

Gipuzkoa 4.0 Fabrikazio Aurreratuko Sarea



Laser teknologian oinarritutako fabrikazio-prozesuak

Enpresetan txertatzeko aukerak eta giltzarriak

ORAININDUSTRIA.
Laugarren industria-iraultzarako prest



**ORAIN
EKONOMIA**

Gipuzkoako
Foru Aldundia
Diputación Foral
de Gipuzkoa



Badira zenbait urte industria-prozesuetarako laser teknologia hainbat industria-sektoretan sendo txertatzen ari dela. Hattik, euskal enpresa-ehunaren oinarri diren enpresa txiki eta ertainetan, zenbaitetan irudipena dago korporazio handiek edo espezialistek soilik erabil dezaketela laserra ekoizpen-behar berrietan.

Hori dela eta, zubiak eraiki behar dira enpresen eta teknologia horien artean; izan ere, materialak prozesatzean erabiltzen direnean, ekoizpena hobetzen da eta hala malgutasuna nola eraginkortasuna handitzen dira.

Dokumentu honetan, batetik, labur-labur azalduko dira laser teknologien ezaugarriak, eta bestetik, adieraziko da IK4 aliantzako zentroak bitarteko egokia izan daitezkeela teknologia horiek industriaren arloan aditzera emateko eta txertatzeko

Jatorria eta deskribapen laburra

A solution looking for a problem. Laser teknologiaz mintzatzean, hori esaten zuten zientzialari askok, Theodore Maimanek eta Charles Townesek XX. mendearen erdialdean aurkitu ondoren, inork ez baitzekien nolako ahalmena izan zezakeen. Gaur egun, laserrak erabilera ugari ditu industrian, medikuntzan, sektore militarrean, zientzian eta entretenimenduan. Era berean, azken urteotan garapen-mailarik handiena eta etorkizun oparoena izan dituzten fabrikazio-teknologietako bat da. Garatzeko ahalmena eta erabiltzeko malgutasuna direla medio, laser teknologia ezinbesteko bihurtu da manufacturingarekin lotutako industria-sektore askotan, eta 4.0 iraultza bideratzeko teknologietako bat da.

Fabrikazio industrialaren ikuspegitik, erabilera asko ditu; besteak beste, metrologia, kalitatea ikuskatzea, eta hala prozesuak nola materialen prozesatzea monitorizatzea. Izan ere, materialen prozesatzea ikerketa-arlo aktiboenetako bat da, eta hartan gertatzen ari dira aurrerapen zientifiko eta industrial gehien, batik bat abantaila asko dituelako ohiko teknologien aldean: malgutasuna, automatizatzeko erraztasuna, akaberen kalitatea, erreproduzigarritasun handia eta produktibitatea. Orobat, na-

barmendu behar da ezer ukitu behar ez duen teknologia bat dela, tresnak ez direla higitzen eta beroak apenas eragiten direla. Gainera, merkatuan dauden laser-iturri berriak aintzat hartuta, mantentze-lan gutxi edo ezertxo ere ez du eskatzen, eta beraz, prozesu industrial askotan erabil daiteke, bai eskala makroskopikoan bai eskala mikroskopikoan.

Horrenbestez, industriako prozesu askotan erabiltzen da; batzuk, hedatu samarrak daude: soldadura, ebaketa eta azaleko tratamendu termikoak. Beste prozesu batzuk, berriz, aski exotikoak dira: mikrozulaketa, desugerketa eta garbiketa. Azken horiek oso sektore garrantzitsuetan erabiltzen dira; esate baterako, automozioan, sektore aeronautikoan eta sektore espazialean. Hedabideen interesa eta etorkizunerako itxaropenak direla bide, laser teknologia oinarri duten fabrikazio gehigarriko prozesuak aipatu behar dira.

Gaur egun, laser teknologia arazo ugarrirako irtenbide da; alabaina, 50 urteren ostean, erronka eta erabilera berrien zain dago, batez ere fabrikazio aurreratuarekin lotuta dauden alderdi guztietan.



Altzairuzko disko baten barnealdea laser bidez kargatzeko prozesua (IK4-Tekniker).

Alternatiba teknologikoak eta lotutako aukerak

Fabrikazio-prozesuetan, laser teknologia arlo hauetan erabiltzen da: a) materialen prozesatzea, b) metrologia/neurriak, eta c) ikuskapena.

Horien artean, laser teknologia materialen prozesatzean erabiltzea arlo garrantzitsua da, eta garatzeko ahalmen handia du.

