietatik kanpo aldera beroa galtzen da, eta horrek tenperatura oso handiekin lan egitera behartzen du. Tenperatura oso handiak erabiltzeak metalaren oxidazioa handitzen du, eta material erregogorren bizitza laburtzen du.

Gaur egun, metala zuzenean berotzeko joera dago, eta ez labeko paretak. Hori posible izateko, erregailu berriek izan duten garapena azpimarratu behar da. Erregailu horien bidez, errekontza-gasek zuzenean berotzen dute metala, eta prozedura hori, nahiz eta erreberberazio-kontzeptuari dagokiona ez izan, halakotzat hartzen da.

Tximiniatik betetzen den labea

Tximiniatik sartzen den metala gora doazen errekontza-gasekin berotuz funtzionatzen duten labeak dira. Labe horietan, dorre itxurako labeak dira garrantzitsuenak.

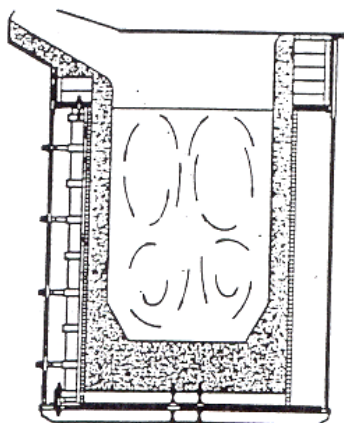
Dorre itxurako labeetan, metala edo karga jasogailu bidez botatzen da dorrearen goiko aldetik, eta karga dorrean beheraka labainduz joaten da urtzen ari den bitartean. Metala urtzeko erregailuak dauzkate, eta bero-transmisioa konbekzio bidez egiten da. Karga urtzen denean, urtze-arrapatik korrante jarraituan jaisten da urtuta edukitzeko lekura. Hondakin-gas beroak kargan zehar igarotzen dira karga etengabe berotzen delarik, eta horrela karga hezea egotea ekiditen da. Karga hezea ez egoteak leherketa-arriskuak saihesten ditu. Urtuta edukitzeko lekuan termo-pare bat dauka kokatua, leku hori komeni den tenperaturan edukitzeko. Urtuta edukitzeko lekura metal urtua jaisten denez, tenperatura egonkorra izaten du, eta horrek metal urtuaren kalitate ona bermatzen du.

Indukzio-labeak

Indukzio-labeetan, nukleo gabeko arragoadun labeak eta kanal-labeak dira garrantzitsuenak:

Nukleo gabeko arragoadun labeak

Bobina elikatzeke erabiltzen den maiztasunaren arabera, maiztasun normalekoak eta maiztasun handi-koak izan daitezke.



4.1 irudia. Nukleo gabeko arragoadun labea.

Labe horiek altzairuzko karkasa daukate, eta karkasa horrek labeko lan-prozesuan gertatzen diren esfortzuak jasan behar ditu. Beraz, karkasa horrek sendotasun mekaniko handikoa izan behar du, baina aldi berean sarbide errazekoa, karkasa barneko elementuen mantentze-lanak egiteko. Baldintza horiek betetzeko, leiho handiak dituzten lodiera handiko xaflak erabiltzen dira.

Labearen elementu eraginkorra indukzio-bobina da. Bobina hori kobre elektrolitiko egina dago, eta hiru eginkizun nagusi dauzka:

- ▶ **Lehenik**, labearen elementu eraginkorra denez, eremu magnetikoa sortzen du. Eremu magnetiko horrek metalean behar diren korranteak indusitzen eragiten du.
- ▶ **Bigarrenik**, material erregogorra sostengatzen du.
- ▶ **Eta, hirugarrenik**, material erregogorra hozten du.

Bobina konduktibitate handiko kobre elektrolitiko egiten da. Bobinak barnean zuloa izaten du hozteko ura pasa dadin. Izan ere, labe mota horietan erabiltzen diren intentsitate altuak direla eta, kobrea ez balitz hoztuko, bobina denbora laburrean hondatuko litzateke.

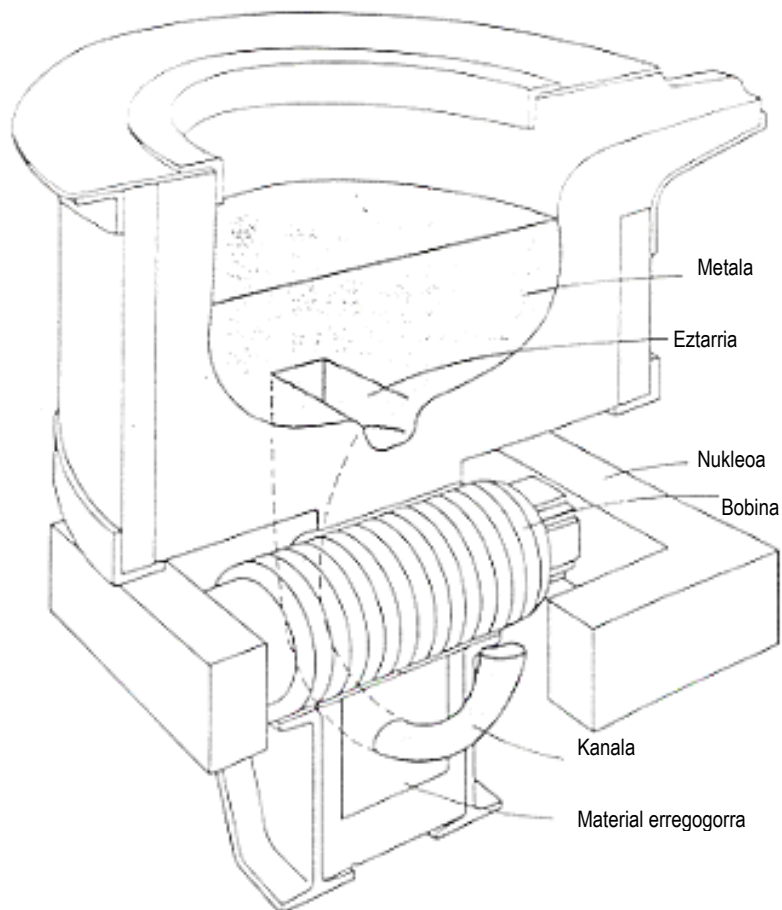
Bobina egiteko erabiltzen diren kobre-profilak mota askotakoak izan badaitezke ere, gehien erabiltzen direnak irudi hauetan agertzen diren erakoak dira.



