
Sector metall

PID_00263730

Jaume Abat Dinarès

Temps mínim de dedicació recomanat: 4 hores



Jaume Abat Dinarès

Tècnic superior en prevenció de riscos laborals.

Llicenciat en Ciències Empresarials.

Enginyer tècnic industrial.

Professor consultor de la Universitat Oberta de Catalunya.

Primera edició: febrer 2019

© Jaume Abat Dinarès

Tots els drets reservats

© d'aquesta edició, FUOC, 2019

Av. Tibidabo, 39-43, 08035 Barcelona

Disseny: Manel Andreu

Realització editorial: Oberta UOC Publishing, SL

Cap part d'aquesta publicació, incloent-hi el disseny general i la coberta, no pot ser copiada, reproduïda, emmagatzemada o transmesa de cap manera ni per cap mitjà, tant si és elèctric com químic, mecànic, òptic, de gravació, de fotocòpia o per altres mètodes, sense l'autorització prèvia per escrit dels titulars del copyright.

Índex

1. Característiques generals del sector.....	5
2. Fosa.....	7
2.1. Fusió i bugada del metall	8
2.2. Fabricació de motlles	9
2.3. Model	10
2.4. Fabricació de mascles	11
2.5. Desemmotllatge	12
2.6. Neteja de les peces de fosa (desbarbatge)	13
3. Conformació de metalls.....	15
3.1. Laminatge	16
3.2. Forja	17
4. Soldadura i tall tèrmic.....	21
4.1. Caracterització d'aquests processos	21
4.2. Riscos i mesures preventives	23
4.2.1. Riscos més significatius d'aquests processos	23
4.2.2. Mesures preventives	24
5. Mecanitzat de peces.....	31
5.1. Màquines que treballen per arrencada de llimadures	31
5.1.1. Planejadora	32
5.1.2. Llimadora	32
5.1.3. Mortasadora	33
5.1.4. Brotxadora	34
5.1.5. Torn	35
5.1.6. Perforadora	36
5.1.7. Mandrinadora	36
5.1.8. Puntejadora	37
5.1.9. Fresadora	38
5.1.10. Riscos i mesures preventives	39
5.2. Màquines que treballen per deformació del metall	40
5.2.1. Premsa	41
5.2.2. Plegadora	43
5.2.3. Cisalla	44
5.2.4. Corbadora	44
5.2.5. Riscos i mesures preventives	45
5.3. Màquines que treballen per abrasió	46
5.3.1. Esmeriladora	47
5.3.2. Afiladora	47
5.3.3. Rectificadora	48

5.3.4.	Riscos i mesures preventives	49
6.	Tractament de superfícies.....	51
6.1.	Caracterització d'aquests tractaments	51
6.2.	Mètodes de tractament de metalls	51
6.2.1.	Poliment electrolític	51
6.2.2.	Recobriments electrolítics	51
6.2.3.	Esmalts i vidratges	52
6.2.4.	Mordentatge	52
6.2.5.	Galvanització	52
6.2.6.	Termotractament	52
6.2.7.	Metallització	52
6.2.8.	Fosfatat	53
6.2.9.	Recobriments amb plàstics	53
6.2.10.	Imprimació	53

1. Característiques generals del sector

El sector del metall comprèn les activitats econòmiques recollides en la Classificació Nacional d'Activitats Econòmiques que corresponen a: la metal·lúrgia, la fabricació de productes metàl·lics i la fàbrica de màquines, equips i material mecànic d'ús general.

El pes diferencial de la indústria del metall constitueix un fet comú en les economies més desenvolupades, que es manifesta amb més intensitat a les regions on hi ha un alt grau d'industrialització, i que permet establir l'existència d'una estreta associació entre el nivell de desenvolupament industrial i la concentració d'aquesta indústria a un territori.

Aquesta interacció entre intensitat de la industrialització i la presència del sector metall pot venir explicada pels efectes dinamitzadors que es generen en les relacions interindustrials i per l'impuls que confereix a l'R+D+i, tant pel desenvolupament dels productes finals com dels processos productius de les diferents activitats industrials.

En el sector del metall trobem pràcticament la majoria de riscos existents; això es genera per la gran diversitat d'activitats que es desenvolupen dins del sector.

Els riscos més comuns d'aquest sector són:

- Caigudes de persones al mateix nivell.
- Caigudes de persones a diferent nivell.
- Caiguda d'objectes.
- Talls, xocs i cops per objectes mòbils i immòbils.
- Atrapaments per i entre objectes.
- Projecció de partícules o fragments.
- Sobreesforços, postures inadequades i moviments repetitius.
- Contactes elèctrics directes i indirectes.
- Exposició a agents físics: soroll, vibracions i temperatures extremes.
- Exposició a agents químics ambientals.
- Riscos psicosocials.

Ens centrarem sobretot, tot i que no únicament, en els riscos de seguretat, ja que el present curs es refereix a l'especialitat de Seguretat en el treball. En la seva primera part, tractarem la prevenció de riscos laborals en les activitats següents:

- Fosa.
- Conformació de metall: laminatge i forja.
- Soldadura

- Mecanitzat de peces.
- Tractaments de superfícies.

Com a mesures preventives que cal adoptar, en general, aplicables a les activitats citades, cal recordar les contingudes en la part general del màster, entre d'altres:

- **Reial decret 485/1997, de 14 d'abril**, sobre disposicions mínimes en matèria de senyalització de seguretat i salut en el treball.
- **Reial decret 486/1997, de 14 d'abril**, pel qual s'estableixen les disposicions mínimes de seguretat i salut en els llocs de treball.
- **Reial decret 487/1997, de 14 d'abril**, sobre disposicions mínimes de seguretat i salut relatives a la manipulació manual de càrregues que comporti riscos, en particular, dorsolumbars, per als treballadors.
- **Reial decret 773/1997, de 30 de maig**, sobre disposicions mínimes de seguretat i salut relatives a la utilització pels treballadors d'equips de protecció individual.
- **Reial decret 1215/1997, de 18 de juliol**, pel qual s'estableixen les disposicions mínimes de seguretat i salut per a la utilització pels treballadors dels equips de treball.
- **Reial decret 614/2001, de 8 de juny**, sobre disposicions mínimes per a la protecció de la salut i seguretat dels treballadors enfront del risc elèctric.
- **Reial decret 681/2003, de 12 de juny**, sobre la protecció de la salut i la seguretat dels treballadors exposats als riscos derivats d'atmosferes explosives en el lloc de treball.
- **Reial decret 1311/2005, de 4 de novembre**, sobre protecció de la salut i la seguretat dels treballadors enfront dels riscos derivats o que puguin derivar-se de l'exposició a vibracions mecàniques.
- **Reial decret 286/2006, de 10 de març**, sobre la protecció de la seguretat i la salut dels treballadors contra els riscos relacionats amb l'exposició al soroll.
- **Reial decret 299/2016, de 22 de juliol**, sobre la protecció de la salut i la seguretat dels treballadors contra els riscos relacionats amb l'exposició a camps electromagnètics.

2. Fosa

La fosa, o bugada de metalls, consisteix a abocar metall fos a una cavitat a l'interior d'un motlle resistent a la calor, que té la forma exterior, o negativa, del model de l'objecte metàl·lic desitjat. El motlle pot contenir un mascle per determinar les dimensions de qualsevol cavitat interna a l'objecte metàl·lic final. El treball de fosa comprèn els següents passos:

- Confecció d'un model de l'article desitjat.
- Confecció del motlle i els mascles i muntatge del motlle.
- Fusió i afinament del metall.
- Bugada del metall al motlle.
- Refredament de la peça metàl·lica fosa.
- Separació del motlle i el mascle de la peça metàl·lica fosa.
- Eliminació del metall sobrant de la peça de fosa acabada.

Hi ha diferents tipus de foses en funció del material que cal fondre:

- Foses de ferro.
- Foses d'acer.
- Foses d'aliatges lleugers.
- Foses de llautó i bronze.
- Fosa injectada.
- Foses de precisió.

A continuació, s'exposa un dels processos de fosa, segurament el més utilitzat:
la fosa de ferro.

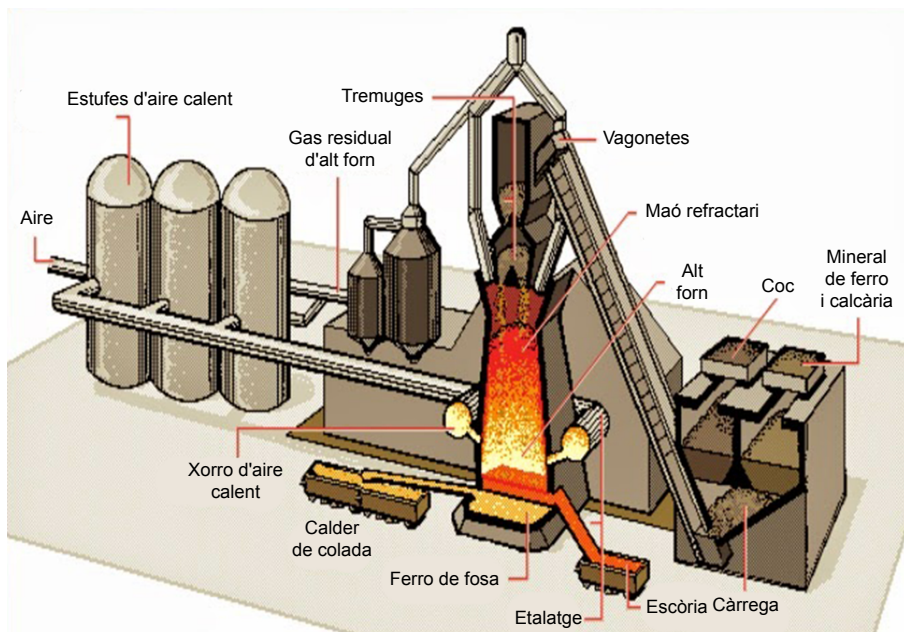
El procés de fosa de ferro comprèn les seccions següents:

- Fusió i bugada del metall.
- Fabricació de motlles.
- Emmotllament.
- Fabricació de mascles.
- Desemmotllatge (per vibració o expulsió).
- Neteja de les peces de fosa (desbarbatge).

En la majoria de foses, gairebé tots aquests processos es poden dur a terme simultàniament o consecutivament a la mateixa zona de tallers.

2.1. Fusió i bugada del metall

Per satisfer els requisits de fusió i afinament del metall, la indústria de fosa de ferro emprà principalment el cubilot, un forn alt i vertical obert per dalt, proveït de portes amb frontisses a l'extrem inferior i revestit interiorment amb material refractari. Per la part superior es carrega coc, ferralla de ferro i pedra calcària, i per unes obertures situades al fons (toveres) s'injecta aire a través de la càrrega. La combustió del coc calent fon i purifica el ferro. El metall fos s'extreu pel fons i és transferit des de l'orifici de descàrrega a un forn de manteniment o bé a una cullera.



Els riscos més significatius d'aquesta etapa són:

- Caiguda d'objectes (fonamentalment, la matèria primera carregada al forn).
- Projecció de partícules o fragments procedents de la ferralla.
- Caigudes a diferent nivell, bàsicament des de la plataforma de càrrega del forn.
- Inhalació de monòxid de carboni a les cisternes dels alts forns.
- Inhalació de vapors durant la bugada.
- Explosió per contacte entre l'aigua i el metall o les restes d'escòria.
- Cremades per projecció de material fos o per contacte amb escòria.

Per evitar aquests riscos, les mesures preventives que cal adoptar són les següents:

- Els forns són carregats per la seva banda superior amb coc, ferro colat (material fos que s'obté a l'alt forn mitjançant la reducció del mineral de ferro), pedra calcària i ferralla de ferro o acer, la qual cosa comporta el risc de

caiguda d'objectes pesants per la irregularitat mateixa de la càrrega o bé en desbordar aquesta per excés de càrrega.