Manufacturingeko arloa	Prozesua	Laser prozesua
Materialen prozesatzea eta eraldaketa	Fabrikazio gehigarria	Selective Laser Melting (SLM)
		Laser Metal Deposition (LMD)
		Kargatzea (<i>laser cladding</i>)
	Soldadura	Kondukzio bidezko laser soldadura
		<i>Keyhole</i> bidezko soldadura
		Antzekoak ez diren materialen soldadura (metala eta polimeroa)
	Ebaketa	Gasez lagundutako ohiko ebaketa Urrutiko ebaketa
	Azaleko tratamendu termikoa	Tenplaketa Iraoketa
	Testurizatzea	Azaleko testurizatzea
	Markaketa	
Mikrozulaketa	Single pulse drilling Percussion drilling Trepanning	
Ikuskapena	Saiakuntza ez-suntsitzaileak	Termografia aktiboa laserra erabiliz
		Laser ultrasoinuak/bibrometria
Metrologia		Triangulazio laserra, kokapenak zehazteko

1. taula: Fabrikazioan laser teknologia erabil daitekeen arloak.

Laser teknologien bitartez, input termikoa oso modu lokalizatuan kontrola daiteke aplikazio-eremuan. Gainera, urrutiko sistematik erabiltzeko aukera ematen dute, ezer ukitu gabe; beraz, prozesatu beharreko gainazal bat abiadura handiko posizionamendu-sistemekin eskaneatu edo ekortu daiteke.

Aurreko taulan ikusten den moduan, materialen prozesatzearen barruan, laser

teknologia erabil daitekeen eremuak oso zabalak dira. Esate baterako, fabrikazio gehigarria, soldadura edo lotura, azaleko tratamendu termikoa, azaleko testurizatzea, markaketa eta mikromekanizazioa.

Garrantzitsua da laser prozesu horien alternatiba teknologikoak jakitea, laser teknologiaren ahalmena horiekin alderatzeko. Beheko taulan, alternatiba nagusiak jaso dira.

Laser teknologia	Alde onak	Alde txarrak
Selective Laser Melting	<p>Ahalik eta material gehien erabiltzen da</p> <p>Pieza konplexuak egiteko aukera</p> <p>Forma konplexua eta berdingabea duten osagaiak, hautsetik abiatuta</p> <p>Gainazalen funtzionalizazioa</p> <p>Egitura arinak</p> <p>Gainazal mikroegituratuak eta nanoegituratuak</p> <p>Propietateak <i>casting</i>ekoak baino hobeak eta <i>wrought</i> gisakoak ia parekoak</p>	<p>Azaleko zimurtasun handia</p> <p>Hondar-tentsio handia</p> <p>Propietate anisotropikoak</p> <p>Zaila da hautsa bide txikietatik ateratzea</p> <p>SLM makinaren kostu handia</p> <p>Geometriaren arabera, euskarriak behar dira</p>
Laser Metal Deposition	<p>Near net-shape manufacturing</p> <p>Ez dira material bereziak erabiltzen</p> <p>Oro har, formatuek eta neurriek ez dute mugarik</p> <p>Diseinua malgua da</p> <p>Lotura metalurgikoa (ez da mekanikoa)</p> <p>Hauts-mota ugari erabilgarri</p> <p>Oso diluzio txikia</p> <p>Jalkitze-tasa handia</p> <p>Errepikakortasuna</p> <p>Beroak eragindako eremua mugatuta dago</p> <p>Goi-mailako propietate metalurgikoak</p>	<p>Ekipamenduen kostu handia</p> <p>Hautsen kostua eta hariaren kostua antzekoak dira</p> <p>Prozesua ez da eskuz egiten, kontrol robotizatua behar da</p> <p>Langileek espezializazio-maila altua behar dute</p>

2. taula: Laser teknologia ez diren beste teknologia eta prozesu batzuk.

Bestalde, materialak laser bidez prozesatzaren alde onak eta txarrak taula honetan jaso dira:

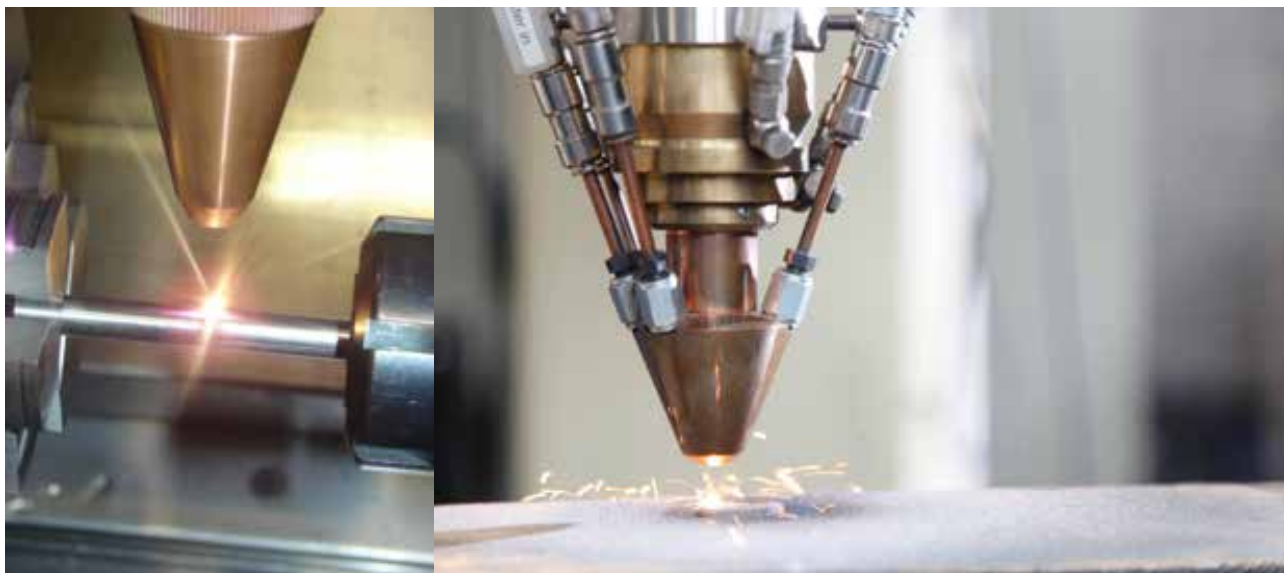
Laserteknologia	Alde onak	Alde txarrak
Selective Laser Melting	Ahalik eta material gehien erabiltzen da Pieza konplexuak egiteko aukera Forma konplexua eta berdingabea duten osagaiak, hautsetik abiatuta Gainazalen funtzionalizazioa Egitura arinak Gainazal mikroegituratuak eta nanoegituratuak Propietateak <i>casting</i> ekoak baino hobeak eta <i>wrought</i> gisakoen ia parekoak	Azaleko zimurtasun handia Hondar-tentsio handia Propietate anisotropikoak Zaila da hautsa bide txikitatik ateratzea SLM makinaren kostu handia Geometriaren arabera, euskarriak behar dira
Laser Metal Deposition	Near net-shape manufacturing Ez dira material bereziak erabiltzen Oro har, formatuek eta neurriek ez dute mugarik Diseinua malgua da Lotura metalurgikoa (ez da mekanikoa) Hauts-mota ugari erabilgarri Oso diluzio txikia Jalkitze-tasa handia Errepikakortasuna Beroak eragindako eremua mugatuta dago Goi-mailako propietate metalurgikoak	Ekipamenduen kostu handia Hautsen kostua eta hariaren kostua antzekoak dira Prozesua ez da eskuz egiten, kontrol robotizatua behar da Langileek espezializazio-maila altua behar dute
Kondukzio bidezko laser soldadura	Distorsio gutxiago Estetika eta itxura bisual onak Zigilatze eta iragazgaitasun hobeak Erresistentzia mekaniko hobeak Soldatu beharreko egiturara alde batetik irits daiteke Ukipenik gabeko metodoa Sistema robotizatua: malgutasuna	Lasaierak ia zero izan behar du Sortak posizionamendu ona izan behar du Tresneria zehatza
Keyhole bidezko soldadura	Distorsio gutxiago Estetika eta itxura bisual onak Soldadura-abiadura handia	
Antzekoak ez diren materialen soldadura (metala eta polimeroa)	Itsasgarririk ez, ezta lotzeko elementu mekanikorik ere Kutsatzeko arriskurik ez Diseinu malgua eta lotura zehatza	
Tenplaketa	Geometria konplexuko piezak tenpla daitezke, eta tenplatze-lodiera kontrolatu Malgua da lote txikitara egokitzeko Ez du hoztea behar	Azaleko egoeraren mende <i>Know-how</i> a behar da, eta kontrol-sistema txertatua
NDT termografia aktiboa laserra erabiliz	Ez dago kontsumigarriak erabiltzeko beharrik Ez dago ukitu beharrik Modu automatizatuan egin daiteke	Teknologiaren <i>know-how</i> aurreratua behar da Kasuan kasuko irtenbidea
Laser ultrasoinuak/bibrometria	Ez dago ezer ukitzeko beharra Abiadura handia Automatiza daiteke	Ekipamenduaren kostu handia
Triangulazio laserra, kokapenak zehazteko	Ukipenik gabeko teknika	

3. taula: Laserteknologiaren alde onak eta txarrak.