4.2 irudia. Bobina-profilak.

Kanal-labeak

Kanal-labea eta arragoadun labea, bereziki, metal likidoan potentzia induzitzeko sisteman bereizten dira. Arragoadun labeak metal urtua inguratzen duen bobina elektrikoa dauka, eta ez du nukleo magnetikorik; aldiz, kanal-labeak potentzia sortzeko toki mugatua dauka, eta toki horretan dago kokatua inductorea. Induktore horrek fluxu magnetikoa kanalizatzeko nukleo magnetikoa dauka, transformadore bat izango balitz bezala.



4.3 irudia. Kanal-labea.

Kanal-labeak, metal urtua edukitzeko, material erregogorrez estaliriko gorputza dauka. Gorputz hori forma eta tamaina anitzetakoa izan daiteke erabileraren arabera, baina bi gorputz mota nabarmentzen dira:

- ▶ **Lehenengoa, mota bertikala.** Gorputz mota bertikala irudian agertzen den gorputza da, eta arragoadun labearen antzeko forma dauka. Gorputzaren azpiko aldean inductorea dauka akoplatua.
- ▶ **Bigarrenkoa, danbor erako labea.** Danbor erako labea zilindro bat da, eta beheko aldean ardatz horizontala dauka. Ardatz horizontalaren inguruan, inductoreak kokatzen dira.

4.3 Labea aukeratzeko irizpideak

Lantegian behar den labe egokiena aukeratzeko, irizpide hauek izan behar dira kontuan:

- ▶ **Kontsumo espezifikoa.** Labeen errendimendua handitu egiten da gas-energia eta, batez ere, elektrizitate-energia erabiltzen direnean. Errendimendua handitzean, energia horien kontsumoa txikiagoa da, eta energia motaren arabera izan daitekeen prezio-diferentzia orekatu dezake. Gaur egun, gasaren bidez funtzionatzen duten labeen errendimendua fuelaren bidez funtzionatzen dutenena baino % 50 handiagoa da. Erreberberazio-labeek, karga era zuzenean berotzen dutenez, arragoadun labeak baino errendimendu hobea dute. Kontuan izan behar dira, energia motaren arabera, lekuan lekuko hornidura-baldintzak ere.
- ▶ **Urtze-prozesuan gertatzen den metalaren galera.** Erreberberazio-labeetan gertatzen den metal-galera % 1 eta % 1,5 ingurukoa da; aldiz, beste labeetan gertatzen den metal-galera % 0,5 eta % 1 ingurukoa da. Diferentzia hori kontuan hartzekoa da aluminioak daukan prezioan.
- ▶ **Mantentze-lanaren gastuak.** Labeen mantentze-lanak kontuan hartu beharrekoak dira. Zenbat eta mantentze-lan handiagoak, hainbat eta gastu handiagoak.
- ▶ **Presio bidezko galdaketako makinarako beharrezkoa den karga- edo metal-kantitatea.** Irizpide horrekin batera, kontuan hartu behar dira lantegiaren toki-baldintzak.
- ▶ **Ekologia.** Kearen eta hotsaren ondorioak kontuan izan behar dira.

4.4 Metala urtzea eta urtuta edukitzea

Presio bidezko galdaketako prozesuan, metal urtuz etengabe hornitu behar da makina, lan egin dezan. Hori kontuan izanda, metal urtuak bi baldintza nagusi bete behar ditu:

- ▶ Metal-aleazioa ekonomikoki urtzea, ahal den aldaketa metalurgiko txikienekin.
- ▶ Metal urtua komeni den tenperaturan urtuta edukitzea makinako lan-prozesurako. Metal urtuaren tenperatura handiegia bada, metalaren solidotzea atzeratu egiten da, eta haize-zuloak ugaritzen dira; aldiz, metal urtuaren tenperatura txikiegia bada, moldea betetzean akatsak agertzen dira.

Urtzeko labeen eginkizuna ahal den metal gehien urtzea da, energia-kontsumo txikienarekin. Horrek potentzia termiko handia exijitzen du, eta labeek beroketa- sistema egokia izan behar dute; aldiz, urtuta edukitzeko labeek potentzia termiko txikia behar dute, baina tenperatura kontrolatzeko sistema egokia. Ezaugarri horiek ez dira bateragarriak, eta saihestu egin behar da labe batek urtzeko eta urtuta edukitzeko balio izatea. Gainera, kontuan izan behar da lingoteak labean sartzen direnean, metal likidoaren tenperatura jaitsi egiten dela.

Urtzeko prozesua eta urtuta edukitzeko prozesua bereiztea honako faktore hauen mesederako da:

- ✓ Metal likidoaren tenperatura uniformeagoa izatea
- ✓ Makinaren labeak txikiagoak eta ekonomikoagoak izatea
- ✓ Urtuta edukitzeko labeetan metalak bereizteko arrisku gutxiago izatea
- ✓ Ingurumen-egoera hobekia izatea
- ✓ Metalaren galerak txikiagoak izatea

4.5 Aluminio urtuaren erabilera

Aluminio urtua egoki erabiltzeak garrantzi handia dauka. Horretarako, puntu hauek izango dira kontuan:

▶ Aluminioaren oxidazioa

Airea edo hezetasuna agertzearekin batera, aluminioa oxidatu egiten da. Oxidazio hori handiagoa izaten da aleazioak magnesioa osagai duenean, eta oxidazio horrek eragina dauka aleazioaren propietate mekanikoetan. Hala ere, kontuan izan behar da aleazioa oxidatzen denean gainazalean kapa fin bat sortzen dela, eta kapa fin horrek aleazioaren barneko aldea babesten duela kapa hautsi arte.

▶ Behin aluminioa oxidatzen denean, ezin da aluminio hori jatorrizko egoerara itzuli, eta horrek honako ondorio hauek ditu.