La reducció de la ferralla a una grandària que resulti manejable, per carregar el forn i per omplir les tremuges de càrrega, se sol fer mitjançant maces destrossadores i grues amb grans electroimants.

La cabina de la grua ha d'estar protegida i els operadors convenientment formats.

L'ús de guants de cuir és obligatori en aquells casos en els quals es requereixi una manipulació manual de la matèria primera. A més, s'haurà de fer ús de les botes de seguretat i casc.

- Si la plataforma de càrrega dels forns està per sobre del nivell del sòl serà necessari, a fi d'evitar possibles caigudes, que el sòl de la plataforma sigui antilliscant i aquesta estigui envoltada de barana resistent.
- El cubilot genera grans quantitats de monòxid de carboni que pot escapar-se per les comportes de les boques de càrrega i sortir impulsat cap enrere pels corrents d'aire. Per això es disposarà, per si fos necessari, d'un equip de respiració i reanimació, el funcionament del qual haurà de ser conegut pels operaris.

En aquestes tasques d'emergència serà obligatori el treball conjunt de dos treballadors.

- Cal evitar que les restes d'escòria, els residus no desitjats eliminats del brou i el metall entrin en contacte amb l'aigua, ja que això pot donar lloc a una explosió.
- Tota persona aliena als treballs realitzats en el cubilot ha de romandre fora de la zona de perill, limitada per un radi de 4 m des del canal de bugada. També s'haurà d'assegurar que la cullera està seca abans d'omplir-la amb material fos, per evitar una possible explosió.
- A tots aquells llocs on hi pugui haver risc de cremades és obligatori l'ús de guants, cascos, pantalles facials amb cristalls tintats i peces resistents a les cremades. Així mateix, si hi ha possibilitat de despreniment de vapors, serà obligatòria la utilització d'equips de protecció respiratòria.
- Cal facilitar als treballadors les instruccions d'ús i manteniment dels equips de protecció individual.

2.2. Fabricació de motlles

La fabricació de models és una operació molt especialitzada que implica traslladar els plànols de disseny bidimensionals a un objecte tridimensional.

Els models de fusta tradicionals o altres materials es fabriquen en tallers estàndard que compten amb eines manuals i maquinària elèctrica de tall i raspallat. Aquesta activitat exigeix adoptar totes les mesures raonablement possibles per reduir el soroll al mínim i facilitar als operaris protectors d'oïda adequats. És important que els treballadors coneguin els avantatges que suposa utilitzar tal protecció.

Cal recordar aquí els riscos i les mesures preventives que cal adoptar en la utilització de les eines manuals i maquinària elèctrica i mecànica de tall i raspallat.

2.3. Model

El procés d'emmotllament més comú en la indústria siderúrgica és el del motlle de «sorra humida», fet de sorra de sílice, carbó en pols, argila i aglutinants orgànics.

A les foses de producció, les operacions de mescla de sorra, emmotllament, muntatge de motlles, bugada i desemmotllatge estan integrades i mecanitzades. La sorra procedent del desemmotllatge és reciclada i es retorna a l'operació de mescla de sorra, on s'afegeixen aigua i altres additius i la sorra es barreja en esterrossadors per mantenir les propietats físiques desitjades.

Per facilitar l'assemblatge, els models (i els seus motlles) es fan de dues peces. En la fabricació manual de motlles, aquests van tancats en uns bastidors metàl·lics o de fusta anomenats semicaixes. La meitat inferior del model es col·loca a la semicaixa inferior (o falsa), i al seu voltant s'aboca primer sorra fina i després sorra gruixuda. La sorra es compacta al motlle per un procediment de vibració-acollament, dançadora o pressió. La semicaixa superior (o cúpula) es prepara de manera anàloga. A la cúpula es col·loquen separadors de fusta per formar la massalota i els abeuradors, que són el camí pel qual el metall fos s'aboca a la cavitat del motlle. S'extreuen els models, s'hi introdueix el mascle i s'assemblen i fixen entre si les dues meitats del motlle, quedant d'aquesta manera preparades per a la bugada. A les foses de producció, la semicaixa superior i la inferior es preparen sobre un transportador mecànic, es col·loquen els mascles a la semicaixa inferior i s'assembla el motlle per mitjans mecànics.

Els riscos més significatius en aquesta secció són:

- Inhalació o ingestió de substàncies nocives (resines, isocianats, silicats sòdics, pols, etc.) en els diferents processos de treball.
- Incendi durant el procés de revestiment del motlle.
- Sobreesforços en la manipulació de motlles o caixes d'emmotllament.

Les mesures preventives que cal adoptar són les següents:

- La majoria de compostos orgànics utilitzats durant els processos de cura són volàtils i, per tant, s'evaporen. Aquests productes són irritants o sensibilitzants i poden produir dermatitis, per la qual cosa s'ha d'evitar que entrin en contacte amb la pell o els ulls. En cas de contacte és necessari rentar-se amb abundant aigua i, en cas d'ingestió, serà precisa una assistència mèdica immediata.
- Els isocianats utilitzats en els aglutinants, si s'inhalen, poden actuar com a element irritant o sensibilitzant respiratori i causar asma.

Es recomana comptar amb aspiració localitzada en manejar mescles de sorra que continguin resines, especialment quan la sorra estigui calenta.

Cal utilitzar crema barrera per protegir-se del contacte dèrmic.

S'han de fer servir ulleres de seguretat per evitar els riscos derivats de la projecció de partícules sorrenques.

- Els isocianats han d'emmagatzemar-se a recipients hermètics, en un ambient sec, a una temperatura entre 10° i 30 °C.

Els recipients buits que els hagin contingut s'han d'omplir i mantenir submergits durant 24 hores en una dissolució de carbonat sòdic al 5 %, per neutralitzar qualsevol residu químic que hagi quedat al bidó.

- El silicat sòdic és una substància alcalina que pot resultar tòxica si entra en contacte amb la pell o els ulls, o si s'ingereix.

És aconsellable instal·lar una dutxa d'emergència prop de les zones de manipulació de l'aglutinant.

A totes les zones de la fosa on s'utilitzi silicat sòdic haurà d'haver-hi una font per rentat d'ulls fàcilment accessible.

- Sempre que s'utilitza sorra hi ha el risc d'inhalació de pols.
Per reduir aquest risc, és aconsellable humitejar la sorra o barrejar-la amb resina líquida.
- De vegades, per aconseguir un acabat superficial més fi de les peces foses, s'impregna la superfície del motlle amb productes dissolts en alcohol isopropílic, que després es cremen. Això comporta un risc d'incendi que aconsella l'ús de peces protectores ignífugues.
Així mateix, caldrà utilitzar protecció per a les mans, ja que els dissolvents orgànics poden causar dermatitis.
Els recobriments s'aplicaran a una cabina ventilada per evitar que els vapors orgànics es difonguin en l'ambient de treball.
- La fabricació de motlles implica la manipulació d'objectes de grans dimensions, com ara els propis motlles o les caixes de model.
S'ha d'evitar en tant que sigui possible la manipulació manual de càrregues, utilitzant per a això els mitjans mecànics disponibles. En cas de mancar-ne, realitzar la manipulació manual entre diverses persones.

2.4. Fabricació de mascles

Els mascles introduïts al motlle determinen la configuració interna d'una peça fosa buida.

Es tracta d'un procés de fabricació semblant al dels motlles. Es treballa amb un model la forma interna del qual correspon a l'externa del mascle, però de dimensions lleugerament superiors, per compensar la contracció del metall després de la bugada.

Els mascles es preparen i s'insereixen al motlle per determinar la configuració interna d'una peça fosa buida.

El mascle ha de ser prou resistent per suportar el procés de fosa, però, al mateix temps, no ha de ser tan fort com per oposar resistència a la seva extracció de la peça fosa durant la fase de buidatge.

Els riscos inherents a aquesta fabricació són:

- Inhalació de vapors i substàncies nocives durant la cocció i fabricació dels mascles.
- Erosió a les mans en llimar els mascles.

Les mesures preventives que cal adoptar són:

- Instal·lar un sistema d'extracció de fums i vapors damunt del forn de cocció dels mascles.
Si el sistema d'extracció no és suficient, cal instal·lar un sistema de subministrament directe d'aire a la zona de treball de l'operador.
- Cal evitar el contacte dels productes utilitzats en la fabricació dels mascles amb la pell i els ulls, per a això hem d'utilitzar guants i ulleres protectores.
- Per a l'acabat definitiu dels mascles, és possible que s'hagi d'utilitzar una llima per eliminar manualment les rebaves. La pols produïda és massa gruixuda per comportar risc de pneumoconiosi, però sí caldrà protegir-se les mans amb guants per evitar possibles abrasions.

2.5. Desemmotllatge

Una vegada refredat el metall fos, cal extreure del motlle la peça en brut.

Normalment, la massa principal del motlle se separa de la peça de fosa amb una sacsejada. Amb freqüència, la caixa de model, el motlle i la peça de fosa es deixen caure a una reixeta vibratòria per separar la sorra (vibració). Aquesta travessa llavors la reixeta i cau a una tremuja o sobre un transportador, on pot quedar exposada a separadors magnètics i reciclar-se per ser mòlta, tractada i reutilitzada, o simplement es rebutja. De vegades, en lloc de la reixeta s'utilitza un xorro d'aigua a pressió, la qual cosa origina menys pols. En aquesta fase s'extreu també el mascle, en ocasions utilitzant també xorros d'aigua a alta pressió.

La peça de fosa s'extreu i transporta a la fase següent de l'operació de buidatge. Amb freqüència, les peces petites es poden extreure de la caixa de model expulsant-les mitjançant un procés de mandrinada abans de la vibració, la qual cosa produeix menys pols.

Els riscos inherents a aquesta fase són:

- Soroll.
- Inhalació de pols o substàncies nocives.

- Caiguda al mateix nivell i xocs contra objectes.

Les mesures preventives que cal adoptar són:

- L'impacte en separar la peça i la vibració contínua efectuada per una reixeta vibratòria fan que es desprengui gran part de la sorra i que el procés sigui molt sorollós.
- L'empresa ha de desenvolupar programes per disminuir el soroll mitjançant l'adopció de mesures tècniques i administratives, entre d'altres. Si no és possible reduir el soroll, caldrà subministrar protectors auditius.
- La sorra ha estat en contacte amb metall fos a altes temperatures, per la qual cosa està molt seca i amb una tendència molt més gran a desprendre pols. Si s'han utilitzat resines o olis, sigui als motlles o als mascles, encara poden quedar restes de productes de degradació tèrmica en la fase de buidatge; és per això que es recomana la utilització de proteccions col·lectives (crestalleres, sistemes d'aspiració) per a la reixeta vibratòria i, si no fos possible, es recorrerà a les proteccions individuals.
- Són freqüents les caigudes al mateix nivell i els xocs contra objectes que normalment es troben escampats per la fosa. El problema s'aguditza si l'objecte és metàl·lic, dentat i està calent, o si hi ha grans quantitats de sorra seca i relliscosa pels voltants.

Per tant, és necessari mantenir un adequat ordre i neteja a la zona de treball.

2.6. Neteja de les peces de fosa (desbarbatge)

Després de la vibració i el buidatge es procedeix a la neteja de la peça de fosa i desbarbatge.

Els diversos processos utilitzats a aquest efecte poden classificar-se com segueix:

- **Neteja:** comprèn el raspat, desbastament o arrencada, eliminació de sorra d'emmotllament adherida i de sorra del mascle, massalotes, abeuradors, rebaves en forma de pel·lícula metàl·lica i altres matèries fàcilment eliminables amb eines de mà o eines pneumàtiques portàtils.
- **Desbarbatge:** comprèn el desarenament i l'eliminació d'arestes vives i metall superflu, com ara butllofes, ressaltos d'abeuradors, crostes i altres imperfeccions, així com la neteja manual de la peça de fosa amb tallaferros, eines pneumàtiques i raspalls metàl·lics.

Els riscos més significatius d'aquesta fase són:

- Projecció de fragments i partícules.
- Talls amb les eines utilitzades.
- Soroll produït per la utilització d'eines manuals.
- Inhalació de partícules de pols durant les operacions de neteja.