Merkatu-hobien eta negozio-aukeren harira, sarreran adierazi den bezala, laserrak industrian garatzeko eta erabiltzeko ahalmen handia du.

Adibidez, teknologia hau **soldadura** erabiltzen da oso lotura zehatzak behar diren

sistemetan, edo tenperaturak eragiten dien materialez eginiko piezetan. Orobat, badu merkatu-hobia bolumen handiko erabilera errepikakorretan, soldadura, soldatze-abiadura eta errepikakortasuna oso garrantzitsuak direnean.



a) Altzairu herdoilgaitzeko osagai zilindrikoak laser bidez soldatzeko prozesua (IK4-Tekniker); b) Laser cladding (kargatzea) edo laser metal deposition (geruza anitzeko fabrikazioa) bidezko fabrikazioa, hauts metalikoa elikatuz (IK4-LORTEK).

Eskuarki, prozesu horietan hondakin gutxi sortzen dira eta kontsumigarri gutxi behar dituzte.

Bestalde, laser prozesu guztiak on-axis (sortaren bide optiko berean) gailuekin monitoriza daitezke, edo kanpoko off-axis sistemen bitartez. Hartara, prozesua kontrola daiteke aldagai bereizgarriei eraginez denbora errealean, tratamenduaren uniformetasunari eusteko.

Laser sistemen beste ezaugarri bat da zenbait prozesu egin daitezkeela sorgailu berarekin, buru optikoak soilik aldatuta. Hartara, sistema zenbait eskaeratarako egokitu daiteke, edo modu bateratuan erabili hainbat zereginetan (ebaketa, soldadura, elikadura/gehigarria).

Oro har, laser teknologien ezaugarriak direla eta, ezin hobeak izaten dira 4.0 kontzeptua erabil daitekeen enpresetan trantsizioa egiteko. Horra hor ezaugarriak:

- Sentsoreak txertatzeko gaitasuna.
- Erregistrorako gaitasuna.
- Ukipenik gabeko teknikak.
- Prozesatzearen digitalizazioa, mahaia zehatz-mehatz kontrolatzeko aukera, baita sortaren abiadura, kokapena, neurriak eta energia ere. Hortaz, askotariko prozesatze-inguruetan erabil daiteke.
- Sistemen modularitatea (sorgailua, kondukzio-zuntza, burua, sistema laguntzaileak).
- Laser prozesatzea azkar egokitu daiteke CAD/CAMen aldaketan arabera.
- Tresna fisiko gutxiago.
- Ikuskapen-, neurketa- eta fabrikazio-sistemak txertatzeko eta miniaturizatzeko gaitasuna.



Laser bidezko soldadura-prozesua (buru optikoa), prozesua monitorizatzeko sistemarekin eta kamera termografikoarekin (IK4-LORTEK).

Laser teknologia txertatzeko giltzarriak

Laser teknologia ekoizpen-inguru batean finkatzeko, ekipamendu egokia behar da, eta hura erabiliko duten pertsonak pres-takuntza espezifikoa behar dute.

Ekipamendua hautatzean, batik bat, erabilerrari eta fabrikazio-prozesuaren eskakizunei erreparatu behar zaie, eta kontuan hartu behar dira osagaien neurriak eta geometria, baita tratatu beharreko materialaren propietateak ere (konposizioa, xurgapen-espektra, azaleko zimurtasuna, etab.).

Laser teknologia erabiltzeko behar den ekipamendu nagusiaren harira, laser-iturria