- ✓ Metalaren galera
- ✓ Makinako eta moldeko elementuen higadura
- ✓ Mekanizatuko erreminten higadura
- ✓ Piezaren propietateak txartzea

▶ Oxidazioa handiagotu egiten da derrigorrezko ez diren eragiketa hauek egitean

- ✓ Metala urtzean eta urtuta edukitzean gertaturiko gainberotzea.
- ✓ Kanpoaldean, aire zabalean, biltegiatua izatea.
- ✓ Jatorrizko materiala hezea edo bustia izatea.
- ✓ Bai isurketa-zalira eta bai labera altuera handiegitik isurtzea metala.
- ✓ Bai isurketa-zalian eta bai urtuta edukitzeko labean, langileak metal urtuaren gainazala astintzea.
- ✓ Presio-ganberan lubrifikatzaile gehiegi izatea.

▶ Metal likidoaren oxidoa garbitzeko erak

Nahiz eta metalean ahal den oxido gutxien sortzeko arreta handiz ibili, aluminio-aleazioak urtugarrien bidez tratatu behar dira. Urtugarrien bidez egiten den tratamenduarekin, metal likidoan dauden oxidoak eta ezpurutasun ez-metalikoak kentzen dira.

Bi urtugarri mota bereizten dira: estaldurako urtugarriak eta garbiketako urtugarriak.

- ✓ **Estaldurako urtugarriak.** Urtugarri hauek kloruro gatzak izaten dira, eta metalaren urtegarrian geruza babeslea sortzen dute. Geruza babesle horrek metal likidoa oxidatzen babesten du. Estaldurako urtugarriak, urtzeko lingote garbiak erabiltzen direnean, ez dira funtsezkoak, baina txatarra erabiltzen denean, erabilera handikoak izaten dira. Estaldurako urtugarrien eraginez osatzen den zepa metal ugariak izaten da, eta, zepa hori kendu aurretik, beharrezkoa da garbiketako urtugarria aplikatzea.

- ✓ **Garbiketako urtugarriak.** Urtugarri hauek kloruro eta fluoruro gatzak izaten dira. Erreakzio exotermikoaren bidez, beroa sortzen dute, eta beroaren eraginez, oxidoen disoluziorako eta metalak ongi bereizteko erreakzioa sustatzen dute. Erreakzio hori ahalik eta handiena izan dadin, gatzak metal likidoaren gainazal osoan bota behar dira; ondoren, denbora labur batean atseden hartzen utzita, zepa metal likidoaren gainazaletik kentzen da bitsadera edo pala zulatuaren bidez. Garbiketako urtugarrien izaera exotermikoari esker, labeen paretek dauzkaten oxido-metaketak kentzeko ere erabiltzen da.

▶ **Zeparen eduki metalikoa**

Zepak sarritan metal kantitate handia izaten du, eta zepan dagoen metala berreskuratzeko prozesuak egiten dira. Kontuan izan behar da aluminioa oso metal garestia dela, eta ahal den aluminio gehien berreskuratzea komeni dela.

▶ **Temperatura**

Metal likidoaren temperatura egokia erabili behar da makinako lan-prozesua egiteko. Temperatura egokia denean, ahalik eta konstanteen eduki behar da, aldaketa handirik jasan gabe.

▶ **Bereizteak**

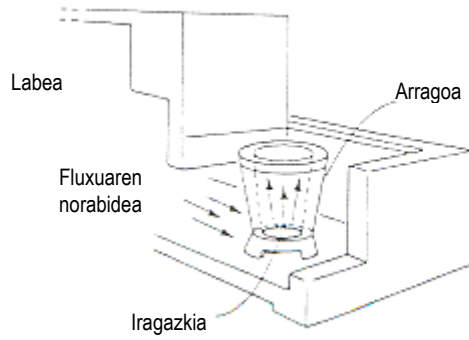
Bereizteak metal likidoan sortzen diren osagai astunak dira. Astuntasun hori dela eta, urtuta edukitzeko labeko arragoaren hondoa gelditzen dira. Bereizteak metal likidoa mugimendu gutxirekin dagoenean eta urtze-puntu handia duten metalak (burdina, manganesoa eta kromoa) aleazioan portzentaje handiegian daudenean gertatzen dira. Bereizteak sortze hori areagotu egiten da arragoak burdinazkoak direnean, metal likidoa temperatura txikiegian edukitzen denean eta urtze prozesua urtuta edukitzeko labeetan egiten denean.

Bereizteak eragiten duten arazo nagusia erremintetan sortzen duten higadura da. Higadura horren ondorioz, erremintak hautsi egin daitezke. Gainazal mekanizatuetan, bereizte horiek gune distiratsu gisa agertzen dira.

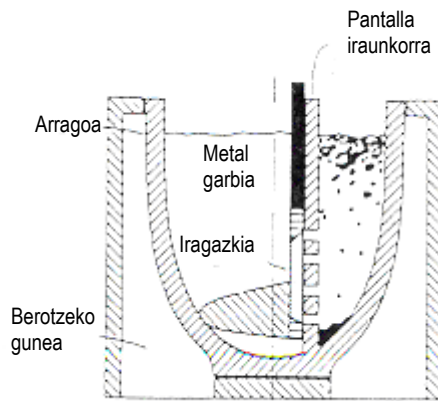
4.6 Metal urtuaren iragazketa

Metal urtuaren prozesuak izan duen garapenean, iragazketaren aplikazioa izan da faktorerik garrantzitsuenetakoa. Aluminio-aleazioak, oxidatzeko joera handia duenez, propietate fisiko, mekaniko, elektriko eta estetikoak txartzen dituen inklusioak izaten ditu. Inklusio horiek deuseztatzeko, aluminio-aleazio urtuaren iragazketa-prozesua oso eraginkorra da. Kobre- edo zink-aleazioetan ez da hain erabilia iragazketa hori, baina geroz eta gehiago erabiltzen ari da.

