

UNIVERISTETI I PRISHTINËS
Fakulteti i Inxhinierisë Mekanike

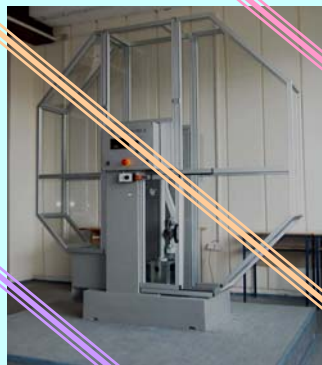
Dr.sc.Hysni Osmani

MATERIALET MEKANIKE

- PJESA E PARË -

(vetëm për përdorim intern të studentëve)

SHUMËZIMI, MODIFIKIMI DHE NDRYSHIMI I TEKSTIT TË MOS BËHET PA AUTORIZIMIN E AUTORIT



Prishtinë, 2008

1. HYRJJE

ZHVILLIMI I MATERIALEVE

Me qëllim të një jete më të sigurt, më të lehtë dhe më efikase, njerëzimi çdoherë ka kërkuar materiale të reja. Ekspertët e ndryshëm ballafaqohen me materiale të ndryshme gjatë procesit të zgjedhjes, dizajnit dhe përpunimit të detaleve dhe konstruksioneve të ndryshme. Është e domosdoshme që zgjedhja e materialeve të bëhet në mënyrë të drejtë, dhe me saktësi duhet të analizohen përparësitë dhe të metat e tyre. Në institucionet kërkimore – hulumtuese, prioritet ka hulumtimi i materialeve, sepse materialet janë bazë e zhvillimit të teknologjive të reja.

Përparimi i materialeve është ngushtë ti lidhur me zhvillimin e shoqërisë njerëzore, andaj ne i njohim disa epoka (kohë) të zhvillimit të njerëzimit të cilat janë emëruar sipas llojit të materialeve. Nga ato materiale janë punuar vegla, zbukurime, armë dhe pajisje të tjera të nevojshme për jetën e atëhershme. Kështu janë paraqitur:

- a) koha e gurit – 100 000 deri 10 000 vjet para lindjes së Krishtit
- b) koha e bakrit – 4000 vjet para lindjes së Krishtit
- c) koha e bronzit - 3000 vjet para lindjes së Krishtit
- d) koha e hekurit – 1500 vjet para lindjes së Krishtit

Afërsisht 4000 vjet para lindjes së Krishtit, njeriu ka zbuluar se me nxehjen me thëngjill guri të disa mineraleve përfitohet bakri.

Metalet e buta: ari, bakri, kallaji, zinku dhe argjendi kanë qenë të arritshme edhe për njerëzit e kohës së drurit, sepse ato gjendeshin në sipërfaqe të tokës. Përveq kësaj edhe ndarja e papastërtive dhe përpunimi i tyre ka qenë i lehtë. Në këto kohë, hekuri ka qenë i rrallë, andaj edhe i kushtueshëm. Është përdorë për punimin e stolive të ndryshme. Një ndër stolitë më të vjetra të punuara nga hekuri është gjetur në Piramidën e Madhe (Egjipt) që daton nga koha rreth 2900 vjet para lindjes së Krishtit. Një kohë të gjatë, dhe deri rreth 1000 vjet para lindjes së Krishtit stolitë zbuluese nga hekuri kanë qenë më të shtrenjta se stolitë nga ari, sepse ato ishin nga hekuri i meteorëve – *copa të meteorëve të rënë në tokë.*

Thuhet se koha e hekurit fillon me prodhimin e hekurit në Azinë e Vogël 1500 vjet para Lindjes së Krishtit. Koha e hekurit në Evropë vjen pas kohës së bronzës, pas vitit 1000 para Lindjes së Krishtit. Deri në shekullin 13 prodhohej hekuri i varfër me karbon për farkëtim; prej shekullit 14 fillon shkrirja dhe derdhja e hekurit; prej shekullit 16 bëhet shkrirja në furnalata; pas shekullit 18 fillon prodhimi i çelikut nëpërmjet fryrjes dhe prej shekullit 20 prodhohen çeliquet e lidhura.

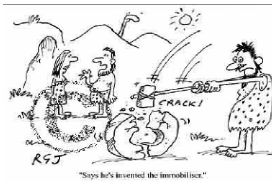
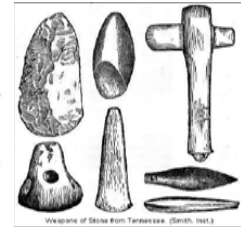
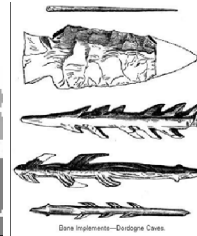
Deri në gjysmën e shekullit 18, druri, guri natyror dhe qeramika kanë qenë konstruksionet më të rëndësishme konstruktive. Me zbulimin e makinave me avull, makinave për përpunim, lokomotivës, binarëve etj., u rrit në mënyrë të shpejtë nevoja për prodhimin e gizës dhe çelikut. Në gjysmën e dytë të shekullit 18 filloj përfitimi i çelikut me metodat e Bessemerit dhe Martin. Ky material konstruktiv shkaktonte një industrializim dhe përparim të shoqërisë njerëzore në aspektin teknik, ekonomik dhe social.

Prej atëherë e deri tani janë zbuluar me qindra lloje të materialeve të reja, si: hekuri i derdhur, masat plastike, elastomeret, materialet kompozite, materialet gjysmëpërçues etj. Zhvillimi i materialeve është aq i shpejtë sa që lirisht mund të thuhet për “revolucionin e materialeve”. Konstruktori ka në diskutim më tepër se 70 mijë lloje materialesh (70 000-100 000).

Koha e gurit (100 000 deri 10 000 vjet para lindjes së Krishtit)

Përdorimi i materialeve të ndryshme për vegla është i lidhur ngusht me fillimin e civilizimit njerëzor.

Hulumtimet arkeologjike tregojnë se veglat e para primitive kanë qenë nga druri, guri, lëkura dhe kockat e shtazëve.



Ari dhe koha e bakrit

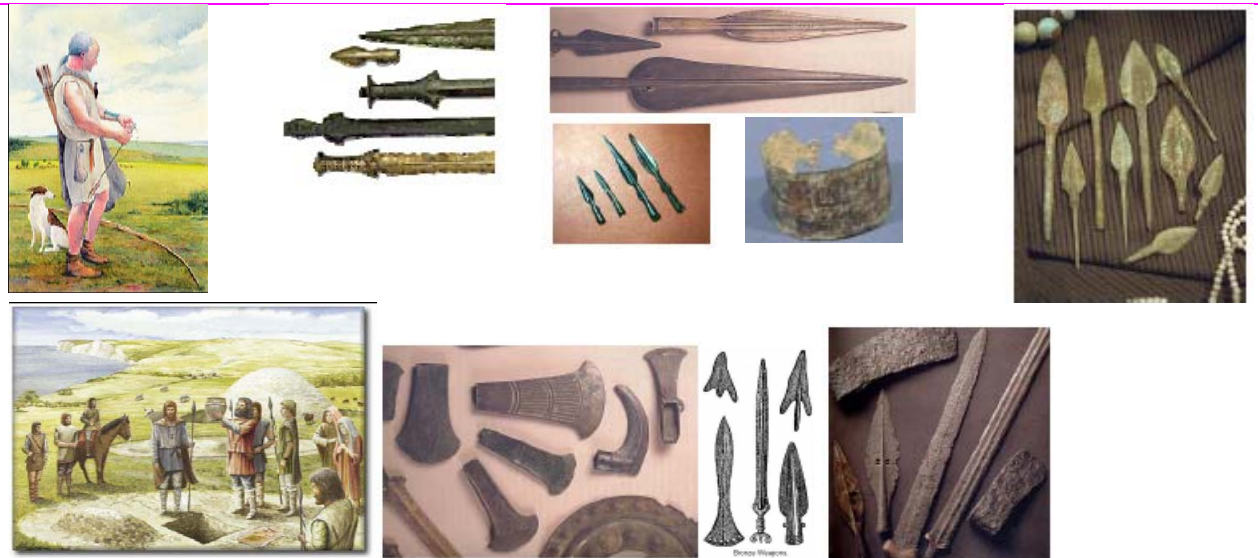
Njerëzit, së pari e kanë zbuluar arin, dhe atë shumë më heret se zjarrin.

Zbulimi i zjarrit ka mundësuar që pluhuri i arit të shkrihet në një copë ose më vonë me anë të derdhjes në kallëpe (forma) të dheut të fitohen detale të ndryshme. Kjo epokë e lindur pas epokës së gurit nga njëherë quhet "epoka e arit". Pas arit është zbuluar bakri e më pas farkëtimi si metodë e përpunimit të tij (koha e bakrit").



Koha e bronzit (8000 deri 3000 vjet para lindjes së Krishtit)

Më vonë me shkrirjen e bakrit dhe kallajit është fituar bronza, e cila paraet një lidhje shumë të rëndësishme. Për rëndësinë e kësaj lidhjeje flet edhe fakti se e tërë epoka e cila ka zgjatur 5000 vjet është quajtur "koha e bronzit".



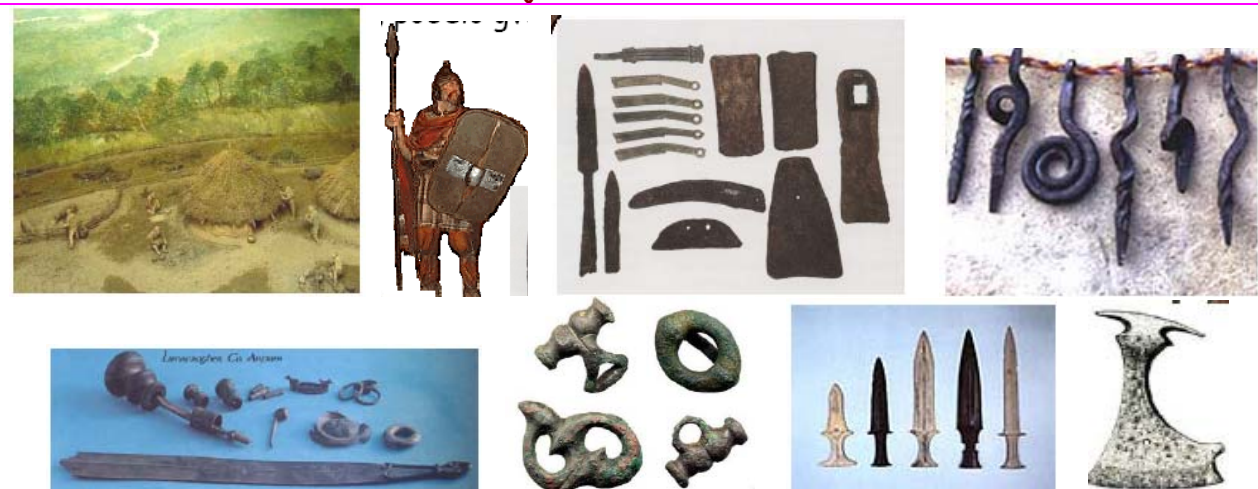
Koha e hekurit (prej 3000 vjet para lindjes së Krishtit)

Metalet e buta: ari, bakri, kallaji, zinku dhe argjendi kanë qenë të arritshme edhe për njerëzit e kohës së drurit, sepse ato gjendeshin në sipërfaqe të tokës. Përveq kësaj edhe ndarja e papastërtive dhe përpunimi i tyre ka qenë i lehtë. Në këto kohë, hekuri ka qenë i rrallë, andaj edhe i kushtueshëm. Është përdorë për punimin e stolive të ndryshme.

Një ndër stolitë më të vjetra të punuara nga hekuri është gjetur në Piramidën e Madhe (Egjipt) që daton nga koha rreth 2900 vjet para lindjes së Krishtit.

Një kohë të gjatë, dhe deri rreth 1000 vjet para lindjes së Krishtit stolitë zbukuruese nga hekuri kanë qenë më të shtrenjëta se stolitë nga ari, sepse ato ishin nga hekuri i meteorëve - *copa të meteorëve të rënë në tokë*.

Andaj konsiderohet se diku rreth 1000 vjet para lindjes së Krishtit ka filluar koha e hekurit e cila vazhdon e sot e kësaj dite.



Sipas disa analizave është konstatuar se hekuri dhe lidhjet e tij më së tepërmi përdoren.
(tabela 1)

Tabela 1 Prodhimi botëror i metaleve kryesore

METAL (angl.)	Prodhimi, x 1000 ton
Çeliku (steel)	1 217 000
Hekuri i pa përpunuar (pig iron)	761 000
Alumini (aluminium)	250 649
Bakri (Copper)	14 900
Mangani (manganese)	10 700
Kromi (chromium)	16 400
Plumbi (lead)	6 200
Nikeli (nickel)	1 500
Kallaji (tin)	260
Urani (uranium)	49
Argjendi (silver)	20,3
Ari (gold)	2,43

TEKNOLOGJIA E MTRIALEVE

Hyrje

Teknologjia është shkencë e cila e studion veprimtarin e njeriut, për shndërrimin e materialeve natyrore në lëndë tjera të nevojshme. Kjo veprimtari e njeriut dallohet nga sisorët (bota shtazore). Teknologjia lindi baras me njerëzimin, përveç materialeve, studion edhe mënyrën e përpunimit të tyre si dhe mjetet për përpunim. Në bazë të vetive të materialeve teknologjia ndahet në:

- 1. Teknologjinë e metaleve.**
- 2. Teknologjinë e jometaleve**
- 3. Teknologjinë e ujërave dhe lëndëve djegëse dhe lyerëse**

1. Teknologjia e metaleve ndahet në:

- ❖ Teknologjinë e hekurit dhe lidhjeve të tij.
- ❖ Teknologjinë e metaleve me ngjyra dhe lidhjeve të tyre.

2. Teknologjia e jometaleve ndahet në:

- ❖ Teknologjinë e drurit
- ❖ Teknologjinë e materialeve plastike - polimere
- ❖ Teknologjinë e lëkurës
- ❖ Teknologjinë e gomës
- ❖ Teknologjinë e xhamit
- ❖ Teknologjinë e ngjyrave
- ❖ Teknologjinë e letrës
- ❖ Teknologjinë ushqimore etje.

3. Teknologjia e ujërave dhe e lëndëve djegëse dhe lyerëse ndahet:

- ❖ Teknologjinë e ujërave
- ❖ Teknologjinë e lëndëve djegëse
- ❖ Teknologjinë e lëndëve lyerëse.

Ndarja e teknologjisë që u paraqit më lartë nuk duhet të merret si e prerë, sepse në të shumtën e rasteve, e sidomos gjatë përpunimit të metaleve, ndodh që disa nga teknologjitë e përmendura të marrin pjesë në proceset e përfitimit të lëndëve, p.sh.

Në teknologjinë mekanike përfshihen teknologjia e metaleve, teknologjia e drurit, teknologjia e materialeve plastike.

Teknologjia, sipas ndryshimeve që pësojnë metalet gjatë procesit të përpunimit të tyre, ndahen:

- ❖ **Teknologjinë mekanike**- e cila, kryesisht, studion ndryshimet fizike të metaleve gjatë përpunimit.
- ❖ **Teknologjinë kimike** – e cila studion ndryshimet kimike të metaleve gjatë përpunimit.

Kjo ndarje nuk konsiderohet si e prerë, sepse gjatë procesit të përpunimit të metaleve, ndryshimet fizike dhe kimike janë në lidhmëni të ngushtë. Pra ndryshimet fizike shpjegohen përmes atyre kimike dhe anasjelltas. Në përgjithësi teknologjia e metaleve dhe në veçanti teknologjia e hekurit, në vete përmbajnë vlera teorike dhe praktike të cilat janë të aplikueshme në ndërtimin e pjesëve makinerike dhe makinave në përgjithësi. Duke i njohur vetit teknologjike dhe mekanike, të metaleve, konstruktorit i mbetet të përcaktohet për zgjedhjen e metalit i cili i plotëson kushtet për ndërtimin e makinave dhe pjesëve të saj.

1. MATERIALET DHE NDARJA E TYRE

1.1. ÇKA JANË MATERIALET ?

Materiale quhen materiet e ngurta, të lëngëta dhe të gazta që përdoren për ndërtimin e detaleve, konstruksioneve, ndërtesave, ngasje dhe mirëmbajtje. Materialet që përdoren për ndërtimin e detaleve dhe bashkësive të ndryshme të konstruksioneve, zakonisht janë të ngurta dhe quhen materiale teknike ose konstruktive (materialet ndërtimore, inxhinierike, elektroteknike, speciale). Nga këto ndërtohen makina, ndërtesa, por po ashtu edhe pjesë të trupit të njeriut si implantante ose për realizimin e vizioneve artificiale. Materialet e ngurta, lëngëta dhe gazta që përdoren për ngasje dhe mirëmbajtje të makinave apo impianteve të ndryshme quhen *materiale të repartit* (thëngjilli, nafta, yndyrat, ajri).

Fizika e trupave të ngurtë, kimia fizike dhe disa pjesë të veçanta të këtyre shkencave - si kristalografia - kanë për detyrë ti kërkojnë dhe studiojnë lidhjen, ndërtimin dhe vetitë e këtyre materialeve. Te ato nuk është detyrë parësore shfrytëzimi teknik i vetive por rritja e njohurive tona për shkaqet dhe arsyet atyre vetive. Vetitë e tilla fizike janë p.sh. përçueshmëria elektrike dhe termike, dendësia, temperatura e shkrirjes, elektriciteti, aftësia për deformim plastik dhe aftësia për reaksione kimike.

Në disa raste një veti e veçantë fizike mund ta bëjë një materie të ngurtë shumë të përdorshme: p.sh. përçueshmëria e lartë elektrike e bakrit të pastër është bazë e përdorimit të më shumë se 50% e këtij elementi. Por në të shumtën e rasteve duhet të bashkohen më shumë veti në një optimum: për konstruksione që qëndrojnë në tokë, në bazë të qëndrueshmërisë së tyre në shtypje, betoni është materiali më i përshtatshëm. Nëse paraqiten sforcime në tërheqje atëherë çeliku do të jetë materiali më i përshtatshëm për shkak të qëndrueshmërisë së tij të lartë në tërheqje. Përkundër kësaj në rast të konstruksionit të aeroplanit, vendosin marrëdhëniet ndërmjet qëndrueshmërisë ndaj dendësisë, kështu që dendësia e ulët e aluminit (Al), është vendimtare për vetitë e këtyre materialeve. Nëse aeroplanët duhet të fluturojnë me shpejtësi të madhe (> 3 Mach), atëherë nëpërmjet fërkimit me ajrin, mbështjellësi i jashtëm do të nxehet deri në 300°C. por meqë lëgurat e Al janë të qëndrueshme vetëm deri në 200°C, parakusht për këtë lloj aeroplanësh ka qenë zbulimi i lëgurave të titanit. Këto kanë dendësi të ulët dhe tregojnë qëndrueshmëri të mjaftueshme deri më 400°C.

1.2. NDARJA E MATERIALEVE TEKNIKE

Materialet mund të ndahën në tre grupe të mëdha sipas vetive të tyre karakteristike (fig.1.): **metalike**, **qeramike**, dhe **materiale polimere** (ose materialet sintetike).

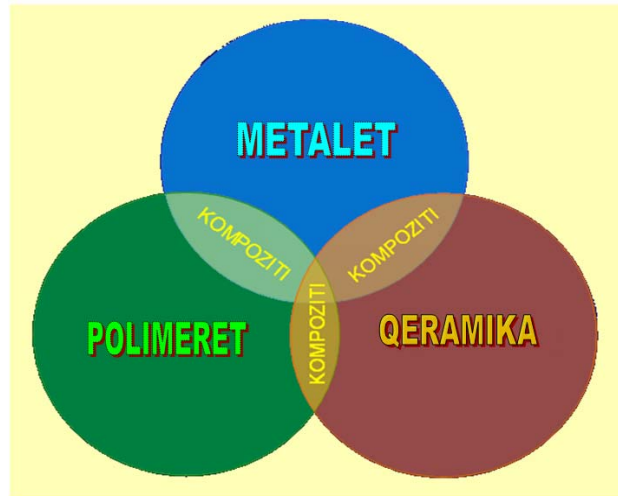


Fig.1. Ndarja e materialeve

Metalet janë përques të mirë të elektricitetit, e reflektojnë dritën, në temperatura të ulta mund të deformohen në mënyrë plastike dhe në të shumtën e rasteve kimikisht nuk janë aq të qëndrueshme.

Në këtë grup bëjnë pjesë:

Materialet metalike me bazë hekuri

- hekuri i derdhur
- hekuri i derdhur i bardhë
- gizë e hirtë
- gizë e shtalbët (nodulare)
- giza e temperuar
- çeliqet për konsruksione
- çeliqet e zakonshme konstruktive
- çeliqet me fortësi të rritur
- çeliqet për përmirësim
- çeliqet për susta
- çeliqet për çimentim
- çeliqet për automate
- çeliqet rezistuese ndaj korrozionit
- çeliqet për punë në temperatura të larta
- çeliqet zjarrdruuese
- çeliqet me shtalbësi të madhe për punë në temperatura të ulta
- çeliqet me veti speciale

- çeliqet për vegla
- çeliqet për punë në të ftohtë
- çeliqet për punë në të nxehtë
- çeliqet shpejtëprerës

Metalet metalike johekurore dhe lidhjet e tyre

- Lidhjet e aluminit (Al-lidhjet)
- Lidhjet e bakrit (Cu-lidhjet)
- Lidhjet e nikelit (Ni-legurat)
- Lidhjet e magnezit (Mg-lidhjet)
- Lidhjet e zinkut (Zn-lidhjet)
- Lidhjet e kobaltit (Co-lidhjet)

Materialet qeramike janë përqes të dobët elektrik, shpesh të tejdukshëm, nuk mund të deformohen në mënyrë plastike dhe shpesh kimikisht shumë të qëndrueshëm, ato shkrihen në temperature të larta.

Në këtë grup bëjnë pjesë:

- Qeramika okside
- Qeramika jookside




Materialet polimere janë përqes të dobët të elektricitetit, të brishtë në temperatura të ulta, por në temperatura të larta mund të deformohen në mënyrë plastike, kimikisht të qëndrueshëm në ajër në temperatura të mjedisit, kanë një dendësi të ulët dhe shkrihen ose zbërthehen në temperatura relativisht të ulta.

Në këtë grup bëjnë pjesë:

- **Termoplasti**
- **Duroplast**
- **Goma**

Materialet kompozite mund të konsiderohen shpesh si grup i veçantë i materialeve që fitohen me kombinimin e së paku dy materialeve me veti të ndryshme. Kështu fitohen materialet me veti të reja, të cilat i kapërcejnë vetitë e pjesëve përbërëse të veçanta. Materialet kompozite janë si p.sh. materialet e përforcuara me fibra të cilat përmbajnë një fibër të hollë shumë solide por e brishtë në një masë themelore më të butë por duktile, ose betoni me çelik, në të cilën në ndonjë konstruktion, çeliku i pranon sforcimet në tërheqje, kurse betoni sfrocimet në shtypje, por edhe materialet sipërfaqja e të cilave për tu mbrojtur nga korozioni veshet me shtresa mbrojtëse. Sikur që është dhënë në **fig.2.0**. ekzistojnë edhe grupet e materialeve të cilat mund të vendosën në mes të këtyre grupeve: gjysmëpërquesit (inorganik) si materiale të elektronikës gjendet ndërmjet metaleve dhe materialeve qeramike, silikonet të cilat prodhohen si vaj gome ose rrëshirë, mund të vendosën ndërmjet materialeve qeramik dhe atyre artificiale. Materialet kompozite fitohen me kombinimin e materialeve të grupeve të ndryshme por edhe prej grupeve të njëjta.

Në këtë grup bëjnë pjesë:

-  **Kompozitet me rrjetë (matricë) metalike**
-  **Kompozitet me rrjetë (matricë) polimere**
-  **Kompozitet me rrjetë (matricë) qeramike**

Tre grupet e materialeve dallohen parimisht nëpërmjet ndërtimit të atomeve të tyre.

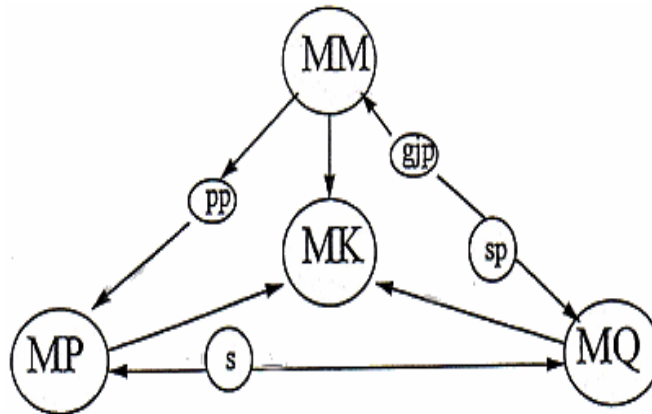


Fig.2.0. Katër grupet e materialeve. Materialet kompozite përbëhen kryesisht prej komponentëve të grupeve të ndryshme. Gjysmëpërçuesit dhe silikonet nuk mund të përfshihen në kuadër të këtyre katër grupeve.

MM – metale: lidhja metalike, MQ – qeramika: lidhja kovalente, MP – polimeret: molekulat vargore, MK – kompozite: kombinimi i materialeve të ndryshme, pp – polimeret përçuese, gjp – gjysmëpërçuesit, sp – superpërçuesit, s – silicone.

1.3. Ndërtimi atomar dhe molekular i materialeve

Atomat e metaleve synojnë një paketim mundësish sa më të dendur të sferave. Këtyre iu përgjigjet një rregullim i shtresave të atomeve siç është dhënë në **fig.3.0.a**, të cilat janë paketuar ashtu që shtresa e ardhshme gjendet në boshllëkun nën të. Një rrjet e tillë e atomeve krijon një kristal, gati të gjitha metalet janë kristallore.

Elementet themelore për ndërtimin e materialeve qeramike janë komponime inorganike, më së shpeshti komponime atome-sh-oksigen. Kështu të SiO_2 çdo jon i Si është i rrethuar me katër atome O, të cilat qëndrojnë në kulmet e tetradrit si fqinjë. Nëpërmjet përsëritjes periodike të këtij rregullimi formohet një kristal në këtë rast kuarci (**fig.3.0.b**).

Por po ashtu materialet qeramike elementet atomare themelohen në rrjetë mund të vendosën në mënyrë të parregullt. Për të arritur një gjë të tillë është ftohja e shpejt e gjendjes së lëngët (e shkrirë). Me këtë rast krijohet qelqi i zhavorrit **fig.3.0.c**.

Materialet tjera të grupit të qeramikës p.sh. porcelani, tullat e zjarrduruese, çimentoja, përbëhen kryesisht prej shumë kristaleve shumë të imta, prandaj nuk janë të tejdukshme.

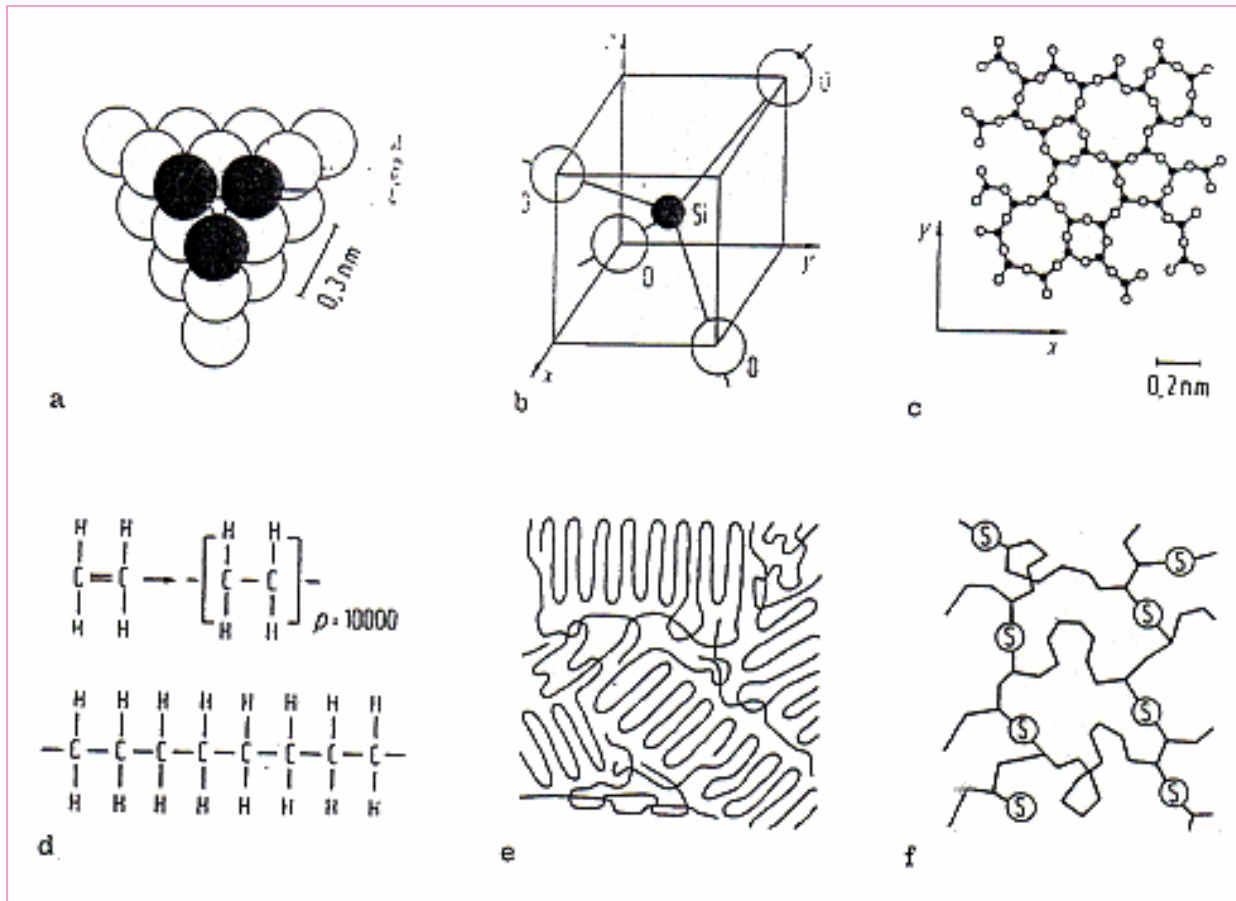


Fig.3.0.a-f - Ndërtimi atomar dhe molekular i materialeve.

a – Metalet përmbajnë atome të rregulluara në kristale dhe kryesisht me paketime të dendura të sferave. Figura tregon rrafshet që gjenden njëri mbi tjetrin ($A < B < C$). Këto struktura kanë kristalet e Au, Ag, Cu, Al, Ni.

b – Atomet e materialeve qeramike shpesh nuk janë të paketuara aq dendur. Në kompozimin e SiO_2 gjendet një atom i Si në mes të çdo tetraedri, këndet e të cilit janë të zëna me atome të oksigjenit. Nëse ky rregullim vazhdon në hapsirë, prej kësaj fitohën kristali i kuarcit.

c – Struktura e qelqit përbëhet prej një rrjete të parregullt të grupeve të atomeve që tregohen në paraqitjen dydimensionale (shembull B_2O_3).

d – Elementet e ndërtimit të materialeve polimerike janë vargjet e molekulave, të cilat krijohen nëpërmjet polimerizimit. Monomeri eilen p.sh. polimerizohet në polietilen. Sipër djathtas është shënuar shkurtimisht se molekula e polimerit krijohet prej p monomereve.

e – Vargjet e molekulave në polimeret termoplastike rrinë të palidhura njëra pran tjetrës. Këto mund të kristalizohen ose mund të jenë të parregullta. Shpesh qëndrojnë të dy gjendjet njëra pas tjetrës.

f – Në materiet e llojit të gomës, vargjet e molekulave krijojnë një rrjetë të lirë (zgjidhur) që p.sh. lidhet gjatë vullkanizimit me atome të sulfurit.

Kështu monomeri i etilenit në gjendje të gazët (C_2H_4) nëpërmjet polimerizimit kalon në polimerin e ngurt $[-C_2H_4-]$ polietilen (PE) (fig.3.0.d). polimeret në formë të vargjeve mund të përmbajn $p = 10^3$ deri 10^5 monomere. Kjo iu përgjigjet fibrave të cilat janë të gjata rreth 10^{-3} cm. në temperaturën e mjedisit këto vargje shtresohen ose si nyjëzim të parregullta (si qelq) ose të paluara si kristal.

Shumica e materialeve polimerike përbëhen prej një përzierje të strukturës së qelqit dhe kristalit. Në temperature më të larta pjesa e qelqit merr formën e brumit, dhe kështu material artificiale mund të deformohët në mënyrë plastike. Nocioni “materialet artificiale” për këtë grup të materialeve, në gjuhën tonë ka fituar të drejtën e qytetarit edhe pse ai nuk është mjaft i logjikshëm.

Edhe të gjitha materialet tjera pra edhe të gjitha metalet, prodhohen në “mënyrë artificiale”. Një shprehje më e mirë do të ishte “materialet polimerike” të cilat këtu kanë të njëjtën domethënie si materialet artificiale por që i përfshin edhe elastomeret (gomën).

Pra egzistojn dy mundësi për rregullimin atomar ose molekular të gjitha materialeve të ngurta: parregullsi maksimale në qelq dhe rregullësi maksimale në kristal (fig.3.0). materialet kristalore në të shumtën nuk përbëhen vetëm prej një kristali por prej grumbulli të madhë të kristaliteve shumë të imta ndërmjet të cilave qëndrojnë kufijt ndërkokrrizor.

Ndarja e parë merr parasysh rolin e vaçantë tradicional të metaleve, përkundër të cilave ndodhen jometalet. Në grupin e metaleve numërohen si metalet e pastra ashtu edhe lëgurat. Skema e materialeve bëhet e plotë nëpërmjet materialeve natyrore. Prej metaleve, jometaleve dhe materialeve natyrore mund të fitohen materialet kompozite (fig.4.0).