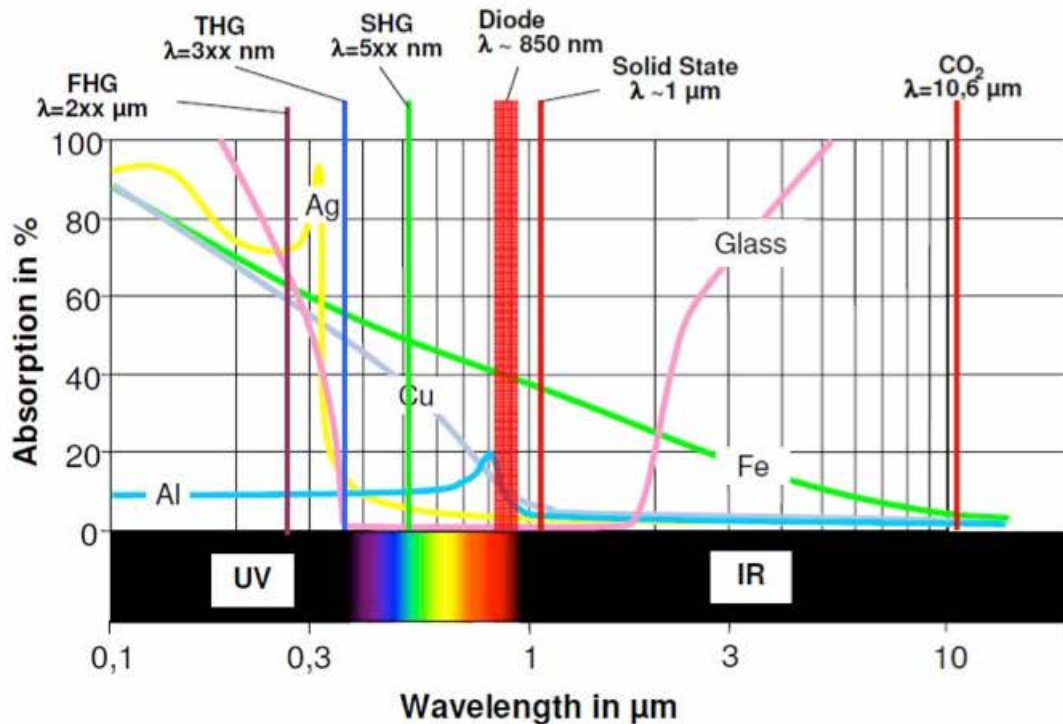
bera aipatu behar da, eta sortaren bide optikoa, prozesuaren burua eta posiziona-mendu-sistema ere bai. Era berean, baliteke ekipamendu osagarria ere erabili behar izatea; esate baterako, potentzia handiko laser-iturri jakin batzuetarako hozkailua, bideratzeko optikak eta osagaiei heltzeko tresna egokiak, laser tratamenduan zehar erabili behar direnak. Bestalde, laser-iturriak, oro har, laser erradiazioa sortzen duen baliabide aktiboaren arabera sailkatzen dira. Hala, besteak beste, laser gaseosoak, laser solidoak eta laser erdieroaleak daude. Beheko taulan, merkatuan ohikoenak diren laserren ezaugarriak jaso dira.

Baliabide-mota	Laser-mota	Igorpen-espektra	Uhin-luzera	Bidea
Gasa	CO ₂	MIR (infragorri ertaina)	~ 10.600 nm	Ispiluak
Solidoa	Eszimeroa	UV (ultramorea)	ArF: 193 nm KrF: 248 nm XeCl: 308 nm	Ispiluak
	Nd:YAG (barra edo diskoa)	NIR (infragorri hurbila) VIS (ikusgaia) UV (ultramorea)	1. harmonikoa: 1.064 nm 2. harmonikoa: 532 nm 3. harmonikoa: 355 nm 4. harmonikoa: 266 nm	Ispiluak, zuntz optikoa
	Zuntza	NIR (infragorri hurbila) VIS (ikusgaia)	1.070, 532 nm	Zuntz optikoa
	Diskoa	NIR (infragorri hurbila) VIS (ikusgaia)	1.030 nm	Zuntz optikoa
Erdieroalea/diodoak		NIR (infragorri hurbila)	~ 808 – 1030 nm	Zuntz optikoa

4. taula: Fabrikazio-prozesuetan erabiltzen diren laser ohikoenen ezaugarri nagusiak.

Gaur egun, laser-iturri mota asko daude, igorpenezko zenbait uhin-luzerarekin: ultramorean hasi, ikusgaia igaro eta infragorrian buka. Uhin-luzera laser-iturri garrantzitsuenen ezaugarri bereizgarrietako bat da, materialaren xurgapenak baldintzatzen

baitu nagusiki material horren erantzuna laser-sortarekin interakzioa duenean, sortaren uhin-luzera jakin batean. Beheko irudian ikusten dira igorpenezko uhin-luzera tipikoa eta material arrunten xurgapen-espektra.



Zenbait materialen xurgapen-espektraok, laser ohikoenetarako (Trumpf GmbH enpresak adeltasunez emanda).

Sortaren bide optikoa zenbait osagai optikoz osatuta egoten da (zuntzak, ispiluak, sorta zatitzeko osagaiak...), eta horiek gai dira laser-sorta bideratzeko erresonadoretik edo laser-iturritik prozesuaren bururaino.