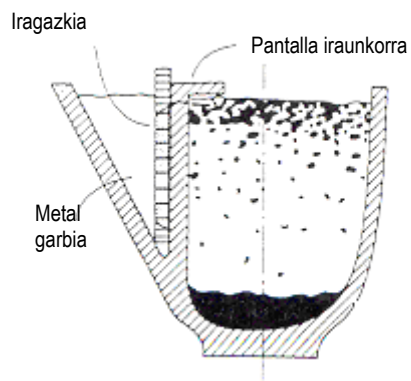
Metal urtuaren iragazketa honetan datza: metal urtua iragazki batean pasatzen da, eta inklusioak iragazkian harrapatuak gelditzen dira. Iragazkia egiteko erabilitako materialek erresistentzia handikoak eta material erregogorrekoak izan behar dute, eta honako faktore hauei aurre egiteko gai izan behar dute: talka termikoarekiko erresistentzia eta korrosioa. Faktore horiei aurre egiteko gehien erabiltzen den materiala zeramika da, eta iragazki gehienak zeramikazkoak dira.



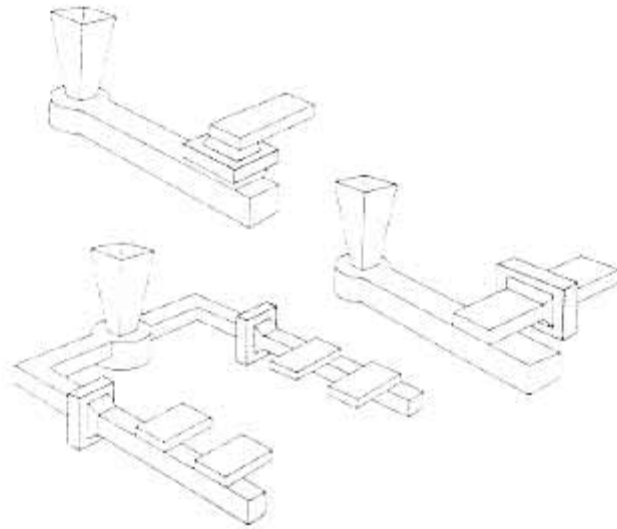
4.5 irudia.



4.6 irudia.



4.7 irudia.



4.8 irudia. Galdategiko iragazkien ohiko kokapena.

Aleazio urtuan agertzen diren inklusioak modu askotan sortuak izan daitezke. Garrantzitsuenak honako hauek dira:

- ▶ Labera kargatzen diren materialak inklusio ez-metalikoak izan ditzakete. Inklusio horiek lehen aldiz erabilitako lingoteetan edo iragazkitik pasatu gabeko eta bigarren aldiz erabilitako lingoteetan ager daitezke. Txatarra sartzen bada labera, hondarra, lubrifikatzailea, pintura, plastikoa edo urtze-puntu altua duten burdina, manganesoa edo kromoa ager daitezke. Metal likidoa mugitzeko erremintak edo zepa garbitzeko erremintak erabili aurretik ez badira ondo garbitzen, metal urtuari oxidoa gehi diezaiokete.
- ▶ Metala urtzean tenperatura handiegiak erabiliz gero, aluminioaren eta aleazio-elementuen oxidazioa azkartu egiten da. Metal urtua oxidotik bereizteko gatz konposatuak erabiltzen direnean, metal urtuan gatz hondarrak gelditzen dira.

4.7 Metal likidoaren horniketa

Galdategi batean energia asko behar da aluminiozko lingoteak urtzeko. Energia asko behar izateak kostu handia duenez, lantegira aluminio likidoa garraiatzeko joera nagusitzen ari da. Aluminio likidoa kamioi berezietan garraiatzen da, 5 tonako edukiera duten isurketa-zali berezi batzuetan. Garraioan, aluminio likidoaren tenperatura orduko 20-30 °C inguru jaisten da; hori dela eta, aluminio likidoaren tenperatura, isurketa-zalietara botatzen denean, handiagoa izaten da presio bidezko makinan lan egiteko behar dena baino. Aluminio likidoa gehiegi berotzea komeni ez denez, gehienez ere 4-5 orduko garraioa egiteko posibilitatea dago. Presio bidezko galdaketako lantegietan galdatzaileek sistema hau erabili dezaten, baldintza batzuk bete behar dituzte:

- ▶ Lantegi horiek prestatuak egon behar dute metal likidoa hartzeko, urtuta edukitzeko labe egokiekin.
- ▶ Lantegiko galdatzaileak eta hornitzaileak konpromiso bat izan behar dute, eta, konpromiso horren arabera, eguneko 5 tona garraiatu behar da gutxienez.

5.1 Injekzio prozesua

Metal urtuaren injekzio-prozesua lau fasetan banatzen da, ordena honetan: injekzio-prozesuaren aurrefasea, injekzio-prozesuaren lehen fasea, injekzio-prozesuaren bigarren fasea eta injekzio-prozesuaren hirugarren fasea. Injekzio-prozesuaren aurrefasean, metal urtua edukiontzira botatzen da; lehen fasean, metal urtua prest utzi behar da moldea betetzen hasteko; bigarren fasean, moldea metal urtuz betetzen da; eta hirugarren fasean, moldearen barrunbetik kanpora gelditzen den metal-soberakinari presioa eginez, metala solidotzean gertatzen den uzkurdurarekin agertzen diren hutsuneak betetzen dira. Hona hemen fase bakoitzaren azalpen zehatzagoa:

Injekzio-prozesuaren aurrefasea

Injekzio-prozesuaren aurrefasea edukiontzia metal urtuz betetzean datza. Edukiontzia metal urtuz betetzean dagoen parametro nagusia betetze-tasa da. Betetze-tasa kalkulatzeko, honako formula hau erabiltzen da:

$$\text{Betetze-tasa } (t) = \frac{\text{Isuri den metalaren bolumena}}{\text{Edukiontzia bolumen erabilgarria}} \times 100$$

$$\text{Isuri den metalaren bolumena} = \frac{\text{Metalaren pisua } (p)}{\text{Metalaren dentsitatea } (d)}$$

$$\text{Eduk. bolumen erabilgarria} = \text{Luzera erabilgarria } (L) \times \text{Pistoiaren azalera } (S)$$

Betetze-tasa, formulari adierazten den bezala, ehunekotan kalkulatzen da. Betetze-tasaren kalkulua garrantzi handikoa da injekzio-prozesua ongi egin dadin; izan ere, presio bidezko galdaketako makinetan izaten den arazo nagusia, moldea betetzeko denbora-tarte labur horretan, airea atera beharra da. Arazo hori kontuan izanda eta galdatzaileen esperientzian oinarrituta, % 60tik % 80ra bitarteko betetze-tasekin lan egitea gomendatzen da. Errealitatean, % 20tik % 30era bitarteko betetze-tasekin lan egiten da normalean, eta horrek produktuaren kalitatea txartu egiten du. Betetze-tasa baxuekin lan egiten denean, piezan haize-zulo gehiegi agertzen dira, eta injekzio-prozesuaren lehenengo fasean ibiltarte oso luzeekin eta bigarren fasean oso motzekin lan egiten da.