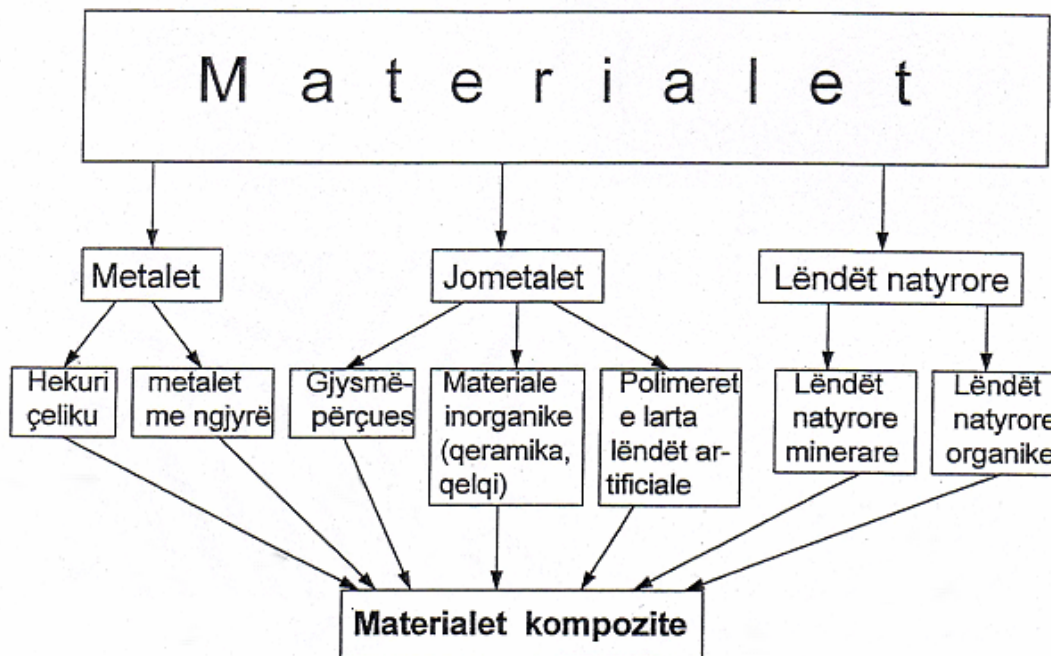


Fig.4.0 - Ndarja e materialeve.

a) Grupi i materialeve të hekurit, dallohet nëpërmjet rëndësisë së tyre tekniko ekonomike, në grupin qëndror të materialeve metalike.

Pjesa përbërëse e tyre është hekuri, i cili si hekur i pastër e ka vetëm rëndësi të kufizuar teknike (si material magnetik). Ndryshe shumëllojshmëria e materialeve të hekurit është e mundur duke u bazuar pjesërisht në ndryshimet kualitative dhe pjesërisht në ndryshimet kuantitative, të cilat i pëson hekuri nëse përmban karbon.

Këtu bëjmë fjalë për sistemin prej dy materieve hekuri – karbon, si bazë për këtë grup të materialeve.

Prej tij dallohen:

- Giza (me përmbajtje të karbonit prej 2 deri 6 % peshore).
- Çeliku (me përmbajtje të karbonit prej 0.03 deri 2% peshore).

Si giza ashtu edhe çeliku përmbajnë sipas rregullës edhe pjesë tjera përbërëse si: Si; Mn; Ni; Cr; Mo; nëse pjesa e tyre kapërcen vlerën për 5% atëherë kemi të bëjmë me çelique të lidhura (p.sh. “çeliku fisnik i pakorodueshëm” me 18% Cr dhe 8% Ni).

b) Materialet me ngjyra. Në pikëpamje kimike këtu përfshihet një pjesë e madhe e elementeve të sistemit periodik. Këtu mund të përmendet edhe nëngrupi i këtyre elementeve:

- Metalet e lehta (Be, Mg, Al, dhe legurat e tyre).
- Metalet fisnike (Ag, Au, Pt, Rh dhe legurat e tyre).
- Metalet me temperature të larta të shkrijës (Ë, Ta, Nb...).

Përveç kësaj, nëngrupe formojnë elementet të cilat kanë veti të ngjajshme ose janë me rëndësi tekniko – ekonomike:

- Bakri dhe lidhjet e bakrit.
- Plumbi, kallaj dhe zinku.
- Titani, cirkoniumi dhe shumë të tjerë.

Në grupin e lidhjeve të bakrit bëjnë pjesë pjesërisht edhe fillet e histories së hershme, bronzat (Cu-Sn; në kohën e re bronza e beriliumit Cu-Be) dhe tunxhi (Cu-Zn) që kanë emrat e vetë të lidhjeve.

c) Gjysëpërquesit zënë një vendë të ndërmjetshëm në mes të metaleve dhe jometaleve: Si, dhe Ge, si dhe ata me struktur të ngjajshme, të ashtuquajturit komponimet e grupit të III – V si Galimarsedini (GaAs) dhe idniumantimoniti (InSb). Meqë nuk e kanë përqueshmërin metalike, këto nuk mund të futën në grupin e metaleve.

d) Materialet jometalike inorganike – është një emërtim relativisht i ri, se a do të aprovohet kjo do të tregojë ardhmja. Lëmia “qelqi dhe qeramika” mbulon pjesën më të madhe të këtij grupi të materialeve. Kjo përmban lloje të ndryshme të materialeve:

- Qelqi (posaqërisht në bazë të SiO_2).
- Qeramika silikate (porcelain, lloje qeramike etj).
- Oksidqeramika (oksidet e aluminit, ferritet ndër të tjera për paisje elektronike, dioksidi i uranit si material bërthamor).
- Materialet ndërtimore dhe mjetet lidhëse (tjegullat, betoni, guri gëlqeror, çimentojs).
- Grafiti dhe thëngjilli artificial.

e) Materialet artificiale. Të gjitha materialet e përmendura gjerë më tani në të vërtet mund të numërohen në grupin e materialeve artificiale; sepse këto nuk gjenden sit ë tilla në natyrë. Materialet artificiale janë në të vërtet të gjitha polimerete larta të fituara në mënyrë sintetike.

Këtu bëjnë pjesë:

- Elastomeret (elastet; materialet artificiale të ngjashme me gomën).
- Teroplastet (materialet artificiale që mund të zbutën termikisht në mënyrë reversibile).
- Duroplastet (materialet artificiale i reversibile që mund të formësohen; nuk mund të zbutën në të nxehtë).

f) Lëndët natyrore minerare. Përfaqësues me rëndësi të lëndëve minerare natyrore-nëse mund të përdorën si materiale janë:

- Asbesti (fije natyrore të padjegshme).
- Liskuni (mund të ndahet deri në pllakëza të holla).
- Safiri, Rubini, Diamanti (si materialet sot fitohen kryesisht në mënyrë sintetike)
- Guri natyror (guri kuarcor, granite, mermeri).

g) Lëndët natyrore organike. Materiet më të rëndësishme natyrore organike që përdorën si materiale janë:

- Druri.
- Kauçuku.
- Fijet natyrore.

Roli i shkencës së materialeve në zhvillimin, përpunim dhe përdorim të materialeve është treguar në **figurën 5.**

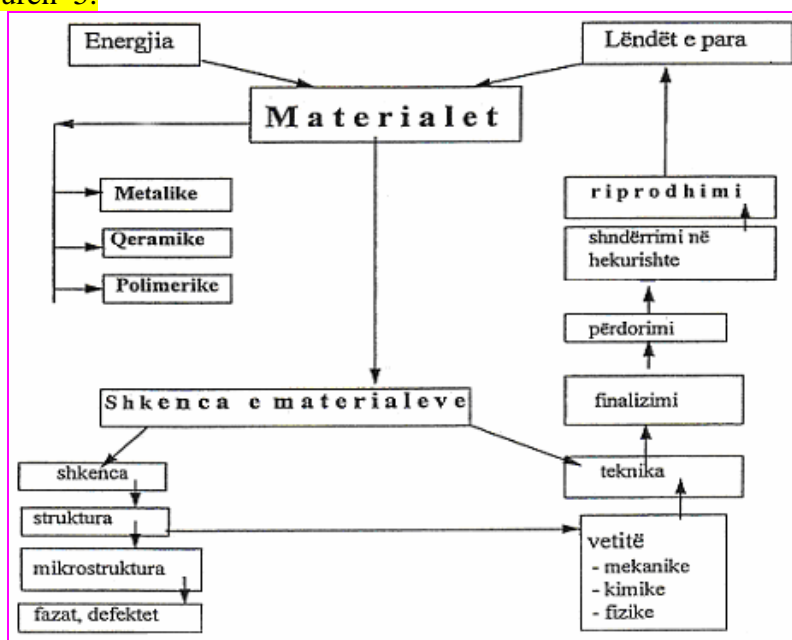


Fig.5. Roli i shkencës së materialeve

1.4. Përdorimi i materialeve

1.4.1. Përdorimi i materialeve në hekurore dhe i lidhjeve të tyre

Shembuj tipik të zbatimit janë: boshtet me gunga dhe boshti brylor i motorëve, këmishat e cilindrave të motorëve dhe kompresorëve, pistonetat, dhëmbëzorët, kapakët e kushinetave rrëshqitëse, rotorët e pompave.

Gjithashtu mund të punohen edhe:

- ✓ mbajtësit e veglave të makinës,
- ✓ shtëpizat e motorëve dhe reduktorëve,
- ✓ këmishëzat e cilindrave, degët dhe gishtrinjtë e pistonave,
- ✓ anëtarët e radiatorëve,
- ✓ papuqet e frenave të vagonave,
- ✓ kallëpet për xhama,
- ✓ pjesë për makinat bujqësore.

Në vazhdim do të tregohen disa prodhime nga giza (fig.1.1-1.3)

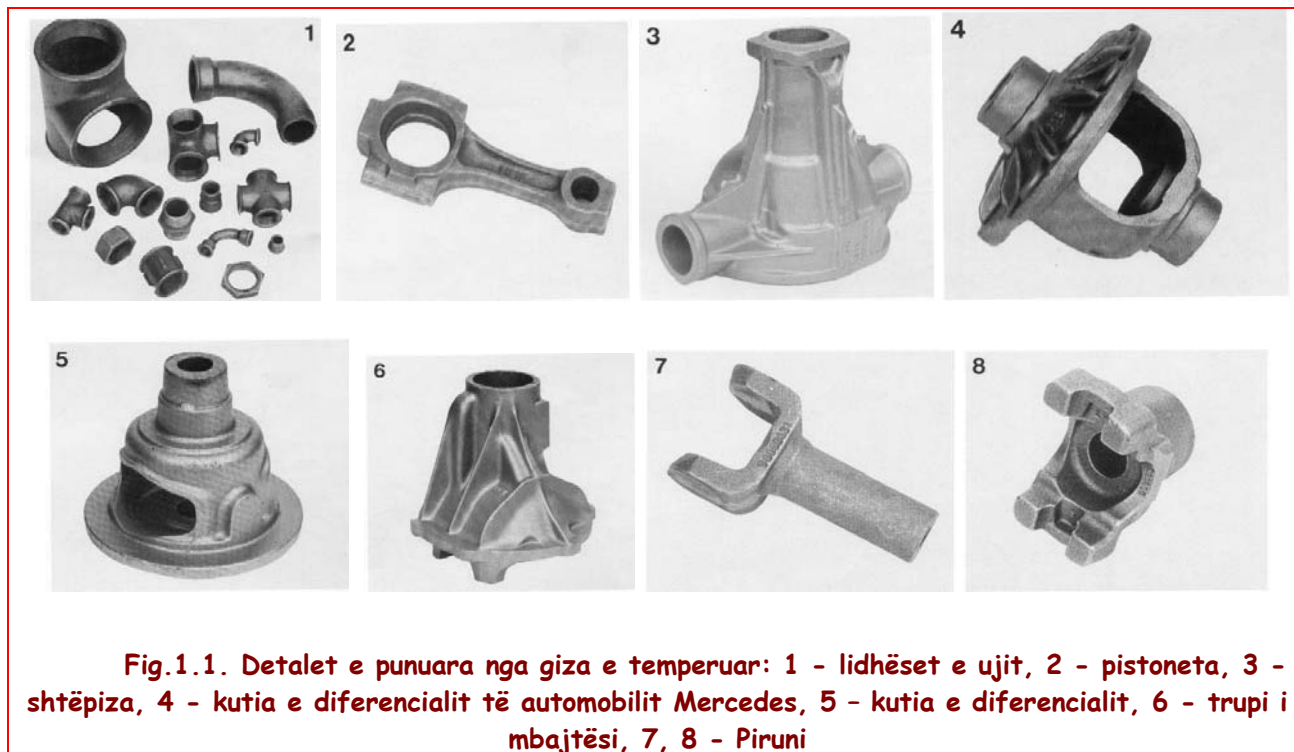


Fig.1.1. Detalet e punuara nga giza e temperuar: 1 - lidhëset e ujit, 2 - pistoneta, 3 - shtëpiza, 4 - kutia e diferencialit të automobilin Mercedes, 5 - kutia e diferencialit, 6 - trupi i mbajtësi, 7, 8 - Piruni

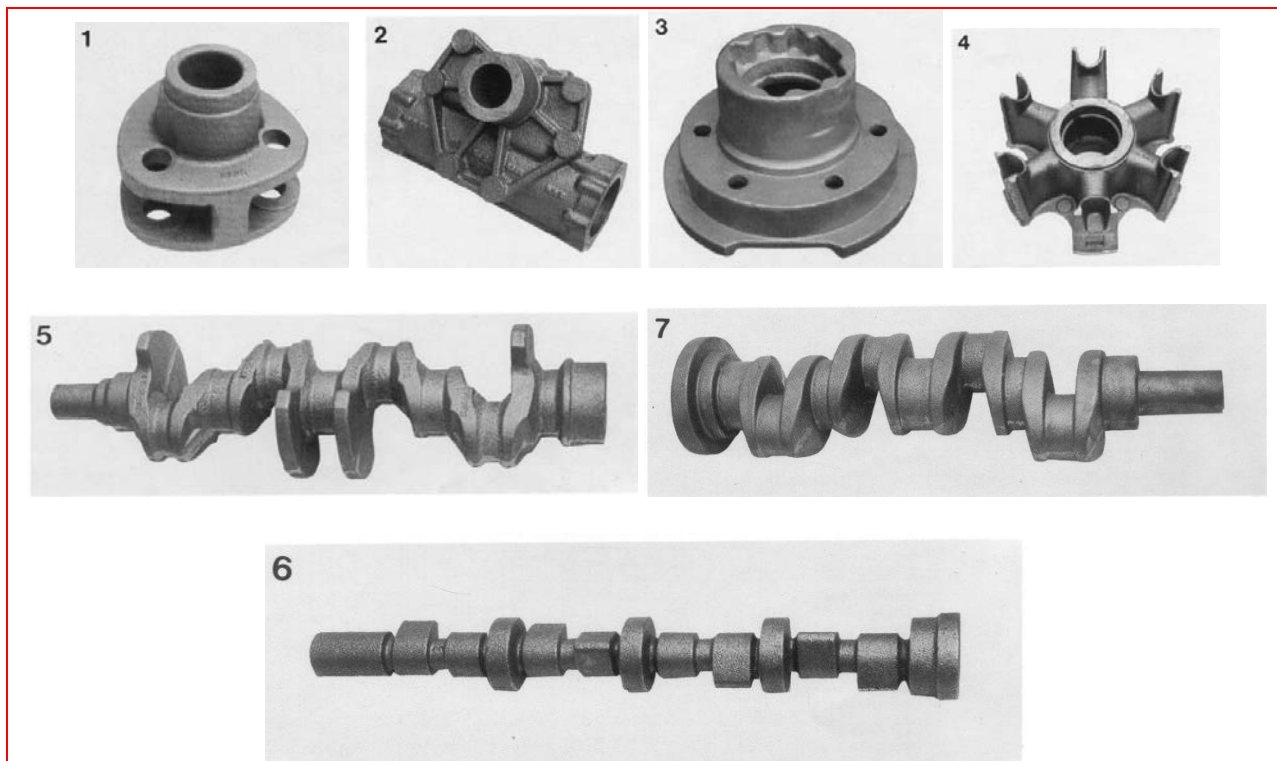


Fig.1.2. Detalet e punuara nga giza sferoidale: 1 - mbajtësi i dhëmbëzorëve planetarë, 2 - shtëpiza, 3 - mocoja, 4 - mocoja yllëzore, 5, 7 - boshti me bërryla, 6 - boshti me gunga



Fig.1.3. Detalet e punuara nga giza e hirtë: 1 - tamburi i frenave, 2 - bazamenti i makinës, 3 - kutia e ndërruesëve të shpejtësive

1.4.2. Përdorimi i metaleve johekuore dhe i përlidhjeve të tyre

Metalet johekur dhe përlidhjet e tyre kanë një përdorim shumë të madh në industri. Nga këto punëhen detale të cilat përdoren në amvisni, industri automobilistike, aeronautikë, industrinë e aeroplanëve, industrinë ushqimore, etj.

Në vazhdim do të tregohen disa raste të përdorimit të këtyre metaleve (fig.1.4-1.9).

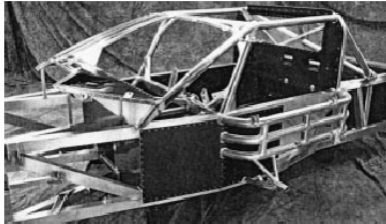


Fig. 1.4. Korniza bartëse e automobilit e punuar nga alumini

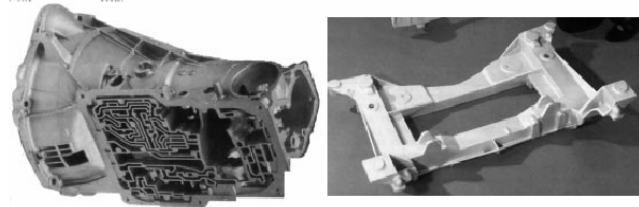


Fig. 1.5. Disa detale të ndërlikuara të punuara nga përlidhjet e aluminit



Fig.1.6. Detale të punuara nga materialet e ndryshme inxhinierike që përdoren në industrinë automobilistike



Fig. 1.7 Detale që përdoren në industrinë e ndërtimit të makinave

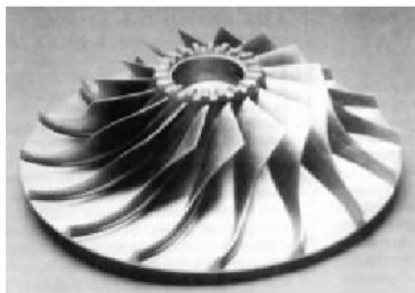


Fig. 1.8. Propeleri i turbinës së aeroplanit i punuar nga lidhja e aluminit

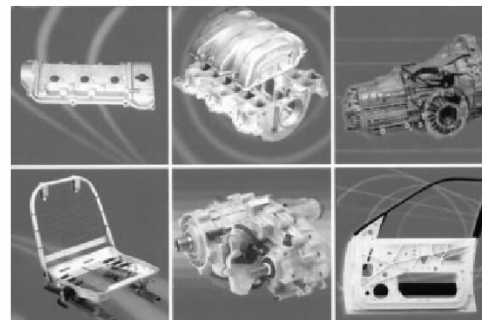


Fig. 1.9. Shembuj të përdorimit të materialeve inxhinierike

1.5. MATERIALET JOMETALIKE

Materialet polimere – Masat plastike

Masat plastike janë materiale, përbërësit kryesorë të të cilave ndërtohen prej përlidhjeve organike makromolekulare, që fitohen me procesin e sintetizimit ose me transformimin e prodhimeve natyrore. Plastmasat nën veprimin e temperaturës dhe presionit kalojnë në gjendje plastike dhe mund t'u jepet forma e dëshiruar.

Masat plastike nuk janë më vetëm zëvendësim i thjeshtë i materialeve natyrore por edhe materiale për konstruksione në elektroteknikë, makineri, ndërtimtari, transport dhe sektorë të tjerë të ekonomisë.

1.5.1. Vetitë e masave plastike

Masat plastike kanë një varg vetish, të cilat materialet klasike, p.sh. jometalet, nuk i kanë. Këtu mendohet në vetitë e mira, të volitshme dhe pjesërisht të pavolitshme.

Vetitë e mira të masave plastike në krahasim me jometalet janë :

- dendësia e vogël (pesha specifike) përafërsisht 0,92- 1,9 g/cm³
- veti të mira izoluese elektrike,
- përçueshmëri e vogël e nxehtësisë, d.m.th. veti të mira për izolime termike,
- qëndrueshmëri të mirë ndaj ndryshkut (korozionit), thartirave, bazave dhe pjesërisht ndaj tretësve, mbrojtja sipërfaqësore nuk është e nevojshme sikur te metalet,
- nuk kanë ndikim të dëmshëm fiziologjik, janë pa shije dhe pa erë,
- përpunohen me lehtësi me përpunim me prerje dhe pa prerje,
- mund të ngjyrosen lehtë në brendi dhe sipërfaqësisht.

Vetitë negative të masave plastike në krahasim me metalet janë:

- rezistenca e vogël ndaj temperaturës,
- ngurtësia e vogël në shumicën e rasteve,
- bymimi i madh në temperaturë,
- janë të ndezshme.

Në mesin e përparësive të masave plastike në krahasim me materialet e tjera mund të numërohet edhe çmimi i kushtimit, i cili gjithnjë ka tendenca të rënies, derisa prodhimi rritet.

1.5.2. Përdorimi i masave plastike

Masat plastike përdoren :

- ✓ për prodhimin e artikujve të konsumit të gjerë, siç janë: pajisjet për vizatim dhe shkrim, lapsat, stilografat, vizoret, trekëndëshat, enët, shishet, kapakë të ndryshëm për industrinë ushqimore, kimike dhe farmaceutike; pajisjet për ushqim, enë, shporta të bërllokut, aparate dhe pajisje shtëpiake; pulla, krehra, doreza për mobilje, pajisje toaleti, syze; lojëra, topa; helmata për xehetarë dhe automobilistë.

- ✓ për prodhimin e pajisjeve të automjeteve, aeroplanëve, hekurudhës dhe anijeve, duke përfshirë edhe qelqin organik (pleksiglas).
- ✓ Për punimin e aparateve teknike, makinave dhe pajisjeve, siç janë: pompat, ventilatorët, dhëmbëzorët, kushinetat, gypat, presat, vinçat, ventilat, bateritë e ujit, kuti akumulatorësh, kuti radioaparatesh, transistor, fotoaparate, zile elektrike, aparate rroje, priza, ndërprerës, kuti të ndryshme për instrumente dhe aparate etj.
- ✓ Për folje, për filma dhe lëkurë artificiale, p. sh.: materiali për paketimin e veglave të vogla, aparateve dhe mallit të ndryshëm teknik me qëllim të mbrojtjes nga ndryshku, për ambalazhimin e mallit për konsum të gjerë.
- ✓ Mbrojtja antikoroze dhe mbështjellja e enëve, gypave dhe aparateve.
- ✓ Për materiale izoluese elektrike dhe termike.
- ✓ Për mvshjen e mureve dhe dyshemeve, për pllaka dekorative, për mvshjen e kanaleve për ujërat e ndotura industriale.
- ✓ Për materiale elastike, siç janë: kauçuku artificial për pjesë të automjeteve, hermetizues, amortizues.
- ✓ Për prodhimin e elementeve të ndryshme, si: elemente të ndërtimtarisë, dyer, dritare etj.

Në vazhdim do të tregohen disa elemente të punuara nga masat plastike-polimeret (fig.1.10)

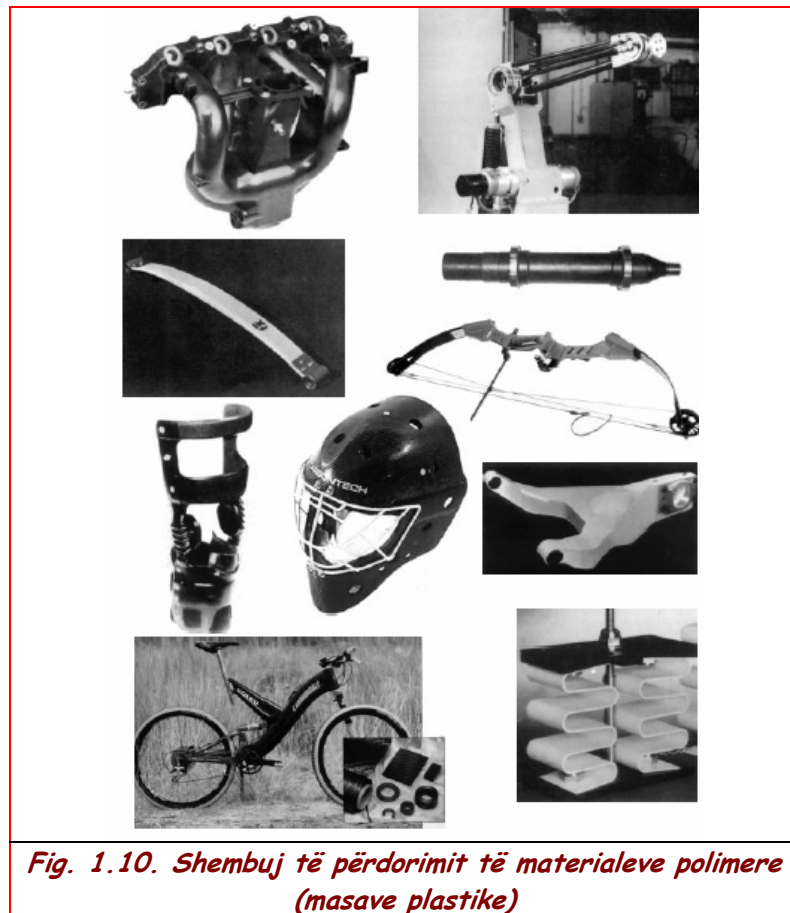


Fig. 1.10. Shembuj të përdorimit të materialeve polimere (masave plastike)

1.5.3. Materiali kompozit

Përforcimin e materialeve me ndihmën e fijeve e gjejmë edhe në natyrë, si në botën bimore ashtu edhe në atë shtazore. Trungu i disa bimëve dhe eshtrat e disa shtazëve janë të përforcuara me fije që u japin anizotropinë dhe shumëfish e rrisin rezistencën ndaj ngarkesave të jashtme. Edhe popujt primitivë e kanë vërejtur përforcimin dhe përlidhjen e materialit ekzistues me fije. P.sh. muret që lyheshin me baltë janë lidhur dhe përforcuar me fije kashte.

Zhvillimi i aviacionit dhe i aeronautikës në dekadat e fundit ka përshpejtuar hulumtimin e materialeve që pos qëndrueshmërisë së madhe të kenë dendësi të ulët.

Masat plastike me vetitë e tyre shpesh nuk mund t'i plotësojnë kërkesat e teknikës bashkëkohore. Për këtë arsye masave plastike me qëllim të përmirësimit të vetive fizike dhe mekanike u shtohen materialet e ndryshme mbushëse në formë të fijeve: argjilë, dioksidi i silicit, bloza aktive, karbonati i kalciumit, etj.

Materialet e këtilla të fituara me përzierjen e masave plastike (si material bazë) dhe mbushësit fijor quhen *materiale kompozite* ose shkurt *kompozite*.

1.5.3.1. Vetitë e materialeve kompozite

Materialet kompozite janë trupa anizotropikë vetitë e të cilëve varen prej drejtimit të provës. Për këtë zhvillimi i kompoziteve e ka diktuar edhe zhvillimin e provave në mënyrë që të gjenden të dhëna reale për llogaritje dhe konstruktiv cilësor.

Qëndrueshmëria, moduli i elasticitetit dhe moduli i prerjes varen shumë prej orientimit të fijeve. Vetitë mekanike të kompozitit normal në kahun e fijeve janë të barabarta me vetitë mekanike të materialit bazë. Moduli i prerjes arrin maksimumin kur drejtimi i ngarkesës dhe i fijeve ndodhet në këndin 45°.

Vetitë e kompoziteve varen prej llojit të masës plastike dhe të mbushësit aktivë si dhe prej raportit të masës dhe mënyrës së prodhimit. Numri i madh i masave plastike dhe mbushësve me veti të ndryshme bën të mundshëm përfitimin e numrit të madh të kompoziteve.

Pos vetive mekanike duhet t'i kemi parasysh edhe vetitë fizike. Për shkak të numrit atomik të materialit bazë dhe të fijeve, kompozitet kanë depërtueshmëri të mirë të rrezeve jonizuese. Kompozitet nuk janë magnetike, kanë rezistencë të lartë në lakim.

Materialet kompozite e kanë edhe një lëmë të gjerë përdorimi. Për konstruksionet “sanduiç” që kanë veti të jashtëzakonshme sidomos në të lakuar. Elementet sanduiç alumin–bor–epoksid kanë rezistencë të dyfishtë në lakim ndaj aluminit të pastër, duke e ruajtur mënyrën teknologjike të përpunimit të aluminit.

Rëndësi të veçant si material konstruktues kanë kompozitet me bazë masë plastike të përforcuara me fije që në praktikë njihen me emrin *masat plastike të armiruara*. Me armirim përmirësohet qëndrueshmëria, moduli i elasticitetit, qëndrueshmëria në tërheqje, qëndrueshmëria ndaj nxehtësisë, etj.

Masat plastike që përdoren më së shumti për prodhimin e kompoziteve janë: polietileni, polipropileni, polisteroli, poliamidi, etj. Fijet që përdoren për armirimin e masave plastike prodhohen prej: qelqi, kuarci, azbesti, pambuku, liri, karbonit, etj.

Në vazhdim do të jepen disa konstruksione dhe prodhime të punara nga materialet e ndryshme inxhinierike, ku shihet zëvendësimi i disa materialeve me materiale kompozite (fig.1.11).

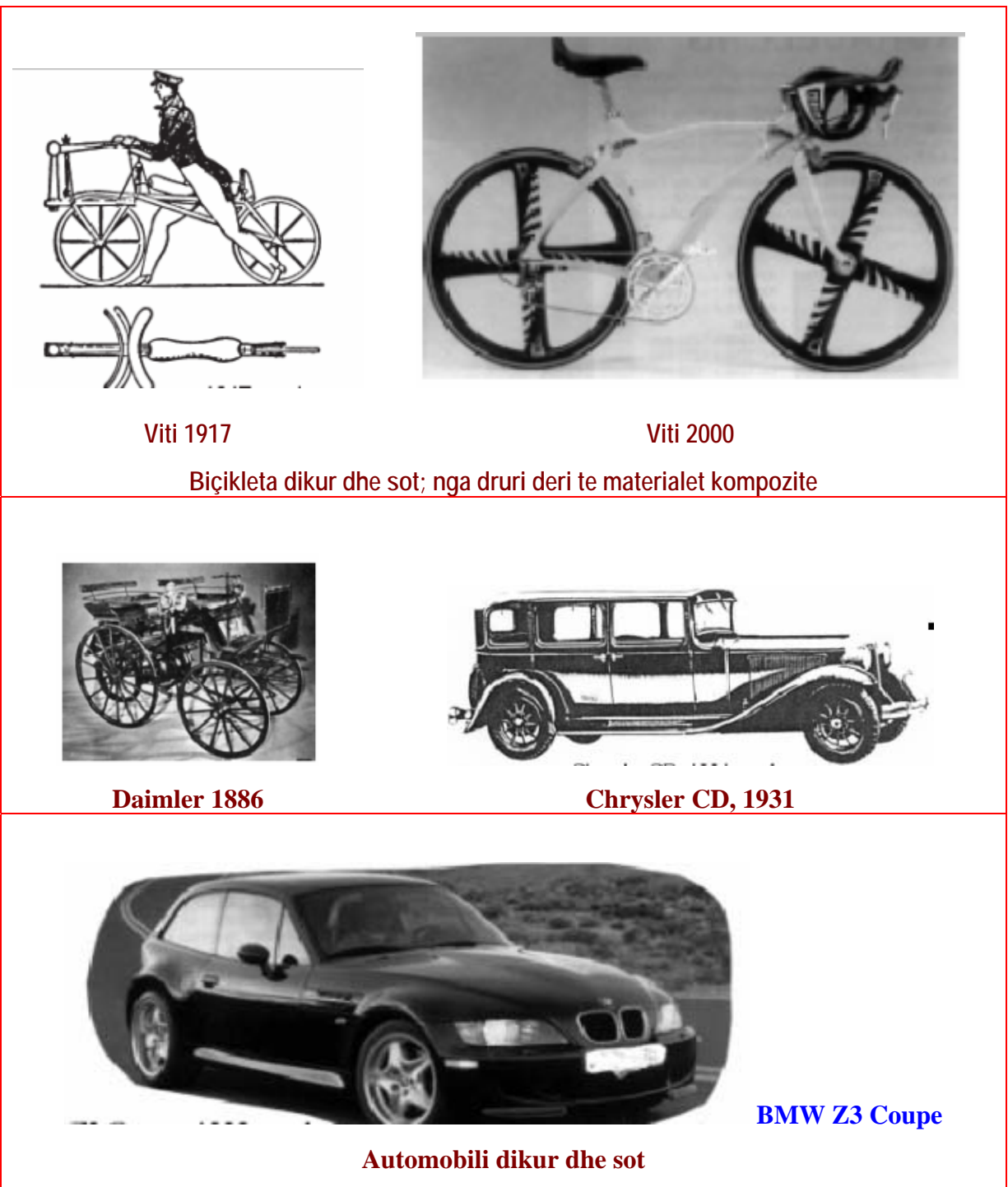


Fig.1.11. Ndikimi i zhvillimit të materialeve inxhinierike në industrinë automobilistike

1.6. NDIKIMI I ZHVILLIMI TË MATERIALEVE INXHINIERIKE NË KONSTRUKSIONET E NDRYSHME

Konstruksionet e reja janë zhvilluar shumë, duke ju falenderuar zhvillimit dhe zbatimit të materialeve bashkëkohore.

Duke vëzhguar kalimin e teknikës nëpër perioda kohore, do të vërejmë se shumica e konstruksioneve si:

- fluturaket dhe mekanizmat kozmik
- motorët dhe turbinat
- automjetet
- aparatet e amvisërisë
- rekuizitat sportive
- teknika ushtarake
- lodrat etj.

kanë pësuar ndryshime në të mirë, për arsye se janë ndërtuar prej materialeve krejtësisht të ndryshme nga ato të prodhuara para 30 apo 50 viteve.

Dita ditës shtohen dhe kërkohet rritje e cilësisë (kualitetit), besueshmërisë dhe afatit të shërbimit, të tërësive dhe mekanizmave, prandaj zgjedhja e materialit është detyrë mjaftë me përgjegjësi dhe e vështirë për konstruktorin dhe teknologun.

Gjithnjë e më e shkurtër është koha në mes zhvillimi të ndonje materiali, dhe e zbatimit të tyre.

Për këtë arsye inxhinieri duhet të disponoj me informacione kualitative për ato materiale në raporte me ato ekzistuese që të mund të reagoj dhe të tregon sukses në raport me konkurentet.

1. ZGJEDHJA E MATERIALEVE

Zgjedhja jo e drejtë e materialeve ka shkaktuar shumë katastrofa në historinë njerëzore. **Kështu në Luftën e Dytë Botërore, anija “Liberty” ka përjetuar avari të shpeshta, jo për shkak të sulmeve të armikut, por për shkak të thyerjes së trupit të anijes dhe ndarjes në dy pjesë.**

Shkaktar i këtyre katastrofave ka qenë shtalbësia (viskoziteti dinamik) e vogël e tegelit të salduar në trupin e anijes. Për shkak të zgjedhjes jo të drejtë të çelikut të përdorur (është përdorur çeliku me përmbajtje të lartë të sulfurit dhe fosforit). **Tegelat e salduar kanë pësuar plasaritje (çarje) për shkak të ngarkesave të mëdha dhe temperaturave të ulëta, andaj edhe anijet janë shkatërruar.** Anijendërtimtaria amerikane në vitin 1940 ka prodhuar 23 anije, kurse në vitin 1945 ka prodhuar 4600 anije. **Nga gjithsej 4600 anije të prodhuara, 2710 kanë qenë anije “Liberty”, 531 “Victory” dhe 525 tanker “T-2”. Nga këto 362 anije “Liberty” kanë pësuar plasaritje.**



Fig. 1 a) anija Liberty (thyerja e egër) dhe b) Victory

Për përfitimin e një prodhimi është shumë vështirë të zgjedhet materiali i “vërtetë”. Konstruktori në kohën e sotme ka mundësi të shumta zgjedhjeje, sepse ai ka në dispozitim shumë lloje materiale.