- Atrapaments i cremades produïts per la utilització d'eines manuals.
- Caigudes d'objectes durant la manipulació de càrregues.

Les mesures preventives que cal adoptar són les següents:

- Utilització d'equips de protecció individual enfront del risc de projecció de partícules o fragments en les operacions de desbarbatge i neteja.
- És recomanable reduir el soroll mitjançant el recobriment, amb materials de goma, de les eines manuals utilitzades (com ara els martells metàl·lics).
- Cal netejar correctament la peça de fosa per algun dels mètodes disponibles (humitejar o barrejar amb resina líquida) per tal d'evitar una exposició excessiva, fonamentalment, a la pols de sílice que prové de les sorres d'emmotllament. La inhalació perllongada de pols de sílice pot produir afeccions pulmonars.
- Els recintes dedicats a la neteja per xorro de granalla (granallatge) sense aire han de ser llocs aïllats, tancats, amb una adequada instal·lació d'extracció de pols i amb absència de fuites.
- Els treballadors han de rebre formació adequada en les tècniques correctes d'hissat, transport i manipulació de càrregues, així com en la utilització i manteniment de les eines portàtils usades en les operacions de neteja.
- Han d'utilitzar-se guants de protecció per evitar possibles cremades.

3. Conformació de metalls

Els processos de conformat de metalls comprenen un ampli grup de processos de manufactura, en els quals s'usa la deformació plàstica per canviar les formes de les peces metàl·liques.

Per obtenir peces de diferents formes i productes industrials, se sotmet el material a una sèrie de processos de conformació, que es trien en funció del metall i de l'aplicació posterior.

La deformació comprèn un conjunt de tècniques que modifiquen la forma d'una peça metàl·lica mitjançant l'aplicació de forces externes.

- **Laminatge:** es fa passar la peça metàl·lica per una sèrie de rodets, denominats laminadors, que la comprimeixen, amb la qual cosa en disminueix el grossor i augmenta la longitud. Aquest procés sol fer-se en calent i s'empra per obtenir planxes, xapes, barres, perfils estructurals, etc.
- **Extrusió:** es fa passar el metall en calent per un orifici que té la forma desitjada, aplicant una força de comprensió mitjançant un èmbol o pistó. Es poden obtenir així peces llargues amb el perfil apropiat. És una tècnica idònia per obtenir barres, tubs i perfils variats.
- **Forja:** se sotmet la peça metàl·lica a esforços de comprensió repetits i continus mitjançant martell, tenalla i enclusa. Aquesta tècnica manual ha estat reemplaçada per la forja industrial o mecànica. En la mateixa, la peça es col·loca sobre una plataforma que fa les vegades d'enclusa. Mitjançant un mecanisme pneumàtic o hidràulic, la maça s'aixeca i cau successivament sobre la peça. En tots dos tipus de forja, la peça metàl·lica inicial sol estar calenta. Amb aquesta tècnica es poden obtenir peces molt diverses.
- **Estampació:** s'introdueix una peça metàl·lica en calent entre dues matrius, una fixa i una altra mòbil, la forma de la qual coincideix amb aquella que es desitja donar a l'objecte. A continuació, s'ajunten les dues matrius, amb la qual cosa el material adopta la seva forma interior. S'empra per a la construcció de carrosseria d'automòbils, radiadors, etc.
- **Embotició:** és un procés de conformació en fred que consisteix a colpejar una planxa de manera que s'adapti al motlle o matriu amb la forma desitjada. Aquesta tècnica s'empra per obtenir peces buides, com ara coixins, a partir de xapes planes.
- **Doblegat:** se sotmet una planxa a un esforç de flexió a fi que adopti una forma corba amb un determinat radi de curvatura. També permet obtenir peces amb angles.
- **Trefilatge:** es fa passar un filferro per un orifici amb la dimensió desitjada. A continuació, s'aplica una força de tracció mitjançant una bobina

d'arrossegament giratòria, augmentant-ne la longitud i disminuint la secció. S'empra per fabricar fils o cables metàl·lics.

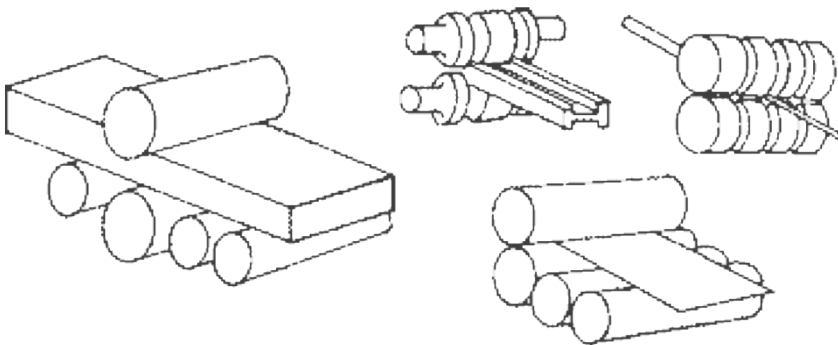
De totes aquestes tècniques, a continuació, s'aprofundeix en dues, el laminatge i la forja.

3.1. Laminatge

Tal com hem dit abans, el laminatge és l'operació que consisteix a reduir la peça de metall, procedent de la fosa, en barres o làmines d'una forma determinada, modificant tant la forma exterior del metall com la seva estructura interna. El procediment pot ser en calent o en fred.

El resultat del laminatge pot ser la peça acabada (per exemple, el paper d'alumini utilitzat per a l'embolcall d'aliments i cigarrets), i altres vegades és la matèria primera de processos posteriors com l'encunyat, el doblegat i l'embotició.

En funció de la peça que es desitgi obtenir, el laminatge tindrà una o diverses fases. És a dir, el laminatge de la peça inicial produirà peces rectangulars o cilíndriques, i el laminatge d'aquestes peces produirà xapes i fleixos d'acer o barres i varetes.



Finalment, el producte serà tallat i emmagatzemat fins a la seva expedició.

Els riscos més significatius del procés de laminatge són:

- Atrapaments entre els rodets de les màquines laminadores.
- Talls en la manipulació dels materials.
- Tall durant les operacions de tall de les peces.
- Caigudes al mateix nivell.
- Cremades i projecció de partícules en operacions de soldadura.
- Exposició a temperatures extremes per radiació de calor.
- Soroll provocat per la mateixa maquinària de laminatge.
- Inhalació de vapors i gasos en les operacions de laminatge.
- Contacte amb productes desgreixadors (dermatitis).

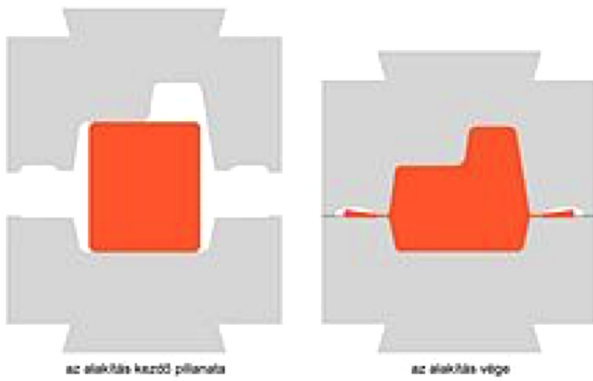
Les mesures preventives mínimes que cal adoptar són les següents:

- Tota la zona de rodets ha d'estar protegida.
- Les tasques de neteja o manteniment es faran amb la màquina aturada.
- Cal instal·lar passarel·les als trens de laminatge per facilitar l'accés dels treballadors als dos costats d'aquests trens.
- Les màquines de tallar hauran de tenir les proteccions adequades a la zona de tall.
- Utilització d'equips de protecció individual (guants, protecció als braços, casc, polaines, viseres, calçat de seguretat, etc.).
- Totes les eines manuals han d'estar ben dissenyades i conservades en bon estat.
- Mantenir un adequat ordre i neteja dels sòls i passadissos.
- Sempre que sigui possible, dissenyar els sòls amb materials antilliscants o amb reixetes (per facilitar l'extracció de líquids, residus, etc.).
- Per evitar els efectes i conseqüències dels alts nivells de calor radiant als punts de treball dels trens de laminatge, és aconsellable situar ventiladors i locals de descans refrigerats prop de les zones de treball i beure aigua amb freqüència, però en petites quantitats.
- S'han de prendre les màximes mesures possibles per reduir el nivell de soroll, que és molt general en aquest tipus de processos i que afecta tots els treballadors de la fàbrica. Si el soroll no es pogués eliminar per mitjans tècnics, llavors es proporcionarà als operaris protectors auditius i el seu ús serà obligat.
- A totes aquelles zones on hi hagi risc d'inhalació de vapors, gasos, partícules tòxiques, etc., s'instal·laran extraccions localitzades i/o generals, es controlarà constantment la concentració del producte nociu i, en cas necessari, s'utilitzaran equips de protecció de les vies respiratòries.
- Utilització d'equips de protecció individual (guants) en les operacions de desgreixament.

3.2. Forja

En la forja, s'apliquen forces de compressió a blocs metàl·lics preformats (peces en brut), normalment després d'escalfar-los a elevades temperatures, i també en un o més passos de premsatge discrets.

La forma de la peça final la determina la de les cavitats de l'estampa o estampes metàl·liques utilitzades. Amb les estampes obertes, el mateix que en la forja amb martinet, la peça en brut es comprimeix entre una estampa unida a l'enclusa inferior i el pistó vertical. Amb les estampes tancades, igual que en la forja en premsa, la peça en brut es comprimeix entre l'estampa inferior i una contraestampa superior unida al pistó.



A les forges amb martinet s'utilitza un cilindre de vapor o pneumàtic per elevar el martinet, que després es deixa caure per gravetat o és accionat amb vapor o aire comprimit. El nombre i la força dels cops del martinet són controlats manualment per l'operari. Normalment, aquest subjecta la peça per l'extrem fred mentre acciona el martinet. Hi va haver un temps en què la forja amb martinet representava al voltant de dues terceres parts de la totalitat del treball de forja que es feia als Estats Units, però actualment aquest mètode és menys utilitzat.

A les forges amb premsa s'utilitza un cilindre mecànic o hidràulic per conformar la peça amb un sol cop lent i controlat. En general, la forja amb premsa es controla automàticament. Es pot fer en calent o a temperatura normal (forja en fred, extrusió). Una variant de la forja convencional és el laminatge, en el qual s'efectuen contínues aplicacions de força mentre l'operari fa girar la peça.

Abans d'aplicar els cops amb el martinet o la premsa, i entre cop i cop, s'apliquen lubricants per pulverització o altres mètodes a les cares de les estampes i a les superfícies de la peça en brut.

Les peces de maquinària de gran resistència, com ara eixos, corones dentades, bolons i components de la suspensió dels vehicles, són comunament productes d'acer forjat. Els components d'alta resistència per a avions, com ara travesers d'ala, discos de turbines i trens d'aterratge, es forgen en aliatges d'alumini, titani o níquel i acer.

Els treballs de forjat es divideixen en tres etapes: escalfament, deformació i refredament.

1) Escalfament

Per fer un bon treball de forja és necessari escalfar el material a la màxima temperatura possible sense arribar al punt de fusió, per la qual cosa cal tenir en compte el tipus de material. Un excés de temperatura o una major durada del temps de forja poden produir defectes en la peça forjada.

Aquest escalfament es fa a través de diferents tipus de forns; la seva elecció vindrà determinada per les necessitats de fabricació: control de temperatura, grandària de les peces, tipus de combustible, etc.

2) Deformació

Es produeix gràcies als esforços de compressió aplicats a diferents materials. A partir d'un límit, els materials presenten aixafaments permanents i es produeixen trencaments en acers temperats i foses o aixafaments sense trencaments en ferro dolç o plom, entre d'altres.

3) Refredament

El refredament comença quan la peça surt del forn d'escalfament per ser forjada. Continua el refredament durant el forjat per radiació a l'ambient i per conducció a la matriu o encuny. Depenent del tipus de forja, serà més o menys ràpid el refredament.