■ Injekzio-prozesuaren lehen fasea

Injekzio-prozesuaren lehen fasean, metal urtua prest utzi behar da moldearen barrunbea betetzen hasteko. Metal urtuaren kokapena egokia izan dadin, injekzio-prozesuaren lehenengo faseko ibiltartearen luzera kalkulatu da:

$$\text{Ibiltartearen luzera} = \text{Eduk.luzera erabilgarria (L)} \times \text{betetze-tasa (t)}$$

Lehenengo faseko ibiltartearen luzera horrek metal urtua eraso-eremuan kokatu behar du. Metal urtua, eraso-eremuan dagoenean, eraso-isurketarako prest dago, hau da, moldearen edo matrizearen barrunbea metal urtuaz betetzen hasteko puntuan dago. Eraso-isurketa moldearen barrunbea metal urtuaz betetzeari deitzen zaio, eta eraso-isurketa hasten den puntua lehenengo fasearen bukaeran eta bigarren fasearen hasieran kokatzen da. Puntu hori metal urtua mugituko den abiadurarekin ere erlazionatua dago; horrela, lehenengo fasean metal urtua abiadura geldian mugitzea komeni da, eta bigarren fasean abiadura azkartu egiten da. Metal urtua kokatu behar den puntu hori egokia den posizioa baino atzerago badago, piezan haize-zuloak ugaritu daitezke; bestalde, metal urtua kokatu behar den puntu hori egokia den posizioa baino aurrerago badago, hau da, eraso-isurketarako posizio egokia gaindituta, moldearen barrunbearen zati bat abiadura geldian beteko litzateke; moldearen barrunbearen zati bat abiadura geldian betetzeak hasieran sartu den metal urtua solidotzeko arriskua dauka, eta arrisku hori handitu egiten da pieza meheekin lan egiten denean.

Presio bidezko galdaketako makinan, puntu hori ibiltartearen amaieran kokatzen den kontaktu elektrikoaren bidez atzematen da. Metal urtua puntu horretara iristen denean, langileak seinalea jasotzen du. Gaur egun, sistema elektronikoak ere badaude, eta sistema horien bidez metal urtuaren posizioa zein den jakin daiteke uneoro. Metal urtuaren azelerazioari dagokionez, badira azelerazioa konstante handitzen duten injekzio-sistemak daude; horietako bat da parashot-sistema.

■ Injekzio-prozesuaren bigarren fasea

Injekzio-prozesuaren bigarren fasean, moldearen barrunbea metal urtuaz betetzen da. Injekzio-prozesuaren bigarren faseko ibiltartearen luzera honela kalkulatu da:

$$\text{Ibiltartearen luzera} = \frac{\text{M.b. betetzeko beharrezkoa den bolumena}}{\text{Pistoiaren azalera (S)}}$$

M.b. = Moldearen barrunbea

Edukiontzian isuri den metal urtuaren kantitatea moldearen barrunbea betetzeko beharrezko den metalaren kantitatea baino handiagoa izaten da. Hori dela eta, bigarren fasearen ibiltarte edukiontzian ibiltarte erabilgarria baino motzagoa izaten da. Soberan gelditzen den metal urtua edukiontzian solidotzen da, eta metal-soberakin solidotu horri mazarota deitzen zaio. Injekzio-prozesuaren hirugarren faseak mazarotari eragiten dio, eta mazarotatik ateratzen da metalaren solidotzean gertatzen diren uzkurdurak betetzeko materiala.

Injekzio-prozesuaren hirugarren fasea

Edukiontziko metal urtuarekin moldearen barrunbea betetzen denean, injekzio-zilindroaren pistoiak metal urtuari presioa egiten jarraitu behar du. Presio horren bidez, metalaren solidotzean gertatzen den uzkurduarekin agertzen diren hutsuneak material-soberakinaren bidez betetzen joaten dira.

Injekzio-prozesuan erabilitako metala aluminioa bada, aluminioaren solidotzean gertatzen den uzkurduaren kalkulua eta hutsuneak betetzeko beharko litzatekeen material-soberakinaren kalkulua honela egiten dira: aluminio solidoaren dentsitatea $2,7 \text{ kg/dm}^3$ da, eta aluminio likidoaren dentsitatea $2,5 \text{ kg/dm}^3$. Hori kontuan izanik, dm^3 batean aluminioa solidotzean gertatzen den uzkurdua honela kalkulatzen da:

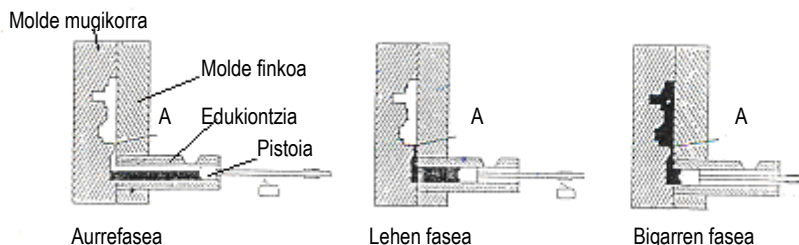
$$\frac{\text{Aluminio solidoaren dentsitatea} - \text{Aluminio likidoaren dentsitatea}}{\text{Aluminio solidoaren dentsitatea}}$$

$$\frac{2,7 - 2,5}{2,7} = 0,074$$

Pieza batek 1.000 dm^3 baditu, teoriarik, hutsuneak betetzeko, metalaren soberakinetik 74 dm^3 pasatu behar dira moldearen barrunbera.