Para se të zgjedhet materiali, duhet të merren parasysh shumë faktorë:

1. **A mundet materiali të përpunohet në formë të duhur,**
2. **A mund të arrihen tolerancat e kërkuara**
3. **A mund të ruhet forma dhe gjendja e materiali edhe gjatë përdorimit,**
4. **A mbesin të pandryshueshme vetitë edhe gjatë përdorimit,**
5. **A është materiali në pajtueshmëri me materialet e detalet e tjera të konstruksionit**
6. **A mund të riciklohet lehtë materiali**
7. **A shkakton ndotje materiali ose përpunimi i tij**
8. **A është ekonomik procesi i përpunimit të materialit**

Plotësimi i të gjitha këtyre kërkesave është shumë i vështirë, atëherë nga konstruktori kërkohet që të kombinohen ato kërkesa që janë më konkurruese në treg.

Materialet që përdoren në konstruksione të ndryshme duhet të plotësojnë shumë kërkesa. Që të shihet se cilat janë kërkesat kryesore, atëherë duhet të njihet edhe rrjedha e materialit (fig.2).

Rrjedhja e materialit mund të ndahet në katër faza:

1. Përfitimi i lëndës së parë
2. përpunimi i produktit
3. përdorimi i produktit
4. mënjanimi ose riqarkullimi (përdorimi i serishëm)

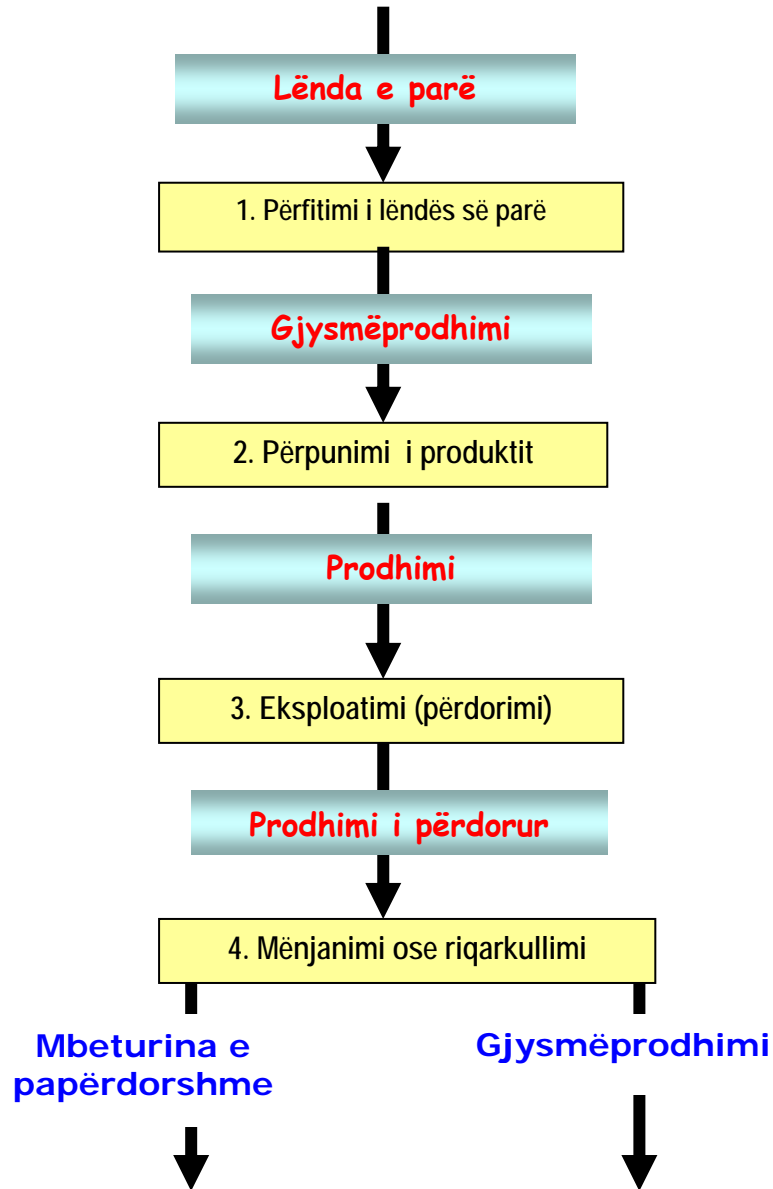


Fig. 2. rrjedhja e materialit

1.1. KËRKESAT QË DUHET TI PLOTËSOJNË MATERIALET INXHINIERIKE

Me analizë të rrjedhës së materialit mund të definohen kërkesat tri kërkesat kryespre që u drejtohen materialeve:

- Kërkesat eksploative
- Kërkesat teknologjike
- Kërkesat ekonomike.

Kërkesat që duhet ti plotësojnë materialet Inxhinierike, paraqesin një funksion të ndërlikuar që varet prej një numri të madhë faktorësh. Kërkesat e përgjithshme që duhet ti plotësojnë

materialet inxhinierike mund ti përkufizojmë edhe në këtë formë:

- **Eksploatimi dhe funksionaliteti**
- **Teknologjia - përpunueshmëria**
- **Disponimi dhe furnizimi**
- **Standardizimi dhe normimi**
- **Riqarkullimi dhe ekologjia**
- **Kërkesat ekonomike**
- **Estetika**

1.1.1. Eksploatimi dhe funksionaliteti

Kërkesat eksploative rrjedhin nga kërkesat e përdorimit. Kjo është faza kur produkti e kryen funksionin për të cilin janë investuar mjete materiale. Për këtë arsye kërkesave eksploative dhe funksionale u kushtohet rëndësi e veçantë.

Kërkesat kryesore dhe themelore gjatë konstruktimit, janë që të mundësojnë funksionimin e pjesëve, mekanizmave, apo konstruksionit në tërësi, gjatë gjithë kohës së përdorimit. Para se gjithash duhet të kemi parasysh:

- a). **Ruajtjen e dimensioneve dhe formës konstruktive** – janë veti të rëndësishme mekanike të materialit
- b). **Ruajtjen tërësisë së konstruksionit** – rezistencat ndaj thyerjeve për të cilat janë përgjegjëse veçoritë mekanike të materialit
- c). **Pengimin e dëmtimeve sipërfaqësore** gjatë eksploatimit, korrozionit dhe proqeseve tjera që ndikojnë në afatin e shërbimit
- d). **Ruajtjen e karakteristikave fizike** që janë të rëndësishme për funksionim gjatë përdorimit

Karakteristikat themelore të materialit që përshkruajnë këto kërkesa dhe kritere gjatë zgjedhjes janë:

- **vetitë fiziko-kimike**
- **vetitë mekanike**
- **rezistenca ndaj konsumit**
- **rezistenca ndaj mjediseve agresive**, gazërave, kushteve biologjike, rrezatimit e të ngjashme

1.1.2. Teknologjia - përpunueshmëria

Kërkesat teknologjike të materialit janë të lidhura me fazat e prodhimit të produktit. Mirëpo kërkesat teknologjike përfshijnë edhe kërkesat për mundësinë e përdorimit të sërishëm ose mënjanimin (asgjësimin) të materialit, dhe mund të ndahen në këto nëngrupe:

- **përpunueshmëria (aftësia për t'u përpunuar - formësuar)**
- **avancimi i vetive**
- **mundësia e përdorimit të sërishëm (riciklimi, riqarkullimi).**

Përpunueshmëria e materiali paraqet aftësinë e materialit për tu përpunuar me metoda të ndryshme të përpunimit. Këtu bëjnë pjesë:

- **përpunimi me prerje - heqje ashkle**
- **përpunimi me derdhje**
- **përpunimi me deformim në të ftohtë apo në të nxehtë**

- përpunimi me saldim dhe ngjitje
- përshtatshmëria për ngjitje me ngjitës
- përpunimi termik; kalitje, pjekje, riardhje
- përshtatshmëria për mveshje dhe mbrojtje të sipërfaqeve

1.1.3. Disponimi dhe furnizimi

Këtu duhet të dihet:

- prejardhja e materialit – vendor, i huaj
- disponimi me lloje, gjendje dhe përmasat e materialit
- cilësia (kualiteti) e materialit të prodhuesve të ndryshëm
- çmimi dhe shpenzimet për furnizim nga prodhuesit
- kushtet e furnizimit...

1.1.4. Standardizimi dhe normimi

Ky kriter na tregon nevojën e zgjedhjes së materialit standard dhe atij që mund të gjendet lehtë. Përveç kësaj duhet të nisemi edhe nga nevoja e përmbushjes së disa rregullave, ligjeve, standardeve dhe rekomandimeve nga aspekti i përdorimit të materialeve të caktuara më parë. Parësore është përmbushja e kufizimeve teknike dhe kushteve të zbatimit si dhe kushtet e sigurisë shëndetësore për njerëz dhe ambient.

1.1.5. Riciklimi (riqarkullimi) dhe ekologjia

Riciklimi (riqarkullimi) dhe asgjësimi i materialit është një karakteristikë shumë e rëndësishme e materialeve inxhinierike. Riqarkullimi paraqet veprimet e nevojshme për përpunimin e materialeve të papërdorshme ose materialeve të vjetra me qëllim të ripërpunimit të tyre.

Në aspektin e riqarkullimit dhe ekologjisë (mbrojtjes së mjedisit) duhet të kemi parasysh:

- mundësinë e shkatrrimit natyror të materialeve
- ndërlíkueshmërinë dhe problemet teknologjike gjatë grumbullimit të materialeve
- ndarjen dhe riqarkullimin
- shpenzimet për asgjësim (shkatërrim) apo riqarkullim për materiale të veçanta
- ndikimin në rrethinë dhe në shëndetin e njerzëve – deponimi në ambient ose riqarkullimi (p.sh.helmimi, etj)

Kërkesat ekonomike të materialit janë të lidhura me të katër fazat e rrjedhës së materialit. Këta ndahen në këtë mënyrë:

- çmimi i gjysmëproduktit
- shpenzimet e përfitimit të produktit
- shpenzimet e mirëmbajtjes së produktit gjatë përdorimit (eksploatimit)
- shpenzimet e shfrytëzimit të sërishëm.

1.1.6. Estetika

Materialet duhet ti plotësojnë edhe kushtet estetike të prodhimeve. Këtu bëjnë pjesë:

- pamja – ngjyra, transparenca
- mundësia e formësimit të thjeshtë dhe të bukur (në fakt paraqet përpunueshmërinë)
- mundësia e arritjes së sipërfaqes së dëshiruar – ashpërsia ose toleranca, ...

1. VETITË E MATERIALEVE

Në të gjitha degët e industrisë, pra edhe në makineri përdoren **materialët mekanike**. Ndër to më së shumti përdoren metalet dhe lidhjet (legurat ose aliazhet) e tyre. Kudo që përdoren detalet e makinave, ato duhet t'u përgjigjen kushteve të caktuara të punës, andaj edhe materialet nga të cilat përgatiten ato, duhet të kenë veti të caktuara.

Vetitë kryesore të materialeve ndahen në:

1. fizike,
2. mekanike,
3. teknologjike dhe
4. kimike.

1.1. VETITË FIZIKE

Vetitë fizike të materialeve janë: dendësia, shkrishmëria, ngurtësueshmëria, vlueshmëria, kondensueshmëria, nxehtësia specifike, përcjellshmëria termike, bymimi termik, përçueshmëria elektrike, magnetizmi, ngjyra, etj.

1.1.1. DENDËSIA

Është masa m e materialit e vendosur në vëllimin V , respektivisht raporti në mes të masës së materialit m që shprehet në kilogram dhe vëllimit të tij V të shprehur në m^3 :

$$\rho = \frac{m}{V} \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right]$$

m [kg] - masa e materialit,
 V [m^3] - vëllimi i materialit.

Dendësia varet nga temperatura dhe shkalla e deformimit.

1.1.2. SHKRISHMËRIA

Është vetia e materialit për t'u shkrirë në temperaturë të caktuar.

Temperatura e shkrirjes. Është temperatura në të cilën ndodh shkrirja e metalit, përkatësisht, pika e kalimit nga gjendja e ngurtë në të lëngët. Materialet e ndryshme kanë pika të ndryshme të shkrirjes.

Pika e shkrirjes ndërron me ndërrimin e përmbajtjes kimike të materialit, prandaj për këtë arsye shpeshherë lidhjet e metaleve kanë temperaturë më të ulët se sa metalet që e përbëjnë

atë. Për shembull, hekuri i pastër (Fe) shkrihet në temperaturë përfaqësisht 1812 K, karboni (C) në temperaturë mbi 3773 K, ndërsa lidhja e tij (hekuri i derdhur) përfaqësisht në 1403 K.

Mirëpo, mund të ndodhë edhe e kundërta d.m.th, lidhja të ketë pike shkrirje më të lartë se sa komponentet që e përbëjnë atë p.sh., nikeli (Ni) pikën e shkrirjes e ka 1728K, lidhjet e tyre me 68%Ni dhe 32%Al, përfaqësisht 1893K.

Pika e shkrirjes duhet të shprehet në kelvin (K), mirëpo duke u mbështetur në literaturën e mëparshme, në këtë tekst temperaturën do ta shprehim edhe në gradë celsius (°C).

1.1.3. PËRÇUESHMËRIA ELEKTRIKE

Është vetia e materialeve që përçojnë rrymën elektrike. Materialet me përçueshmëri të mirë të rrymës elektrike si p.sh. bakri e alumini përdoren shumë si përçues në pajisjet e ndryshme elektrike.

1.1.4. PËRCJELLSHMËRIA TERMIKE

Është vetia e materialit që përcjellë nxehtësinë gjatë procesit të nxehtëjes ose të ftohjes.

Koeficienti i përcjellshmërisë së nxehtësisë (λ). Është fuqia e nevojshme Q, e cila një metri gjatësie të materialit L ia ngrit temperaturën për një kelvin (1K):

$$l = \frac{Q}{L \cdot T} \left[\frac{W}{m \cdot K} \right]$$

ku: Q [W] fuqia termike e përcjellësit,

L [m] - gjatësia e përcjellësit dhe

T [K] - temperatura e përcjellësit.

1.1.5. MAGNETIZMI

Është vetia e materialit (metaleve dhe lidhjeve të tyre) që të magnetizohet. Vetë magnetike më të mira kanë hekuri, nikeli, kobalti dhe lidhjet e tyre që quhen feromagnetike. Nga çelieqet me vetë të veçanta magnetike përgatiten detalet e transformatorit, elektromagnetit dhe detalet e ndryshme të makinave elektrike.

1.1.6. NGURTËSIMI

Është vetia e materialit që të kalojë prej gjendjes agregate të lëngët në atë të ngurtë.

Temperatura e ngurtësimit. Është temperatura në të cilën materiali i shkrirë kalon prej gjendjes agregate të lëngët në atë të ngurtë, d.m.th. temperatura e kalimit të materialit prej gjendjes së lëngët në atë të ngurtë.

Shprehet në kelvin (K) ose gradë të celsiusit (°C).

1.1.7. VLIMI

Është vetia e materialit për të vluar d.m.th. për të kaluar prej gjendjes së lëngët agregate në atë të gaztë (avull).

Temperatura e vlimit. Është temperatura në të cilën duhet të vlojë materiali në gjendje të lëngët, d.m.th. temperatura në të cilën presioni i avullimit të tij është i barabartë me atë që vepron mbi sipërfaqen e lirë të tij.

Shprehet në kelvina (K) ose gradë të celsiusit (°C).

1.1.8. KONDENSIMI

Është procesi i kalimit të materialit prej gjendjes agregate të gaztë në atë të lëngët. Dimrit avulli i ujit kondensohet në lëng. Në termoelektrana avulli i ujit pas kryerjes së punës në turbinë kthehet në gjendje agregate të lëngët.

Temperatura e kondensimit. Është temperatura e kalimit të avullit prej gjendjes agregate të gaztë në atë të lëngët.

Shprehet në kelvina (K) ose gradë të celsiusit (°C).

1.1.9. NXEHTËSIA SPECIFIKE

Është energjia e nevojshme E për ta nxehur masën m prej një kilogrami në temperaturë një kelvin (1 K).

$$c = \frac{E}{m \cdot T} \left[\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \right]$$

ku: E [J] - energjia për nxehjen e masës së materialit,

m [kg] - masa e materialit dhe

T [K] - temperatura e materialit.

1.1.10. BYMIMI TERMIK

Të gjitha materialet e veçanërisht metalet dhe lidhjet e tyre, me ndryshimin e temperaturës pësojnë ndryshime në përmasat fillestare. Shkalla e zmadhimit ose e zvogëlimit të përmasave fillestare të materialit, me ndryshimin e temperaturës për 1 K, quhet koeficient i bymimit linear.

Kështu, pra, detali me gjatësi fillestare l_0 , pas nxehjes deri në temperaturën T, do të ketë një gjatësi l, që është:

$$l = l_0(1 + \alpha \cdot T) \text{ [m]}$$

ku: l [m] gjatësia pas nxehjes,

l_0 [m] - gjatësia fillestare dhe

α [K⁻¹] - koeficienti i bymimit linear të materialit dhe

T [K] - temperatura e nxehjes.

Ndërrimet e përmasave mund të ndodhin edhe në tërë vëllimin e materialit. Atëherë bymimi shprehet përmes koeficientit të bymimit vëllimor.

Koeficienti (α) nuk guxon të mos përfillet gjatë prodhimit të konstruksioneve metalike, të instrumenteve matëse, veglave, kalibrave dhe detaleve të makinave që punojnë në temperatura të larta. Me rritjen e temperaturës, koeficienti (α) rritet shumë shpejt.

1.1.11. REZISTENCA ELEKTRIKE

Është vetia e materialit që t'i rezistojë përçuerjes së rrymës elektrike. Rezistenca specifike elektrike është rezistenca e përçuesit elektrik me seksion 1 mm^2 e gjatësi 1 m. Kur duhet të prodhohen pajisje për nxehje elektrike, përdoren materiale që kanë rezistencë elektrike të madhe (lidhjet e nikelit dhe të kromit)

Rezistenca elektrike shënohet me R , ndërsa shprehet në om (Ω).

Rezistenca specifike shënohet me R_s , dhe shprehet në ommetër (Ωm).

1.1.12. NGJYRA

Është vetia e materialit (metaleve) që e dallon njërin prej tjetrit, si për shembull:

Bakri (Cu) - ka ngjyrë të kuqërremtë,

Ari (Au) - ka ngjyrë të verdhë,

Argjendi (Ag) - ka ngjyrë të bardhë, etj.

Metalet kur janë në formë të grimcave të imëta kanë ngjyrë të murrme ose të zezë. Por, nëse qëndrojnë gjatë në ajër shumica e tyre e ndryshojnë ngjyrën (oksidohen), përkatësisht marrin ngjyrë të mbyllët, përpos arit, argjendit dhe platinës, ose oksidojnë si alumini dhe lidhjet e tij. Formojnë cipë të hollë mbrojtëse, e cila nuk e ndryshon ngjyrën për një kohë të gjatë.

1.1.13. DIFUZIONI

Difuzion quhet procesi i migrimit të atomeve në rrjetën kristalore. Difuzioni në metale është lëvizje atomesh të izoluar kundrejt një kristali të veçuar, pozicioni i të cilit është i përcaktuar ndaj të gjitha atomeve që nuk ndryshojnë pozicionet e tyre relative. Pra mekanizmi elementar është kalimi i një atomi të veçantë nga një pozicion në një tjetër. Zinktimi i hekurit dhe shumë operacione të tjera kryhen me difuzion të materialit të lëngët (zinkut) në atë të ngurtë (hekur).

Po ashtu edhe materialet e ngurta mund të difuzojnë në ato të lëngëta, nëse treten në to. Ky fenomen është i rëndësishëm gjatë përfitimit të çelikut dhe të lidhjeve të tij d.m.th., metalet e ngurta treten në metalin e lëngët ose në lidhjet e tij.

Difuzioni i gazrave në metale të ngurta është posaçërisht i dobishëm te përpunimi termik, përkatësisht kimiko-termik, siç është azotimi, çimentimi, aluminizimi, etj.

1.2. VETITË MEKANIKE

Të gjitha detalet e makinave dhe bashkësitë e tyre gjatë shfrytëzimit ndodhen nën veprimin e forcave të ndryshme. Duke u nisur nga ky fakt dhe që të përcaktohet lloji i materialit si dhe përmasat e detalit në makinë, domosdo duhet të dimë vetitë mekanike të materialeve dhe lidhjet e tyre, siç janë:

1.2.1. FORTËSIA

Është vetia e materialit për t'i rezistuar depërtimit në të, të një trupi tjetër të ngurtë më të fortë. Është veti shumë e rëndësishme që duhet dalluar mirë nga qëndrueshmëria.

Ekzistojnë metoda të ndryshme për matjen e fortësisë.

Në vartësi nga forca që vepron në sipërfaqen e materialit ato ndahen në: metoda me veprim statik dhe metoda me veprim dinamik. Përdorim të gjerë kanë metodat statike (Brineli, Vikersi e Rokveli).

1.2.2. ELASTICITETI

Është vetia e materialit për të rimarrë trajtën dhe përmasat paraprake pas ndërprerjes së veprimit të forcave të jashtme që kanë shkaktuar ndryshimin e trajtës d.m.th. që kanë shkaktuar deformim. P. sh. nëse një kampion gome e zgjatim, gjatësia e tij do të rritet (seksioni i tij do të zvogëlohet), nëse e lirojmë do të fitojmë trajtën dhe përmasat e mëparshme. Ngjashëm ndodh edhe me materialet e makinave, por ato ndërrime nuk vërehen me sy.

1.2.3. PLASTICITETI

Është vetia e materialit për të ndryshuar trajtën (formën) dhe përmasat, përkatësisht për t'u deformuar pa u shkatërruar nën veprimin e forcave të jashtme dhe ta ruajnë deformimin edhe pas ndërprerjes së veprimit të këtyre forcave. Pra, plasticiteti është veti e kundërt me elasticitetin, si u tha edhe më parë, materialet elastike nuk deformohen në mënyrë të përhershme. Deformimet elastike zhduken pas pushimit të veprimit të forcave të jashtme, kurse te materialet plastike, deformimet mbeten d.m.th. kanë karakter të përhershëm.

1.2.4. QËNDRUESHMËRIA

Është vetia e materialit për t'i rezistuar veprimit të forcave të jashtme pa u shkatërruar. Shprehet në N/mm² ose në MPa. D.m.th. qëndrueshmëria (soliditeti) është rezistenca që ia bën materiali forcës së jashtme që të mos deformohet.

Qëndrueshmëria në varësi nga forcat e jashtme mund të jetë në: tërheqje, shtypje, lakim, prerje, përdredhje, përkulje, etj.

1.2.5. SHTALBËSIA

Është vetia e materialit që t'u rezistojë forcave goditëse. Më së shumti përdoret metoda e Sharpit. Shprehet në njësi të punës J (xhul) që paraqet punën e shpenzuar për thyerjen e kampionit me kanal standard, ose në J/m² që paraqet energjia e shpenzuar për thyerjen e kampionit me seksion të caktuar tërthor.

1.2.6. REZISTENCA NDAJ LODHJES SË MATERIALIT

Është veti e materialit që t'u përballojë, përkatësisht të mos shkatërrohet nga veprimi i forcave dinamike. Pavarësisht nga mënyra e veprimit të forcave dinamike, pas një kohe të

caktuar, shpeshherë ato shkaktojnë shkatërrimin e materialit apo konstruksionit edhe pse sforcimet nuk e kanë kaluar kufirin maksimal të qëndrueshmërisë. Vendi i thyerjes në këtë rast ka pamje karakteristike, sipërfaqja e thyer ndahet në dy zona: në njëzën zonë thyerja është e lëmueshme, e gazifikuar dhe e ndryshkur me disa valëzime që e kanë një epiqendër, ndërsa në të dytën thyerja është e shpejtë dhe e brishtë.



1.3. PËRPUNUESHMËRIA

- ❖ **Kuposja** - paraqet aftësinë e metalit për të marrë formë kupe apo formë tjetër me vegël përkatëse.
- ❖ **Përpunueshmëria me prerje** - paraqet aftësinë e metalit për përpunim me heqje ashkle (gdhendje).
- ❖ **Farkëtueshmëria** - paraqet aftësin e metalit për tu farkëtuar.
- ❖ **Stabiliteti në fërkim** - paraqet aftësinë e metalit që i reziston fërkimit d.m.th. Që mos t'i ndryshon dimensionet edhe pse fërkohet intensivisht gjatë përpunimit apo punës.
- ❖ **Saldueshmëria** - paraqet aftësinë e materialit për tu salduar
- ❖ **Kalitshmëria** - paraqet aftësinë e metalit për tu kalitur.

Në përgjithësi këto veti më parë duhet të verifikohen e pastaj të vendoset për përdorimin e tyre në ndërtimin e konstruksioneve dhe makinave të ndryshme.

1. METODAT PËR KONTROLLIN E VETIVE TË MATERIALIT

Provat dhe kontrolli i materialeve ka historinë shumëshekullor, dhe mund të thuhet se ato janë bërë qysh në kohën kur njeriu vendosi ti përdor materialet për ushqim, veshëmbathje ose për mbrojtje. Gjithashtu edhe ndërtimtarët në kohën e vjetër e kanë bërë një vlerësim të qëndrueshmërisë së materialeve që i kanë përdorur për ndërtimin e objekteve të atëherëshme. Duhet cekur se një numër i caktuar i objekteve ndërtimore të lashta zgjojnë kërkshëri dhe interesim edhe sot, sepse ato janë ndërtuar në kohën kur nuk kishte shkencë për materiale dhe konstruksione. E vetmja gjë në të cilën janë mbështetur ndërtuesit ka qenë përvoja e bazuar në verifikimin dhe provat nga ndërtimet e mëhershme.

Është e ditur se njohja e materialeve të makinerisë, e vetive të tyre dhe mënyra e provave të tyre është shumë e rëndësishme për zgjedhjen e materialit më të përshtatshëm konstruktiv për përpunimin e detaleve të ndryshme të makinave dhe konstruksioneve, si nga aspekti i sigurisë dhe qëndrueshmërisë, po ashtu edhe nga aspekti i masës, i mundësisë së përpunimit dhe ekonomikitetit.

Provat e materialeve kanë për qëllim përcaktimin e vetive të materialit në kushte të njëjta apo të ngjashme me kushtet në të cilat bëhet eksploatimi.

Provat e materialeve bëhen si në prodhimtarinë e drejtpërdrejtë me qëllim të verifikimit dhe përcaktimit të vetive të materialeve dhe klasifikimit të tyre ashtu edhe në laboratore me qëllim të përcaktimit të vetive të tyre dhe të zbulimit të materialeve të reja. Në këtë mënyrë provat e materialeve e definojnë cilësinë dhe sigurinë e materialeve dhe prodhimeve të tyre, ndihmojnë në rrjedhën e rregullt të procesit teknologjik dhe në fitimin e prodhimeve me veti të mira dhe me shkallë të lartë sigurie.

Kontrolli i rregullt i prodhimit mund të jetë:

- **kontrollë mesoperacional apo mesfazor** dhe
- **përfundimtar apo final,**

d.m.th. kontrolli para procesit të prodhimit, gjatë procesit të prodhimit dhe pas procesit të prodhimit.

Kontrolli i materialeve dhe i prodhimeve të tyre bëhet në pajtim me standardet përkatëse, të cilët i përshkruajn të gjitha rregullat për prova. Në punët kërkimore-hulumtuese, përveç metodave standarde mund të përdoren metodat jostandarde dhe metodat e reja.

1.1 KLASIFIKIMI I PROVAVE TË METALEVE

Metalet dhe lidhjet e tyre janë materialet kryesore që përdoren në inxhinieri. Këto karakterizohen me përbërje të ndryshme kimike, veti të ndryshme fizike, mekanike, teknologjike dhe me veti të tjera që përcaktohen me metoda të ndryshme të provave.

Të gjitha provat e metaleve, varësisht nga vetitë e tyre mund të ndahen në këto grupe:

- **Prova të vetive kimike**
- **Prova të vetive fizike**
- **Prova të vetive mekanike**
- **Prova të vetive teknologjike**
- **Prova defektoskopike**

Provat e metaleve zakonisht ndahen në dy grupe:

- **Provat me shkatërrim,** dhe

▪ **Provat pa shkatërrim.**

Pjesa apo detali makinerik i cili provohet me prova me shkatërrim, zakonisht shkatërrohet, prandaj edhe nuk mund të përdoret më si i tillë.

Pjesa apo detali makinerik i cili provohet me prova pa shkatërrim, nuk shkatërrohet, prandaj edhe ai mund të përdoret edhe pas provave. Për këtë arsye provat pa shkatërrim janë shumë më të përshtatshme për provat e detaleve të gashme.

Me **prova të vetive kimike** përcaktohen: përbërja kimike, mikrostruktura, rezistenca ndaj ndryshkut, ndezshmëria, vetitë toksike.

Me **prova fizike** përcaktohen: dendësia, ngjyra, masa, temperatura e shkrirjes, përcjellshmëria e nxehtësisë, përçueshmëria elektrike dhe vetitë e tjera elektrike, magnetike, optike dhe akustike.

Provat mekanike kanë për qëllim përcaktimin e vetive të metaleve që janë të varura nga veprimi i forcave në to: qëndrueshmëria, elasticiteti, plasticiteti, fortësia, shtalbësia, lodhja, rrëshqitja. Përdorimi i madh i materialeve metalike me qëllim të prodhimit të konstruksioneve të ndryshme është rezultat i qëndrueshmërisë së lartë dhe i plasticitetit të mirë, përkatësisht i vetive të mira mekanike.

Varësisht nga mënyra e veprimit të forcave, lloji i ngarkesës dhe kushtet në të cilat bëhen provat, provat mekanike mund të ndahen në shumë mënyra.

Sipas mënyrës së veprimit të ngarkesave, provat mekanike ndahen në:

- **Prova në tërheqje**
- **Prova në shtypje**
- **Prova në lakim**
- **Prova në përdredhje, dhe**
- **Prova në prerje.**

Sipas llojit të forcës mund të ndahen edhe në:

- **Prova statike**, dhe
- **Prova dinamike.**

Provat statike bëhen me veprim të njëtrajtshëm të forcës ose me rritje të shkallëzuar të forcës. Shpejtësia e veprimit të forcës zakonisht duhet të jetë më e vogël se $10 \text{ N/mm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ (MPa/s). Te provat dinamike përdoret forca goditëse ose forca e cila ndryshon në mënyrë alternative me kohën (*ndryshimi periodik i forcës* ose *ndryshimi i rastësishëm i forcës*).

Me **prova teknologjike** përcaktohet aftësia e materialit për tu përpunuar me njërin nga metodat e përpunimit të metaleve (përpunim me prerje, saldim, përpunim me deformim plastik, derdhje etj.).

Provat defektoskopike kanë për qëllim zbulimin e gabimeve në materiale dhe në detale.

Varësisht nga temperatura në të cilën kryhen provat, ato mund të ndahen në tri grupe:

- **Prova në temperaturë normale**
- **Prova në temperatura të larta**, dhe
- **Prova në temperatura të ulëta.**

Këto prova që u cekën janë të domosdoshme për:

- Hulumtime fundamentale dhe zhvillim të materialit
- Zgjedhjen e materialit, llogaritjen dhe projektimin e konstruksioneve inxhinierike
- Definimin e nivelit të cilësisë së konstruksioneve inxhinierike
- Definimin e parametrave teknologjikë për të gjitha metodat e përpunimit
- Identifikimi i shkaktarëve të havarive të ndryshme të konstruksioneve inxhinierike

Në figurën 1.1, janë treguar format skematike të provave, dhe ndryshimet të cilat bëhen në kampionët e ngarkuar.

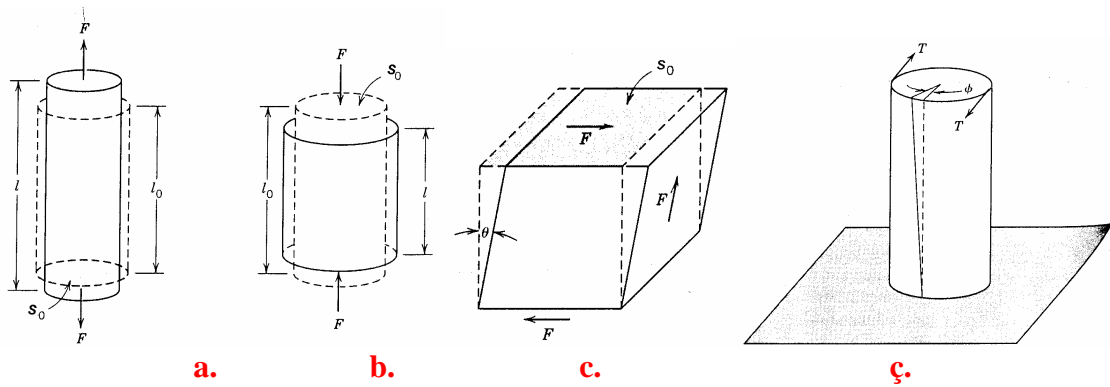
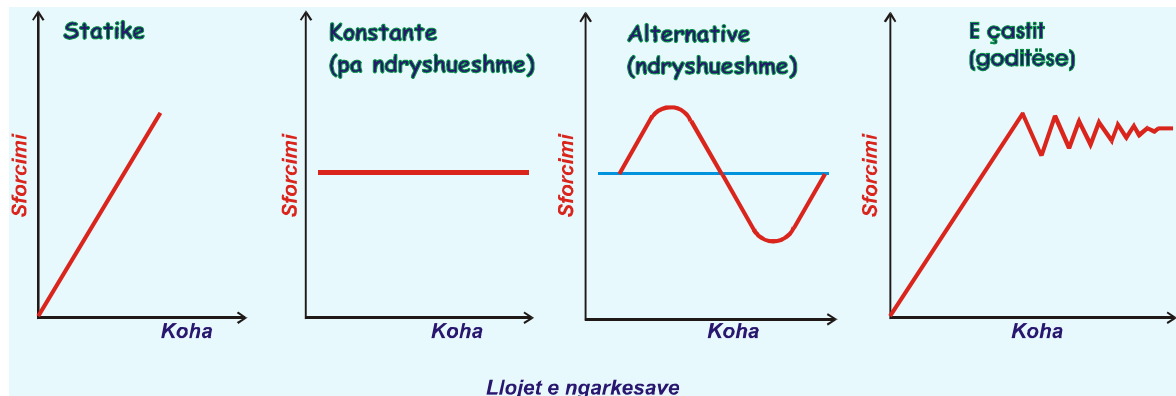


Fig.1.1. Forma skematike e paraqitjes së provave statike: a-prova e tërheqjes; b-prova e shtypjes; c-prova e prerjes; ç-prova e përdredhjes.(F-forca; So-sipërfaqja tërthore; lo-gjatësia fillestare; l-gjatësia momentale; T-momenti i përdredhjes; θ -këndi i prerjes; ϕ -këndi i përdredhjes

Llojet e ngarkesave

Ngarkesat të cilat paraqiten në konstruksione të ndryshme apo në detale të makinave mund të jenë (shih figurën në vazhdim):

- Statike
- Konstante (të pandërprera)
- Alternative (të ndryshueshme)
- të çastit (goditëse)



1.2 PROVAT STATIKE

Të gjitha provat e materialeve bëhen përherë në laboratorët hulumtues me qëllim të hulumtimit të vetive dhe materialeve të ndryshme. Njëherit edhe nëpër fabrika të ndryshme bëhen provat përkatëse në fazën e fillimit, në mesfaza dhe në fazën e përfundimit të konstruksioneve inxhinierike. Me qëllim që rezultatet e provave dhe hulumtimeve të materialeve të cilat kryhen në vende të ndryshme të mund të krahasohen dhe plotësisht të njihen, është e domosdoshme që ato të bëhen në kushte plotësisht të njëjta.