Prozesuko burua arduratzen da laser-sorta eraso egingo zaion gainazalera bideratzeaz eta kokatzeaz. Prozesu bakoitzean, laser-buru egokia erabiltzen da bideratzeko eta kokatzeko osagai optikoekin (kolimatzaileak, lenteak, babes-leihoak, etab.), baita monitorizazio- eta kontrol-sistemak nahiz sistema laguntzaile espezifikoak ere (hoztea, xurgatzea, etab.).

Bestalde, posizionamendu-sistema ohikoenek honako osagai hauek erabiltzen dituzte: translazio-ardatz linealak; galvanometroetan oinarritutako eskaneatze-sistemak; plater zatitzaileak edo sistema robotizatuak, laser prozesuko burua tratatu beharreko osagaiarekiko higitzeko edo hari eusteko aukera ematen dutenak, edo alderantziz.

Laser instalazioak, izan makina bat, lan-estazio bat edo zelula bat, segurtasunerako itxitura espezifiko behar du laser erradiazioa dela eta (erradiazio ez-ionizatzailea), nazioarteko araudiarekin bat etorritik (UNE EN 60825).

Horrez gain, potentzia handiko laserrak oinarri dituzten sistemetan aritzen diren langileek prestakuntza izan behar dute laserren inguruko segurtasunari buruz, indarrean dagoen araudiari jarraituz.

Azkenik, laser teknologia ezartzeak kostu handiagoa du beste teknika ohikoago batzuek baino, batik bat laser-iturria hasieran erosi behar delako, hori baita osagairik garestiena. Dena den, hasierako kostu hori justifikatuta egon ohi da osagai-serie handiak egin behar direnean.

Nabarmentzekoa da laser teknologiak aurrera egiten duela urterik urte; ondorioz, laser-iturri gero eta eraginkorragoak eta merkeagoak egiten dituzte (adibidez, zuntz aktiboa oinarri dutenak). Gainera, laser teknologia darabiltzaten enpresen kopurua handitzen doa, eta beraz, fabrikazio-kostuak murriztu egingo dira epe laburrera, ohiko fabrikazio-teknologiaren pareko prezioak izan arte.

IK4-LORTEK

IK4-LORTEK teknologia-zentro pribatu bat da, eta ezagutza eskuratzen eta sortzen du lotura-teknologietako eta metalen fabrikazio gehigarriko materialen eta prozesuen alorrean; gainera, 4.0 Industry teknologia ere erabiltzen du. Ezagutza hori guztia industria-ehunera transferitzen da, eta enpresen produktuetan, zerbitzuetan eta prozesuetan erabiltzen. Hartara, enpresen berrikuntza-gaitasuna eta industrializazioa sustatzen dira, enpresek lehiakorrak izaten jarrai dezaten edo are lehiakorragoak izan daitezen. IK4-LORTEKek transferitzen dituen prozesuak (lotura-teknologiak eta fabrikazio gehigarria) fabrikazio aurreratuko teknologien eremu berean daude, eta erabakigarriak dira enpresen berrikuntza-gaitasunerako eta etorkizunerako.

Azken urteotan, zentroak bere posizionamenduaren eta Europarantz bideratzearen aldeko apustu handia egin du. Aurreikuspenak aurreikuspen, 2016. urtearen bukaeran Europako zazpi edo zortzi proiektutan aldi berean jardutea espero da, eta horrek frogatzen du zentroaren ikerketa-lana bikaina dela.

Hona hemen IK4-LORTEK zentroaren xedea: nazioartean, fabrikazio gehigarriko eta lotura-teknologietako erreferentziazko zentroa izatea; bide horretan, laser teknologia giltzarri da.

Espezializazio-lerroak

Ikerketa-jarduna hiru teknologia-lerrotan banatuta dago, eta hiru lerrook bat datoz ikerketa-lerro nagusiekin:

- Lotura-teknologia aurreratuak (advanced joining technologies)

- Fabrikazio digital eta adimenduna (digital and intelligent manufacturing)
- Metalen fabrikazio gehigarria (additive manufacturing of metallic components)

Lotutako azpiegitura

Jarraian, IK4-LORTEKek duen azpiegitura teknologiko nagusia deskribatuko dugu.