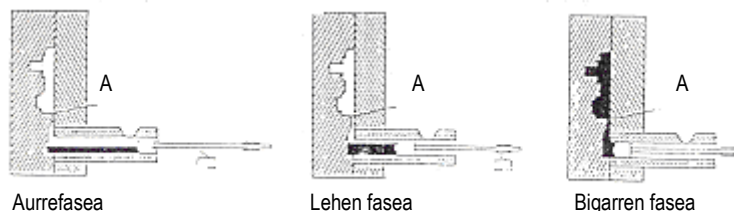
Injekzio-prozesua irudi bidez ikusten bada, metal urtuaren bolumenaren arabera honako hau gertatzen da:

- ✓ Metal urtuaren bolumena egokia denean:



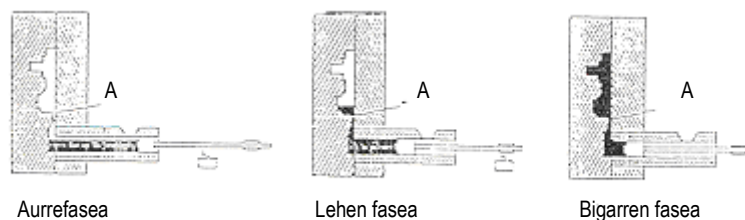
5.1 irudia.

- ✓ Metal urtuaren bolumena txikiegia denean:



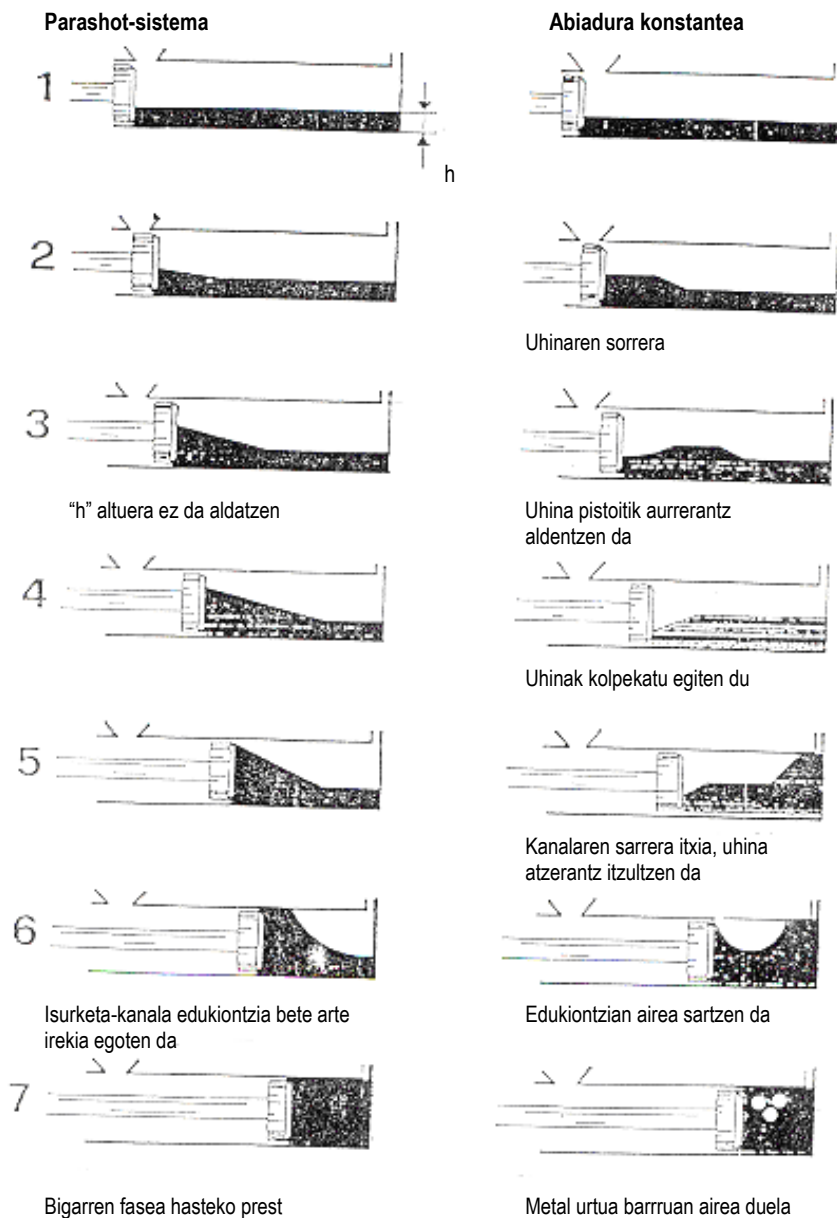
5.2 irudia.

✓ Metal urtuaren bolumena handiegia denean:



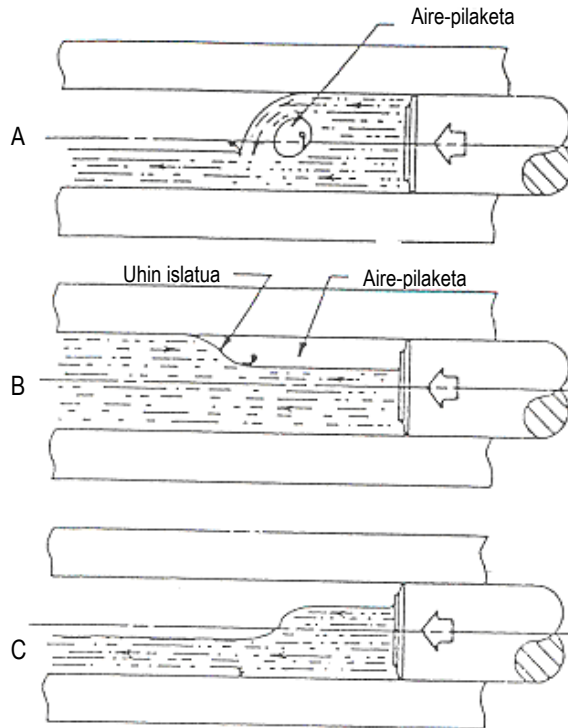
5.3 irudia.

Honako irudi honetan, abiaduraren arabera, injekzio-prozesuaren lehenengo fasean metal urtua 7 grafikoren bidez aztertuko da. Irudiaren ezkerreko aldean metal urtuari parashot-sistema aplikatu zaio. Horrela, metal urtuaren azelerazioa modu konstantean handitzen da. Irudiaren eskuineko aldean, berriz, metal urtua abiadura konstantean mugitzen da:



5.4 irudia.