Kushtet e provave janë të definuara me standarde nacionale ose internacionale dhe me to janë të saktësuara të gjitha elementet e provave: forma dhe përmasat e kampionit, pajisja - aparatura, parametrat, metoda si dhe kriteret e tjera të cilat e karakterizojnë provën.

Standardet nacionale të cilat më së tepërmi përdoren janë: DIN-Gjermani ; EN-Normat evropiane; UNI-Itali ; ANFOR-Francë ; GOST-Rusi ; ASTM, dhe ANSI-Shtetet e Bashkuara të Amerikës; BS-Britani e Madhe; AS-Australi; ONORM-Austri; NBN-Belgjikë; BDS-Bullgari; GB-Kinë; CSA-Kanadë; CSN-Çeki/Sillovakia; SFS-Finlandë; MSZ-Hungari; JIS-Japoni; NS-Norvegji; PN-Poloni; STAS-Rumani; UNE-Spanjë; SS-Suedi; SNV/VSM-zvicër; JUS-ish Jugosllavi, etj.

Me qëllim të arritjes së një pajtueshmërie sa më të madhe në mes standardeve nacionale është formuar standardi ndërkombëtar i standardizimit – ISO. Ky standard ka karakter rekomandues dhe nga shumë shtete është marrë si bazë për standardet e tyre.

Shembull i ngarkesave të ndryshme në konstruksione bartëse

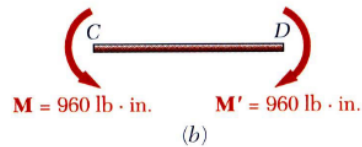
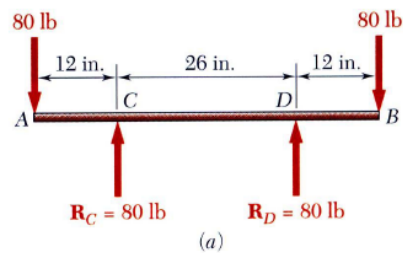
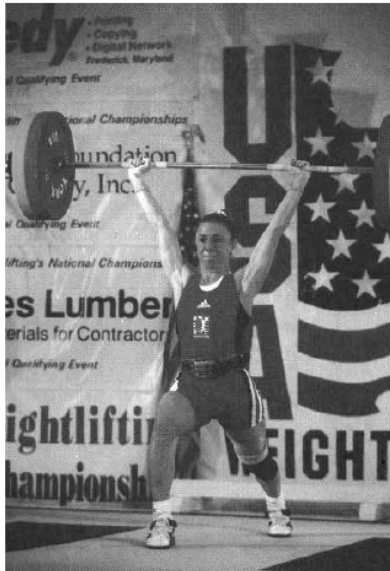
The diagrams illustrate the analysis of a truss structure. The top diagram shows a truss with a horizontal member AB of length 800 mm and a vertical member AC of height 600 mm. A diagonal member BC connects C to B. A 30 kN force is applied at B. The diameter of the members is $d = 20 \text{ mm}$. Below this, a free-body diagram shows reaction forces A_x , A_y , B_x , and B_z at the joints, and internal forces F_{BC} and F_{AB} . A force triangle is shown with a 30 kN force, and a 3-4-5 triangle indicating the direction of F_{BC} . The next diagram shows the truss with internal forces F_{BC} and F_{AB} . Below that, a diagram shows the truss with internal forces F_{BC} and F_{AB} , and a stress distribution diagram showing the force P and reaction P' acting on a cross-section A, with the stress $\sigma = \frac{P}{A}$. The final diagram shows the truss with internal forces F_{BC} and F_{AB} , and a stress distribution diagram showing the force P and reaction P' acting on a cross-section A, with the stress $\sigma = \frac{P}{A}$.

TËRHEQJA - SHYTPJA

<h3>Shearing Stress</h3>	<h3>Single Shear</h3>
<h3>Double Shear</h3>	
PRERJA	

ME 222 Mechanics of Deformable Solids

Pure Bending

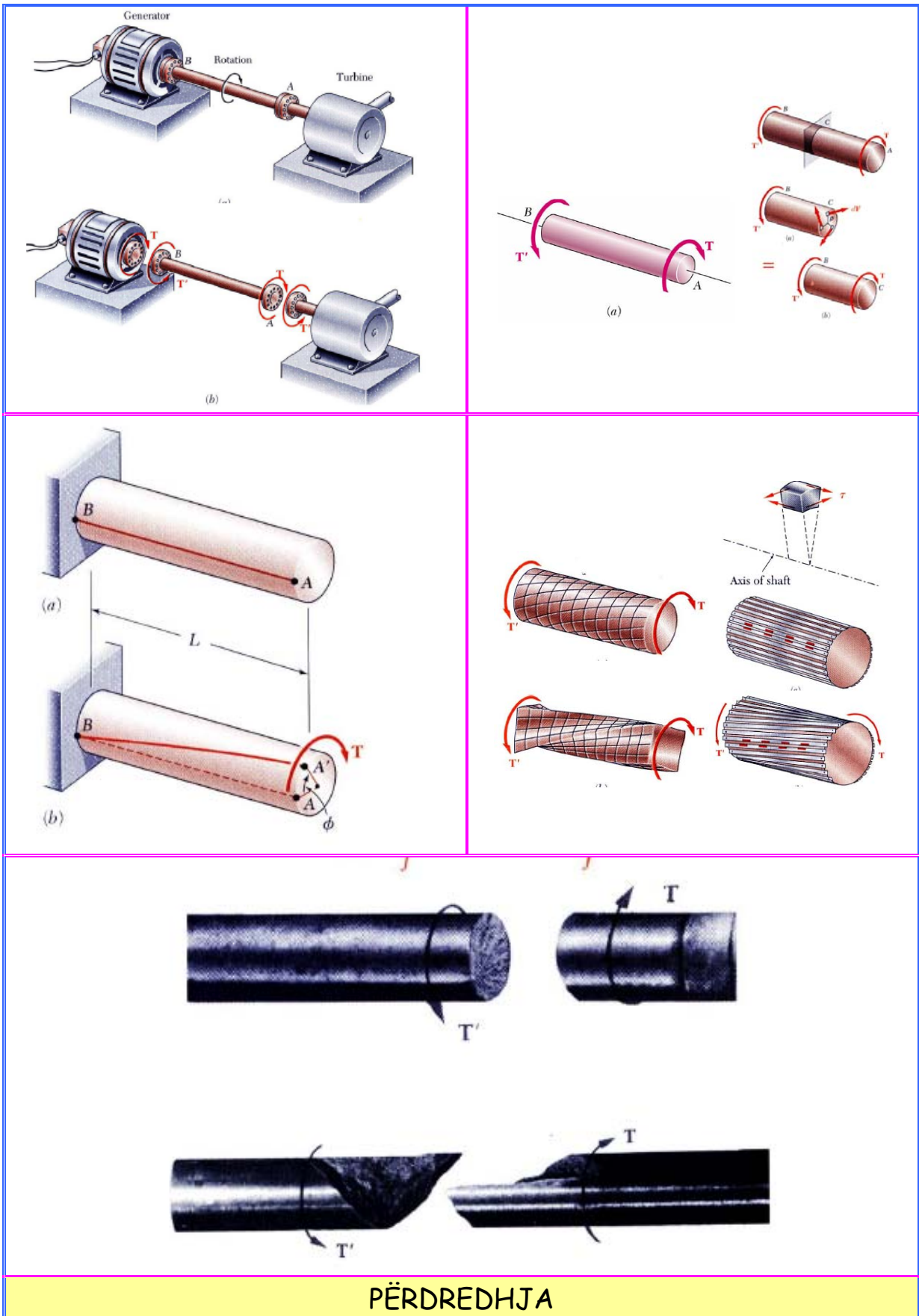


Pure Bending: Prismatic members subjected to equal and opposite couples acting in the same longitudinal plane

Department of Mechanical Engineering - A. Loos

11-2

PËRKULJA



PROVA E TËRHEQJES

Kjo provë bëhet sipas standardit DIN EN 10002

Me provën e tërheqjes përcaktohet qëndrueshmëria dhe deformimi për shkak të veprimit të forcës aksiale:

- **Qëndrueshmëria:** qëndrueshmëria në tërheqje, kufiri i rrjedhshmërisë, kufiri i elasticitetit, kufiri i proporcionalitetit dhe moduli i elasticitetit.
- **Deformimi:** zgjatimi dhe ngushtimi (kontraksioni).

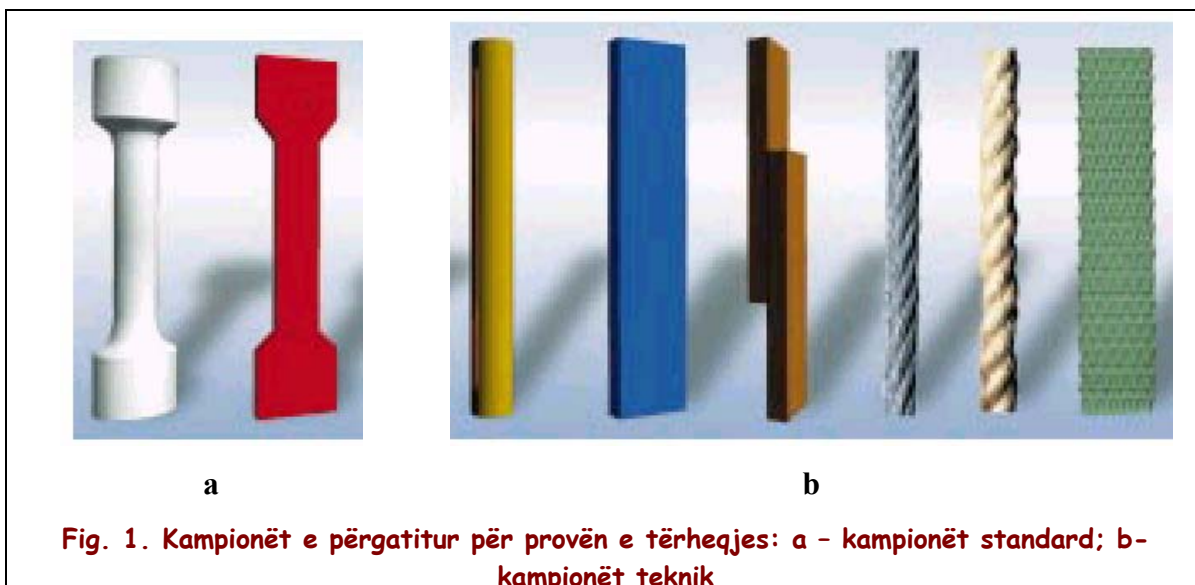
Kampioni për provën e tërheqjes

Kampioni paraqet copën (pjesën) e marrë nga materiali dhe përpunimin në përmasa dhe në formë të caktuar. Kampioni për provë jo vetëm që duhet të jetë nga i njëjti material por ai duhet të punohet në mënyrë të njëjtë si materiali bazë.

Kampioni për provën e tërheqjes mund të jetë **standard** ose **teknik**.

Kampionët standard janë të përshkruar me standard për provën e tërheqjes së metaleve (fig.1,a).

Kampioni teknik provohet në atë gjendje në të cilën pëdoret prodhimi, pa pas nevojë për ndonjë përpunim paraprak. Në këtë mënyrë provohen: profilet, gypat me diametër dhe trashësi të vogël, trarët, litarët, armatura për beton, telat, shiritat e hollë, zingjirët dhe pjesët e tjera të makinave dhe detaleve (fig.1,b).



Kampionët standard që përdorem më së shpeshti janë: kampioni me prerje tërthore rrethore (fig.2) dhe me prerje tërthore prizmatike (fig.3).

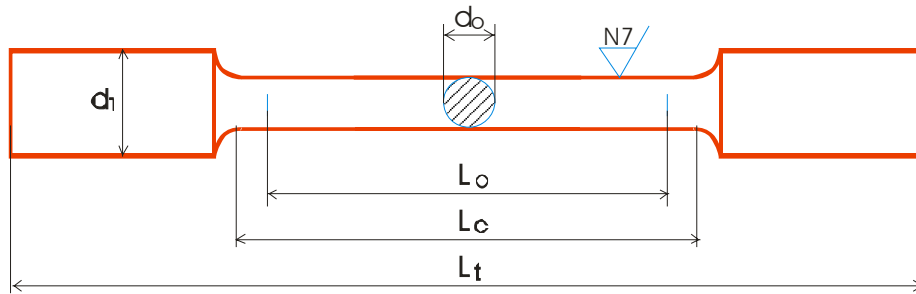


Fig. 2. Kampioni standard me prerje tërthore rrethore

Madhësitë të cilat e karakterizojnë kampionin standard me prerje tërthore rrethore janë:

d_0 – diametri i kampionit, mm

L_0 , gjatësia standarde (fillestare), përkatësisht largësia në mes pikave të skajshem të shënuara në gjatësinë e kampionit, mm

S_0 – seksioni i kampionit (prerja tërthore), mm^2 .

$$S_0 = \frac{\pi \cdot d_0^2}{4}, \text{mm}^2$$

kurse madhësitë të cilat e karakterizojnë kampionin standard me prerje tërthore prizmatike janë:

a_0 – trashësia e kampionit, mm

b_0 – gjerësia e kampionit, mm

L_0 , gjatësia standarde (fillestare), përkatësisht largësia në mes pikave të skajshem të shënuara në gjatësinë e kampionit, mm

S_0 – seksioni i kampionit (prerja tërthore), mm^2 .

$$S_0 = a_0 \times b_0, \text{mm}^2$$

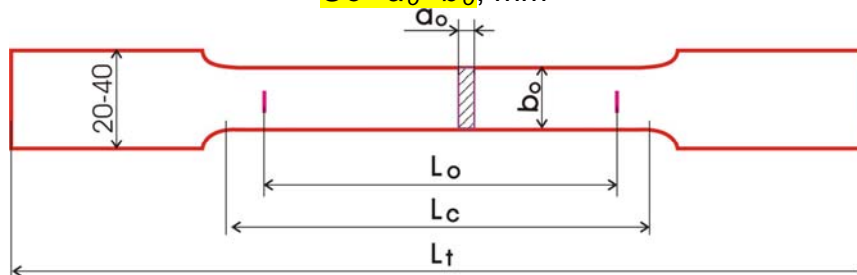


Fig. 3. Kampioni standard me prerje tërthore prizmatike

Në varësi të diametrit fillestar d_0 kampioni mund të jetë:

- normal ($d_0=20$ mm)
- proporcional ($d_0 \neq 20$ mm).

Në varësi të gjatësisë fillestare të L_0 kampioni mund të jetë:

- i gjatë $L_0=10 \cdot d_0$
- i shkurtër $L_0=5 \cdot d_0$

P.sh. **kampioni normal, i gjatë** me seksion rrethor është definuar me diametër fillestar $d_0 = 20$ mm dhe gjatësi fillestare $L_0=200$ mm. Vlera e madhësisë së zgjatimit A varet nga gjatësia e kampionit në të cilin caktohet; në kampion të shkurtër ($L_0=5 \cdot d_0$) ose të gjatë ($L_0=10 \cdot d_0$). Andaj është e domosdoshme që krahas shkronjës (indeksit) A të shënohet edhe lloji i kampionit, pra duhet të shkruhet A_5 ose A_{10} .

A_5 ($L_0=5 \cdot d_0$)

A_{10} ($L_0=10 \cdot d_0$).

Kampionët e rrafshë (seksion prizmatik), në varësi të gjatësisë fillestare mund të jenë të shkurtër dhe të gjatë:

- kampioni i shkurtër $L_o = 5.65 \cdot \sqrt{S_o}$, $S_o = a_o \cdot b_o$

- kampioni i gjatë $L_o = 11,3 \cdot \sqrt{S_o}$

Para fillimit të provës, gjatësia standarde e kampionit (L_o) duhet të ndahet në pjesë të barabarta, dhe atë në 10 pjesë (fig.4) ose në 20 pjesë. Kjo ndarje bëhet me qëllim të përcaktimit të vendit të këputjes së kampionit dhe përcaktimit të zgjatimit.

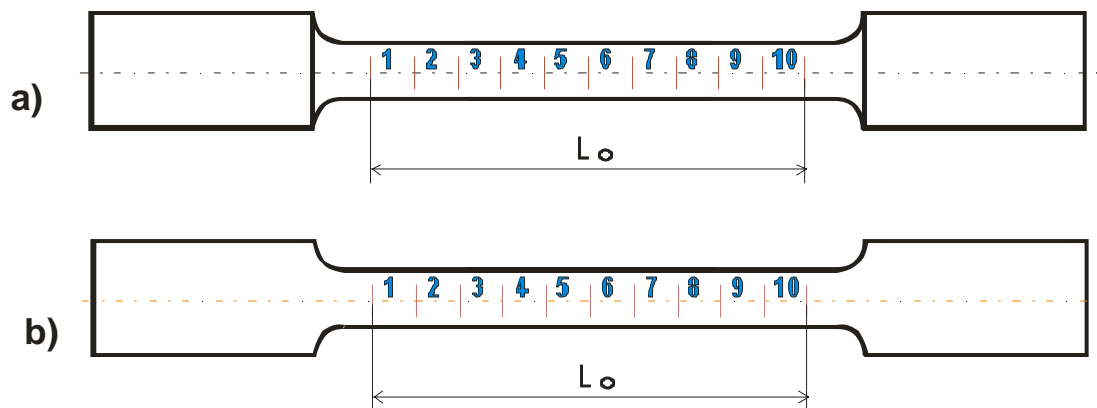


Fig. 4. Ndarja e kampionit në 10 pjesë të barabarta: a - kampioni me seksion rrethot; b- kampioni me seksion prizmatik

Kampioni ka edhe pjesët e skajshme më të trasha në të cilat përforcohen nofullat e makinës me qëllim të tërheqjes (fig.5).

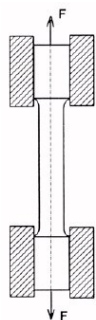


Fig.5. Skema e vendosjes (shtrëngimit) së kampionit në nofulla të makinës.

Kampioni ngarkohet me forcë tërheqëse. Rritja e forcës gjatë tërheqjes statike duhet të jetë e tillë që ajo të sigurojë sforcim që është $\leq 10\text{N/mm}^2$ në sekondë.

Për ngarkesë të tillë të vogël, më e përshtatshme do të jetë makina këputëse hidraulike (Fig.6) e cila mundëson në çdo moment ndërprerje (shkarkim) të forcës. Forca me të cilën ngarkohet kampioni lexohet në instrumentin e makinës.

Është e ditur se ngarkimi, përkatësisht sforcimi i llogaritur në trup shkakton deformim, kështu që gjatë ngarkimit në tërheqje kampioni do të zgjatet. Për këtë arsye gjatë provës së tërheqjes, përveç forcës duhet të përcillet edhe zgjatimi. Zgjatimi i kampionit përcillet me ndihmën e instrumentit matës që quhet *ekstenzometër* (fig.7).



Fig.6. Makina universale për proven e tërheqjes (50 kN)

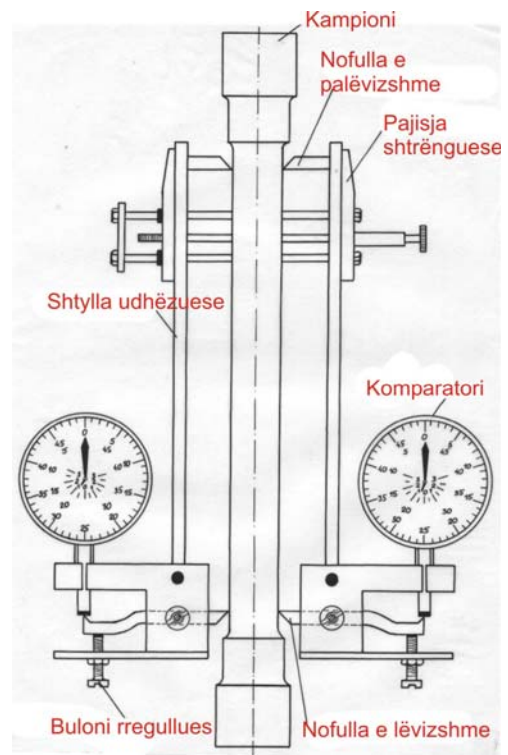


Fig.7. Ekstenzometri

Diagrami forcë - zgjatim

Në makinë këputëse gjatë kohës së tërheqjes vizatohet diagrami forcë-zgjatim, $F-\Delta L$, i cili **quhet diagrami i tërheqjes**. Zgjatimi ΔL paraqet rritjen e gjatësisë së kampioni.

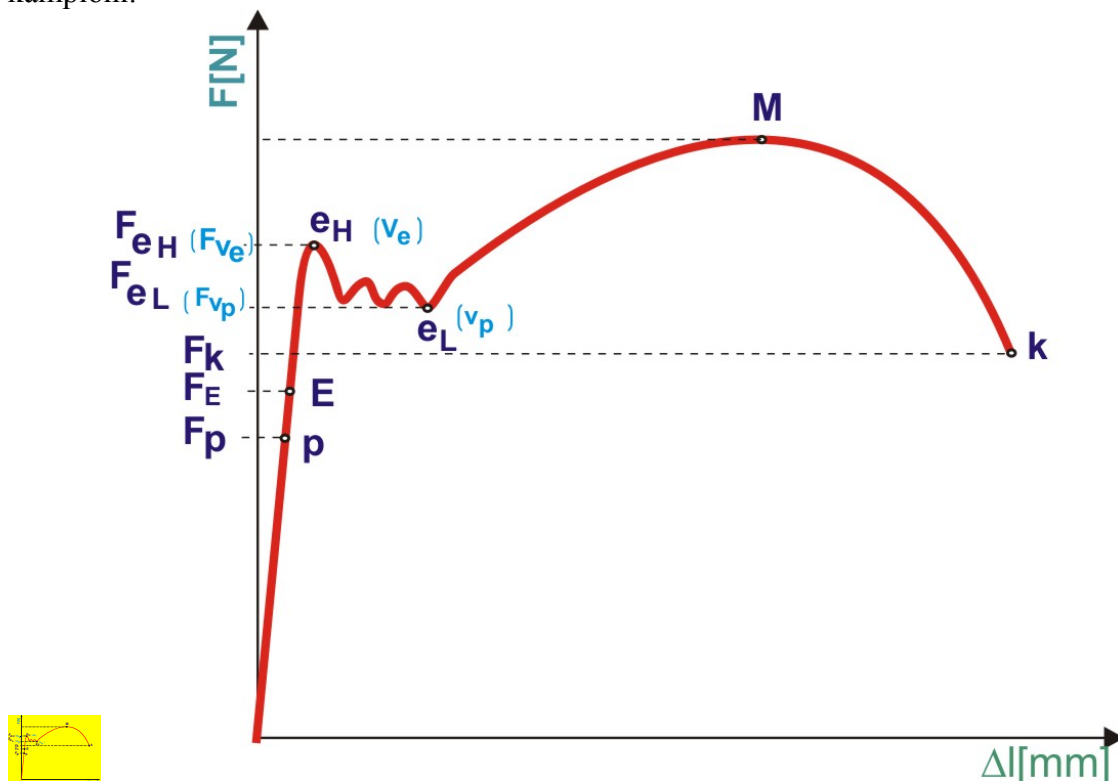


Fig.8. Diagrami i tërheqjes për çelik të butë (forcë-zgjatim)

Në figurën 8 është vizatuar diagrami i tërheqjes $F-\Delta L$ për kampion nga i ashtu quajtur i çeliku i butë konstruktiv me makrostrukturë ferrito-perlite, i cili ka zbatim shumë të madh në inxhinieri, kurse në figurën 9, diagramet e tërheqjes për disa lloje materialesh.

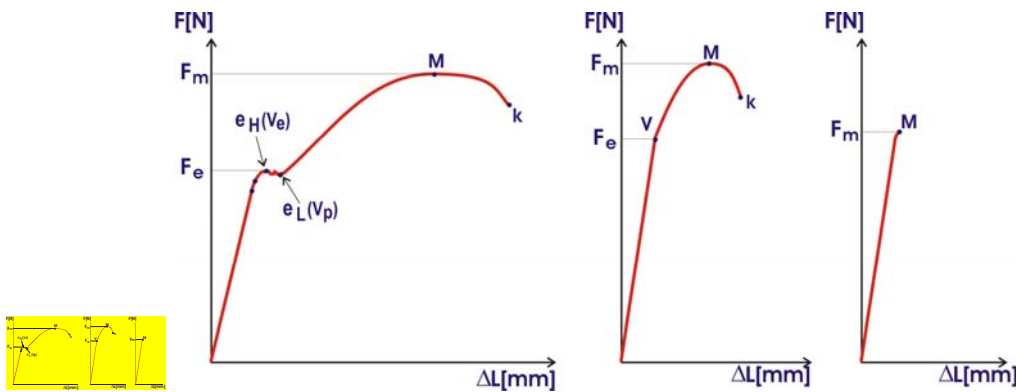


Fig.9. Diagrami i tërheqjes për metale të ndryshme (a-çelik të butë; b-çelik i fortë; c-gizë).

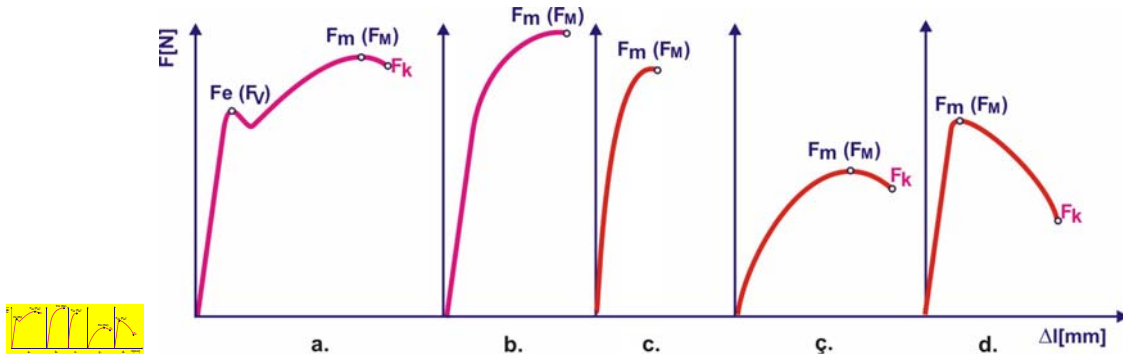


Fig.9*. Diagrami forca - zgjatimi për disa materiale karakteristike.

a-çelik i butë; b-çelik i kalitur; c-gizë e hirtë; ç dhe d- materiale të buta (duktile) siç janë bakri, alumini dhe plumbi

Në pjesën e parë të diagramit $F-\Delta L$ vërehet varshmëria lineare e forcës dhe zgjatimit. Një varshmëri e tillë vlen deri te forca F_e e cila quhet forcë e rrjedhshmërisë. Pas arritjes së kësaj force, kampioni vazhdon të zgjatet edhe për kundër zvogëlimit të vogël të ngarkesës. Për rritjen e mëtejme të zgjatimit nevojitet rritja e sërishme e forcës. Mirëpo në këtë pjesë të ngarkimit me forcë statike në tërheqje nuk ekziston varshmëri lineare në mes forcës dhe zgjatimit. Ngarkesa rritet deri në arritjen e forcës maksimale F_m , pas së cilës kampioni vazhdon të zgjatet edhe për kundër forcës edhe më të vogël. Përfundimisht, kampioni do të këputet (shkatërrohet) për forcë F_k .

Për shkak të forcës tërheqëse, kampioni zgjatet dhe njëkohësisht ngushtohet (fig.10), sepse vëllimi i kampionit para provës është i njëjtë me vëllimin e kampionit pas provës.

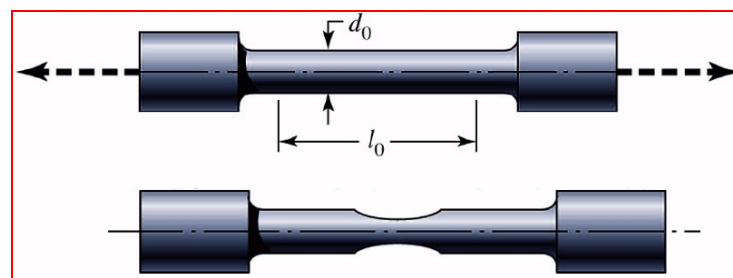


Fig.10. Ndryshimi i gjatësisë dhe ngushtimi i kampionit për shkak të tërheqjes

Me bashkimin e dy pjesëve të këputura (fig.11 dhe 12.) të kampionit dhe me matjen e largësisë së pikave të skajshme të shënuara në kampion të cilat para provës kanë treguar gjatësinë L_0 , do të fitohet gjatësia e tërë e kampionit pas provës (L_1).

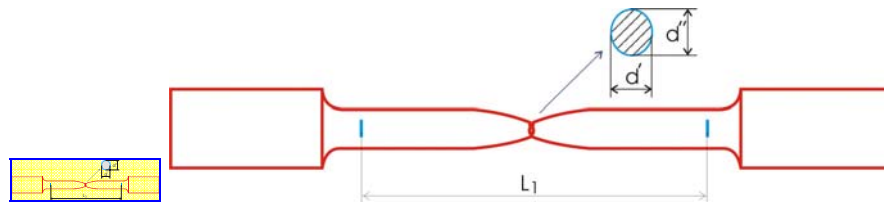


Fig. 11. Paraqitja skematike e kampionit pas këputjes dhe bashkimi i dy pjesëve.

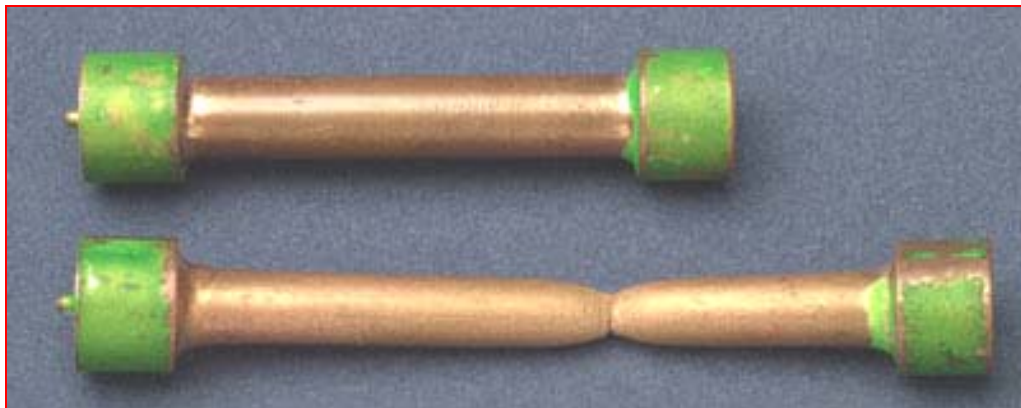


Fig.12. Pamja e kampionit pas këputjes

Zgjatimi i kampionit pas këputjes ΔL_1 , do të jetë: $\Delta L_1 = L_1 - L_0$, mm. Kjo vlerë është e paraqitur edhe në diagramin $F-\Delta L$, dhe fitohet me tërheqjen e një drejtëze nga pika e fundit e diagramit paralel me pjesën proporcionale të diagramit deri në pikëpresjen me boshtin e abshisës (shih fig.14).

Diagrami sforcim - zgjatim specifik

Vlera e forcës gjatë provës në tërheqje nuk jep pasqyrë të qartë për sjelljen e materialit nëse nuk merret parasysh seksioni i prerjes tërthore të kampionit. Kjo ndodh për shkak se nga përmasat e kampionit varet edhe vlera e forcës në këputje. Andaj duhet të përdoret nocioni, sforcim i cili paraqet raportin në mes forcës dhe njësisë së sipërfaqes, sipas shprehjes:

$$\sigma = \frac{F}{S_0}, \text{ N/mm}^2, \text{ ku janë}$$

F – forca e shprehur në N

S₀ – sipërfaqja e prerjes tërthore e kampionit (seksioni) në mm².

Njësia me të cilën tregohet vlera e sforcimit është: N/mm² ose Pa=N/m² sipas Sistemit Ndërkombëtar të njësive. 1 N/mm² i përgjigjet 1 MPa, përkatësisht 1 MN/ m². Në inxhinieri më së tepërmi përdoret njësia N/mm², edhe pse nuk është e përcaktuar me standardin SI.

Nëse vlera e zgjatimit **momental** ΔL pjesëtohet me gjatësinë fillestare të kampionit (L_0), do të fitojmë nocionin e zgjatimit specifik:

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0}, \text{ mm/mm}$$

Zgjatimi mund të shprehet edhe në përqindje:

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \cdot 100, \%$$

Në këtë mënyrë nga diagrami forcë – zgjatim, me anë të llogaritjeve mund të fitohet diagrami sforcim – zgjatim specifik " σ - ε " (shih fig.13), i cili nuk varet nga seksioni i kampionit. Në figurën 13a janë dhënë diagramet " σ - ε " për materiale të ndryshme.