Laser teknologien harira, IK4-LORTEKek ekipamendu hau du:

- 5 kW-eko Trudisk 6002 disko-laserra
- 3 kW-eko Nd:YAG laserra, Trumpf HL 3006D
- 3 kW-eko bi diodo-laser, Laserline LDL 160-3000
- 1 kW-eko IPG laserra
- Buruak:
 - Laserraren ekarpena norabide ardaizkidean
 - Laserraren ekarpena multi-jet moduan
 - Laserraren ekarpena optika flotatzailez
- Bi unitateko hauts-elikagailua, berotua, 4 PM modeloa (SULZER)
- Fabrikazio gehigarriko SLM 280 makina, eta MTT Realizer 250

Ekipamendu osagarria:

- Lau zelula robotizatu
- CNC mahai posizionatzailea, Fagor Automation Berriola
- CNC mahai posizionatzailea, Lantec Sistemas
- Infragorrien pirometroak, prozesua kontrolatzeko
- FLIR SC655 kamera termografikoa



Fabrikazio gehigarria, laser bidezko fusio selektiboko teknologia erabiliz (SLM / powder bed additive manufacturing). Amaitutako pieza konplexua, fabrikazio-ganbaran (IK4-LORTEK).

IK4-TEKNIKER

IK4-Tekniker 1981ean sortu zen irabazi asmorik gabeko fundazio gisa, industria-ehunaren lehiakortasuna eta zerbitzuak hobetzeko teknologiaren alorrean lagunduz. Bere historian zehar, ospea lortu du fabrikazio-teknologiaren zentro gisa, eta erreferentziazko eragile sendoa da gaur egun.

IK4-Teknikerrek eskarmentua du materialak laser bidez makro eta mikroprozesatzearen alorrean, zenbait sektoretan. Laser bidez makroprozesatzearen eremuan, alderdi hauekin lotuta dauden proiektuak egin dira: materialak elikatzea edo kargatzea moldeak eta matrizeak sendotzeko eta berreskuratzeko (tresnetarako altzairuan), energiaren eta aeronautikaren sektoreetako osagaiak (energia, altzairuak; ae-

ronautikan, titanioa eta Inconel erabiliz eginiko aleazioak), lanerako ondasunak, karbono-altzairuekin laser bidezko tratamendu termikoak egitea automobilen osagaietarako, material aeronautikoak konformatzea laserraz lagunduta, eta metalen eta polimeroen soldadura. Materialak laser bidez mikroprozesatzeko alorrean, IK4-Teknikerrek eskarmentua du metalak, polimeroak, elastomeroak, grafitoa eta beste hainbeste mikromekanizatzen, zulatzen, markatzen eta testurizatzen, osagaiak eta tresnak prozesatzeko.

Zentroaren eskarmentuaz gain, kontrol- eta monitorizazio-teknikak ere garatzen dira, eta laser prozesuak (mikromekanizazioa eta azaleko tratamendu termikoak) simulatu egiten dira elementu finituen bidez.

Laborategiak eta baliabideak

- Potentzia handiko 10 laser-iturri baino gehiago (zuntza, diodoa, Nd:Yag). Modu jarraituan dihardutenean, igorpen-potentzia handienak 10 kW-erainokoak dira. Pultsaziozko moduan, zenbait pultsu-aldi dituzte (μ s, ns, ps eta fs), eta igorpenezko uhin-luzerak espekto ultramorean (355 nm) hasten dira, infragorri hurbileraino (800-1.070 nm), ikusgaia ere igarota.
- Lau soldadura-zelula robotizatu, gehigarria, azaleko tratamenduak eta 3D ebaketa. Honako hauek dituzte, hurrenez hurren: 6 ardatzeko robota, mahai posizionatzailea, plater zatitzaileak, eta aire-, N₂, Ar eta He hartuneak, laser prozesuetan laguntzeko.
- Hiru ardatzeko CNC makina, IK4-Teknikerren diseinatua eta fabrikatua. Testurizatzeko-prozesuetan, mikrozulaketan, ebaketa arruntean eta urrutiko ebaketan erabiltzen da. Laser buruetako bat zuzenean kokatuz erabiltzen da, eta bestea, eskaner gisakoa da.

- Hiru ardatzeko CNC soldadura-makina, IK4-Teknikerren diseinatua eta fabrikatua. Polimeroetan eta antzekoak ez diren materialetan (polimeroa eta metala) loturak sortzeko erabiltzen da.

- Laser mikroegituratzerako hiru estazio (testurizatzea, mikromekanizazioa eta markaketa), zenbait material mota zehaztasunez mikroprozesatzeko.

- Laser prozesuak monitorizatzeko eta kontrolatzeko sistemak, honako hauek oinarri hartuta: CCD kamerak, CMOS kamerak, kamera termografikoak, pirometroak, fotodiodoak eta espektrometroak, besteak beste.

Materialak laser bidez prozesatzeko jarduerak nagusiak zenbait laborategi behar ditu karakterizaziorako; zehazki, metrologiakoa, metalotekniakoa eta tribologiakoa. Ekipo berezien artean, aipatzekoak dira ekortzeko bi mikroskopia elektroniko (SEM) eta X izpien difraktometro bat.