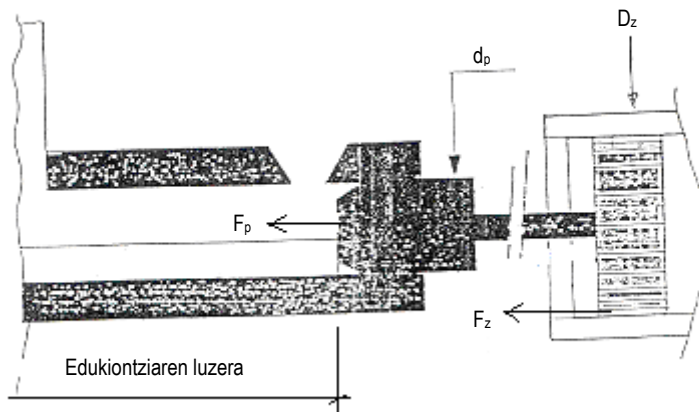
Honako irudi honetan, kolpe motelean, hau da, injekzio-prozesuaren lehen fasean, pistoiaren abiaduraren arabera zer gertatzen den ikus daiteke: a) abiadura handiegia; b) abiadura txikiegia; c) abiadura egokia.



5.5 irudia.

Metal urtuari eragiten zaion presioa

Injekzio-zilindroak eragiten duen presioa jakinda, metal urtuari eragiten zaion presioa kalkula dezakegu. Injekzio-zilindroak eragiten duen indarra eta metal urtuari eragiten zaiona indar bera da. Presioa fluido edo gorputz pisudun batek, kasu honetan fluidoak, azalera-unitateko gainazal batean eragiten duen indarra da. Hori jakinik, formula hau aplika daiteke:



5.6 irudia.

$$P_p = \frac{F_p}{A_p}$$

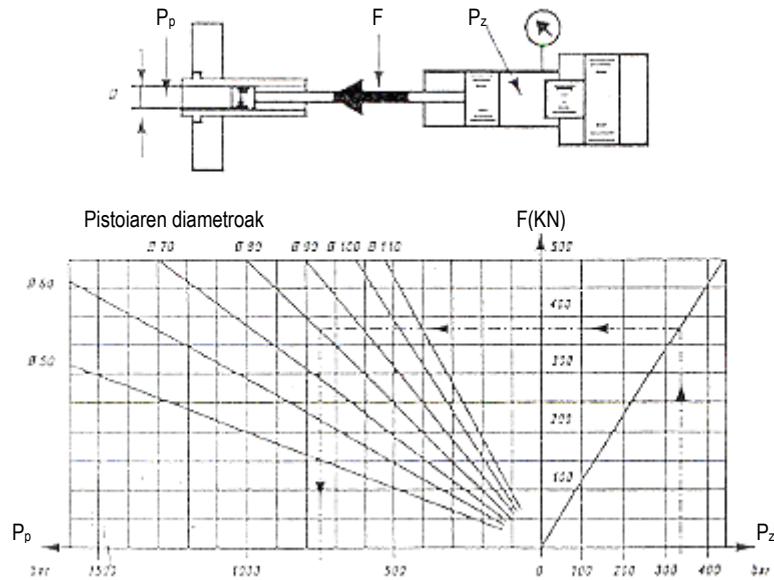
$$P_z = \frac{F_z}{A_z}$$

$$F_p = F_z \Rightarrow P_p \times A_p = P_z \times A_z \Rightarrow P_p \times \frac{\pi \times d_p^2}{4} = P_z \times \frac{\pi \times D_z^2}{4} \Rightarrow$$

$$P_p = P_z \times \left(\frac{D_z}{d_p} \right)^2$$

- F_p : pistoiaren indarra
- F_z : zilindroaren indarra
- P_p : pistoiaren presioa
- P_z : zilindroaren presioa
- A_p : pistoiaren azalera
- A_z : zilindroaren azalera
- d_p : pistoiaren diametroa
- D_z : zilindroaren diametroa

Diagrama bidez ere kalkula daiteke metal urtuari zer presio eragiten zaion. Diagrama honetan ikusten denez, zilindroaren presioa (P_z) edo indarra (F) jakinda, pistoiaren diametroaren arabera metal urtuari eragiten zaion presioa kalkulatu da.



5.7 irudia.

Honako taula honetan, piezaren eta metalaren arabera, metal urtuari hirugarren fasean eragin behar zaion presioak azaltzen dira:

<i>Presioa (bar)</i>	<i>Al edo Mg</i>	<i>Letoia</i>	<i>Zn</i>
<i>Pieza estandarrik</i>	400	300-400	100-200
<i>Pieza teknikoak</i>	400-600	400-500	200-300
<i>Pieza estankoak</i>	800-1000	800-1000	250-400
<i>Kromatzeko piezak</i>	-----	-----	220-250

5.2 Ariketak

1. Aluminiozko pieza baten injekzio-prozesua egiteko, 0,9 kg metal isuri dira edukiontzira. Moldearen barrunbea betetzeko 0,5 kg behar badira, eta edukiontziak 70 mm-ko diametroa eta 300 mm-ko luzera badu, kalkulatu:

- Edukiontzia betetze-tasa
- Lehenengo faseko ibiltartearen luzera
- Bigarren faseko ibiltartearen luzera