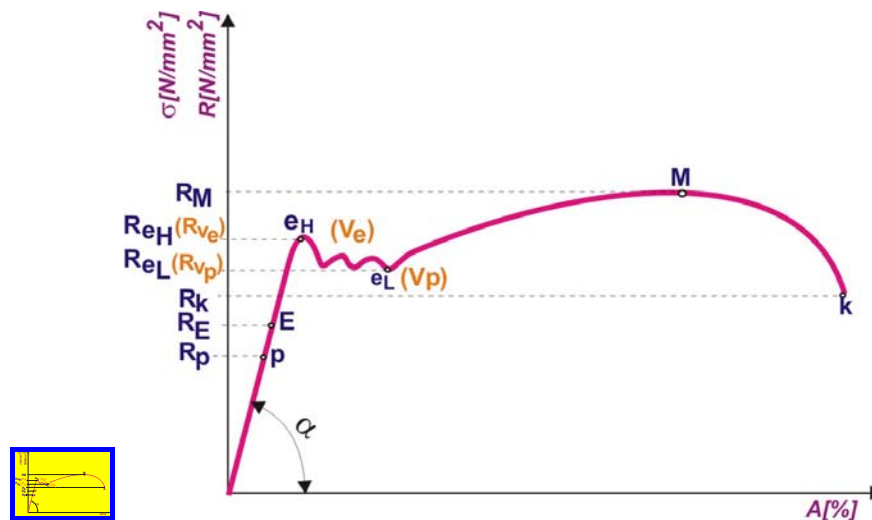


Fig.13. Diagrami i tërheqjes (sforcim - zgjatim specifik)

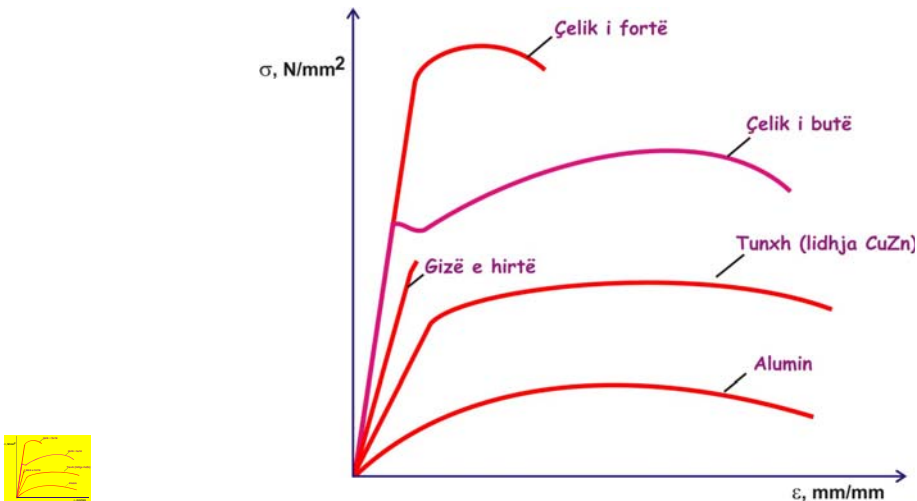


Fig.13a. Diagrami i tërheqjes (sforcim - zgjatim specifik) për materiale të ndryshme

Diagrami $\sigma-\varepsilon$ është i ngjashëm me diagramin $F-\Delta L$, për arsye se të gjitha vlerat e forcave (ordinatës) pjesëtohen me sipërfaqen e prerjes tërthore të kampionit (S_0), dhe të gjitha vlerat e zgjatimit pjesëtohen me gjatësinë fillestare të kampionit (L_0). Andaj diagrami $\sigma-\varepsilon$ fillon nga qendra e sistemit koordinativ, në formë të drejtëzës e cila quhet drejtëza e Hukut (Hooke).

Në këtë interval të forcës materiali pëson kryesisht deformime elastike që d.m.th. nëse materiali shkarkohet ($\sigma=0$) ai do të kthehet në gjendjen e mëparshme dhe në të nuk do të mbeten deformime të përhershme (plastike, të pakthyeshme), përkatësisht largësia në mes pikave matëse të skajshme të kampionit do të jetë e barabartë L_0 .

Pasi që ngarkesa në material (në këtë rast në çelikon e “butë”) të arrijë vlerën **Re – kufirin e rrjedhshmërisë**, ai fillon të “rrjedh” pa rritjen e ngarkesës.

Kufiri i rrjedhshmërisë shprehet me raportin:

$$R_e = \frac{F_e}{S_0}, \text{ N/mm}^2$$

R_e – Kufiri i rrjedhshmërisë është ai sforcim për të cilin materiali fillon të rrjedh edhe pa rritje të sforcimit.

Në diagram dallojmë kufirin e epërm të rrjedhshmërisë (R_{eH}) dhe kufirin e poshtëm të rrjedhshmërisë (R_{eL}).

Me rritjen e mëtejme të ngarkesës, materiali e kalon kufirin e rrjedhshmërisë dhe hyn në në fushën e deformimeve plastike ose deformimeve të përhershme.

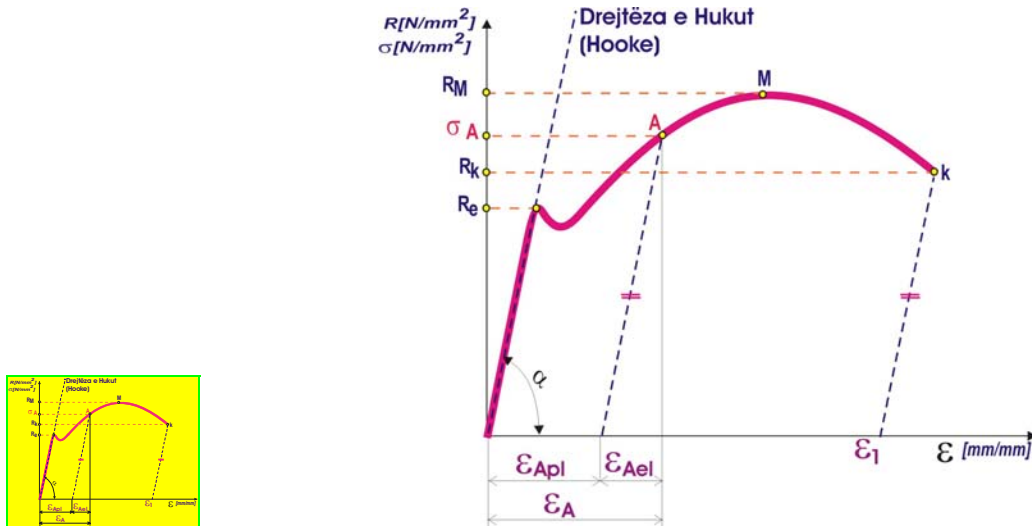


Fig.14. Paraqitja e drejtëzës së Hukut në diagramin sforcim-zgjatim specifik

Nëse kampioni i ngarkuar deri në pikën A (shih fig. 14) shkarkohet ($\sigma=0$), atëherë në të do të mbetet deformimi plastik, përkatësisht deformimi i përhershëm ϵ_{Apl} . Kjo do të thotë se largësia në mes pikave të skajshme të kampionit e shënuar më parë me L_0 do të zmadhohet për ΔL_A , andaj

$$\epsilon_{Apl} = \frac{\Delta L_A}{L_0}, \text{ mm/mm}$$

Çdo deformim i materialit (kampionit) i shkaktuar pas kalimit të kufirit R_e përmbahet nga deformimet elastike (të kthyeshme, përkohshme) ϵ_{el} të cilat zhduken dhe nga deformimet plastike (të pakthyeshme, përhershme) ϵ_{pl} të cilat mbesin përherë në material.

Deformimet e përhershme mund të caktohen nga diagrami $\sigma-\epsilon$, duke tërhequr një drejtëz nga një pikë e diagramit paralel me paralelen e Hukut deri në pikëpresjen e boshtit të abshisës.

Sforcimi (ngarkesa) me forcë maksimale quhet **qëndrueshmëria në tërheqje** (R_m) dhe është e barabartë me:

$$R_m = \frac{F_m}{S_0}, \text{ N/mm}^2$$

Ky sforcim nuk guxon të quhet (emërohet) sforcim maksimal, por ashtu siç është thënë më heret **qëndrueshmëria në tërheqje**. Edhe pse marrëdhënia e sforcimit në diagramin e tillë $\sigma-\epsilon$ është më e madhe, në realitet ky nuk është sforcimi maksimal.

Pas arritjes së vlerës R_m , deformimi i kampionit nuk do të jetë i njëtrajtshme përgjatë tërë gjatësisë, por do të lokalizohet në një vend, në të ashtuquajturën qafë (shih fig. 15).

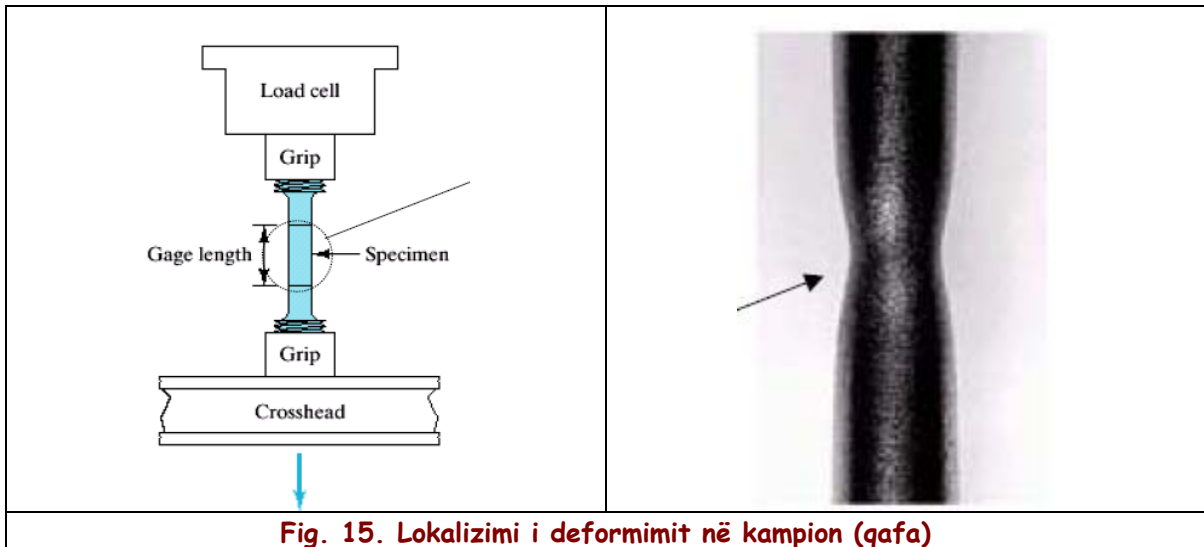


Fig. 15. Lokalizimi i deformimit në kampion (qafa)

Sforcimi për të cilin këputet kampioni, e quajmë kufiri i këputjes, dhe është:

$$R_k = \frac{F_k}{S_0}, \text{ N/mm}^2$$

Vlera e zgjatimit i tërë pas këputjes caktohet me shprehjen:

$$\varepsilon_1 = \frac{L_1 - L_0}{L_0} = \frac{\Delta L_1}{L_0}, \text{ mm/mm}$$

Kjo vlerë fitohet edhe në mënyrë grafike në diagramin σ - ε , ngjashëm si vlera ΔL_1 në diagramin F - ΔL , duke e tërhequr paralelen me drejtëzën e Hukut nga pika e këputjes (k) deri në pikëpresjen me aksin e abshisës (fig.14).

Nëse zgjatimi i tërë pas këputjes (ε_1) shprehet në përqindje, atëherë shënohet me shkronjën A dhe quhet zgjatim:

$$A = \varepsilon_1 \cdot 100, \%$$

Nëse analizohet pjesa lineare e diagramit σ - ε , mund të shihet se drejtimi i drejtzës mund të paraqitet me shprehjen:

$$\sigma = E \cdot \varepsilon$$

dhe njëherësh e paraqet ligjin e Hukut i cili vlenë vetëm për fushën e zgjatimeve (deformimeve) elastike.

Konstanta E quhet moduli i elasticitetit ose moduli i Youngut dhe paraqet vetinë e materialeve që varen drejtpërdrejt nga qëndrueshmëria e lidhjeve në mes atomeve të rrjetës kristalore ose të strukturës amorfë. Sa më e qëndrueshme të jetë lidhja aq më i madh do të jetë moduli i elasticitetit. Për këtë arsye modulin më të madh të elasticitetit e ka diamanti.

Ligji i Hukut mund të paraqitet edhe me shprehjen:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

andaj edhe shihet se njësia për konstantën E është e njëjtë me atë të sforcimit σ , pra N/mm^2 . Në diagramin σ - ε , madhësia e konstantës E paraqet koeficientin e drejtimit të drejtëzës së Hukut.

Vlera e modulit të elasticitetit për disa materiale konstruktive është dhënë në tabelën 3.1.

Tabela 3.1. Vlera e modulit të elasticitetit për disa materiale konstruktive

Materiali	Moduli i elasticitetit; $E, \text{N/mm}^2$
çelik	210 000
Gizë e hirtë *	110 000-160 000
Cu dhe lidhjet e Cu	105 000
Al dhe lidhjet e Al	70 000

* arsyeja e shpërndarjes së vlerave të modulit të elasticitetit të gizes së hirtë qëndron në arsyen e shpërndarjes së grafitit

Si rezultat i vlerave të ndryshme të moduleve të elasticitetit, fitohen edhe kënde të ndryshme të pjerrësisë së drejtëzës së Hukut në diagramin σ - ε . Figura 6 tregon disa raste të diagrameve σ - ε për lloje të ndryshme të materialeve.

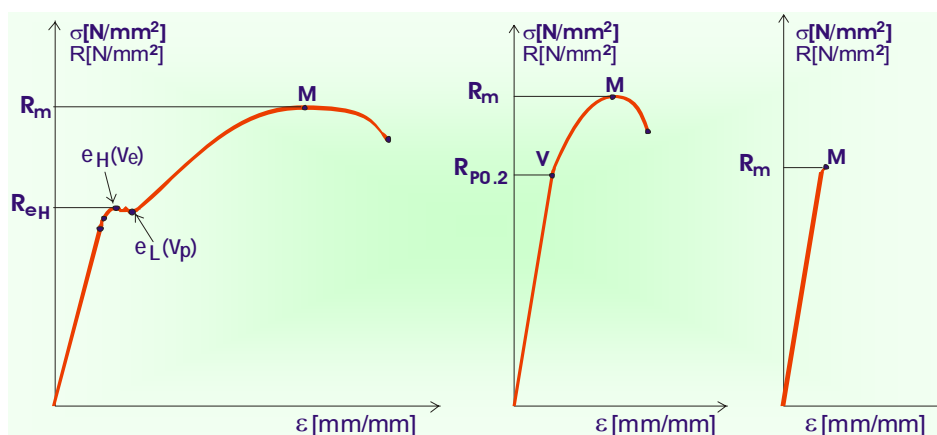


Fig. 16. Diagrami σ - ε për metale të ndryshme (a-çelik të butë; b-çelik i fortë; c-gizë).

Pasi që çeliku i “butë” dhe çeliku i “fortë” kanë modul të njëjtë të elasticitetit, atëherë edhe pjesa lineare e diagrameve ndodhet në të njëjtën drejtëz. Për dallim nga çeliku i “butë”, çeliku i “fortë” nuk e ka të shprehur kufirin e rrjedhshmërisë R_e , sepse kalimi nga fusha e deformimeve elastike në ato plastike bëhet në mënyrë kontinuale.

Qëndrueshmëria në tërheqje e çelikut të “fortë” është më e madhe se qëndrueshmëria e çelikut të butë, por deformueshmëria e tij e shprehur përmes zgjatimit ε_1 , përkatësisht kontraksionit (ngushtimit) A është dukshëm më e vogël se e çelikut të butë.

Përgjithësisht vlen rregulli; materialet me qëndrueshmëri (rezistencë) më të madhe (të shprehur përmes R_e dhe R_m) kanë deformueshmëri më të vogël (të shprehur përmes A) dhe anasjelltas.

Është e kuptueshme se ka edhe përjashtime, siç është rasti me gizen e hirtë. Giza e hirtë ka modul të elasticitetit më të vogël se çeliku, andaj edhe pjerrësia e drejtëzës së Hukut është më e vogël.

Pjerrësia e drejtëzës së Hukut për tunxh është më e vogël, ndërsa kalimi nga fusha e deformimeve elastike në ato plastike është kontinual (R_e – nuk është e shprehur). Qëndrueshmëria në tërheqje e tunxhit është më e vogël se qëndrueshmëria e çelikut të butë, kurse zgjatimi i tërë është më i madh.

Alumini i pastër (i vetmi metal i pastër në mesin e diagrameve) ka modul të elasticitetit më të vogël dhe qëndrueshmëri dukshëm më të vogël në krahasim me materialet e tjera. Nga diagramet shihet se zgjatimi i tërë (ϵ_1) i aluminit nuk është më i madh se i tunxhit dhe i çelikut. Arsyeja qëndron në faktin se deformimi radial i alumit është më i madh se deformimi gjatësor (longitudinal).

Tregues i deformueshënisë gjatë provës statike në tërheqje, përveç zgjatimit A është edhe ngushtimi i prerjes tërthore (kontraksioni) Z i cili llogaritet sipas shprehjes:

$$Z = \frac{S_0 - S_1}{S_0} \cdot 100, \%$$

Ku janë: S_0 – sipërfaqja fillestare;

S_1 – sipërfaqja në vendin e këputjes

Materialet polimere (masat plastike) e kanë shumë pak të shprehur fushën e ligjit të Hukut. Forma e diagramit varet nga lloji i materialit polimer (fig. 17).

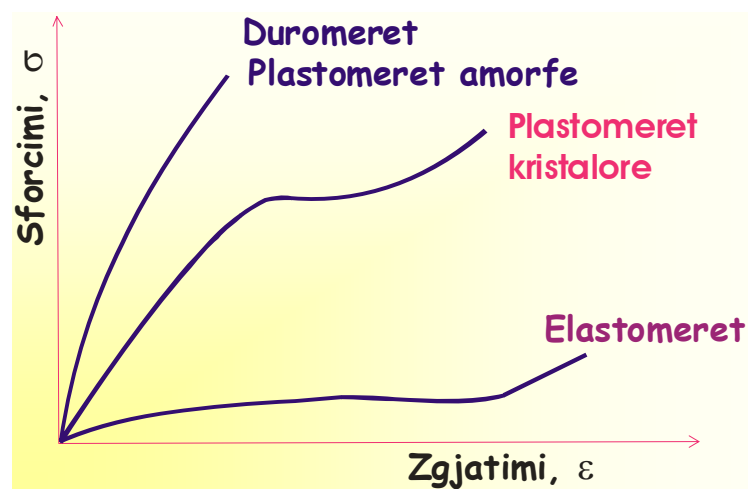


Fig.17. Diagrami σ - ϵ për materiale polimere.

Kufi teknik (konvencional) i rrjedhshmërisë $R_{p0,2}$

Nga diagramet σ - ϵ mund të shihet se vetëm te çeliku i “butë” është i shprehur kufiri i rrjedhshmërisë R_e , që do të thotë se vetëm këtu kemi kalim jokontinual nga fusha e deformimeve elastike në ato plastike. Duke pas parasysh në konstruksione inxhinierike asnjëherë nuk lejohet shfaqja e deformimeve plastike, atëherë rrjedh se kufiri i rrjedhshmërisë është madhësia kryesore për llogaritjen e konstruksioneve. Sforcimi i lejuar për materiale të ndryshme caktohet në bazë të kufirit të rrjedhshmërisë. Për këtë tek

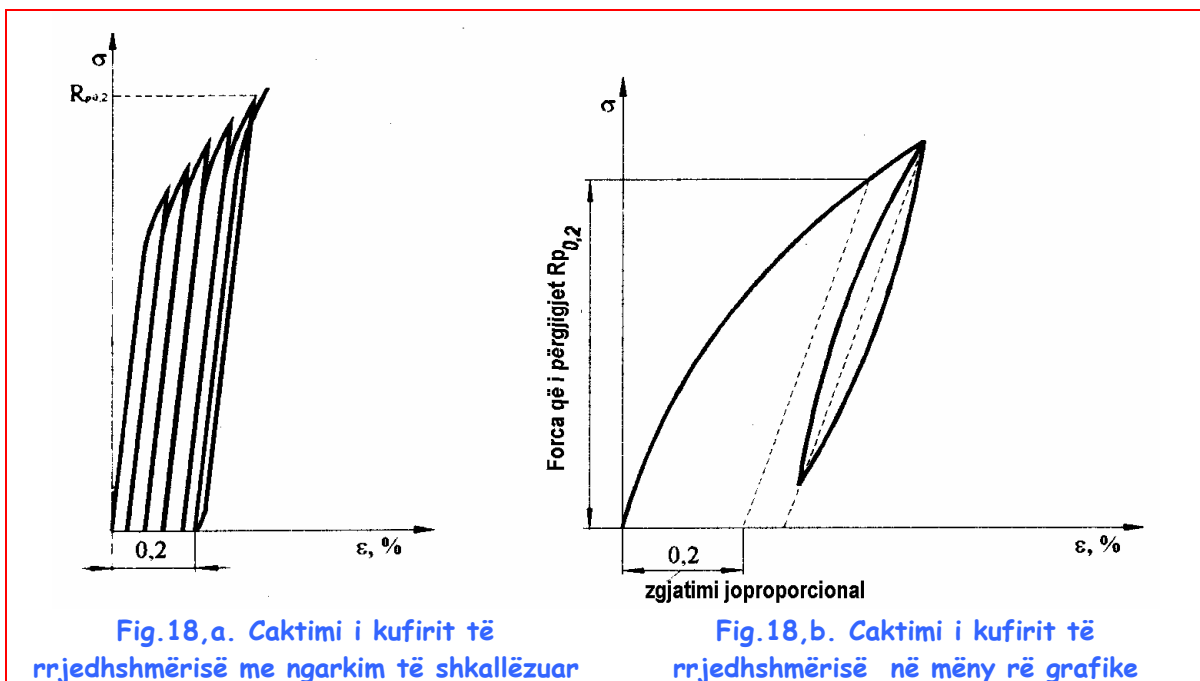
materialet që nuk e kanë të theksuar kufirin e rrjedhshmërisë merret **kufiri teknik (konvencional, i përvetësuar) i rrjedhshmërisë $R_{p0,2}$** .

Definicion. Ky është sforcim i cili pas shkarkimit të kampionit shkakton zgjatim të përheshëm (plastik) prej 0,2 %.

Për përcaktimin e kufirit teknik (konvencional) të rrjedhshmërisë **$R_{p0,2}$** është e domosdoshme pajisja shtesë për matjen e zgjatimeve – ekstenzometri, i cili përforcohet për kampioni dhe e bënë matjen e zgjatimeve ΔL për vlera të caktuara të forcës F .

Në bazë të vlerave σ dhe ε (të shprehur në %) përcaktohet grafikisht kufiri i rrjedhshmërisë **$R_{p0,2}$** (shih. Fig. 18).

Për dallim nga kufiri i rrjedhshmërisë R_e (kufiri i vërtetë; **R_{eH} , R_{eL}**), **kufiri teknik i rrjedhshmërisë $R_{p0,2}$** nënkupton deformimin plastik prej 0.2%. Mirëpo, një deformim kaq i vogël është i papërfillshëm pasi që sforcimi i lejuar të cilin e preferon konstruktori është disa herë më i vogël sepse ai e merr parasysh shkallën e sigurisë me qëllim që detali i makinave ose pjesa e konstruksionit të mos pëson deformime plastike gjatë eksplotimit (përdorimit).



Diagrami i vërtetë sforcim-zgjatim

Gjatë llogaritjes së qëndrueshmërisë supozohet se sipërfaqja tërthore e kampionit gjatë provës nuk ndryshon ($S=S_0=\text{konstant}$). Mirëpo, prerja tërthore e kampionit që tërhiqet ndryshon në varësi nga forca, kështu që sforcimi i vërtetë (σ_v) është më i madh se sforcimi nominal. Kjo sidomos vlenë për fushën e deformimeve plastike (pas sforcimit R_e).

Duke u mbështetur në faktin se vëllimi i kampionit mbetet konstant para dhe gjatë provës mund të shkruajmë:

$$V = S_0 \cdot L_0 = S \cdot L = konst.$$

prej nga rrjedh se;

$$S = \frac{S_0 \cdot L_0}{L} = \frac{S_0 \cdot L_0}{L_0 + \Delta L} = \frac{S_0}{1 + \frac{\Delta L}{L_0}} = \frac{S_0}{1 + \varepsilon}$$

Sforcimi i vërtetë (σ_v) do të jetë:

$$\sigma_v = \frac{F}{S} = \frac{F}{\frac{S_0}{1 + \varepsilon}} = \sigma \cdot (1 + \varepsilon)$$

përkatesisht,

$$\sigma_v = \frac{F}{S_0 + \Delta S} = \frac{\frac{F}{S_0}}{1 - \frac{\Delta S}{S_0}} = \frac{\sigma}{1 - z}$$

Edhe te përcaktimi i deformimeve të vërteta merret se kampioni zgjatet në mënyrë kontinueale. Duke u nisur nga shprehja për deformime pambarimisht të vogla

$$d\varepsilon = \frac{dL}{L}$$

fitohet deformimi i vërtetë si shumë e deformimeve të vargut të deformimeve të vogla:

$$\varepsilon_v = \sum \frac{L_1 - L_0}{L_0} + \frac{L_2 - L_1}{L_1} + \frac{L_3 - L_2}{L_2} + \dots$$

$$\varepsilon_v = \int_{L_0}^L \frac{dL}{L} = \ln \frac{L}{L_0}$$

ose

$$\varepsilon_v = \ln \frac{L_0 + \Delta L}{L_0} = \ln \left(1 + \frac{\Delta L}{L_0} \right) = \ln(1 + \varepsilon)$$

përkatesisht,

$$\varepsilon_v = \ln \frac{S_0}{S} = \ln \frac{S_0}{S_0 - \Delta S} = \ln \frac{1}{1 - \frac{\Delta S}{S_0}} = \ln \frac{1}{1 - z}$$

Në bazë të ekuacioneve të fituara mund të vizatohet lakorja e deformimeve të vërteta për çelik me pak karbon, i cili tregon rritje të theksuar të sforcimit në këputje (fig.19).

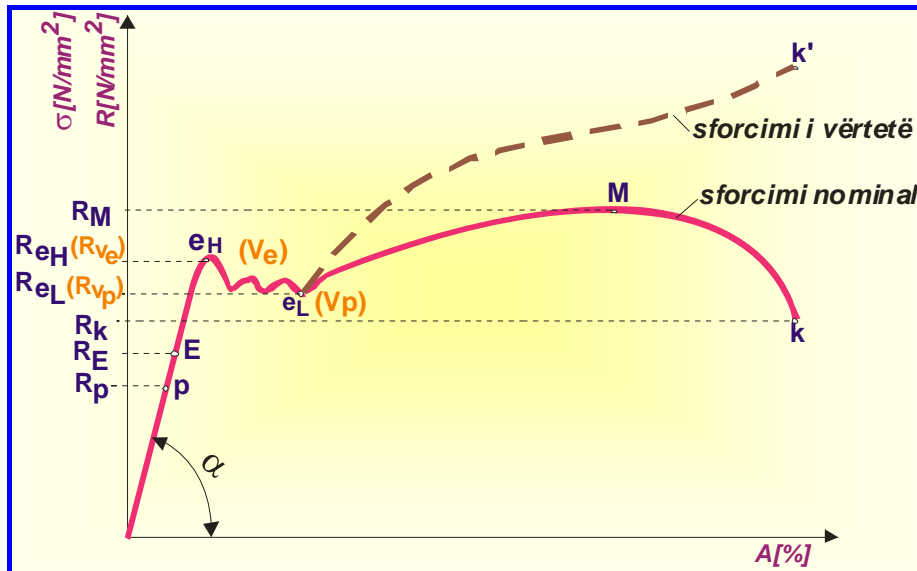
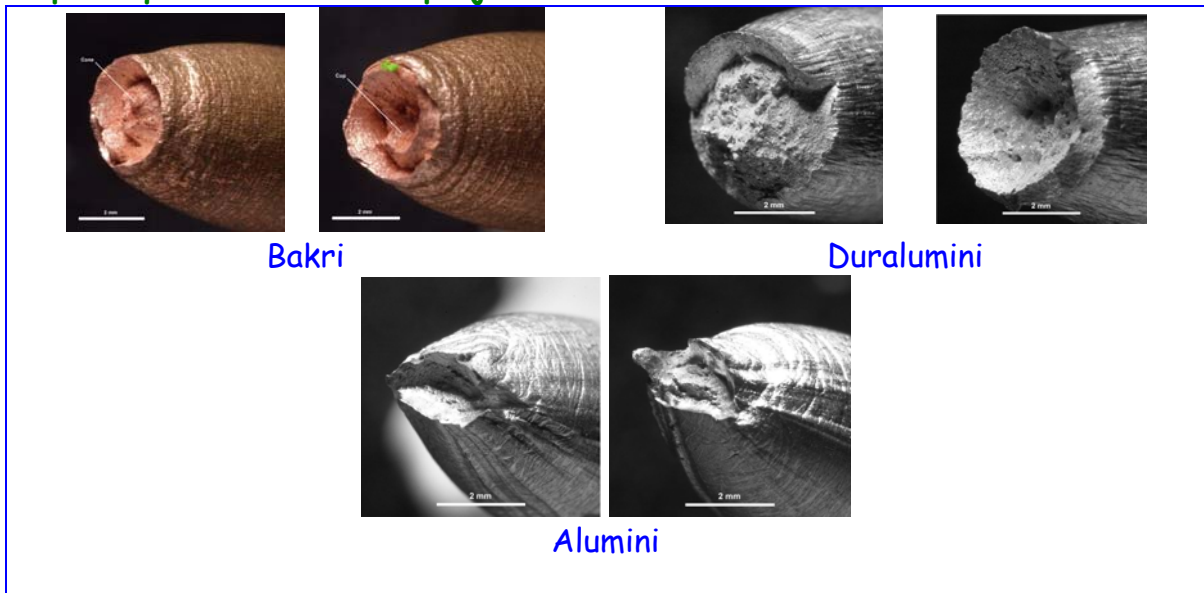


Fig.19. Diagrami i vërtetë sforcim-zgjatim (σ - ϵ).

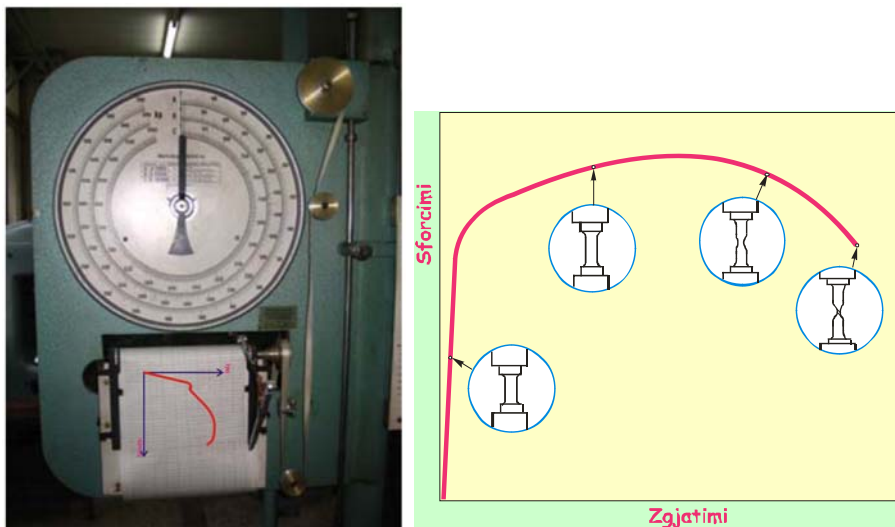
Sipërfaqet në vendin e këputjes



Makinat dhe pajisjet për provën e tërheqjes



Makinat për provën e tërheqjes



Pajisja për vizatimin e diagramit sforcim - zgjatim specifik

SHPREHJET QË PËRDOREN GJATË PROVËS

$S_0 = \frac{\pi \cdot d_0^2}{4} [mm^2]$... Sipërfaqja tërthore e kampionit para provës (për seksion rrethor)

$S_0 = a \cdot b [mm^2]$... Sipërfaqja tërthore e kampionit para provës (për seksion katërkëndësh)

do [mm] ... diametri i kampionit para provës

a,b [mm] ... trashësia, përkatësisht gjerësia e kampionit

L_0 [mm] ... gjatësia e kampionit para provës

L_0 [mm] ... gjatësia momentale e kampionit

L_1 [mm] ... gjatësia e tërë e kampionit pas këputjes

$\Delta L = L - L_0$ [mm] ... zgjatimi momental

$\Delta L_1 = L_1 - L_0$ [mm] ... zgjatimi i tërë (pas këputjes)

$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \cdot 100$ [%] ... zgjatimi momental, i shprehur në përqindje

$A = \frac{\Delta L_1}{L_0} \cdot 100$ [%] ... zgjatimi i tërë, i shtrehur në përqindje

$Z = \frac{S_0 - S_1}{S_0} \cdot 100$ [%] ... kontraksioni (ngushtimi)

$S_1 = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} [mm^2]$... sipërfaqja e kampionit në vendin e këputjes për kampion me prerje tërthore rrethore

$S_1 = a_1 \cdot b_1 [mm^2]$... sipërfaqja e kampionit në vendin e këputjes për kampion me prerje tërthore katërkëndëshe

d_1^i, d_1^r [mm] ... diametrat e kryqëzuar në vendin e këputjes

$d_1 = \frac{d_1^i + d_1^r}{2} [mm]$... diametri mesatar i kampionit në vendin e këputjes

$a_1, b_1 \dots$ trashësia, përkatësisht gjerësia e kampionit pas provës për kampion me prerje tërthore katërkëndësh

F_p [N] ... forca në kufirin e proporcionalitetit

F_E [N] ... forca në kufirin e elasticitetit

F_e [N] ... forca në kufirin e rrjedhshmërisë

F_{eH} [N] ... forca maksimale në kufirin e rrjedhshmërisë

F_{eL} [N] ... forca minimale në kufirin e rrjedhshmërisë

$F_{0,2}$ [N] ... forca në kufirin teknik të rrjedhshmërisë

F_m [N] ... forca maksimale

F_k [N] ... forca këputëse

$$R_p = \frac{F_p}{S_o} \left[\frac{N}{mm^2} \right] \quad \text{sforcimi në kufirin e proporcionalitetit}$$

$$R_E = \frac{F_E}{S_o} \left[\frac{N}{mm^2} \right] \quad \text{sforcimi në kufirin e elasticitetit}$$

$$R_e = \frac{F_e}{S_o} \left[\frac{N}{mm^2} \right] \quad \text{sforcimi në kufirin e rrjedhshmërisë}$$

$$R_{0,2} = \frac{F_{0,2}}{S_o} \left[\frac{N}{mm^2} \right] \quad \text{sforcimi në kufirin teknik të rrjedhshmërisë}$$

$$R_m = \frac{F_m}{S_o} \left[\frac{N}{mm^2} \right] \quad \text{qëndrueshmëria maksimale}$$

$$R_k = \frac{F_k}{S_o} \left[\frac{N}{mm^2} \right] \quad \text{sforcimi në këputje}$$

REALIZIMI I PROVËS

-Kampioni vendoset në makinë dhe bëhet shtrëngimi i rregullt, në mënyrë që veprimi i forcës të jetë i njëtrajtshëm.