Una vegada acabada l'operació de forja, es pot acabar de refredar la peça a l'aire, amb absència de corrents, però si el material és delicat, es pot refredar al forn sobre cendres per evitar pèrdues brusques de calor.

Els riscos més significatius d'aquest procés són els següents:

- Projecció de partícules durant les operacions de forja tant manual com mecànica.
- Atrapament en premses (martells o martinet).
- Cops i xoc en la manipulació manual de peces.
- Sobreesforços en la manipulació de les peces.
- Cremades en la manipulació de peces a forns de forja.
- Estrès tèrmic per radiació de calor.
- Inhalació de vapors, gasos i pols nociva.

Les mesures preventives, mínimes, que cal adoptar són les següents:

- Tancar o apantallar les zones de treball de les forges per evitar la projecció de partícules. Complementar aquesta mesura amb l'establiment de zones de seguretat per distància i fer servir equips de protecció individual, fonamentalment per a cara i ulls.
- Per evitar els atrapaments a les premses:
 - Automatitzar aquestes operacions sempre que sigui possible.
 - Utilitzar comandaments dobles (de coincidència i simultaneïtat) o similars.
 - Instal·lar a les màquines sistemes d'antirepetició de cicles.
 - Fer revisions periòdiques.
 - Instal·lar tots els enclavaments i proteccions necessaris.
 - Formar adequadament el personal.

- Prohibir la utilització de les màquines al personal no autoritzat.
 - Utilitzar eines i accessoris que allunyin les mans de la zona de treball.
 - Formar el personal.
-
- Mantenir unes adequades condicions d'ordre i neteja.
 - Mantenir una suficient il·luminació a les zones de maneig, emmagatzematge i transport.
 - Efectuar una correcta manipulació manual de càrregues.
 - Mantenir en bon estat les eines manuals.
 - Per minimitzar en tant que sigui possible el risc de cremades causades pels forns de forja, cal dur a terme una correcta manipulació i manteniment d'aquests, al mateix temps que es treballarà amb les eines i els equips de protecció personal adequats (guants, etc.).
 - Per minimitzar els efectes de la calor radiant (estrès tèrmic), s'aconsella la instal·lació d'un sistema de ventilació forçada i l'apantallament de la zona impedint, en tant que sigui possible, la propagació d'aquesta calor radiant. És recomanable ingerir aigua amb freqüència per contrarestar la sudoració i fer pauses de treball a zones refrigerades. Proporcionar una protecció personal adequada als treballadors.
 - I per minimitzar els efectes de la inhalació de vapors, gasos i pols, cal instal·lar aspiracions localitzades, complementades amb processos de ventilació general, procedir a encerclaments i a la utilització de proteccions personals.

4. Soldadura i tall tèrmic

4.1. Caracterització d'aquests processos

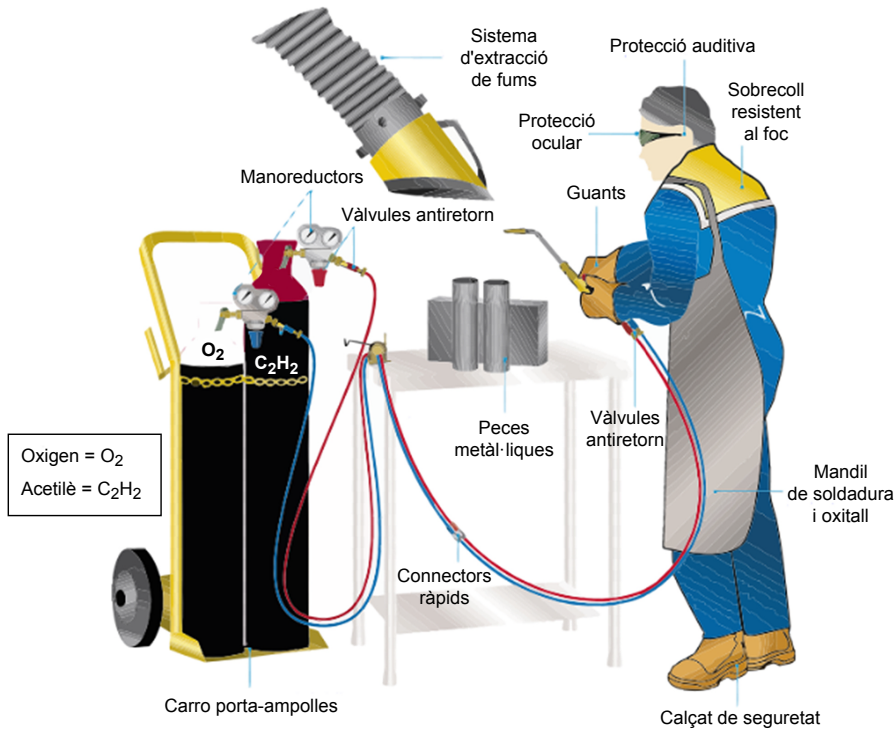
Soldadura és un terme genèric pel qual es designa la unió de peces de metall per les seves cares de junta, fent que aquestes es tornin plàstiques o líquides mitjançant l'aplicació de calor o pressió, o totes dues coses.

Les tres fonts de calor directa comunament utilitzades són:

- 1) Flama produïda per la combustió d'un gas amb aire o oxigen.
- 2) Arc elèctric, establert entre un elèctrode i una peça o entre dos elèctrodes.
- 3) Resistència elèctrica oposada al pas d'un corrent entre dues o més peces.

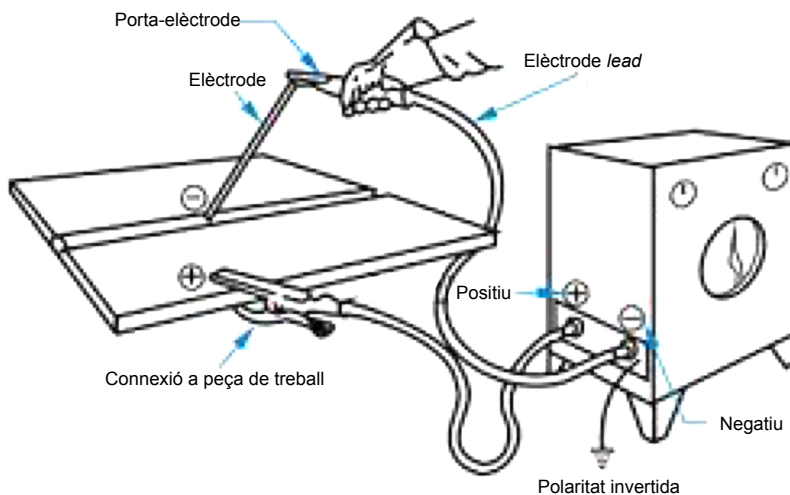
En la soldadura i tall amb gas, se subministra oxigen o aire i un gas combustíble a un bufador, on es barregen abans de la combustió a la tovera. Normalment, el bufador se sosté a la mà. La calor fon les cares metàl·liques de les peces, amb la qual cosa aquestes es barregen i queden unides. Normalment, s'hi afegeix un metall o aliatge d'aportació. L'aliatge sol tenir un punt de fusió més baix que les peces que cal unir; en aquest cas, en general, les peces no s'escalfen fins a la temperatura de fusió. Es poden utilitzar fundents químics per prevenir l'oxidació i facilitar la unió de les peces.

Estació correcta i segura per a soldadura i oxitall amb bufador de gas

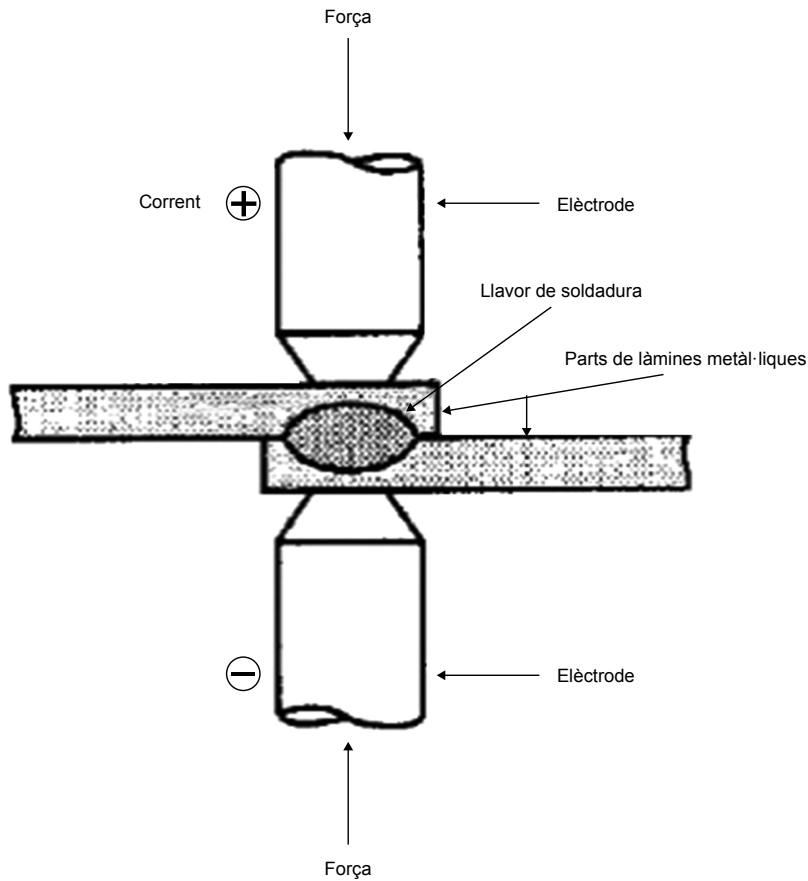


En la soldadura a l'arc, aquest s'estableix entre un elèctrode i les peces que cal soldar. L'elèctrode pot connectar-se a una font de corrent altern o de corrent continu. La temperatura d'aquesta operació és d'uns 4.000° C quan les peces es fonen i uneixen. Normalment, és necessari afegir metall fos a la unió, sigui fonent el propi elèctrode (processos amb elèctrode consumible) o fonent per separat una vareta de metall d'aportació que no condueix corrent (processos amb elèctrode no consumible). La major part de soldadura a l'arc convencional es fa manualment per mitjà d'un elèctrode consumible revestit, subjecte a un portaelèctrodes que el soldador sosté a la mà. També s'utilitzen molts altres processos de soldadura elèctrica semiautomàtics i automàtics, com ara la soldadura per resistència o la soldadura amb elèctrode continu.

Polaritat invertida



La soldadura per resistència consisteix a utilitzar la resistència elèctrica que s'oposa al pas d'un corrent d'elevada intensitat i baix voltatge pels components que cal soldar per generar la calor necessària per fondre el metall. La calor generada a la interfase entre els components fa que aquests aconseguixin les temperatures de soldadura.



4.2. Riscos i mesures preventives

4.2.1. Riscos més significatius d'aquests processos

Els riscos més significatius d'aquests processos són:

- Incendi.
- Cremades.
- Calor radiant (radiació infraroja).
- Inhalació de fums metàl·lics i altres contaminants.
- Altres riscos inherents a processos de soldadura específics són els riscos elèctrics, soroll, radiació ultraviolada, ozó, diòxid de nitrogen, monòxid de carboni, fluorurs, ampolles de gas a pressió i explosions.