Oharra: aluminio likidoaren dentsitatea, $d = 2,5 \text{ kg/dm}^3$

- Edukiontzia betetze-tasa kalkulatzeko, honako formula erabiltzen da:

$$t = \frac{B_i}{B_e} \times 100$$

$$B_i = \frac{P_i}{d} = \frac{0,9}{2,5} = 0,36 \text{ dm}^3$$

$$B_e = L_e \times S = L_e \times \frac{\pi \times d_p^2}{4} = 3 \times \frac{\pi \times 0,7^2}{4} = 1,15 \text{ dm}^3$$

$$t = \frac{0,36}{1,15} \times 100 = 31$$

Beraz, % 31ko betetze-tasa dauka edukiontziak

- **t**: betetze-tasa
- **B_i**: isuri den metalaren bolumena
- **P_i**: isuri den metalaren pisua
- **d**: metalaren dentsitatea
- **B_e**: edukiontzia bolumen erabilgarria
- **L_e**: luzera erabilgarria
- **S**: pistoiaren azalera
- **d_p**: pistoiaren diametroa

b) Lehenengo faseko ibiltartearen luzera, L_1 :

$$L_1 = L_e \times t = 300 \times 0,31 = 93 \text{ mm}$$

c) Bigarren faseko ibiltartearen luzera, L_2 :

$$L_2 = \frac{B_b}{S}$$

$$B_b = \frac{P_b}{d} = \frac{0,5}{2,5} = 0,2 \text{ dm}^3$$

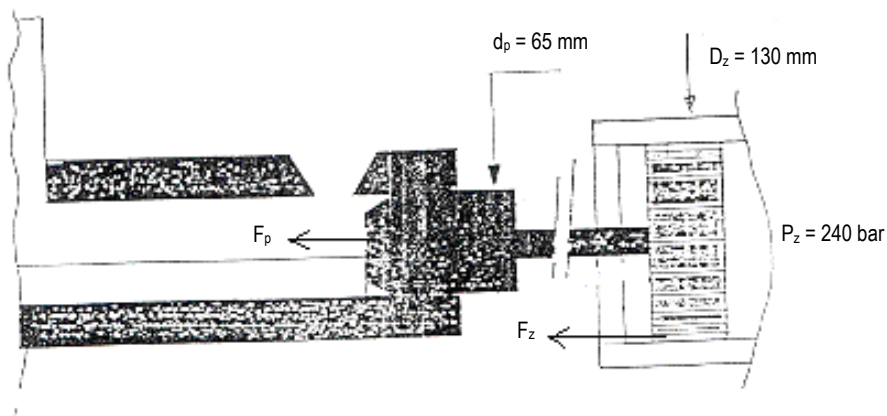
$$S = \frac{\pi \times d_p^2}{4} = \frac{\pi \times 0,7^2}{4} = 0,38 \text{ dm}^3$$

$$L_2 = \frac{B_b}{S} = \frac{0,2}{0,38} = 0,52 \text{ dm} = 52 \text{ mm}$$

B_b : moldearen barrunbea betetzeko beharrezkoa den bolumena

P_b : moldearen barrunbea betetzeko beharrezkoa den pisua

2. Irudian agertzen diren datuak kontuan izanik, kalkulatu metal urtuak jasango duen presioa, P_p :



5.8 irudia.

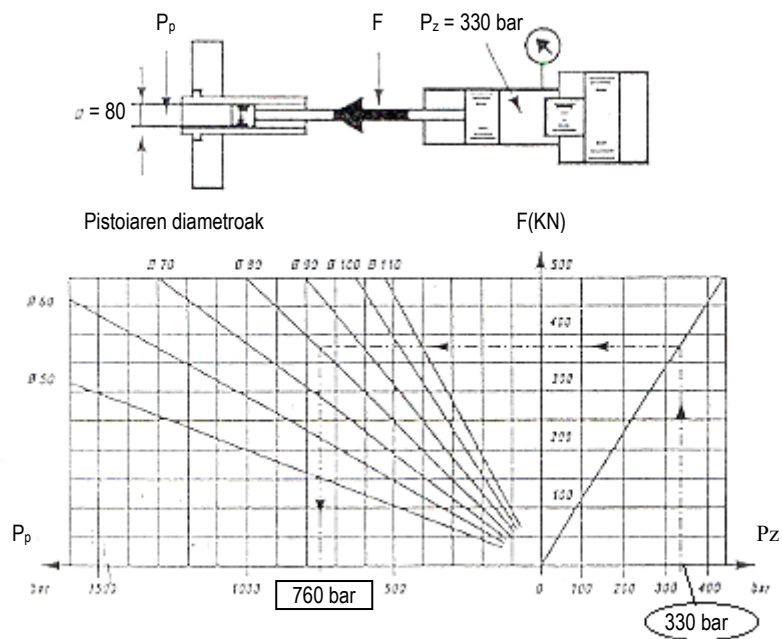
Zilindroak eta pistoiak indar bera egiten dute. Beraz:

$$F_p = F_z \Rightarrow P_p \times A_p = P_z \times A_z \Rightarrow P_p \times \frac{\pi \times d_p^2}{4} = P_z \times \frac{\pi \times D_z^2}{4} \Rightarrow$$

$$P_p = P_z \times \left(\frac{D_z}{d_p} \right)^2 = 240 \times \left(\frac{130}{65} \right)^2 = 960 \text{ bar}$$

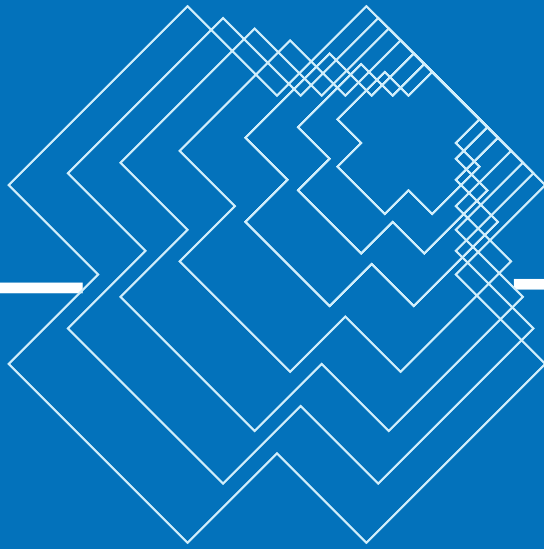
- F_p : pistoiaren indarra
- F_z : zilindroaren indarra
- P_p : pistoiaren presioa
- P_z : zilindroaren presioa
- A_p : pistoiaren azalera
- A_z : zilindroaren azalera
- d_p : pistoiaren diametroa
- D_z : zilindroaren diametroa

3. Honako grafiko hau erabiliz, kalkulatu metal urtuak jasango duen presioa, P_p :



5.9 irudia.

Zilindroaren presioa 330 bar eta pistoiaren diametroa 80 mm izanik, metal urtuak jasango duen presioa 760 bar inguru da.



LANBIDE
EKIMENA