Matja e gjatësisë para dhe pas provës

-Rritja e forcës duhet të jetë e tillë që sforcimi specifik në kufirin e elasticitetit të mos kalon 10N/mm^2 brenda një sekonde.

-Gjatë provës mund të lexohen drejtpërdrejt në instrumentin e makinës disa vlera karakteristike (F_m , e në disa raste edhe F_v).

-Në makinë, ekziston mundësia e vizatimit të diagramit forcë- zgjatim, prej të cilit në bazë të përmasës për forcë dhe për zgjatim mund të caktohen edhe vlerat të tjera përkatëse.

-Në bazë të rezultateve të fituara, dhe atyre të llogaritura nga diagrami mund të llogariten edhe sforcimet.

-Për matjen e gjatësisë së gjithmbarshme të kampionit pas këputjes (L_1) është e domosdoshme përputhja e plotë e sipërfaqeve të të dy pjesëve të këputura.

-Nëse këputja ndodh në gjatësinë L_k , atëherë gjatësia në mes të skajeve të kampionit paraqet gjatësinë pas këputjes.



Matja e diametrit para provës dhe diametrit në vendin e këputjes

-Nëse këputja ndodh në gjatësinë L_m ose L_n , gjatësia pas këputjes caktohet në këtë mënyrë (fig.1.33a):

matet madhësia e të gjitha ndarjeve në anën më të shkurtër ku ka ndodh këputja, dhe po aq ndarje në anën më të gjatë të kampionit, kjo madhësi shenohet me "m", ndërsa mbetja tjetër e ndarjeve ndahet për dy dhe kështu fitohet madhësia "n". Në bazë të kësaj do të llogaritet gjatësia e tërë pas këputjes (L_1)

$$L_1 = m + 2 \cdot n \text{ [mm]}$$

dhe zgjatimi i tërë (ΔL_1)

$$\Delta L_1 = L_1 - L_0 = m + 2 \cdot n - L_0 \text{ [mm]}.$$

Gjatësia e kampionit pas këputjes mund të caktohet edhe në bazë të figurës 33.3b. masim pjesën më të shkurtër dhe e quajm "m", pastaj e masim pjesën më të gjatë për po aq ndarje dhe e quajm "n". Gjysmën e pjesëve të mbetura e masim dhe e quajmë "s". Gjatësia e tërë e kampionit në këtë rast do të jetë:

$$L_1 = m + n + 2 \cdot s \text{ [mm]}$$

dhe zgjatimi i tërë (ΔL_1)

$$\Delta L_1 = L_1 - L_0 = m + n + 2 \cdot s - L_0 \text{ [mm]}.$$

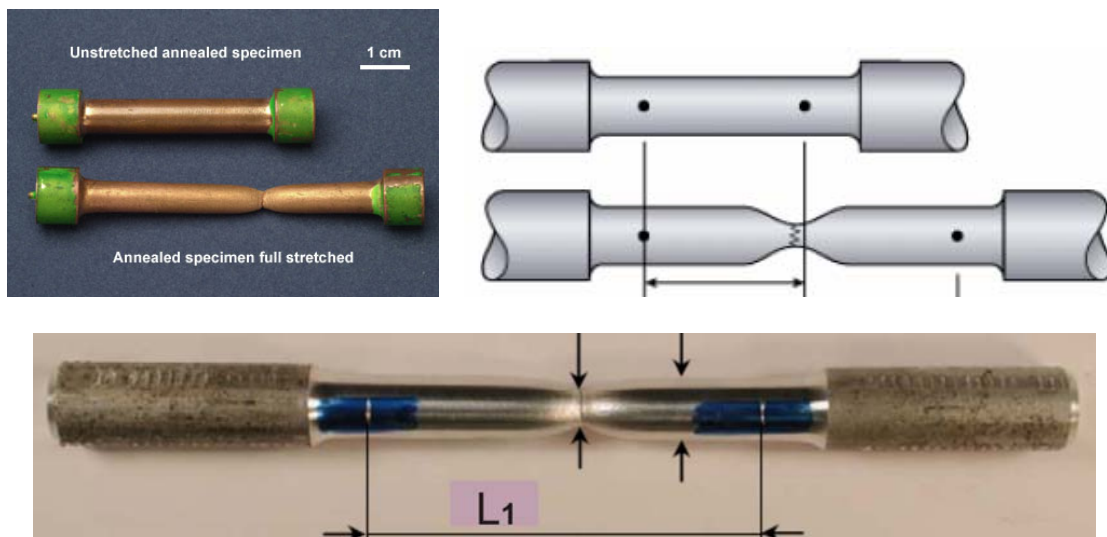
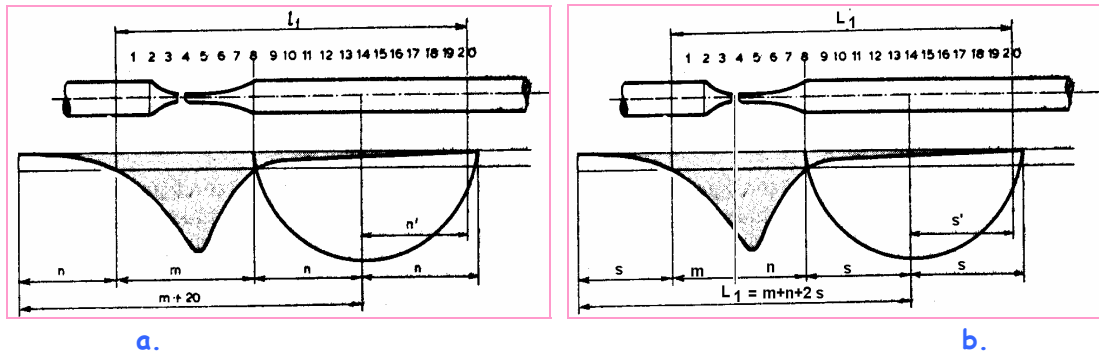


Fig.***. Matja e gjatësisë L_1 : a-matja përmes madhësive madhësive "m" dhe "n"; b-matja përmes madhësive "m", "n" dhe "s".

1. PROVA E SHTYPJES

Prova e shtypjes bëhet sipas standardit DIN 50106

Me këtë provë përcaktohen madhësitë karakteristike të sforcimit dhe deformimit të materialit gjatë ngarkimit me force aksiale.

Për metale homogjene siç është çeliku është e mjaftueshme njohja dhe përcaktimi i karakteristikave të materialit në tërheqje me qëllim të përcaktimit të karakteristikave për lloje të ndryshme të ngarkesave. Për këto metale qëndrueshmëria në shtypje mund të caktohet edhe nga diagrami i tërheqjes për atë material, por diagrami i tillë është negativ, dhe përmasat për forcë dhe zgjatim janë të ndryshme. Diagrami i tillë është paraqitur në figurën 1.a. Teoritikisht, shtypja paraqet tërheqje negative.

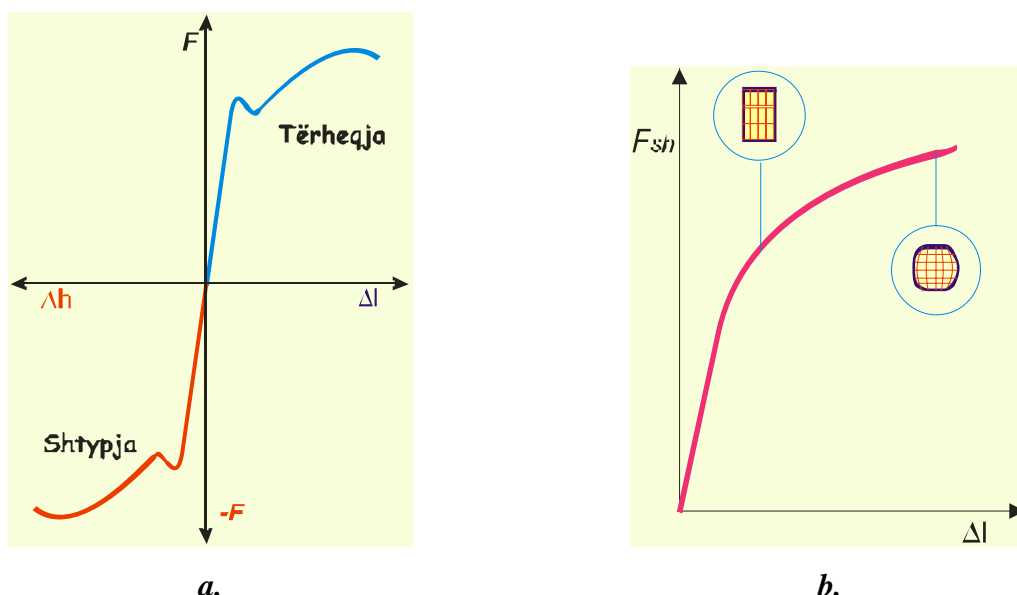


Fig.1. Diagrami i shtypjes

Mund të vërehet se kufiri i proporcionalitetit, kufiri i elasticitetit, dhe kufiri i rrjedhshmërisë janë të ngjashme me ato të fituara gjatë provës në tërheqje. Kjo shpjegohet me arsyetim që gjatë shfaqjes së deformimeve të vogla plastike nuk ka fërkim në sipërfaqet e kontaktit të kampionit dhe mbështetësve të makinës.

Në fazat e më vonshme të provës bëhet rritja e diametrit në mes të kampionit, pra fitohet një formë e fuqisë (*kacës*) ashtu që diametri i kampionit në vendin e kontaktit nuk ndryshon shumë për shkak të forcës së fërkimit (fig.1,b). Fërkimi që shkaktohet në sipërfaqet e kontaktit e pengon zhvillimin e deformimit. Ky fërkim mund të zvogëlohet me zgjedhje konstruktive të kampionit. Mirëpo, duhet cekur se qëndrueshmëria dhe aftësia e deformimit për shkak të pranisë së fërkimit varen në masë të madhe nga kushtet e provës, prandaj edhe rezultatet e provave janë të ndryshme.

Me provën e shtypjes përcaktohen:

- kufiri i rrjedhshmërisë gjatë shtypjes
- qëndrueshmëria në shtypje
- shkurtimi
- shkurtimi në përqindje
- zgjerimi

Kufiri i proporcionalitetit gjatë shtypjes caktohet sipas shprehjes:

$$R_{p\ sh} = \frac{F_{p\ sh}}{S_0} \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

Kufiri i elasticitetit gjatë shtypjes caktohet sipas shprehjes:

$$R_{0.01\ sh} = \frac{F_{0.01\ sh}}{S_0} \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

Kufiri i rrjedhshmërisë gjatë provës së shtypjes (sikur te prova e tërheqjes) përcaktohet në bazë të ndalimit momental të akrepit të dianamometrit, përkatësisht në momentin e rritjes së deformimit për forcë konstante.

$$R_{v\ sh} = \frac{F_{v\ sh}}{S_0} \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

Kufiri teknik i rrjedhshmërisë duhet të caktohet te metalet e egra (thyeshme) te të cilat nuk është i shprehur në mënyrë të qartë kufiri i rrjedhshmërisë. Ky kufi përcaktohet sipas shprehjes:

$$R_{0,2\ sh} = \frac{F_{0,2\ sh}}{S_0} \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

$F_{0,2\ sh}$ është forca e shtypjes që i përgjigjet deformimit të përhershëm 0,2%. Momenti i arritjes së deformimeve të përhershme (kufirit teknik të rrjedhshmërisë) përcaktohet në të njëjtën mënyrë si te prova e tërheqjes.

Qëndrueshmëria në shtypje gjatë provës së shtypjes përcaktohet sipas shprehjes:

$$R_{m\ sh} = \frac{F_{m\ sh}}{S_0} \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

Shkurtimi në përqindje paraqet raportin në mes shkurtimit të tërë dhe lartësisë fillestare. të shumëzuar me 100.

$$A_{sh} = \frac{\Delta h}{h_0} \cdot 100 = \frac{h_0 - h_1}{h_0} \cdot 100 \text{ [%]}$$

Zgjerimi i kampionit (kontraksioni) përcaktohet nga shprehja:

$$Z = \frac{S_1 - S_0}{S_0} \cdot 100 \text{ [%]}$$

1.1. MJETET E PUNËS

1.1.1. KAMPIONI

Prova e shtypjes zakonisht bëhet në kampion cilindrik me diametër $d_o = 20-30\text{mm}$. për përcaktimin e qëndrueshmërisë në shtypje, lartësia e kampionit merret një deri tre herë më e madhe se diametri: $h_o = (1-3) \cdot d_o$. Për matje të sakta, psh. për përcaktimin e kufirit të elasticitetit dhe kufirit të rrjedhshmërisë përdoret kampioni me lartësi më të madhe: $h_o = 8 \cdot d_o$. Duhet pasur kujdes në faktin se kampionët me lartësi të madhe mund të përkulen gjatë shtypjes. Sipërfaqet ballore të kampionit duhet të jenë paralele dhe të përpunuara shumë mirë, sipas mundësisë ato duhet të polirohen.

Në figurën 2. është treguar kampioni i trajtës cilindrike.

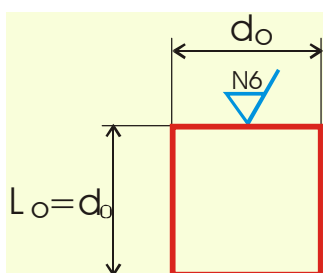


Fig.2. Kampioni i trajtës cilindrike

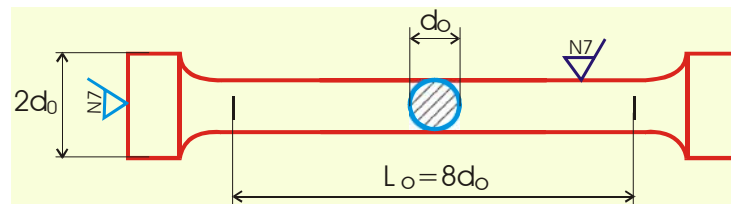


Fig.3. Kampioni për përcaktimin e modulit të elasticitetit

Për përcaktimin e modulit të elasticitetit dhe të kufirit teknik të rrjedhshmërisë përdoret kampioni special sipas figurës 3.

Për provën në shtypje të materialit gëzë e hirtë preferohen kampionët me përmasa:,
 $d_o = 6\text{mm}$ ose $d_o = 10\text{mm}$ dhe,
 $h_o = 4\text{mm}$ ose $h_o = 15\text{mm}$.

1.1.2. MAKINA PËR PROVËN E SHTYPJES

Prova bëhet në makina speciale ose në presa hidraulike shumëtonëshe. Në Fakultetin e Inxhinierisë Mekanike prova bëhet në makinën e njëjtë në të cilën bëhet prova e tërheqjes. Në makinë mund të vizatohet edhe diagrami forcë-shkurtim (fig.4).

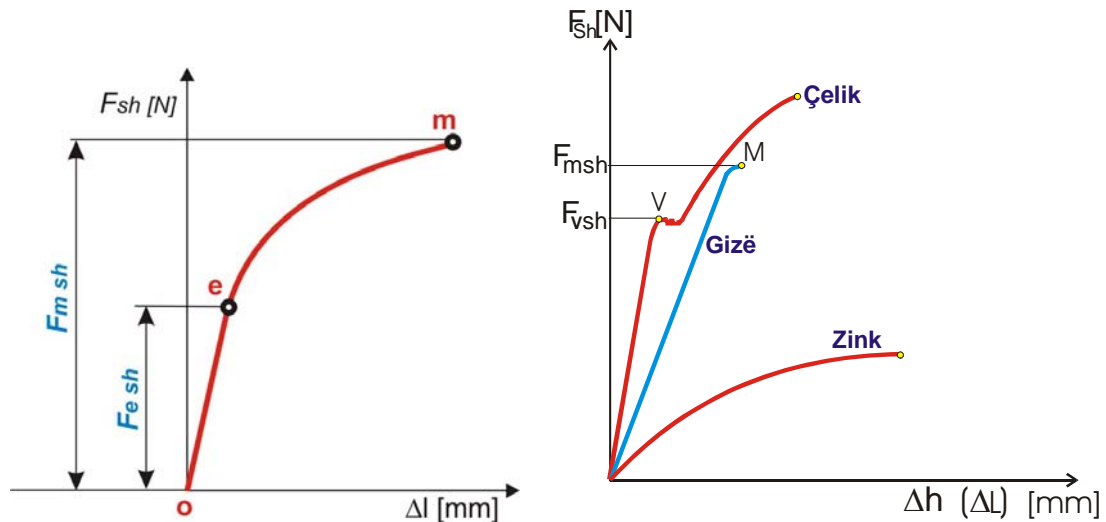


Fig.4. Diagrami forcë-shkurtim

1.2. REALIZIMI I PROVËS

- Kampioni vendoset në makinë, në atë mënyrë që të realizohet veprimi i njëtrajtshëm dhe aksial i forcës shtypëse. Kampioni mund të vendoset në gjysëmshferë të lëvizshme (fig.2.5,a) ose në mes të dy koneve shtypës (fig.5,b).
- Rritja e forcës duhet të jetë kontinue, pa goditje dhe pa lëkundje (oscilime).
- Gjatë provës vizatohet diagrami dhe lexohen vlerat e nevojshme.
- Në bazë të vlerave të lexuara dhe të matura bëhet përcaktimi i qëndrueshmërisë së kampionit në shtypje.

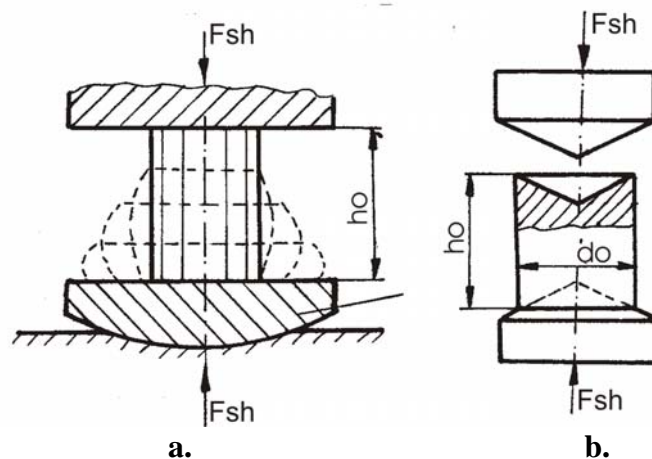


Fig.5. Vendorsja e kampionit në makinë, a-në gjysmësferë, b-në mes të koneve

Pas provës së metaleve të ndryshme (pas shtypjes) në kampion vërehen plasaritje, qarje ose coptim (fig.6). Metalet e afta në tërheqje gjatë shtypjes deformohen si në figurën 2.6,a (plasaritjet në material nuk zhvillohen lirisht por me pengesa për shkak të fërkimit të sipërfaqeve rrëshqitëse) kurse metalet e egra copëtohen (fig.6,b).

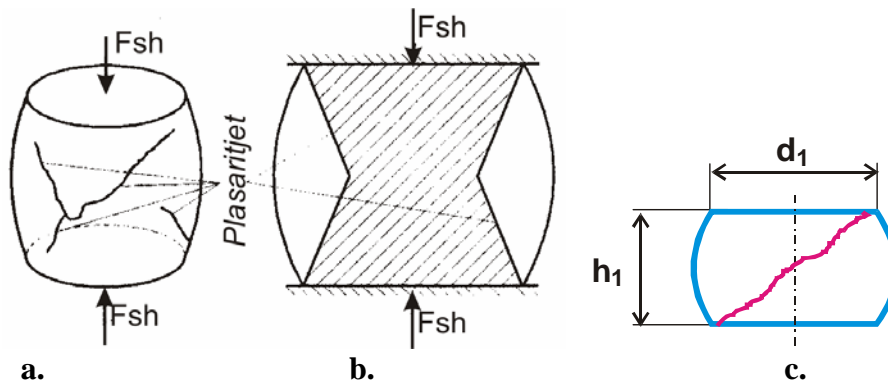


Fig.6. Plasaritjet e kampionit për shkak të shtypjes:
a-metalet e qëndrueshme në tërheqje; b-metalet e egra; c-giza e hirtë

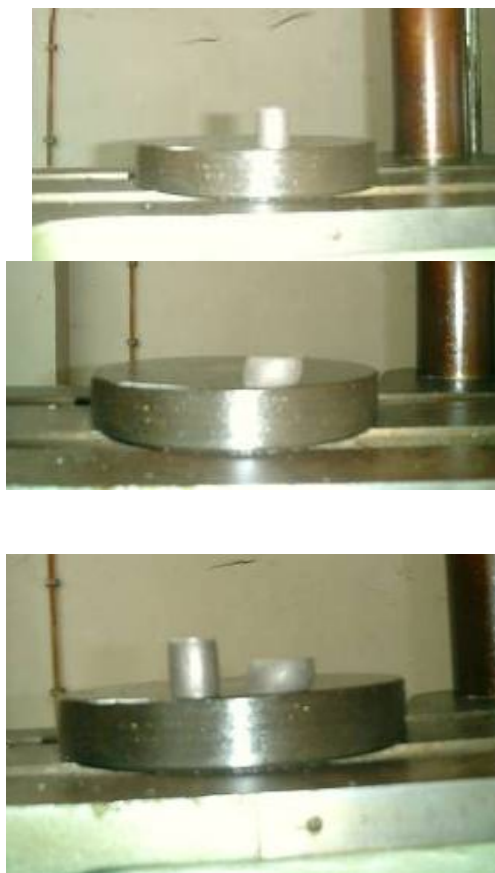
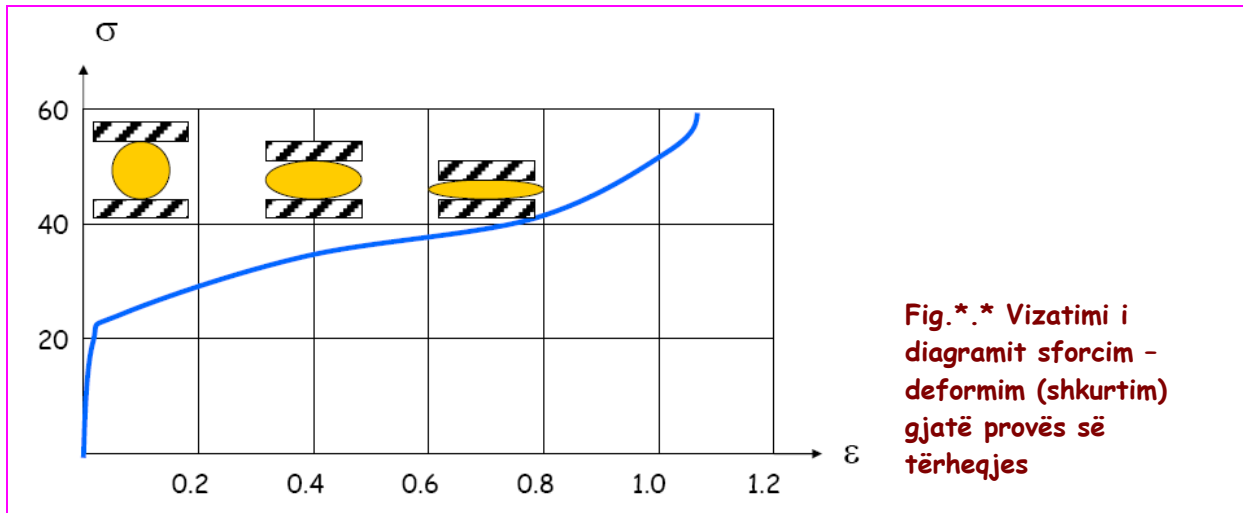


Fig.*. Makina universale për provën e shtypjes



1.3. SHPREHJET QË PËRDOREN GJATË PROVËS

do [mm]diametri i kampionit para provës,

ho [mm]lartësia e kampionit para provës,

$d_1 = (d_1' + d_1'')/2$ [mm] ...diametri mesatar i kampionit pas provës,

h₁ [mm]lartësia e kampionit pas provës,

d₁' (d₁'') [mm]diametrat e kryqëzuar,

$\Delta h = h_0 - h$ [mm] shkurtimi momental,

$\Delta h_1 = h_0 - h_1$..shkurtimi i gjithmbarshëm i kampionit

$$A_{sh} = \frac{\Delta h}{h_0} \cdot 100 = \frac{h_0 - h_1}{h_0} \cdot 100 \text{ [%]} \dots \text{Shkurtimi në përqindje (procentual)}$$

$$Z_{sh} = \frac{S_1 - S_0}{S_0} \cdot 100 \text{ [%]} \dots \text{zgjerimi (kontraksioni)}$$

S₀, mm² ...sipërfaqja tërthore e kampionit para provës

S₁, mm² ...sipërfaqja tërthore e kampionit pas provës

F_{psh} [N]....forca në kufirin e proporcionalitetit,

F_{esh} [N]....forca në kufirin e elasticitetit

F_{vsh} [N]....forca në kufirin e rrjedhshmërisë

F_{0,2sh} [N]....forca në kufirin teknik të rrjedhshmërisë

F_{msh} [N]....forca në kufirin e qëndrueshmërisë maksimale

R_{psh} [N/mm²] ...sforcimi në kufirin e proporcionalit.

R_{esh} [N/mm²] ...sforcimi në kufirin e elasticitetit

R_{vsh} [N/mm²] ...sforcimi në kufirin e rrjedhshmërisë

R_{0,2sh} [N/mm²] ...sforcimi në kufirin teknik të rrjedhshmërisë

R_{msh} [N/mm²] ...sforcimi në kufirin e qëndrueshmërisë maksimale

1. PROVA E ELASTICITETIT

Elasticiteti është veti e materialit që pas ndalimit të veprimit të forcës, të kthehet në gjendjen e mëparshme. Rëndësia e përcaktimit të modulit të elasticitetit qëndron në atë se në konstruksionet e ndryshme sforcimi nuk guxon të kaloj kufirin e elasticitetit.

Nëse materiali ngarkohet nën kufirin e elasticitetit, pas shkarkimit të forcës materiali do të kthehet në gjendjen e mëparshme (nuk ka deformime të përhershme). Kur materiali ngarkohet mbi kufirin e elasticitetit, edhe pas shkarkimit të forcës mbesin deformime (ka deformime të përhershme), shih figurën 1..

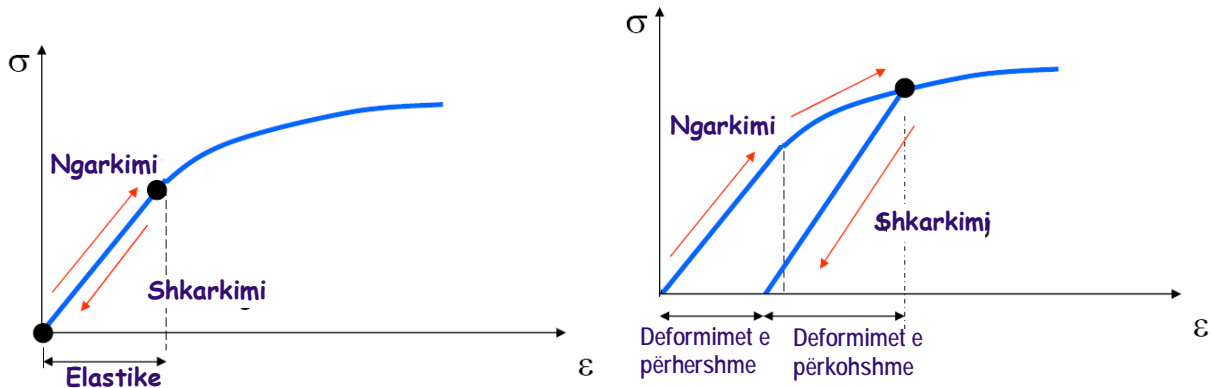


Fig.1. Deformimet elastike dhe plastike

Në domenin e ligjit të Hukut, për të gjitha llojet e materialeve dhe të gjitha llojet e ngarkesave ekziston varshmëria proporcionale në mes ngarkesës dhe deformimit të shkaktuara nga ajo. Gjatë tërheqjes, shtypjes dhe lakimit, koeficient i proporcionalitetit është **moduli i elasticitetit**, kurse gjatë përdredhjes **moduli i rrëshqitjes**. Nga ligji i Hukut: $\sigma = E \cdot \varepsilon$ rrjedh se moduli i elasticitetit paraqet raportin në mes sforcimit normal dhe zgjatimit.

Moduli i elasticitetit mund të caktohet në mënyrë **grafike** dhe **analitike**.

1.1. Mënyra grafike e përcaktimit të modulit të elasticitetit

Kufiri teorik i elasticitetit, ku paraqiten deformimet e përhershme është shumë vështirë ta përcaktojmë. Për këtë mjafton të përcaktojmë KUFIRIN TEKNK TË ELASTICITETIT, që njëherit paraqet sforcimin për të cilin paraqiten deformimet (zgjatimi ose shkurtimi) e përhershme prej 0.01% ($R_{0.01}$), prandaj kemi:

$$R_{0.01} = \frac{F_{0.01}}{S_0} \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

ku $F_{0.01}$ - paraqet forcën përkatëse për 0.01% të zgjatimeve.

Prova e elasticitetit realizohet duke e ngarkuar kampionin në tërheqje me forcë F , dhe duke matur zgjatimet përkatëse me anë të instrumenteve matëse (ekstenzometër), fig.2. Pas shkarkimit të forcës treguesi në ekstenzometër duhet të kthehet në pozitën fillestare (në zero). Nëse ndodhë që treguesi të mos kthehet në zero, atëherë themi se sforcimi me të cilin është ngarkuar kampioni në tërheqje ka kaluar kufirin e elasticitetit.

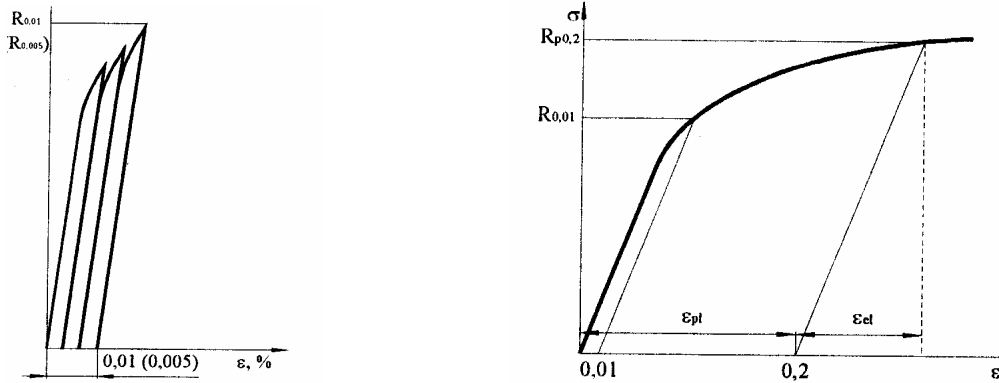


Fig.2. Përcaktimi i kufirit teknik të elasticitetit

Mënyra grafike e përcaktimit të modulit të elasticitetit mbështetet në përdorimin e diagramit sforcim – zgjatim specifik, i cili duhet të jetë i vizatuar me përpjesë të caktuar për sforcim dhe për zgjatim specifik.

Tangjenti i këndit α (fig.3.) paraqen modulën e elasticitetit dhe është i barabartë me raportin në mes sforcimit (σ) dhe zgjatimit specifik (ϵ), pra

$$E = \operatorname{tg} \alpha = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

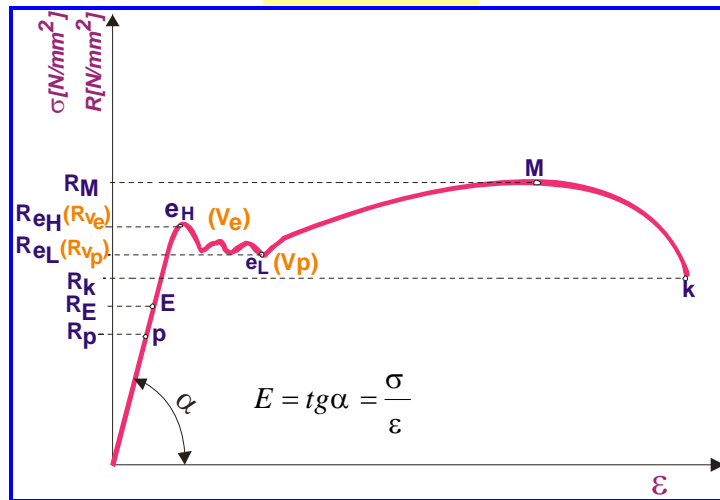
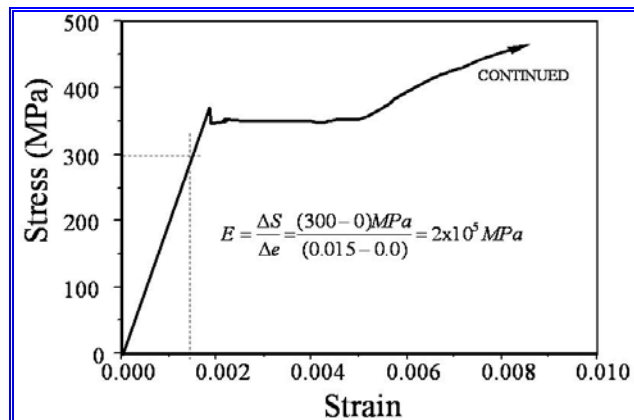


Fig.3. Paraqitja grafike e modulit të elasticitetit



1.2. Mënyra analitike e përcaktimit të modulit të elasticitetit

Moduli i elasticitetit është vlerë karakteristike për vlerësimin e elasticitetit në zonën e deformimeve elastike. Në bazë të shprehjes për modulin e elasticitetit;

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{\frac{F}{S_0}}{\frac{\Delta L}{L_0}} = \frac{F \cdot L_0}{S_0 \cdot \Delta L} \text{ [N/mm}^2\text{]}$$

mund të themi se: moduli i elasticitetit është sforcim për të cilin materiali do të zgjatet për një herë, me kusht që zgjatimi të jetë proporcional gjerë në kufirin e elasticiteti. Në këtë përfundim arrijmë në bazë të barazimit; $E = \sigma$

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \Rightarrow \varepsilon = \frac{\sigma}{E} = 1, \text{ dhe } \varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} = 1$$

rrjedh se $\Delta L = L_0$

1.3. SHPREHJET QË PËRDOREN GJATË PROVËS

do[mm]diametri i kampionit,
So[mm²]sipërfaqja e kampionit
Lo[mm]gjatësia e kampionit
E [N/mm²]moduli i elasticitetit
E₁[N/mm²]moduli i elasticitetit për serinë e parë
E₂[N/mm²]moduli i elasticitetit për serinë e dytë
ΔF₁ [N]shtesa e forcës për serinë e parë
ΔF₂ [N]shtesa e forcës për serinë e dytë
F_e[N]forca në kufirin e elasticitetit
ΔL' mes [mm]....mesatarja e zgjatimit në ekstenzometrin e majtë
ΔL'' mes [mm]....mesatarja e zgjatimit në ekstenzometrin e djathtë
ΔL mes [mm].....mesatarja e zgjatimit
ΔL [mm]....zgjatimi momental
σ[N/mm²].....sforcimi
Re[N/mm]].....sforcimi në kufirin e elasticitetit
(..zgjatimi specifik
n [-]...numri i matjeve

1.4. MJETET E PUNËS

1.4.1. Kampioni

Kampioni është i ngjashëm me atë të treguar te prova e tërheqjes.