4.2.2. Mesures preventives

Les mesures preventives que cal adoptar són les següents:

Ampolles de gas a pressió

A les instal·lacions de soldadura amb gas a alta pressió, l'oxigen i el gas combustible (acetilè, hidrogen, gas ciutat, propà) se subministren al filtre des d'ampolles. Els gasos emmagatzemats a aquestes ampolles estan a elevada pressió, per la qual cosa caldrà observar les següents precaucions:

- Només hauran de muntar-se a les ampolles manoreductors dissenyats per al gas que s'utilitza. Per exemple, un manoreductor d'acetilè no s'haurà d'utilitzar amb gas d'hulla o hidrogen (encara que pot utilitzar-se amb propà).
- Els bufadors han de mantenir-se en perfecte estat i s'han de netejar a intervals periòdics. Els filtres es netejaran amb una vareta de fusta dura o un filferro de llautó tou. La connexió dels bufadors als manoreductors ha de fer-se amb tubs de goma especials reforçats i col·locats de manera que no corrin risc de patir danys.
- Les ampolles d'oxigen i acetilè han de guardar-se separades i sempre a locals ignífugs on no hi hagi cap material inflamable, i col·locades de manera que puguin extreure's fàcilment en cas d'incendi.
- S'observarà escrupolosament el codi de colors prescrit o recomanat per a la identificació de les ampolles i accessoris. Molts països apliquen, en aquest camp, els codis de colors acceptats internacionalment per al transport de materials peril·losos.

Prevenció d'incendis i explosions

En triar el lloc on es faran les operacions de soldadura, es tindran en compte les parets circumdants, sòls, objectes propers i material de deixalla. Hauran d'adoptar-se les següents precaucions:

- Es retirarà tot el material combustible o es protegirà degudament amb xapa metàl·lica o altres materials adequats; no s'utilitzaran mai lones encerades.
- Es procurarà prescindir d'estructures de fusta, o es protegiran de manera anàloga. Caldrà evitar els sòls de fusta.
- Si hi hagués obertures o esquerdes a sòls i parets, s'adoptaran mesures de precaució adequades; el material inflamable de les dependències contigües o el pis situat a sota es traslladaran a una posició segura.
- Sempre s'hauran de tenir a mà extintors adequats. Si es tracta d'una planta de baixa pressió en la qual s'utilitzi un generador d'acetilè, s'hauran de tenir preparades també galledes de sorra seca; els extintors de pols seca o diòxid de carboni són satisfactoris. No s'haurà d'usar mai aigua.

- Pot ser necessari comptar amb equips de bombers. Es designarà una persona perquè s'encarregui de vigilar el lloc de treball durant almenys mitja hora després d'acabar aquest, per tal de tallar qualsevol conat d'incendi.
- Atès que poden produir-se explosions quan hi ha acetilè a l'aire en qualsevol proporció compresa entre el 2 i el 80 %, es requereix una ventilació i una vigilància adequades que garanteixin l'absència de fuites de gas. Per comprovar si hi ha fuites, s'utilitzarà exclusivament aigua sabonosa.
- L'oxigen haurà de ser objecte d'un control acurat. Per exemple, no s'alliberarà mai en l'ambient d'un espai confinat; molts metalls, peces de vestir i altres materials es tornen activament combustibles en presència d'oxigen. En l'oxitall, l'oxigen que no es consumeix s'allibera a l'atmosfera; per tant, aquest tipus de treball no es farà mai a un espai confinat sense comptar amb una ventilació adequada.
- Els aliatges rics en magnesi o altres metalls combustibles hauran de mantenir-se allunyats de flames o arcs de soldadura.
- La soldadura de recipients pot ser extremadament perillosa. Si s'ignora el que contenia el recipient, aquest haurà de tractar-se sempre com si hagués contingut una substància inflamable. Les explosions es poden evitar eliminant qualsevol material inflamable o fent-lo no explosiu o ininflamable.
- La mescla d'alumini i òxid de ferro utilitzada en la soldadura aluminotèrmica és estable en condicions normals. No obstant això, donada la facilitat amb la qual s'inflama la pols d'alumini i la naturalesa gairebé explosiva de la reacció, s'hauran de prendre precaucions adequades durant la seva manipulació i emmagatzematge (evitant l'exposició a la calor intensa i a possibles fonts d'ignició).
- Per soldar a alguns llocs, serà necessari un permís per escrit per a treballs en calent.

Protecció contra la calor i els riscos de cremades

Poden produir-se cremades als ulls i les parts exposades del cos per contacte amb metall calent i esquitxades de partícules de metall incandescent o metall fos. En la soldadura a l'arc, una espurna d'alta freqüència utilitzada per encendre l'arc pot causar cremades petites i profundes si es concentra en un punt de la pell. La radiació infraroja i visible d'alta intensitat emesa per una flama de soldadura amb gas o oxitall i el metall incandescent del bany de soldadura pot causar molèsties a l'operador i a les persones situades prop d'on es fa l'operació.

- Cadascuna d'aquestes haurà d'estudiar-se per endavant, a fi de dissenyar i posar en pràctica les precaucions necessàries.
- S'usaran ulleres de muntura ajustada expressament dissenyades per a la soldadura amb gas i l'oxitall, per tal de protegir-se els ulls de la calor i de la llum irradiades per la peça.
- Les cobertes protectores dels filtres de vidre hauran de netejar-se segons es requereixi i substituir-se quan estiguin ratllades o danyades.

- Quan es projecti metall fos o partícules calentes, la roba protectora que es porti posada haurà de desviar les esquitxades. El tipus i espessor de les peces ignífugues utilitzades es triaran en funció del grau de risc.
- En les operacions de tall i soldadura a l'arc, s'utilitzaran cobresabates de cuir o polaines adequades per evitar que caiguin partícules calentes a l'interior de les botes o sabates.
- Per protegir les mans i avantbraços de la calor, esquitxades, escòria, etc., són suficients unes manyoples de cuir amb embocadures de lona o de cuir.
- Altres tipus de peces protectores són els mandils de cuir, jaquetes, maniguets, cobrecames i proteccions per al cap.
- En la soldadura sobre el cap és necessari utilitzar una caperutxa i una gorra protectores.
- Totes les peces de protecció estaran lliures d'oli o greix i tindran les costures per l'interior, perquè no atrapin glòbuls de metall fos.
- La roba no tindrà butxaques ni punys o baixos tornats en els quals puguin penetrar espurnes, i es portarà de manera que les mànigues cobreixin els guants, les polaines, les sabates, etc.
- S'examinaran les peces protectores per veure si tenen costures saltades o forats pels quals pugui entrar metall fos o escòria.
- Els elements pesants que quedin calents en acabar la soldadura hauran de marcar-se sempre amb la paraula «calent» com a advertiment per a altres treballadors.
- En la soldadura per resistència, la calor produïda pot no ser visible i es poden produir cremades per manipular conjunts calents.
- Malgrat que, si les condicions són correctes, no tenen per què projectar-se partícules de metall calent o fos des dels punts o el cordó de soldadura, o des de la soldadura per projecció, s'utilitzaran pantalles ininflamables i es prendran precaucions. Les pantalles també protegeixen els transeünts de cremades als ulls. No es deixaran peces soltes a la gola de la màquina, ja que podrien ser projectades a molta velocitat.

Seguretat elèctrica

Tot i que en la soldadura a l'arc manual les tensions en buit són relativament baixes (uns 80 V o menys), els corrents de soldadura són elevats, i els circuits primaris dels transformadors presenten els riscos habituals dels equips que funcionen a la tensió de xarxa. No s'haurà de passar per alt, doncs, el risc d'electrocució, especialment a espais estrets o posicions insegures.

- Abans de començar a soldar, es comprovarà sempre la instal·lació de posada a terra de l'equip de soldadura. Els cables i connexions hauran de ser resistents i de la capacitat adequada. S'utilitzarà sempre una pinça o un terminal cargolat de posada a terra apropiats.
- Quan es posin a terra dues o més màquines de soldar connectant-les a la mateixa estructura, o estiguin utilitzant-se també altres eines portàtils elèctriques, la connexió a terra haurà de ser supervisada per algú competent.

- El lloc on es treballi estarà sec, serà segur i es trobarà lliure d'obstacles perillosos.
- És important que el lloc de treball estigui ben configurat i il·luminat, així com degudament ventilat, net i ordenat.
- Les molèsties a causa de l'escalfament poden reduir-se mitjançant un aïllament tèrmic eficaç a la part del portaelèctrode que se sosté a la mà.
- Les mordasses i connexions dels portaelèctrodes s'hauran de netejar i estrènyer periòdicament per evitar el sobreescalfament.
- Es faran les previsions necessàries per guardar el portaelèctrode de manera segura quan no s'estigui utilitzant, per mitjà d'un ganxo aïllat o un suport totalment aïllat.
- La connexió del cable estarà dissenyada de manera que la flexió continuada del cable no provoqui el desgast i fallada de l'aïllament.
- S'evitarà arrossegar els cables i els tubs de plàstic d'alimentació de gas (processos sota gas protector) sobre planxes o soldadures calentes.
- El conductor de l'elèctrode no haurà d'entrar en contacte amb la peça o qualsevol altre objecte posat a terra.
- No s'utilitzaran tubs de goma ni cables folrats de goma a cap lloc proper a la descàrrega d'alta freqüència, ja que l'ozó corroeix la goma.
- Per a tots els subministraments des del transformador al portaelèctrode s'utilitzaran tubs de plàstic i cables amb coberta de clorur de polivinil (PVC).
- La brutícia i la pols metàl·lica o un altre tipus de pols conductora poden causar una avaria a la unitat de descàrrega d'alta freqüència. Per evitar-ho, la unitat s'haurà de netejar periòdicament bufant amb aire comprimit. Quan s'utilitzi aire comprimit durant més d'uns segons, caldrà fer servir protecció auditiva.
- Per a la soldadura per feix d'electrons, abans de cada operació s'haurà de comprovar la seguretat de l'equip utilitzat.
- S'instal·larà als diferents armaris un sistema d'enclavaments com a protecció contra sacsejades elèctriques.
- És necessari comptar amb un sistema fiable de posada a terra de totes les unitats i armaris de control.
- Les tensions per a l'equip de soldadura per plasma utilitzat per tallar peces de gran espessor poden ser de fins 400 V, per la qual cosa cal preveure el perill consegüent. La tècnica de posada en marxa de l'arc mitjançant un impuls d'alta freqüència exposa l'operari als riscos d'una desagradable sacsejada i una dolorosa i penetrant cremada per alta freqüència.

Radiació ultraviolada

La llum brillant emesa per un arc elèctric conté una elevada proporció de radiació ultraviolada. L'exposició, fins i tot momentània, a centellejos d'arc, inclosos els centellejos dispersos dels arcs d'altres treballadors, pot produir una dolorosa conjuntivitis. Si algú resulta exposat al centelleig de l'arc, s'haurà de pro-

porcionar atenció mèdica immediata a la persona afectada. També l'exposició excessiva a la radiació ultraviolada pot causar sobreescalfament i cremades a la pell (efecte de cremada solar). Les precaucions comprenen:

- S'utilitzarà una pantalla o un casc proveïts d'un filtre del grau correcte pertinent. Les pantalles planes de mà no proporcionen prou protecció enfront de la radiació reflectida en els processos de soldadura a l'arc sota gas protector i tall per arc amb elèctrode de carbó, per la qual cosa s'hauran d'utilitzar cascos de soldador. Sota el casc, es portaran ulleres de muntura ajustada amb cristalls filtrants o ulleres protectores amb pantalles laterals per evitar l'exposició quan s'aixeca el casc per inspeccionar el treball. Els cascos també hauran de protegir de les esquitxades i l'escòria calenta. Els cascos i les pantalles de mà van proveïts d'un cristall filtrant i una coberta protectora de vidre a la part exterior, que s'hauran d'inspeccionar i netejar periòdicament, i substituir-se quan estiguin esgarrapats o danyats.
- La cara, el clatell i altres parts exposades del cos s'hauran de protegir adequadament, especialment quan es treballi prop d'altres soldadors.
- Els ajudants portaran, com a mínim, ulleres de muntura ajustada apropiades, i un altre equip de protecció personal quan el risc ho requereixi.
- Totes les operacions de soldadura a l'arc s'apantallaran per protegir altres persones que treballin a les proximitats. Quan es treballi a bancs fixos o a tallers de soldadura s'instal·laran pantalles permanents i, si això no fos possible, s'utilitzaran pantalles temporals. Totes les pantalles hauran de ser opaques, de construcció robusta i d'un material ignífug.
- L'ús de pintura negra per a l'interior de les cabines de soldadura s'ha convertit en una pràctica generalment acceptada, però la pintura haurà de produir un acabat mat.
- S'utilitzarà una il·luminació ambient adequada per prevenir la fatiga visual, que és causa de maldecaps i accidents.