Azaldu den bezala, laser bidez fabrikatzeko teknologiek aukera asko dakartzate euskal enpresentzat; hala ere, horrelako teknologiak enpresetan txertatzea konplexua izan daiteke, eta alderdi giltzarri batzuk hartu behar dira kontuan ondo txertatzeko. Horra hor alderdi horiek:

1. Lehenik, teknologiarara gerturatu beharra dago.

Lehen urratsa teknologiaren ahalmenak eta irismena ezagutu behar dira, enpresek egun eta etorkizunean izan ditzaketen erabileren erakustaldiak eginez. Horretarako, enpresek jardueretan parte hartu behar dute; alegia, produktibitatea, kalitatea eta abar hobetzeko laserra nola txertatu argi eta hurbil erakusten dieten jardueretan.

2. Inbertsioa egin aurretik, laser teknologiako hornitzaileek laguntzea komeni da, baita hirugarrenen iritziak eskatzea ere.

Laser teknologiarekin lotutako enpresa merkaturatzaileetan badaude laser prozesuen industrializazioan lagundu dezaketen langile tekniko kualifikatuak. Izan ere, sorgailuarekin, sistema laguntzaileekin (buru optikoak), posizionamendu-sistemekin eta hala prozesuen nola materialen gaineko ezagutzarekin lagundu dezakete. Edonola ere, prozesuak oso konplexuak direnez eta tartean aldagai ugari daudenez, komeni da iritziak eskatzea eta beste erabiltzaile aditu batzuen edo teknologia-zentroen ezagutza eskuratzea. Erabaki okerrik hartuz gero, baliteke denbora eta diru asko galtzea.

3. Inbertsioaren itzulkina kalkulatu behar da, eta ekoizpen-faktoreez gain, beste negozio-aukera batzuekin lotuta dauden eta ukiezinak diren faktoreak ere kontuan hartu behar dira.

Beste inbertsioekin bezala, laser teknologia txertatu aurretik egin behar den lehen gauza inbertsioaren itzulkina aztertzea da. Laser teknologien kasuan, azterketa horrezaz landa, aintzat hartu behar dira teknologia horrek ekar ditzakeen beste aukera batzuekin lotutako faktore ukiezinak, batez ere lehen aldia denean; hartara, aztertu behar da nolako eragina izango duen, adibidez, enpresaren irudian eta balio erantsi handiko prozesu bereizgarriak egiteko aukeran. Gainera, gorago adierazi den moduan, laser-iturriaren modularitatea eta buruei esker izan ditzaketen erabilera ugariak (prozesuak) direla eta, gero eta prozesu konplexuagoak eta balio erantsi handiagokoak txerta daitezke pixkanaka.

Gainera, 4.0 kontzeptuaren harira, kontuan hartu behar da laser teknologien ondorioz sortzen den digitalizatzeko gaitasuna (fabrikazio gehigarria bitez bit fabrikatzea bezalakoa da), eta hortaz, monitorizatzeko, kontrolatzeko eta erregistro unitarioa egiteko gaitasunak ere aintzat hartzekoak dira.

4. Gomendagarria da laserretan espezialista den langile bat egotea enpresan.

Laser teknologia ez du zerikusirik ohiko ezagutza metal-mekanikoekin; aitzitik, alderdi fisiko, fotoniko eta optikoei buruzko oinarriko ezagutzak behar dira, hala teknologia eraginkortasunez erabiltzeko (materialak prozesatzean batez ere) nola segurtasun-neurriak betetzeko. Enpresak hainbat teknologia- eta zerbitzu-hornitzailearen laguntza izan dezake (esate baterako, laser-iturria doitzea eta neurtzea), baina hala ere komeni da enpresan bertan ezagutza eta irizpideak izatea. Horrenbestez, laserraren arloko burua izango den langileari prestakuntza eman behar zaio, eta horrek alde onak eta txarrak ditu.

5. Baliteke laserra txertatzeak zehaztasun handia eskatzea garbiketan, posizionamenduan eta lotutako perdoietan.

Laser teknologia beste prozesu baten orde zuzenean txertatzen denean, posizionamendu zehatza behar izateak dakartzan zenbait baldintza aztertu behar dira, tresna edo arkatz mehe batekin ari baikara lanean. Era berean, lehenagoren kontrolak, neurrien perdoiak eta aurretiko beste eragiketa batzuek dakartzaten baldintzak ere aztertu behar dira. Adibidez, perdoia pixka bat aldatuz gero, baliteke soldadura bateko hutsunea handiagoa izatea laser-sorta baino, eta beraz, ondo ez soldatzea.