1.4.2. Makina për provën e modulit të elasticitetit

Makina është e njëjtë me atë të provës së tërheqjes

1.4.3. Paisja për matjen e zgjatimeve

Paisja për matjen e zgjatimeve mund të jetë paisje elektrike (matja me shirita matës), optike (matja me ekstenzometër optik) dhe mekanike (matja me ekstenzometër mekanik, fig 4). Në figurën 5 është paraqitur paisja për matjen e zgjatimeve me anë të ekstenzometrit mekanik dhe vendosja e kampionit në ekstenzometër.

Këto duhet të sigurojnë saktësi të madhe të leximit të zgjatimeve momentale. Në kampion përforcohen dy kokat e paisjes ashtu që ato të kaontaktohen në dy skajet e kampionit i cili është i shënuar me ndarje. Shtylla udhëzuese i mban kokat në pozitë paralele, ndërsa komparatori regjistron lëvizjet e kokave të paisjes, e me këtë edhe ndryshimin e gjatësisë së kampionit (zgjatimin e kampionit).
 Një ndarje e komparatorit është e barabartë me 0.01 mm.



Fig.4. Ekstenzometri mekanik

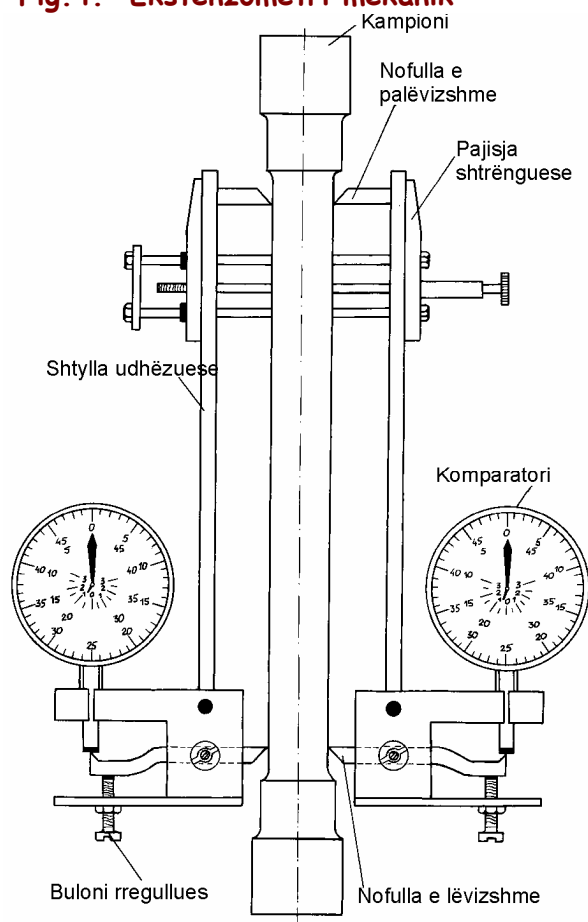


Fig.5. Paisja për matjen e zgjatimeve dhe vendosja e kampionit

1.5. REALIZIMI I PROVËS

Moduli i elasticitetit caktohet duke bërë matjet precize të zgjajmeve momentale me anën e dy ekstenzometrave.

-Kampioni vendoset në makinë, dhe bëhet përgatitja paraprake e makinës dhe instrumenteve përkatëse.

-Përcaktohet shtesa e forcës ΔF me të cilën rrisim gradualisht ngarkesën,

-Për secilën forcë të rritur ΔF në ekstenzometër lexojmë dy vlera përkatëse të zgjatimeve momentale të kampionit $\Delta L'$ dhe $\Delta L''$.

-Kampionin e shkarkojmë për të konstatuar se a gjendet kampioni brenda kufirit të elasticitetit. Nëse pas shkarkimit ekstenzometri tregon ndonjë vlerë atëherë do të përfundon prova pasi që zgjatimet gjenden në fushën (zonën) e deformimeve plastike.

-Pas përfundimit të matjeve mund t'i llogarisim zgjatimet mesatare momentale $\Delta L'$ mes dhe $\Delta L''$ mes, e pastaj zgjatimin të tërë mesatar momental (ΔL_{mes}), i cili përdoret për llogaritjen e modulit të elasticitetit, sipas shprehjes:

$$E = \frac{\Delta F \cdot L_0}{S_0 \cdot \Delta L_{mes}} \quad [N/mm^2]$$

$$\Delta L'_{mes} = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta L'_{i_{mes}}}{n} \quad [mm]$$

$$\Delta L''_{mes} = \frac{\sum_{i=1}^n \Delta L''_{i_{mes}}}{n} \quad [mm]$$

$$\Delta L_{mes} = \frac{\Delta L'_{mes} + \Delta L''_{mes}}{2} \quad [mm]$$

-Zakonisht bëhen dy seri matjesh me shtesë të ndryshme ΔF_1 dhe ΔF_2 dhe në të njëjtën mënyrë gjenden dy vlera të modulit të elasticitetit E_1 dhe E_2 , nga të cilat njehësohet E ;

$$E = \frac{2 \cdot E_1 \cdot E_2}{E_1 + E_2} \quad [N/mm^2]$$

4. PROVA E LAKIMIT

Bëhet sipas standardit .

Prova e lakimit bëhet pjesë në provat teknologjike, dhe shërben për të verifikuar aftësinë e materialit për tu lakuar pa u dëmtuar. Prova e lakimit bëhet me veprimin statik të forcës në kampionin e përgatitur mirë dhe sipas standardit. Kampioni i drejtë, i plotë rrethorë ose katërkëndësh i nënshtrohet lakimit vetëm në një drejtim. Akset e skajeve të kampionit duhet të qëndrojnë normal në aksin e lakimit. Lakimi bëhet derisa të dy skajet e kampionit të arrijnë këndin e paraparë ose derisa të lajmërohet qarja (plasuritja).

Qëndrueshmëria në përkulje paraqet rezistencën e materialit për tu përkulur. Kjo provë më shpeshti bëhet në giza. Prova bëhet edhe çeliku dhe materialet e tjera, mirëpo te këto nuk vjen deri te thyerja e kampionit, prandaj si parametër për vlerësimin e qëndrueshmërisë në përkulje merret sforcimi për të cilin shfaqet deformimi i përhershëm.

Gjatë provës në lakim, kampioni vendoset mbi dy mbështetës (cilindra) që gjenden në largësi L . Prova realizohet në dy mënyra (fig.4.1):

1. me veprimin e një ngarkese (një force)
2. me veprimin e dy ngarkesave (dy forcave).

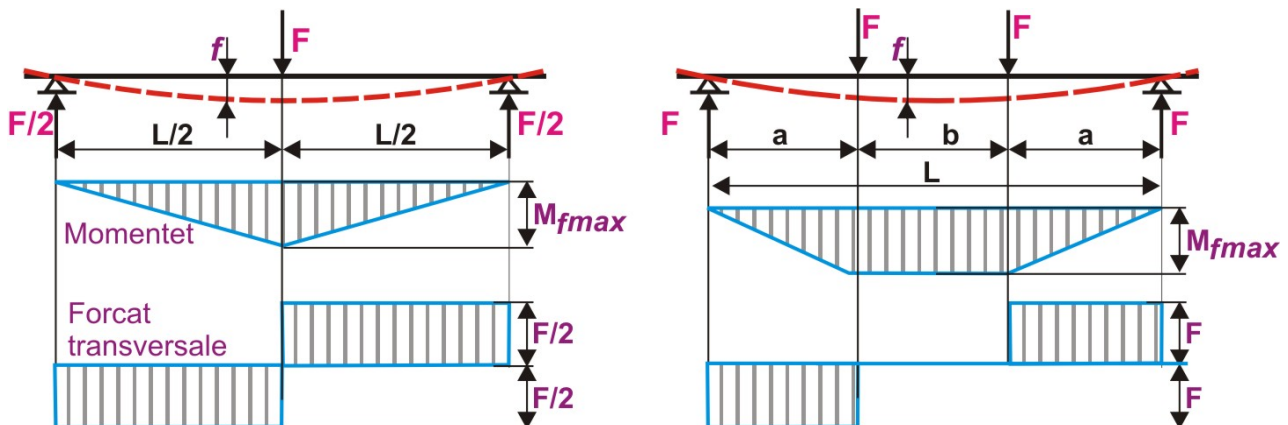
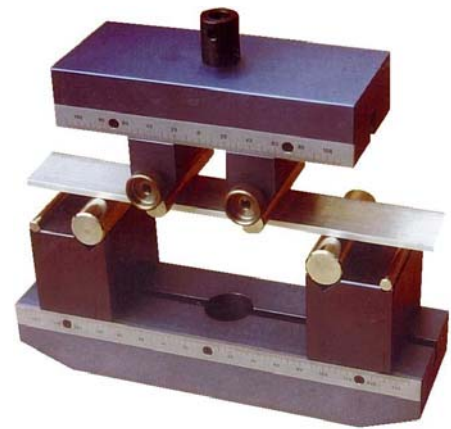
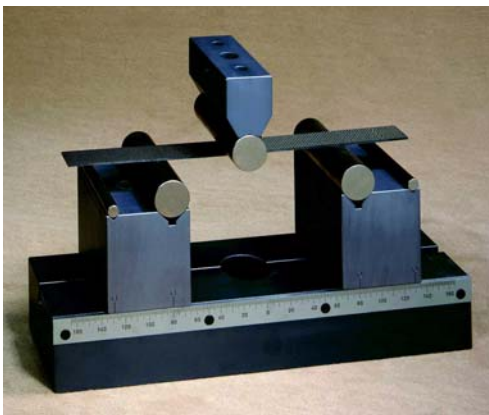


Fig.4.1. Prova e lakimit me një dhe dy ngarkesa.

Sipas metodës së parë, forca vepron në mes të mbështetësve (cilindrave). Diagrami i momentit ka formë trekëndëshi, ku momenti maksimal në përkulje paraqitet në mes të kampionit dhe ka vlerën:

$$M_{f \max} = \frac{F \cdot L}{4}$$

Momenti i lakimit që vepron në kampion shkakton sforcim normal në shtypje në gjysmën e epërme të kampionit, kurse në sforcim normal në tërheqje në gjysmën e poshtme. Në mes të këtyre dy zonave gjendet një shtresë në të cilin sforcimi normal është i barabartë me zero (fig.4.2) dhe quhet shtresë neutrale (aks neutral). Pra në seksionin e kampionit shfaqet sforcimi në shtypje dhe në tërheqje, ku vlerat maksimale janë në shtresat e skajshme.

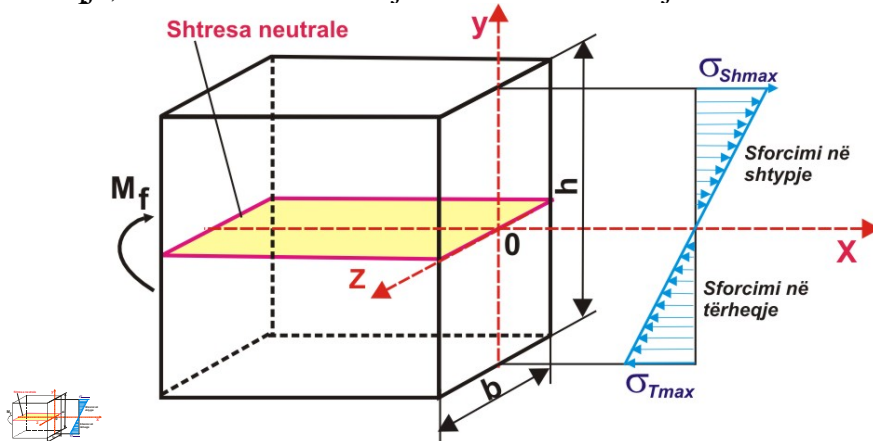


Fig.4.2. Sforcimi i kampionit për shkak të veprimit të momentit

Sforcimi maksimal në lakim është:

$$\sigma_{f \max} = \frac{M_{f \max}}{W} = \frac{F \cdot L}{4W}, \text{ MPa}$$

ku, W paraqet momentin rezistues.

$$\text{Për seksion kënddrejtë } W = \frac{b \cdot h^2}{6}$$

$$\text{Për seksion rrethor } W = \frac{\pi \cdot d^3}{32}$$

Përveç sforcimit normal në kampion vepron edhe sforcimi në prerje (tangjencial) për shkak të veprimit të forcave tërthore (transversale):

$$\tau = \frac{F}{b \cdot h}$$

prandaj gjendja e sforcuar është e përbërë, kështu që analiza e rezultateve të provës është mjaftë e ndërlikuar për shkak se këtu nuk kemi të bëjmë me lakim të pastër.

Për rastin e provës me dy ngarkesa (dy forca), në mes dy forcave nuk ka veprim të forcave transversale, dhe me këtë nuk ka as sforcim në prerje. Për shkak të kësaj mënyra e dytë e ngarkesës është më e përshtatshme për provë në lakim të pastër, edhe pse vetë parimi i provës është mjaft i ndërlikuar.

Në kampionin e ngarkur me dy forca, momenti maksimal i lakimit në mes dy forcave është:

$$M_{f \max} = F \cdot a$$

Sforcimi maksimal shfaqet në shtresat e skajshme dhe ka vlerë

$$\sigma_{f \max} = \frac{F \cdot a}{W}$$

Deformimi i kampionit gjatë provës së lakimit shprehet përmes lakimit të kampionit (fleksionit).

- Për rastin e parë të ngarkimit, lakimi f shprehet:

$$f = \frac{F \cdot L}{48 \cdot E \cdot I}$$

- Për rastin e dytë të ngarkimit, lakimi f shprehet:

$$f = \frac{F \cdot a}{24 \cdot E \cdot I} (3 \cdot L^2 - 4 \cdot a)$$

ku janë: E-moduli i elasticitetit

I – momenti i inercisë së seksionit

- Për seksion katërkëndësh: $I = \frac{b \cdot h^3}{12}$
- Për seksion rrethor: $I = \frac{\pi \cdot d^3}{64}$

Gjatë provës së lakimit mund të vizatohet diagrami **momenti i lakimit – lakimi** (M_f-f). Në disa makina ekziston pajisja për vizatimin e diagramit. Në varësi nga aftësia e materialit për deformim plastik, diagrami ka formë të ndryshme (fig.4.3).

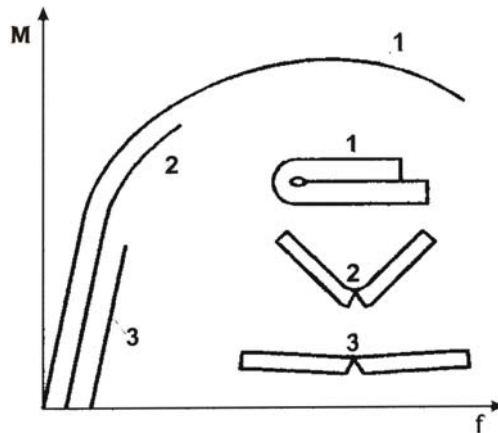


Fig.4.3. Diagrami momenti i lakimit – lakimi

Siç shihet, diagrami i lakimit është i ngjashëm me diagramin e tërheqjes. Fillimi i diagramit të lakimit ka rrjedhë lineare. Sforcimi kufitar për të cilin nuk shfaqet deformimi i përheshëm (zgjatja i përhershme ose shkurtimi i fibrave më të largëta nga aksi neutral), përkatësisht nuk ka lakim – fleksion (f) të pakthyeshëm i përgjigjet **kufiri i elasticitetit**.

Te materialet me plasticitet të lartë (fig.4.3 -1) rritja e lakimit - fleksionit pas kalimit të zonës së elasticitetit është shumë e shpejtë. Prandaj **kufiri i rrjedhshmërisë** nuk mund të vërehet shumë qartë. Rrjedhja fillon nga fibrat e jashtme, përderisa fibrat e brendshme ende gjenden në fushën e elasticitetit. Për këtë shkak nuk mund të vërehet dukuria e rrjedhjes së materialit gjatë provës së lakimit. Dukuria e rrjedhjes mund të vërehet vetëm gjatë lakimit të kampionëve me trashësi të vogël.

Me ngarkimin e mëtejshëm të kampionit, diagrami i lakimit ndryshon dukshëm. Kampioni edhe për kundër lakimit të madh për 180^0 (skajet e tij do të palosen) nuk do të shkatërrohet. Te këto materiale nuk mund të caktohet **qëndrueshmëria në lakim**, dhe për këtë shkak vlera e

qëndrueshmërisë maksimale të materialeve plastike nuk merret si karakteristikë mekanike e materialit. Këto materiale më së tepërmi provohet me *provë teknologjike të lakimit*, me të cilën përcaktohet *aftësia e materialit për tu përpunuar me lakim*..

Kampioni i materialit me plasticitet të kufizuar ka deformim të dukshëm para shkatërrimit (fig.4.3-2), kurse kampioni i materialit të egër (thyeshëm) shkatërrohet pa deformim të dukshëm (fig.4.3-3).

Prova e lakimit ka rëndësi të madhe se prova e tërheqjes për materiale të egra (thyeshme) dhe për materiale me plasticitet të vogël (hekuri i derdhur, qeramika, qelqi).

Prova e lakimit të gizës është e definuar me standard. Kampioni ose mostra mund të derdhet së bashku me detal, mund të derdhet e veçantë ose të punohet nga materiai i derdhur. Kampioni ka seksion rrethor. Përmasat e kampionit varen nga trashësia e murit të detailit të derdhur.

Gjatë provës, kampioni vendoset horizontalisht mbi dy mbështetës – cilindra. Largësia në mes qendrave të mbështetësve dueht të jetë $L_s=20 \cdot d$ (fig.4.4).

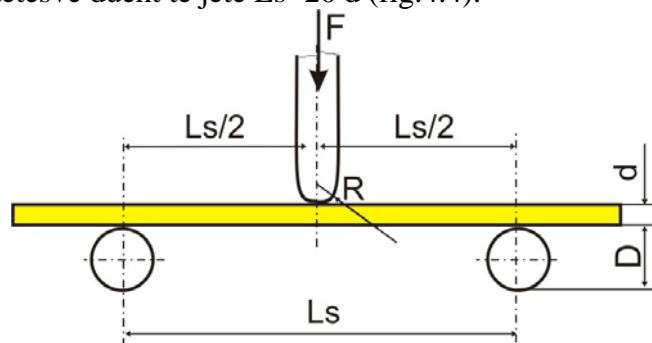


Fig.4.4. Prova e lakimit të gizës

Kampioni ngarkohet në lakim me anë të shtypësit i cili vepron normal në aksin e kampionit. Kampioni duhet të bëhet në mënyrëp kontinuale dhe pa goditje. Shpejtësia e ngarkesës nuk guxon të jetë më e madhe se 30MPa në sekond.

Me provën e lakimit të gizës përcaktohen disa karakteristika të rezistencës dhe të deformimit të saj.

Qëndrueshmëria në lakim paraqet një veti shumë të rëndësishme dhe shprehet me shprehjen:

$$\sigma_{fM} = \frac{M_{f \max}}{W}$$

përkatësisht, për seksion rrethor:

$$\sigma_{fM} = \frac{\frac{F \cdot L_s}{4}}{\frac{\pi \cdot d^3}{32}} = \frac{8 \cdot F \cdot L_s}{\pi \cdot d^3}$$

Lakimi f paraqet uljen e pikës së kampionit në të cilën vepron forca e lakimit. Lakimi maksimal f_I paraqet lakimin me rastin e shkatërrimit të kampionit. Vlra f_I shërben si tregues i aftësisë së gizës për tu deformuar.

Ngurtësia K_E shërben si tregues plotësues për aftësinë deformuese dhe shprehet:

$$K_E = \frac{\sigma_{fM}}{f_1} \frac{d}{30}$$

Faktori i lakimit K_f paraqet raportin në mes qëndrueshmërisë në lakim dhe qëndrueshmërisë në tërheqje:

$$K_f = \frac{\sigma_{fM}}{R_m}$$

Prova e lakimit bëhet në presë ose në makinë universale (fig.4.5).

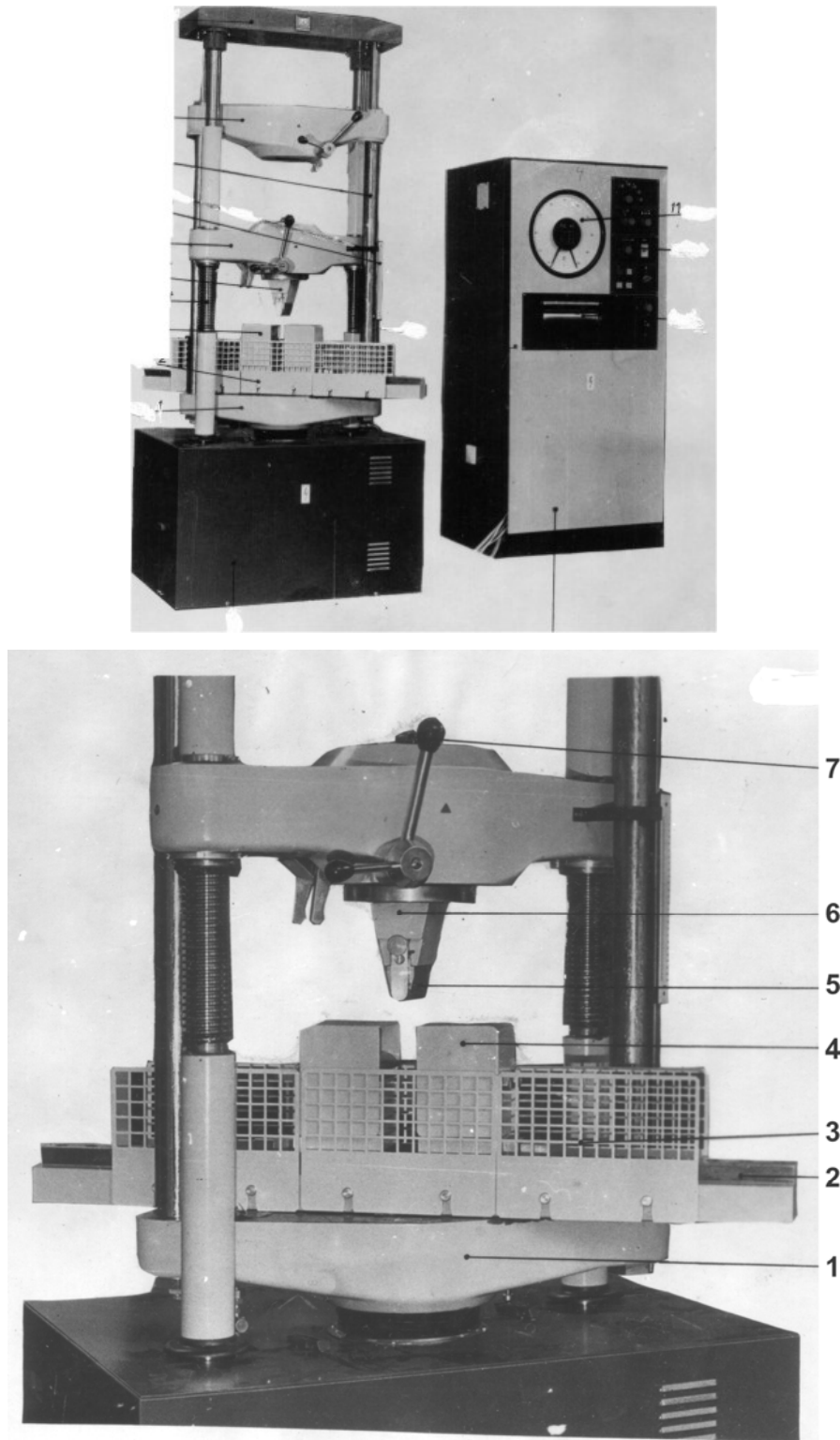


Fig.4.5. Makina e përgatitur për provën e lakimit, 1-Tavolina e poshtme; 2-Binari; 3-Rrjeta mbrojtëse; 4-Mbështetsi, 5-Cilindri shtypës; 6-Mbajtësi i cilindrit; 7-Buloni sigurues.

1. PROVA E PËRDREDHJES

Bëhet sipas standardit.

Prova e përdredhjes (torzionit) ka për qëllim përcaktimin e vetive të materialit gjatë përdredhjes: kufirit të elasticitetit, qëndrueshmërisë në përdredhje, modulit të rrëshqitjes; dhe aftësisë së deformimit: këndit të përdredhjes dhe këndit njësi të përdredhjes.

Kjo provë është parapa për provën e telave me diametër më të madh se 0.5 mm, por mund të përdoret edhe për tela me diametër 0.3 - 0.5 mm (nëse paraprakisht kërkohet, ose është e përshkruar

me standard). Gjithashtu kjo provë mund të përdoret edhe për provën e detaleve të gatshme, si: akse, boshte e tjera që u nënshtrohen ngarkesave në përdredhje.

Prova bazohet në përdredhjen e kampionit, dhe atë çdo herë në kahe të njëjtë rreth aksit të tij, deri në këputjen e plotë ose deri në një numër të caktuar të përdredhjeve.

Kampioni i cili provohet në përdredhje, përforcohet (inkastrohet) në njërin skaj, kurse në skajin tjetër i cili është i lirë vepron momenti i përdredhjes, përkatësisht çifti i forcave të kundërta në distancë $d=2r$ (fig.1).

Gjatë provës së përdredhjes matet këndi i përdredhjes γ .

Për shkak të veprimit të momentit të përdredhjes $M_t = F \cdot 2r = F \cdot d$, kampioni deformohet përkatësisht përdredhet. Seksioni (prerjet tërthore) i kampionit gjatë përdredhjes mbetet i pandryshueshëm, gjë që e lehtëson përcjelljen e ndryshimeve të deformimeve gjatë provës. Kështu gjatë deformimit nuk mbesin deformime lokale, dhe çdo seksion në krahasim me seksionin tjetër është i zhvendosur për këndin e përdredhjes. Përdredhja e dy seksioneve njëri ndaj tjetrit është e përcaktuar me këndin ψ dhe në fushën e deformimeve elastike është proporcionale me largësinë L . Këndi ψ i shprehur në njësi të gjatësisë paraqet këndin njësi të përdredhjes.

$$\phi = \frac{\psi}{L}$$

Gjatësia AB e cila gjendet në sipërfaqen e kampionit para deformimit ka qenë paralel me aksin e kampionit, kurse pas deformimit është zhvendosur për këndin ψ dhe ka kaluar në pozitën AC. Zhvendosja lineare e pikës B në pikën C është shënuar me S (fig.1b). Në fushën e deformimeve elastike zhvendosja lineare e pikave të tjera brenda seksionit është proporcionale me largësinë nga qendra e kampionit, kështu:

$$\frac{S}{s} = \frac{r}{\rho}$$

Këndi i përdredhjes mund të shprehet përmes shprehjes:

$$\psi = \frac{\gamma \cdot L}{r} = \frac{\gamma \cdot L}{d/2}, \text{ përkatësisht } \gamma = \frac{\psi \cdot r}{L} = \frac{\psi \cdot d}{2 \cdot L}$$

γ [°]- këndi i përdredhjes në mes dy rrafshëve të vrojtuar
L[mm]-gjatësia-largësia në mes dy rrafshëve të vrojtuar
d[mm] – diametri i kampionit
r[mm] – rrezja e kampionit

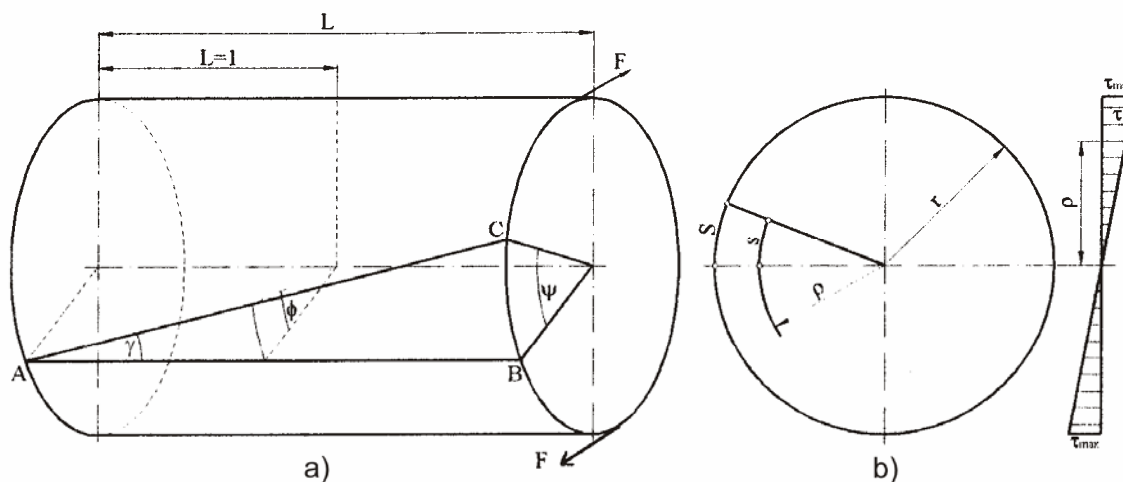


Fig. 1. Përdredhja

Përdredhja e seksionit të kampionit shkakton sforcime në prerje (sforcime tangjenciale). Këto sforcime përgjatë gjatësisë së kampionit janë të njëjta, kurse përgjatë seksionit (prerjes tërthore –normal në aksin e kampionit) sforcimet nuk janë të njëtrajtshme. Në fushën e deformimeve elastike këto sforcime kanë shpërndarje lineare, ku në sipërfaqe të kampionit forcimi ka vlerë maksimale, kurse në qendër ka vlerën zero.

Rezistenca e materialit ndaj përdredhjes në fushën e deformimeve elastike shprehet përmes **modulit të rrëshqitjes G**.

Moduli i rrëshqitjes për kampion me seksion rrethor llogaritet sipas shprehjes:

$$G = \frac{32 \cdot M_t \cdot L}{\psi \cdot d^4 \cdot \pi} \text{ (MPa)}$$

Pasi që moduli i rrëshqitjes G, si edhe moduli i elasticitetit E varen shumë pak nga struktura, përpunimi termik dhe përpunimi me deformim plastik i materialit mund të shkruhet kjo varshmëri e këtyre dy moduleve:

$$G = \frac{E}{2(1 + \mu)}$$

ku është μ - koeficienti i Poasonit, i cili për shumicën e metaleve ka vlerën 0,3.

Kufiri i proporcionalitetit gjatë përdredhjes së kampionit me seksion rrethor llogaritet sipas shprehjes:

$$\tau_{tp} = \frac{M_{tp}}{W_t} = \frac{16 \cdot M_{tp}}{\pi \cdot d^3} \text{ (MPa)}$$

$$W_t = \frac{\pi \cdot d^3}{16}, \text{ paraqet momentin rezistues polar}$$

M_{tp} , paraqet momentin e përdredhjes në momentin e arritjes së kufirit të proporcionalitetit

Kufiri i rrjedhshmërisë gjatë përdredhjes $\tau_{t,0.4}$ caktohet në momentin e ndaljes së momentit të përdredhjes në diagramin *momenti i përdredhjes-këndi i përdredhjes*.

Kufiri teknik i rrjedhshmërisë gjatë përdredhjes caktohet në bazë të diagramit për 0,4% të deformimit. Përcaktimi i këtij kufiri është i ngjashëm me përcaktimin e kufirit teknik të rrjedhshmërisë gjatë provës së tërheqjes dhe shtypjes.

Mund të shihet se deformimi referues për përcaktimin e kufirit teknik të rrjedhshmërisë është dy herë më i madh se deformimi gjatë provës së tërheqjes, provës së shtypjes ose të përkuljes. Kjo arsyetohet me faktin se deformimi gjatë përdredhjes është shumë më i vogël.

Kufiri teknik i rrjedhshmërisë gjatë përdredhjes së kampionit me seksion rrethor llogaritet sipas shprehjes:

$$\tau_{t0,4} = \frac{16 \cdot M_{t0,4}}{\pi \cdot d^3}, \text{ (MPa)}$$

$M_{t0,4}$ (Nm) - paraqet momentin e përdredhjes në kufirin teknik të rrjedhshmërisë

Qëndrueshmëria në përdredhje përcaktohet në bazë të momentit maksimal në përdredhje . Për kampion me seksion rrethor llogaritet sipas shprehjes:

$$\tau_{tm} = \frac{16 \cdot M_{tm}}{\pi \cdot d^3}, \text{ (MPa)}$$

M_{tm} (Nm) - paraqet momentin maksimal në përdredhje

Në varësi të aftësisë së materialit për tu përpunuar me deformim plastik, diagrami i përdredhjes mund të paraqitet në tri forma kryesore: për materiale plastike – *figura 2a*, për materiale me plasticitet të kufizuar – *figura 2b* dhe për materiale të forta – *figura 2c*.