Riscos químics

En la soldadura i l'oxitall es produeixen contaminants ambientals com ara fums i gasos, procedents de fonts diverses:

- El metall que se solda, el metall de la vareta d'aportació o constituents de diversos tipus d'acer, com ara acer al níquel o al crom.
- Qualsevol recobriment metàl·lic de l'element que se solda o de la vareta de metall d'aportació (per exemple, zinc i cadmi procedents del recobriment electrolític, zinc de la galvanització i coure en forma d'una capa prima de recobriment als elèctrodes continus d'aportació d'acer suau).
- Pintura, greix, residus i altres contaminants per l'estil presents en la superfície de l'element que se solda (per exemple, monòxid de carboni, diòxid de carboni, fum i altres productes de descomposició irritants).
- Capa de fundent sobre la vareta de metall d'aportació (per exemple, fluorur inorgànic).

- L'acció de la calor o la llum ultraviolada sobre l'aire circumdant (per exemple, diòxid de nitrogen, ozó) o sobre hidrocarburs clorats (per exemple, fosgè).
- Gas inert utilitzat com a atmosfera protectora (per exemple, diòxid de carboni, heli, argó).

I les mesures que cal adoptar són:

- Els fums i gasos s'eliminaran a la font mitjançant ventilació local per extracció. Això es pot fer confinant parcialment el procés o instal·lant campanes que produeixin un corrent d'aire de prou velocitat a través del lloc de soldadura per assegurar la captura dels fums.
- Es prestarà especial atenció a la ventilació quan se soldin metalls no ferris i certs acers aliats, així com a la protecció enfront del risc de formació d'ozó, monòxid de carboni i diòxid de nitrogen.
- Hi ha sistemes de ventilació portàtils i fixos que es poden adquirir fàcilment.
- En general, l'aire extret no ha de reciclar-se. Només es reciclarà si no hi ha nivells perillosos d'ozó o altres gasos tòxics i l'aire extret es fa passar per un filtre d'alta eficàcia.
- En la soldadura per feix d'electrons, i si els materials que se solden són de naturalesa tòxica (per exemple, beril·li, plutoni, etc.), es prendran precaucions per protegir l'operari de qualsevol núvol de pols que es pugui emetre en obrir la càmera.
- Si hi ha risc per a la salut a causa de fums tòxics (per exemple, plom) i no és possible la ventilació local per extracció –per exemple, en la demolició per oxitall d'estructures recobertes amb pintura de plom–, serà necessari utilitzar equip de protecció respiratòria. En tals circumstàncies, s'usarà un respirador homologat envoltant d'alta eficàcia que cobreixi tota la cara o un respirador motoritzat d'aire depurat i pressió positiva, així mateix d'alta eficàcia (PAPR). És necessari un acurat manteniment del motor i la bateria, sobretot en el cas del respirador original de pressió positiva i alta eficàcia. Caldrà fomentar l'ocupació de respiradors de pressió positiva alimentats per canonada d'aire comprimit si es disposa d'una font adequada d'aire comprimit apte per a la respiració. Quan sigui necessari utilitzar equip de protecció respiratòria, es comprovarà la seguretat del lloc de treball per determinar si cal adoptar precaucions suplementàries, tenint en compte les limitacions de visibilitat, les possibilitats d'embolicar-se, etc. de les persones que usin aquest equip.

Soroll

El soroll és un risc en diversos processos de soldadura, com ara la soldadura amb plasma, alguns tipus de màquines de soldadura per resistència i la soldadura amb gas. En la soldadura amb plasma, el raig de plasma és expulsat a altíssimes velocitats, per la qual cosa produeix un soroll intens (fins 90 dBA), especialment a les bandes d'alta freqüència. També l'ocupació d'aire comprimit

per eliminar la pols per bufat produeix alts nivells de soroll. Per evitar lesions d'oïda, caldrà fer servir taps o cascos protectors i implantar un programa de conservació de l'audició que inclogui proves d'audiometria (capacitat auditiva) i formació dels treballadors.

5. Mecanitzat de peces

El mecanitzat és un procediment de fabricació basat en la conformació dels metalls a través de la utilització de les denominades màquines eines.

La màquina eina està formada per un conjunt d'elements mecànics, elèctrics, pneumàtics, hidràulics, sols o en combinació, i és capaç de transmetre la potència del motor fins a l'òrgan operador, que és l'eina.

Cada màquina eina té un procés típic de treball de les peces, i es pot establir la següent classificació:

- Màquines que treballen per arrencada de llimadures.
- Màquines que treballen per deformació del metall.
- Màquines que treballen per abrasió.

5.1. Màquines que treballen per arrencada de llimadures

Amb aquest procediment, es redueixen progressivament les dimensions de la peça, en donar-li forma mitjançant l'arrencada contínua de material, en forma de virolles o de llimadures.

L'instrument que produeix l'arrencament és l'eina, que pot ser de formes i grandàries diferents, però amb una característica comuna: totes les eines tenen com a mínim una part tallant, que és la que incideix en el material per fer el mecanitzat.

El moviment de tall pot ser rectilini o circular.

Segons el mètode utilitzat per l'arrencament del material, es pot establir la següent classificació:

- 1) Translació de la peça: planejadora.
- 2) Translació de l'eina: llimadora, mortasadora, brotxadora.
- 3) Rotació de la peça: torn.
- 4) Rotació de l'eina: perforadora, mandrinadora, puntejadora, fresadora, centre de mecanització.

5.1.1. Planejadora

Màquina eina que permet obtenir una o diverses superfícies planes i llises a una peça, per exemple, metàl·lica o de fusta amb arrencament de material.

La planejadora per a metalls consisteix en una taula, sobre la qual es fixa la peça que es vol mecanitzar, dotada de moviment de translació, i un portaeines transversal, dotat d'un moviment de rotació i susceptible de pujar i baixar per poder apropar-lo a la peça.

El moviment rectilini alternatiu, molt lent, permet l'avanç de la peça i així es produeix l'arrancament del material. A continuació, retorna, molt ràpid, a la posició d'origen per iniciar una nova passada.

En la mecanització de peces molt grans, aquestes romanen immòbils i és tota l'estructura de suport del portaeines la que es desplaça.



5.1.2. Llimadora

Màquina eina utilitzada en el treball dels metalls per obtenir superfícies planes, arbres ranurats i assemblatge de formes especials, entre d'altres.

L'eina de tall consisteix en una unglà dotada amb un moviment alternatiu horitzontal.

L'arrencada de material es produeix durant la carrera activa de l'eina, mentre que la peça, que va fixada a la bancada de la màquina, té el moviment d'avanç intermitent per a l'alimentació. Els moviments de l'eina i de la peça són perpendiculars.



5.1.3. Mortasadora

Màquina eina utilitzada per formar ranures o osques. Té una constitució semblant a la de la llimadora; la diferència consisteix en el fet que el carro on va fixada l'eina té un moviment vertical, que permet mecanitzar superfícies interiors.

És una màquina eina que s'utilitza generalment per formar ranures, osques, guies d'ala de mosca, clavilles o clàvies transversals.

També rep el nom de llimadora vertical, ja que mecanitza superfícies planes verticals o una mica inclinades.

El moviment alternatiu de tall l'efectua l'eina. La peça roman fixada a la taula i l'eina es desplaça amb moviment alternatiu vertical, arrencant llimadures només en el recorregut de descens. La mortasadora pot treballar superfícies interiors, exteriors i perfilades.

És una màquina de poc rendiment, utilitzada per mecanitzar un nombre reduït de peces; en les grans sèries, se substitueix per la brotxadora.



5.1.4. Brotxadora

Màquina eina utilitzada per efectuar el brotxatge i que es caracteritza per un esforç elevat i una velocitat de tall reduïda, en la qual l'eina està dotada d'un moviment alternatiu en la direcció del seu eix.

L'eina té forma de barra proveïda de dents d'altures que augmenten progressivament, de la part anterior a la posterior, i de secció diversa segons el forat o perfil que faci, sigui circular, rectangular o acanalat.

Segons la posició de l'eina, poden ser horitzontals o verticals. Les horitzontals tenen un camp d'aplicacions més ampli; les verticals tenen un rendiment més elevat i permeten posar i treure la brotxa (l'eina) automàticament.

El brotxatge interior s'utilitza per fer forats quadrats o hexagonals, ranures per a clavilles o per als pinyons desplaçables del canvi de marxes dels automòbils, per exemple. El brotxatge exterior serveix per fer el perfilat de les bieles, el de blocs de cilindres o el de les boques de certes eines, per exemple.

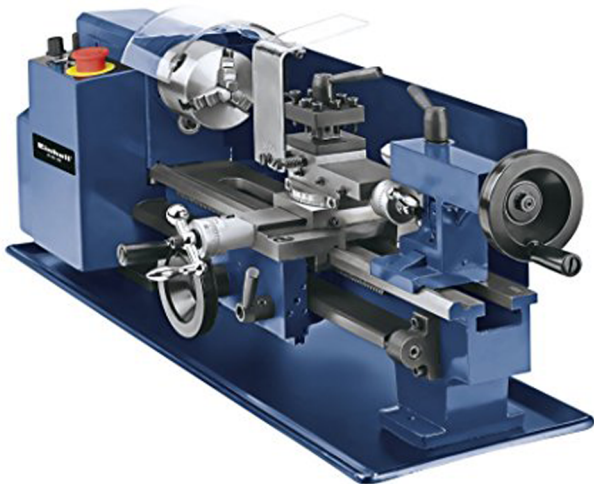


5.1.5. Torn

És una màquina eina en la qual la peça que s'ha de mecanitzar efectua un moviment de rotació i queda conformada per una eina animada amb un moviment d'avanç que pot ser paral·lel, vertical o de biaix a l'eix de gir del capçal que subjecta la peça.

Permet obtenir principalment superfícies cilíndriques, còniques, esfèriques, perfilades i roscades, tant interior com exteriorment.

S'utilitza molt, especialment en el treball amb els metalls, per obtenir superfícies de revolució a partir de barres cilíndriques, per rectificar i allisar peces de fosa escalornades, per fer rosques a peces cilíndriques i per fabricar en grans sèries pernns, cargols grans i altres peces.



5.1.6. Perforadora

Màquina eina utilitzada per fer forats a peces metàl·liques o de fusta, per exemple. També s'anomena màquina de foradar o perforadora.

A les perforadores, l'eina de tall és una broca, generalment disposada en vertical, que està dotada d'un moviment de rotació i d'un moviment longitudinal d'avanç. La peça va fixada a la bancada de la màquina.

Quan es practiquen forats profunds, com és el cas de l'ànima del canó de les armes de foc, se sol utilitzar perforadores horitzontals, a les quals la broca, molt llarga i disposada horitzontalment, gira a grans velocitats. En aquest cas, l'element dotat de moviment d'avanç és la bancada on va fixada la peça.

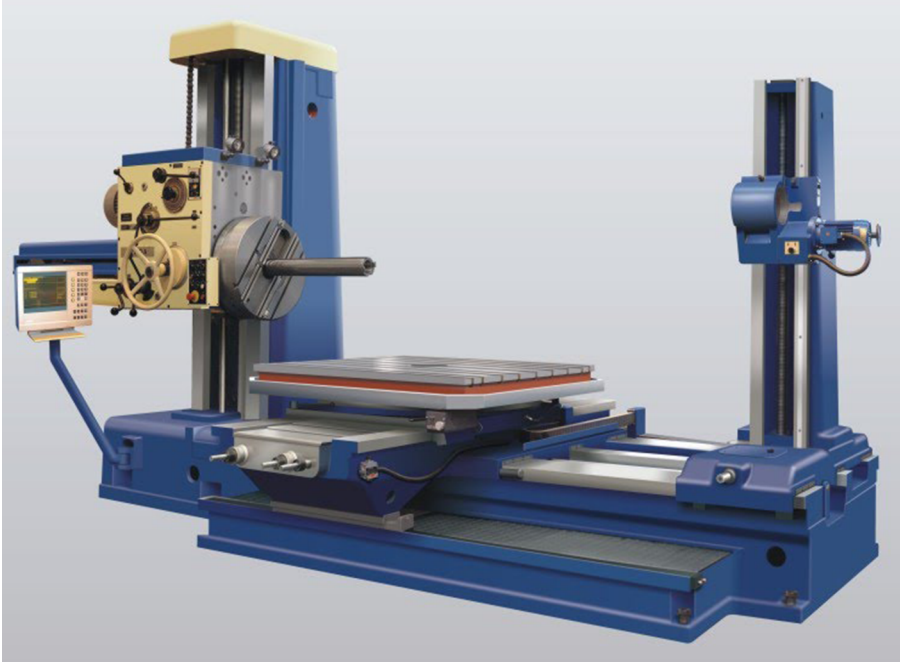


5.1.7. Mandrinadora

Màquina eina utilitzada per eixamplar un forat cilíndric mitjançant un moviment de rotació de l'eina. L'eina té un moviment de rotació, i el moviment d'avanç el fa la peça fixada a la bancada de la màquina.

S'utilitzen mandrinadores de muntant fix quan, per situar la peça en relació amb l'eina, cal desplaçar la taula. Quan cal desplaçar el muntant, es denominen mandrinadores de muntant mòbil.

La mandrinadora pot fer, a més, operacions d'aixamfranar, fresar i roscar, entre d'altres.



5.1.8. Puntejadora

Màquina eina que, mitjançant un moviment de rotació de l'eina, fa operacions de trepatge, mandrinatge o fresat mentre la peça està fixa, es desplaça o gira durant l'operació. Aquestes màquines destaquen per la seva precisió.



5.1.9. Fresadora

Màquina eina utilitzada per efectuar el fresat i que està constituïda per un capçal portafresa, on l'eina té un moviment de rotació, i una taula on la peça es fixa proveïda d'un mecanisme que assegura el moviment relatiu entre la fresa i la taula.

L'eina està proveïda d'unes dents afilades, les arestes de les quals es disposen a una superfície de revolució. Segons la seva forma, poden ser: cilíndriques, còniques o de forma.

El fresat pot ser perifèric o frontal, en funció de si l'eix de la maduixa és paral·lel o perpendicular a la superfície que es treballarà.

Per la rapidesa del treball, la fresa ha substituït, en molts casos, la llimadora, sobretot en les fabricacions en sèrie.



5.1.10. Riscos i mesures preventives

Els riscos específics d'aquestes màquines són:

- Atrapaments produïts per la necessitat d'intervenir manualment al punt d'operació, acostament al punt d'operació per necessitats de fabricació, la posada en marxa intempestiva de la màquina, les bancades mòbils, la roba folgada, el volant de maniobra.
- Projeccions de llimadures, d'estris o trossos dels mateixos, claus d'estrenyi i altres.
- Ferides i cremades produïdes per manipulació de llimadures.
- Afeccions cutànies i respiratòries produïdes per fluids de mecanitzat (olis i emulsions de tall) i de pólvores metàl·liques.
- Contactes elèctrics directes i indirectes.
- Incendis per escalfament anormal de la màquina, projecció de llimadures calentes, etc.

Les mesures de prevenció que cal adoptar són:

- Els atrapaments es poden evitar amb les mesures següents:
 - Col·locar pantalles de protecció, barreres o resguards que impedeixin, en tant que sigui possible, l'accés lliure al punt d'operació en el moment de treball.
 - Suprimir les operacions de mesurament de cotes amb l'eina o la peça en marxa.
 - Eliminar l'acabat amb llima (utilitzar polidores, esmeriladores, etc.).
 - Instal·lació de resguards que cobreixin totalment els capçals portaeines.
 - Instruir correctament l'operari perquè porti roba ajustada i no utilitzi guants ni porti anells, cadenes i collarets.

- Els cops poden ser reduïts tenint en compte les següents consideracions:
 - Col·locació de resguards protectors o pantalles per recollir i evitar les projeccions de llimadures.
 - Assegurar-se de l'amarrament i col·locació de la peça.
 - Utilització de claus amb dispositiu expulsor per impedir que surtin disparades durant la posada en marxa de la màquina.
 - Utilització d'equips de protecció individual (ulleres de seguretat).

- Per protegir-se de les ferides i cremades derivades de la manipulació de llimadures:
 - Caldrà la utilització d'estris trencallimadures.
 - És aconsellable utilitzar algun dispositiu per eliminar automàticament la llimadura per mitjà de cintes transportadoras o aspiracions.
 - Si s'utilitzen guants per moure les llimadures, cal recordar que no s'han de fer servir mai quan s'està mecanitzant la peça.

- Amb freqüència, durant els processos de mecanitzat, s'està exposat a emissions de pols i boires d'oli produïdes, principalment, pels fluids de tall i pólvores metàl·liques. La mesura més efectiva per contrarestar les afeccions d'origen cutani i respiratori que provoquen aquestes emissions és la instal·lació d'aspiracions localitzades prop de les fonts d'emissió.
- Utilització de cremes protectores per evitar les afeccions cutànies.
- Les màquines han d'estar dotades de posada a terra o de disjuntors diferencials per evitar possibles contactes elèctrics indirectes. A fi d'evitar contactes directes, s'hauran d'allunyar els cables i connexions dels llocs de treball i, de pas, recobrir parts en tensió amb material aïllant, etc.
- La seguretat elèctrica per evitar incendis durant la utilització de màquines eines passa, bàsicament, per:
 - Aconseguir una bona qualitat de les preses de terra, la instal·lació de disjuntors diferencials i protecció del circuit contra sobreintensitats.
 - Col·locar pantalles capaces de retenir les projeccions de les llimadures incandescents.
 - Evitar, en tant que sigui possible, l'acumulació d'elements xops amb oli.

5.2. Màquines que treballen per deformació del metall

Les principals operacions de mecanitzat per deformació són el tall, el puntejat, el doblegat, l'embotició, el corbament o combinacions d'aquestes mitjançant matrius, motlles o estris.

Segons el mètode utilitzat per a la deformació del material, es pot fer la següent classificació:

1) **Translació:** premsa, plegadora, cisalla.

2) **Rotació:** corbadora.

5.2.1. Premsa

Màquina eina formada per un bastidor, una taula o bancada fixa o desplaçable i un element mòbil o *charriot*, que es desplaça perpendicularment a la taula. Sobre la taula es fixa la part inferior de la matriu o del motlle i a la part mòbil es fixa la part superior de la matriu o del motlle.

Segons el tipus d'accionament, les premses poden ser mecàniques, hidràuliques o pneumàtiques.

1) La premsa mecànica és una de les màquines més perilloses que hi ha en la indústria.

La premsa mecànica és una màquina dissenyada per transmetre energia des d'un motor primari fins a un punt per mitjans mecànics, a fi de treballar en l'encuny d'un metall fred o un material compost parcialment d'una banda de metall fred.

Es poden diferenciar dos tipus de premses: de revolució total, que normalment tenen el bastidor de coll de cigne, en les quals el capçal animat és accionat per un sistema d'embragatge mecànic, i les de revolució parcial, en les quals el capçal és arrossegat per un embragatge de fricció.



2) Les premses hidràuliques són semblants a les premses mecàniques; estructuralment, són molt similars. N'hi ha també de coll de cigne per a treballs que requereixen baixa potència d'embotició i de pòrtic per a treballs de gran capacitat d'embotició o per a peces de grandària mitjana o gran.

La diferència fonamental en aquestes premses és que el capçal és solidari a un cilindre o cilindres alimentats i pilotats per una central hidràulica; a més, la velocitat és considerablement menor que en les mecàniques.

Es basen en el principi de Pascal i estan formades essencialment per dos cilindres, un de gran diàmetre, l'èmbol del qual arrossega l'element mòbil, i l'altre, de petit diàmetre, que muntat adequadament fa que la pressió exercida sobre l'èmbol petit es transmeti a l'èmbol gran amb el mateix valor per unitat de superfície.



3) Les premses pneumàtiques precisen d'instal·lació d'aire comprimit. Consten d'un pistó pneumàtic, on s'acobla l'element mòbil, i d'una taula.

Quan l'aire comprimit acciona el pistó, aquest efectua un moviment vertical, com el de totes les premses, i actua sobre la part fixa ajustada a la taula.



5.2.2. Plegadora

Màquina eina similar a la premsa i concebuda per a la realització de dobles de gran longitud. Els motlles són rectilinis i tenen la forma de l'angle que es desitja obtenir en l'operació de doblegar la xapa.



5.2.3. Cisalla

Màquina eina destinada a tallar planxes metàl·liques en fred.

Està constituïda per una sòlida bancada proveïda de guies, per les quals circula l'element mòbil i on incorpora una potent fulla de tall inclinat, la qual cosa ajuda, en produir-se un tall progressiu, a la disminució de l'esforç que es precisaria si es tallés de cop.



5.2.4. Corbadora

Màquina eina utilitzada per corbar xapes metàl·liques, constituïda per dos cossos laterals que suporten normalment tres rodets, tot i que n'hi ha que utilitzen quatre.

Dos d'aquests rodets estan situats a un pla inferior i el tercer, regulable en altura, està per sobre dels anteriors.

En girar els corrons inferiors, arrossegats per un motor, transporten la xapa a través d'ells i del corró superior. La curvitat que prendrà la xapa s'establirà variant l'altura del cilindre superior.

Es recomana que, abans d'introduir la xapa als rodets, mitjançant manipulació manual, es faci una mica la curvitat amb el martell, sobre el mateix rodet.



5.2.5. Riscos i mesures preventives

Els riscos específics d'aquest tipus de màquines són:

- Atrapaments:
 - Al punt d'operació, matriu, motlle o rodet.
 - A òrgans de transmissió, corretges i engranatges.
- Caiguda de peces durant la seva manipulació:
 - Durant el transport manual de les peces.
 - Per l'estiba incorrecta de peces o contenidors.
 - Per apilament inadequat de material sobre la màquina.
- Talls amb objectes afilats en la manipulació manual.
- Contactes elèctrics directes i indirectes.
- Projecció de fragments:
 - De les matrius o motlles.
 - De les peces que es mecanitzen.
 - D'estrís o eines manuals.

Les mesures preventives que cal adoptar són:

1) Els atrapaments es poden evitar amb les següents mesures:

- Protegir amb carcasses de suficient resistència tots els elements mòbils de les màquines, com ara volants, corretges, engranatges, bieles o manovelles.

- Instal·lar sempre que es pugui matrius o motlles tancats.
- Protegir les zones de perill amb resguards d'enclavament, detectors de presència i, sempre que sigui possible, amb resguards fixos.
- El comandament de la màquina sempre complirà la condició de rearmament obligatori. És a dir, serà necessari rearmar-lo cada vegada que l'energia de la màquina s'aturi o s'hagi utilitzat el comandament d'atur d'emergència.
- Sempre que sigui possible s'utilitzaran comandaments a dues mans.
- Si la introducció o l'extracció de peces s'ha de fer manualment, s'utilitzaran utensilis adequats que no permetin posar les mans al punt d'operació.
- S'ha d'instal·lar un dispositiu d'antirepetició de cicle a totes les màquines eina, tret de la corbadora.

2) Els cops i caigudes de peces mentre es manipulen poden prevenir-se:

- Efectuant la manipulació de peces de manera mecànica.
- Fent apilaments correctes i equilibrats.
- No apilant matèries a espais no dissenyats especialment per a això.
- Utilitzant utensilis adequats per evitar el contacte de les mans amb els materials.
- Utilitzant guants de protecció contra agressions mecàniques.

3) Els contactes elèctrics es poden eliminar:

- Fent la instal·lació, reparació i manteniment de la instal·lació elèctrica només personal degudament autoritzat.
- Connectant les masses de totes les màquines a una xarxa de presa de terra, amb una baixa resistència i associant-hi interruptors diferencials.

4) La projecció de partícules, peces i materials es pot eliminar adoptant les següents mesures:

- Subjecció correcta de la matriu al capçal i a la bancada.
- Manteniment preventiu dels estris i de les eines manuals.
- Utilització d'ulleres de seguretat amb cristalls temperats o pantalles panoràmiques de suficient resistència, quan cal retirar el resguard de protecció per raons justificades.

5.3. Màquines que treballen per abrasió

Aquestes màquines mecanitzen les peces mitjançant l'arrencada de petites llimadures per mitjà d'una eina especial anomenada mola abrasiva.

Les màquines, segons el tipus de treball que cal fer, reben diferents noms: esmeriladores, afiladores i rectificadores.

5.3.1. Esmeriladora

Màquina eina que s'usa per esmerilar i consisteix bàsicament en una mola abrasiva i el motor que l'acciona. És la màquina més senzilla de les quals treballen per abracció i és la que comunament coneixem com a mola d'esmeril.

Aquest equip de treball està compost per dues moles o eines abrasives fixades a cada extremitat de l'eix motor, subjectant la peça que cal amolar amb la mà recolzant sobre el suport de peça en l'execució dels treballs.

El perill principal és el de projecció de partícules o fragments contra els ulls o zones properes, que provoquen a vegades ferides greus. L'origen d'aquests accidents és molt variat, des del trencament de la mola d'amolar, inexistència de carcassa envoltant, fins a la no utilització d'ulleres de protecció ocular.

Les projeccions violentes de partícules o fragments relativament grans causen als ulls lesions evidents que de vegades són greus; per protegir els ulls, és fonamental utilitzar ulleres de protecció i seguir una sèrie de normes preventives per fer un treball segur.



5.3.2. Afiladora

És molt similar a l'esmeriladora però dotada d'una taula que llisca per guies verticals, accionada per un eix.



5.3.3. Rectificadora

Màquina eina de gran precisió, l'eina de la qual és un mola i que s'utilitza per efectuar la rectificació de peces metàl·liques mecanitzades i temperades.

La característica comuna de totes les rectificadores és la gran rigidesa de la construcció, la gran precisió, sense cap joc, de l'eina respecte de la peça i de la peça pel que fa a l'eina, i l'elevada velocitat de rotació d'aquesta.



Les rectificadores es poden classificar en:

- Rectificadores de superfícies planes.
- Rectificadores de superfícies cilíndriques o còniques.
- Rectificadores de superfícies especials.

La rectificadora plana s'utilitza en les indústries transformadores de metalls (construcció de maquinària i equip mecànic) per mecanitzar superfícies planes per abrasió, i dóna un acabat d'alta precisió a peces mecanitzades anteriorment per altres màquines.

La màquina està dotada d'un plat magnètic o de dispositius d'immobilització que permetran una fixació segura de la peça a la taula. La rectificadora té dos moviments, el circular de la mola i el vaivé de la taula que suporta la superfície sobre la qual es treballa. Generalment, la mola es troba fixada entre dos discos, i gira a gran velocitat, la qual cosa pot donar lloc a riscos de trencament d'aquesta.

L'operari que fa les operacions de rectificat haurà d'estar degudament format, atès que s'exigeix per a aquests treballs una gran precisió geomètrica i dimensional, de manera que s'obtinguin bons resultats de forma segura.

En les rectificadores de superfícies cilíndriques o còniques, la peça està dotada del moviment principal de rotació i del d'avanç, mentre que la mola té, a més del moviment de rotació, el moviment de translació transversal d'acostament de la mola a la peça que es rectificarà.

I les rectificadores especials estan concebudes específicament per a la rectificació de rosques, engranatges, cigonyals i arbres de lleves, entre d'altres.

5.3.4. Riscos i mesures preventives

Els riscos més significatius d'aquestes màquines són:

- Projecció de partícules o fragments de la mola a causa de: velocitat excessiva, elecció incorrecta de l'abrasiu, excessiva força d'incidència de la peça, aturades brusques i falta de protecció.
- Projecció d'objectes i atrapaments deguts a muntatges defectuosos de les peces i a girs invertits, falcaments involuntaris de la peça entre el portapeces i la mola, utilització de peces no ajustades i a distraccions.
- Contactes elèctrics directes o indirectes a causa d'una falta de doble aïllament o de posada a terra de la instal·lació elèctrica.
- Possibilitat de cremades per despreniments d'espurnes i partícules incandescentes.

Les mesures preventives que cal adoptar són les següents:

- Els riscos característics d'aquest tipus de màquines se centren, fonamentalment, en el fet que hi ha un queixal que gira normalment a gran velocitat i es pot trencar. Amb la finalitat d'evitar qualsevol dels riscos que pot provocar aquesta circumstància, es tindran en compte una sèrie de normes:
 - Triar la mola apropiada per al treball que cal fer.
 - Colpejar lleugerament la mola esmeril amb una peça no metàl·lica i comprovar que produeix un so clar (similar al del cristall). En el cas d'un so mat o trencat, pot significar l'existència d'esquerdes.
 - No muntar un queixal que hagi rebut un cop fort.
 - Comprovar que la separació màxima entre el queixal i el suport no sigui superior a 5 mm.
 - Durant el muntatge comprovar que el queixal estigui equilibrat, que els discos de fixació siguin iguals i que les rosques de fixació no estiguin estretes a l'excés.
 - Col·locar les proteccions necessàries a la màquina.
 - Vigilar durant el treball que la velocitat no sigui excessiva, no encunyar la peça entre mola i suport, evitar incidir amb força sobre la peça i no aturar la màquina bruscament ni pressionant contra la peça.

- Utilitzar equips de protecció personal adequats (ulleres, pantalles, etc.).
 - Col·locar proteccions de tipus cabina o pantalla, aïllant el lloc de treball.
 - No abandonar les màquines portàtils fins que la mola estigui totalment aturada.
 - Prestar atenció durant el treball.
- Amb referència als perills elèctrics, les mesures preventives que cal adoptar recomanades són:
 - Protegir les màquines portàtils amb un doble aïllament.
 - Connectar la màquina a un sistema de terra eficaç.
 - Protegir les parts actives del circuit elèctric.
- Per protegir-se de les possibles cremades, les accions més freqüents són:
 - Col·locar proteccions a la màquina.
 - Utilitzar un estri portapeces.
 - Usar equips de protecció personal (ulleres, guants, caretes, etc.).

6. Tractament de superfícies

6.1. Caracterització d'aquests tractaments

Hi ha una gran varietat de tècniques d'acabat de la superfície dels productes metàl·lics que s'utilitzen perquè aquests ofereixin resistència a la corrosió, ajustin millor i tinguin millor aspecte. Alguns productes se sotmeten a una seqüència de diverses d'aquestes tècniques.

Per poder aplicar qualsevol d'aquestes tècniques, primer és necessari netejar a fons els productes. S'utilitzen diversos mètodes de neteja, individualment o en seqüència, com per exemple esmerilat, raspallat i poliment mecànic (que produeixen pols metàl·lica o d'òxid; la pols d'alumini pot ser explosiva), desgreixat al vapor, rentat amb dissolvents orgànics del greix, neteja a banys de dissolucions àcides o alcalines concentrades i desgreixat electrolític. Aquest últim consisteix en la immersió a banys que contenen cianur i un àlcali concentrat i en els quals l'hidrogen o oxigen formats electrolíticament eliminen el greix, deixant superfícies metàl·liques en brut lliures d'òxids i greix. La neteja va seguida d'un rentat i assecat adequats del producte.

A continuació, s'exposa un resum dels riscos inherents als diferents mètodes de tractament de metalls i les mesures preventives que cal adoptar.

6.2. Mètodes de tractament de metalls

6.2.1. Poliment electrolític

- **Riscos:** cremades i irritació per productes químics càustics i corrosius.
- **Mesures preventives:** fer servir equip de protecció personal adequat. Instal·lar un sistema eficaç de ventilació per extracció.

6.2.2. Recobriment electrolític

- **Riscos:** exposició a crom i níquel potencialment cancerígens; exposició a cianurs; cremades i irritació per productes químics càustics i corrosius; sacsejades elèctriques; el procés pot ser en fase humida, amb el consegüent risc de relliscades i caigudes; producció de pols potencialment explosiva; riscos ergonòmics.
- **Mesures preventives:** usar equip de protecció personal adequat. Instal·lar un sistema eficaç de ventilació per extracció, normalment ranurat, de tipus impel·lent-aspirant. Netejar els vessaments immediatament. Instal·lar

paviment antilliscant. Utilitzar procediments i llocs de treball ben dissenyats per evitar l'estrès d'origen ergonòmic.

6.2.3. Esmalts i vidratges

- **Riscos:** riscos físics per esmeriladores, transportadors, molins; risc de cremades per líquids i equips a altes temperatures; exposició a pólvores que poden causar càncer de pulmó.
- **Mesures preventives:** instal·lar defenses adequades a les màquines, incloent-hi enclavaments. Utilitzar equip de protecció personal adequat. Instal·lar un sistema eficaç de ventilació per extracció per evitar l'exposició a la pols.

6.2.4. Mordentatge

- **Riscos:** exposició a àcid fluorhídric; cremades i irritació per productes químics càustics i corrosius; risc de cremades per líquids i equips a altes temperatures.
- **Mesures preventives:** implantar un programa que eviti l'exposició a l'àcid fluorhídric. Usar equip de protecció personal adequat. Instal·lar un sistema eficaç de ventilació per extracció.

6.2.5. Galvanització

- **Riscos:** cremades per líquids, metalls i equips a altes temperatures; cremades i irritació per productes químics càustics i corrosius; febre per vapors de metall; possible exposició al plom.
- **Mesures preventives:** fer servir equip de protecció personal adequat. Instal·lar un sistema eficaç de ventilació per extracció. Implantar un programa de reducció/vigilància de l'exposició al plom.

6.2.6. Termotractament

- **Riscos:** cremades per líquids, metalls i equips a altes temperatures; cremades i irritació per productes químics càustics i corrosius; possibles atmosferes explosives d'hidrogen; possible exposició a monòxid de carboni; possible exposició a cianurs; risc d'incendi per tremp en oli.
- **Mesures preventives:** usar equip de protecció personal adequat. Instal·lar un sistema eficaç de ventilació per extracció. Col·locar rètols advertint de la presència d'equips i superfícies a altes temperatures. Instal·lar sistemes per vigilar la concentració de monòxid de carboni. Instal·lar sistemes adequats de lluita contra incendis.

6.2.7. Metal·lització

- **Riscos:** cremades per metalls i equips a altes temperatures; possibles atmosferes explosives de pols, acetilè; febre per vapors metàl·lics de zinc.

- **Mesures preventives:** instal·lar sistemes adequats de lluita contra incendis. Separar correctament els productes químics i els gasos. Usar equip de protecció personal adequat. Instal·lar un sistema eficaç de ventilació per extracció.

6.2.8. Fosfatat

- **Riscos:** cremades i irritació per productes químics càustics i corrosius. Usar equip de protecció personal adequat.
- **Mesures preventives:** instal·lar un sistema eficaç de ventilació per extracció.

6.2.9. Recobriments amb plàstics

- **Riscos:** exposició a sensibilitzants químics.
- **Mesures preventives:** buscar alternatives als sensibilitzants. Usar equip de protecció personal adequat. Instal·lar un sistema eficaç de ventilació per extracció.

6.2.10. Imprimació

- **Riscos:** exposició a diversos dissolvents potencialment tòxics i inflamables, exposició a sensibilitzants químics, exposició a crom potencialment cancerígen.
- **Mesures preventives:** buscar alternatives als sensibilitzants. Usar equip de protecció personal adequat. Instal·lar un sistema eficaç de ventilació per extracció. Separar correctament els productes químics i els gasos.