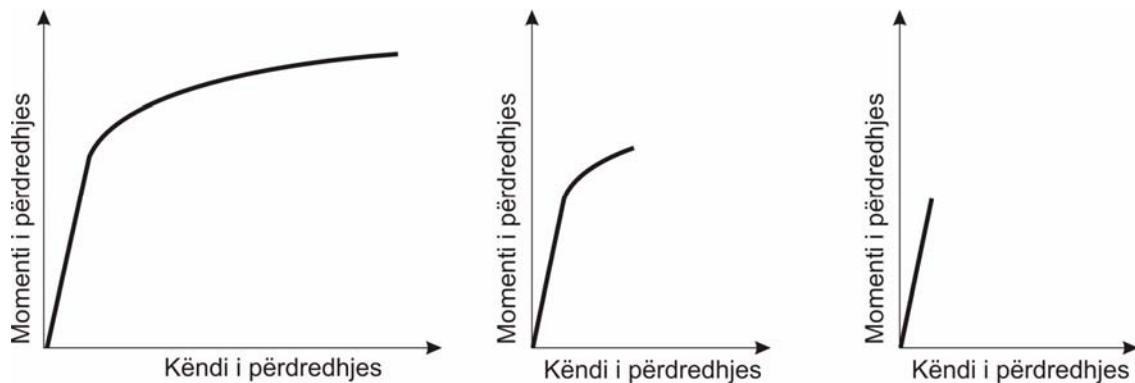
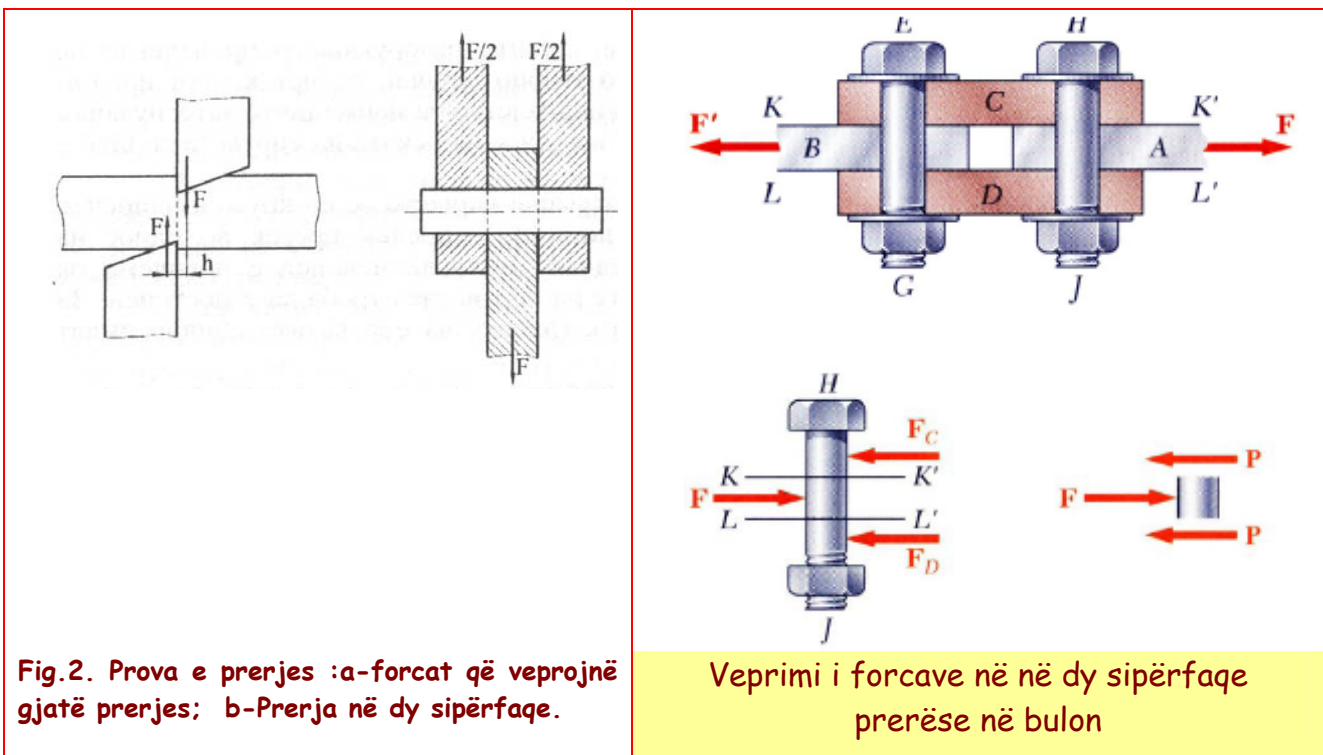
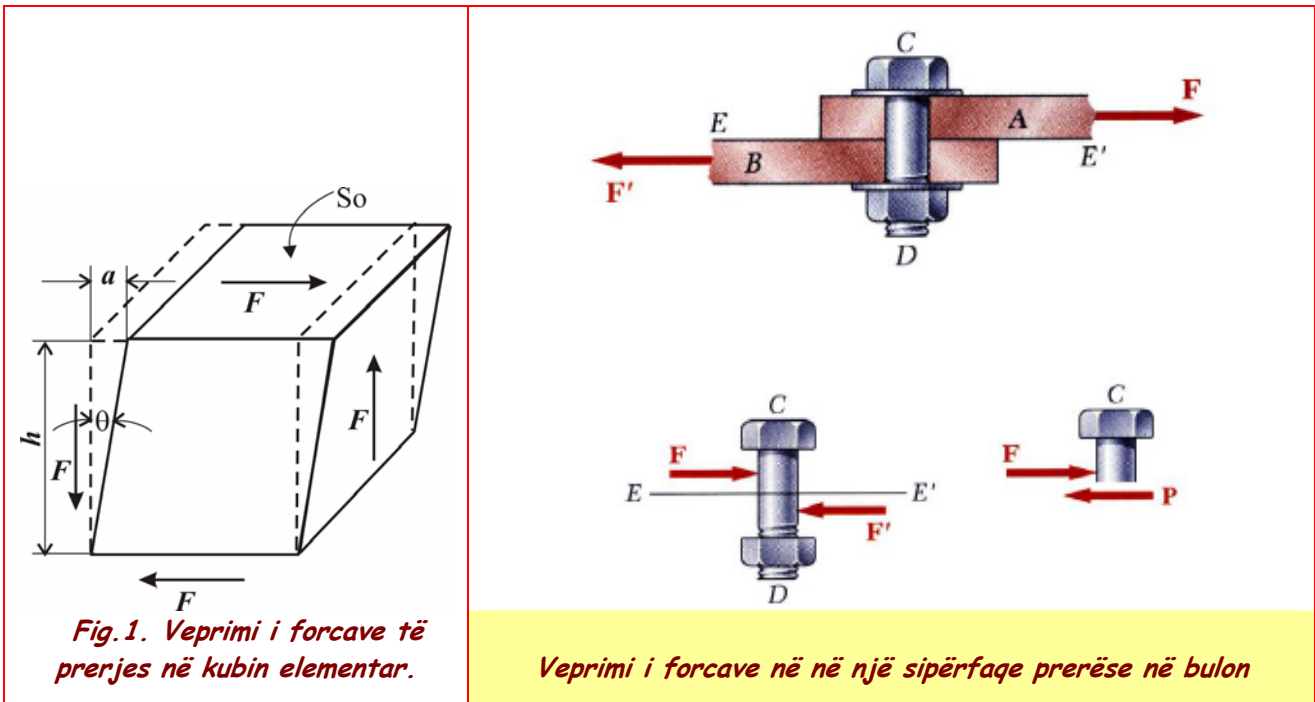


Fig.2. Diagrami i përdredhjes; MOMENTI I PËRDREDHJES-KËNDI PËRDREDHJES.

1. PROVA E PRERJES

Prova e prerjes bëhet sipas standardit DIN 50141. Prova e prerjes bëhet me qëllim të përcaktimit të qëndrueshmërisë së materialit në prerje.

Prerja paraqet sforcimin që shfaqet për shkak të veprimit të forcave tërthore. Kjo është paraqitur në figurën.1, ku dy forca tërthore (forcat e prerjes paraqesin çiftin e forcave me kahje të kundërt) veprojnë në sipërfaqen S_0 .



Sforcimi në prerje τ mund të paraqitet me shprehjen:

$$\tau = \frac{F}{S_0}$$

Deformimi në prerje (ose këndi i prerjes) paraqet raportin në mes zhvendosjes a dhe largësisë në mes forcave h .

$$\gamma = \frac{a}{h} = \operatorname{tg} \theta$$

Në zonën e prerjes elastike, sforcimi është proporcional me deformimin,

$$\tau = G \cdot \gamma$$

Prerja e pastër e materialit mund të arrihet me anë të dy instrumenteve metalprerëse (thikave) pambarimisht të holla.

Duke pasur parasysh që instrumentet metalprerëse kanë një trashësi të caktuar, atëherë edhe forcat rezultuese gjenden në largësi h , dhe formojnë çift të forcave të cilat shkaktojnë sforcim në përkulje (figura.2a). Nga figura shihet se me depërtimin e mëtejshëm të thikave në material, rritet edhe largësia reciproke me çka rritet edhe sforcimi në përkulje.

Me depërtimin e mëtejshëm të thikave në material rritet edhe sforcimi në prerje.

Gjatë provës në prerje caktohet forca e nevojshme për prerjen e kampionit F_m . Nëse sipërfaqja e prerjes tërthore të kampionit është S_0 , atëherë qëndrueshmëria në prerje (e një sipërfaqje) do të jetë:

$$\tau_m = \frac{F_m}{S_0}$$

Prova llogaritet në bazë të syzimit që sforcimi tangjencial në prerje është njëtrajtësisht i shpërndarë përgjatë tërë prerjes tërthore të kampionit, gjë që shumë ndryshon nga sforcimi i vërtetë. Për shkak të kësaj qëndrueshmëria në prerje kryesisht shërben si karakteristikë ndihmëse e materialit, e cila caktohet në kushte dhe në mënyrë të njëjtë me atë të eksploatimit.

Për përcaktimin e qëndrueshmërisë në prerje më së tepërmi përdoret pajisja (vegla) në të cilën bëhet prerja e përnjëhershme të dy sipërfaqe (fig.2b). Në këtë rast qëndrueshmëria në prerje është:

$$\tau_m = \frac{F_m}{2 \cdot S_0}, \text{ MPa}$$

Për kampion me prerje tërthore rrethore vlenë:

$$\tau_m = \frac{F_m}{2 \cdot S_0} = \frac{F_m}{2 \cdot \frac{\pi d_0^2}{4}} = \frac{2 \cdot F_m}{\pi d_0^2}$$

Varshmëria në mes qëndrueshmërisë në prerje dhe qëndrueshmërisë në tërheqje për çelique mund të shprehet në formën:

$$\tau_m = (0,75 \div 0,85)R_m, \text{ MPa}$$

Prova e prerjes bëhet në makinën univerzale për provën e tërheqjes.

2. PROVA E SH TALBËSISË

2.1. METODA E SHARPIT

Bëhet për ta verifikuar shtalbësinë e materialit. Metoda më e përhapur është ajo e Sharpit. Prova kryhet në lavjerrësin e Sharpit (fig.1 dhe 2), i cili përbëhet prej çekanit të varur në formë lavjerrësi fizik. Prova bëhet në këtë mënyrë: kampioni i materialit me seksion katror ose kënddrejtë, me kanal në mes, vendoset në mbështetës ashtu që kanali të jetë në mes të mbështetësve në anën e kundërt të vendit që duhet të goditet. Duke e lëshuar çekanin me masë G nga pozicioni më i lartë që ndodhet në lartësi h_1 , ai do ta godet kampionin, do ta thyej atë dhe do të vazhdojë të ngritet në anën tjetër deri në lartësi h_2 .

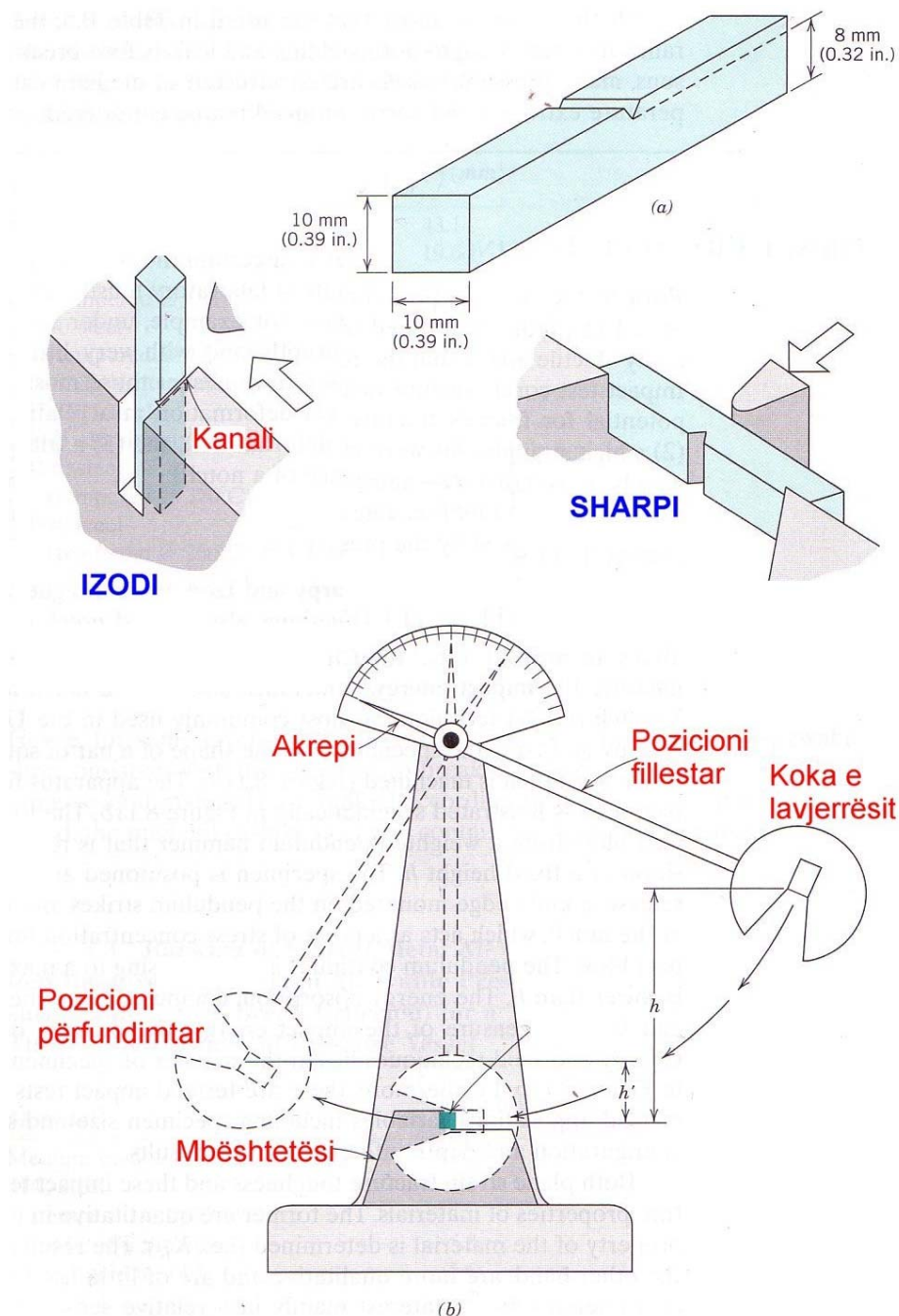
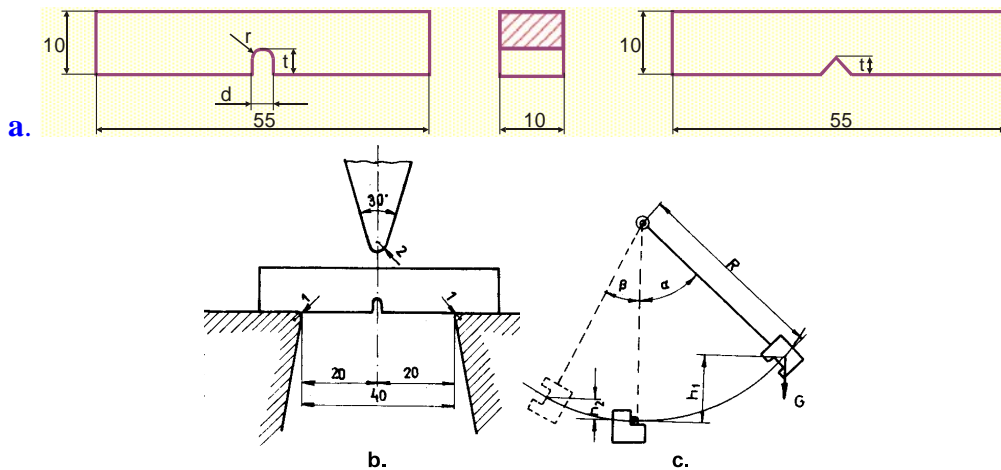


Fig. 1. Skema e provës së shtalbësisë: a-kampion; b-lavjerrësi



**Fig. 2. Skema e provës sipas metodës së Sharpit:
a-kampioni, b-vendosja e kampionit, c-skema e provës.**

Për thyerjen e kampionit, shpenzohet një punë që është e barabartë me:

$$A = G \cdot (h_1 - h_2) = G \cdot R \cdot (\cos \beta - \cos \alpha) \quad (J)$$

ku: G [kg] - masa e kokës së lavjerrësit të Sharpit,

h_1 [m] - lartësia fillestare e kokës së lavjerrësit dhe

h_2 [m] - lartësia e kokës së lavjerrësit pas thyerjes së kampionit- pas goditjes.

Në bazë të punës A , mund të gjendet *shtalbësia* (rezistenca ndaj goditjes) e kampionit, e ajo është raporti në mes të punës së shpenzuar për thyerjen e kampionit dhe sipërfaqes së seksionit në vendin e thyerjes

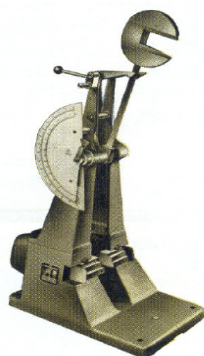
$$AV = \frac{A}{S_o} \left[\frac{J}{m^2} \right]$$

ku: A [J]-është puna e shpenzuar për thyerjen e kampionit dhe

S_o [m²]-sipërfaqja e seksionit të kampionit në vendin e thyerjes.

Kampionët për çelik për konstruksione dhe të derdhur kanë seksion katror 10x10 mm e gjatësi 55 mm. Në mes u bëhet një kanal “V” me rreze $r=0,25^{+0,025}$ mm. Kampionët normalë kanë kanal të thellë 3 mm. Por, ka kampion me thellësi të kanalit 2 ose 5 mm. Për këtë shtalbësia shënohet KV_2 , KV_3 , KV_5 . Nëse forma e kanalit është “U”, atëherë shtalbësia shënohet KU , dhe shënohet thellësia e kanalit. Shtalbësia në goditje varet nga temperatura. Me rritjen e saj, rritet edhe shtalbësia. Në temperaturat e ulëta bie shtalbësia, sidomos ajo e metaleve, ato bëhen të egra.

Në të shumtën e rasteve për vlerësimin e shtalbësisë përdoret vlera e punës së shpenzuar për thyerjen e kampionit; si p.sh.: $KU 100/3$ - energjia e thyerjes 100 J dhe thellësia e kanalit 3 mm.



1. PROVAT E FORTËSISË

Fortësia është vetia e materialit që t'i rezistojë depërtimit në të një trupi tjetër më të fortë. Provat e fortësisë mund të bëhen me veprim të forcës statike dhe me veprim të forcës dinamike. Metodat më të përhapura për kontrollin e fortësisë me veprim të forcës statike janë: e Brinelit (Brinell), e Rokvelit (Rockwel) dhe e Vickersit (Vickers), ndërsa të asaj dinamike janë: e Poldit (Polldi), e Shorit, e Lesenit, etj.

1.1. PROVA E FORTËSISË SIPAS BRINELIT

Është metodë statike e kontrollit të fortësisë. Mbështet në përcaktimin e fortësisë varësisht nga thellësia e depërtimit të sferës prej çelikut të kalitur në sipërfaqen e materialit që kontrollohet. Mbi sferë vepron me forcë statike. Për diametër të caktuar të sferës D , zgjedhet forca F që vepron mbi të dhe koha e veprimit të saj.

Pas veprimit të ngarkesës, sfera, në sipërfaqen e materialit lë një gjurmë sferike. Fortësia sipas Brinelit shënohet me HB dhe është e barabartë me raportin e forcës F dhe sipërfaqës së gropës S_g që e ka bërë sfera mbi material.

$$HB = \frac{F}{S_g} = \frac{2 \cdot F}{\pi \cdot D \cdot (D - \sqrt{D^2 - d^2})} \left[\frac{N}{\text{mm}^2} \right]$$

ku: F [N] - forca statike me të cilën vepron mbi sferë;

D [mm] - diametri i sferës

d [mm] - diametri mesatar i gjurmës së gropës dhe

S_g [mm²] - sipërfaqja e gropës që e lë sfera në material.

Skema e provës së Brinelit është paraqitur në **figurën 1**, ndërsa në tabelën 1 është paraqitur diametri i sferës dhe forca statike që vepron mbi të.

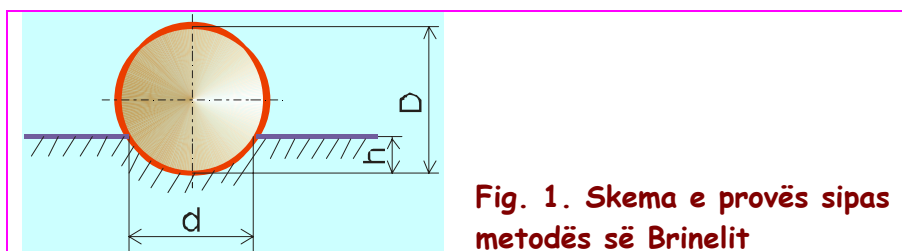


Fig. 1. Skema e provës sipas metodës së Brinelit

Prova kryhet në aparatit e Brinelit, i cili duhet t'i plotësojë këto kërkesa:

1. Të sigurojë veprimin e forcës vertikale mbi sipërfaqen e kampionit,
2. Të sigurojë rritje të vazhdueshme dhe pa goditje të ngarkesës,
3. Të sigurojë veprim konstant të ngarkesës brenda një kohe shumë precize dhe
4. Shmangia e ngarkesës nuk guxon të jetë më e madhe se $\pm 1\%$.

Gjatë provës, forca rritet ngadalë brenda 15 sekondave deri në vlerën përfundimtare të saj në të cilën, sipas rregullës, duhet të mbetet. Te materialet e forta mjaftojnë 10 sekonda, ndërsa te materialet e buta (zinku, plumbi, etj.), koha e veprimit është më e gjatë (deri 3 minuta).

Që të bëhet definimi i saktë i fortësisë sipas Brinellit, përpos simbolit të fortësisë *HB*, shënohen edhe të dhënat; për diametrin e sferës (Φ mm), për forcën e përdorur (në daN) dhe për kohën e veprimit të sferës (në sekonda), për shembull:

40 HB 2,5/62,5/20

tregon se fortësia sipas Brinellit është **40**; e matur me sferë me diametër **$D=2,5$ mm**, forcë **$F=62,5$ N** dhe kohë të veprimit të forcës **20 s**.

Në bazë të fortësisë së Brinellit për çelik mund të caktohet edhe qëndrueshmëria statike në mbështetje të tabelave ose me llogaritje.

Prova e Brinellit realizohet në aparatit e Brinellit (fig.2.)

Tab. 1. Raporti i forcës dhe i sferës sipas Brinellit.

Diametri i sferës	Forca [daN]				Trashësia e materialit s [mm]
	2,5·D ²	5·D ²	10·D ²	30·D ²	
2,5	15,6	31,5	62,5	187,5	3÷6
5,0	62,5	125	250	750	6÷10
10,0	250,0	500	1000	3000	mbi 10



Fig. 2. Aparati për matjen e fortësisë sipas Brinellit

Matja e gjurmës bëhet me anë të instrumentit matës (fig.3.)

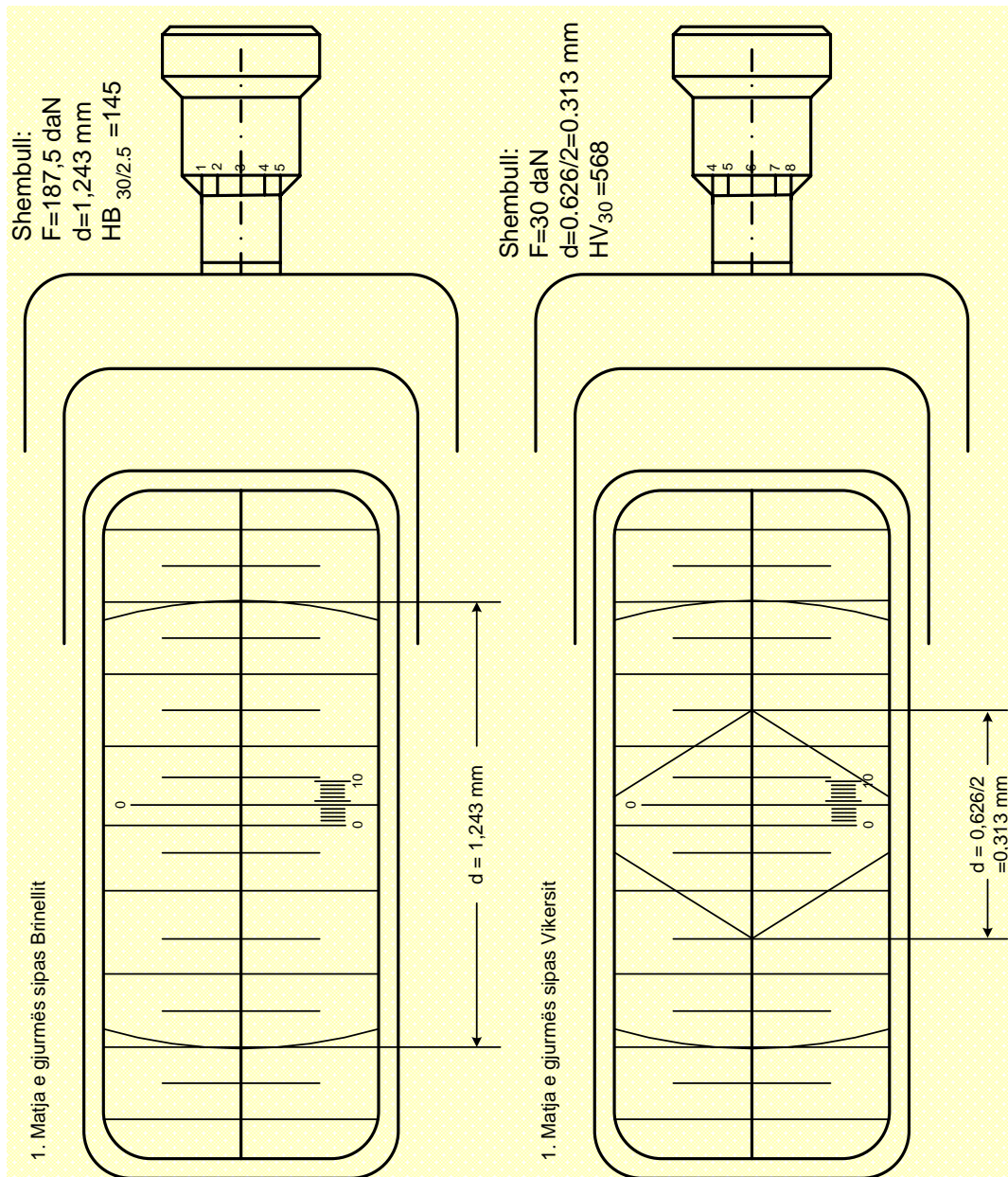


Fig. 3. Leximi i gjurmës në aparatën për matjen e fortësisë (VEB HP-250)

1.2. PROVA E FORTËSISË SIPAS VIKERSIT

Prova e fortësis sipas Vickersit bëhet në mbështetje të standardit DIN EN ISO 6507-1,-2,-3.

Është metodë statike e provës së fortësisë. Fortësia sipas Vickersit paraqet raportin ndërmjet ngarkesës konstante që vepron në një kohë të caktuar nga një piramidë prej diamanti me kënd prej 136° (fig.), dhe sipërfaqes së gjurmës që e lë piramida mbi sipërfaqen e kampionit. Ngarkesat që përdoren më së tepërmi janë: 50, 100, 200, 300, 500, 1000 dhe 1200 N. Fortësia sipas Vickersit preferohet për ato metale që e kanë fortësinë mbi 300 HV dhe për trashësi shumë të holla që nuk mund të maten me metodat paraprake.

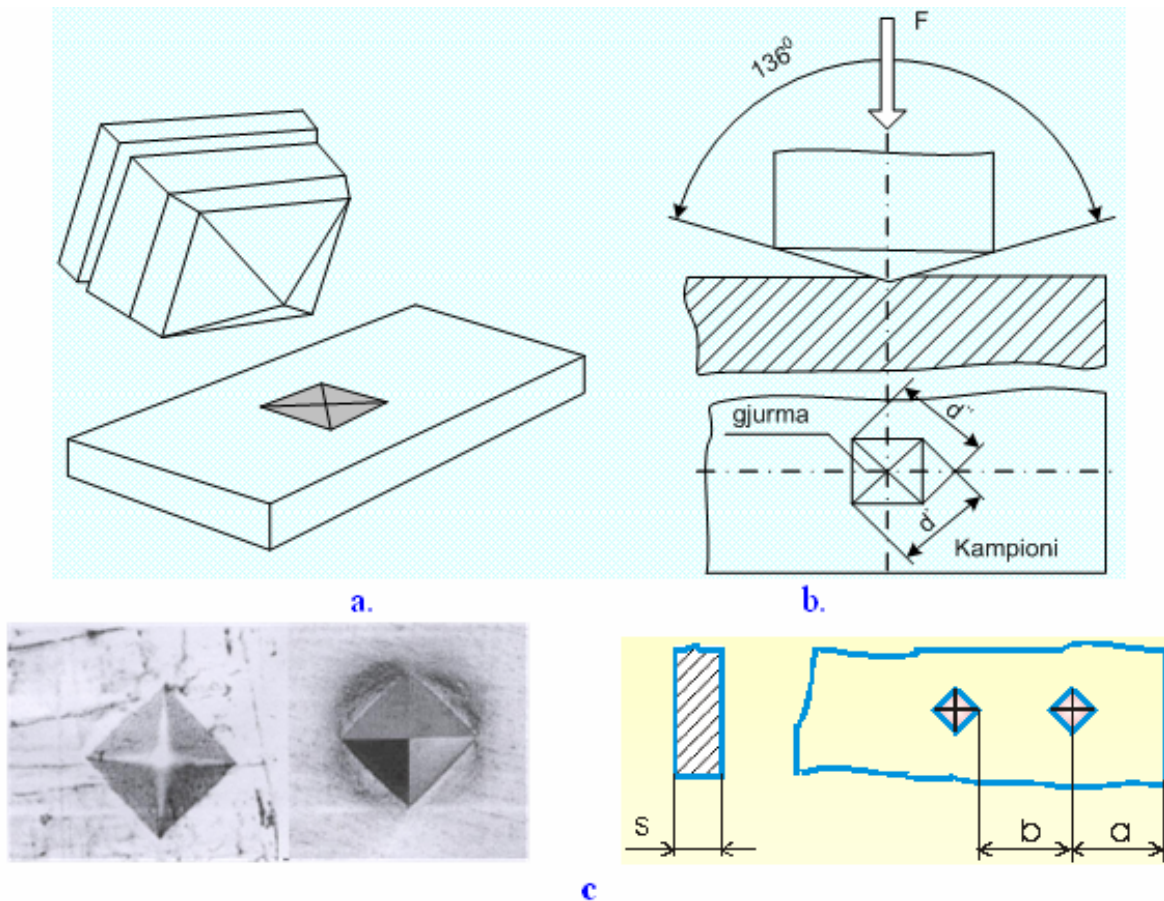


Fig. 4. Parimi i provës së Vikersit: a-formimi i gjurmës; b-skema e provës; c-gjurma

Fortësia sipas Vikersit llogaritet në mbështetje të forcës F [N] dhe sipërfaqes së gjurmës A [mm^2], e cila përcaktohet, duke i matur diagonalët d_1 dhe d_2 [mm].

$$HV = \frac{F}{A} = 1,8544 \cdot \frac{F}{d^2} \left(\frac{N}{\text{mm}^2} \right)$$

$$d = \frac{d_1 + d_2}{2} \quad [\text{mm}] - \text{diametri mesatar i gjurmës.}$$

ku janë:

HV [N/mm^2] – fortësia sipas Vickersit

F [N] – forca

A [mm^2] – sipërfaqja e gjurmës

d [mm] – diagonalja e gjurmës e llogaritur si diagonale mesatare e dy diagonaleve të kryqëzuara

$$d = (d' + d'')/2$$

1.2.1. SHPREHJA PËR LLOGARITJEN E FORTËSISË SIPAS VIKERSIT

Shprehja për llogaritjen e fortësisë sipas Vikersit caktohet në bazë të figurës 5.

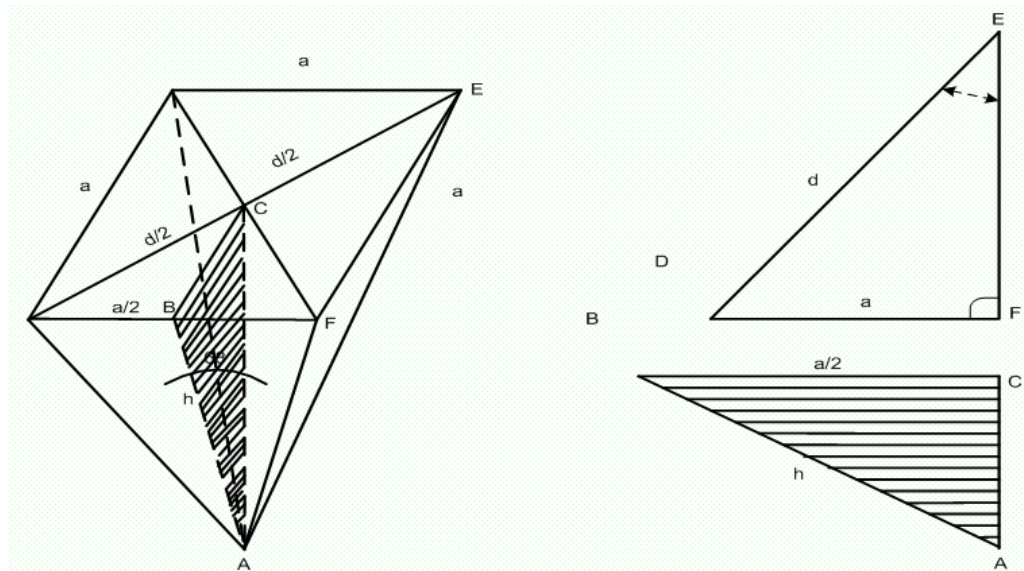


Fig.5. Skema për llogaritjen e fortësisë sipas Vikersit

$$HV = \frac{F}{A}, \quad A = 4 \frac{ah}{2}$$

$$A = 2ah = 2a \frac{a}{2 \cos 22^\circ} = \frac{a^2}{\cos 22^\circ}$$

Nga trekëndëshi ABC kemi:

$$\sin 68^\circ = \frac{\frac{a}{2}}{h} = \frac{a}{2h}$$

$$h = \frac{a}{2 \sin 68^\circ} = \frac{a}{2 \cos 22^\circ}$$

Nga trekëndëshi DEF kemi:

$$d = a\sqrt{2}, \quad a = \frac{d}{\sqrt{2}}$$

$$A = \frac{a^2}{\cos 22^\circ} = \frac{\left(\frac{d}{\sqrt{2}}\right)^2}{\cos 22^\circ} = \frac{d^2}{2 \cos 22^\circ}$$

$$HV = \frac{F}{\frac{d^2}{2 \cos 22^\circ}} = 2 \cos 22^\circ \frac{F}{d^2} = 1.8544 \frac{F}{d^2} [N/mm^2]$$

$HV[N/mm^2]$ - fortësia sipas Vikersit

$F[N]$ - forca që vepron në piramidë

$A[mm^2]$ - sipërfaqja e gjurmës

$d = (d_1 + d_2)/2 [mm]$ - diagonalja e gjurmës e llogaritur si diagonale mesatare e dy diagonaleve të kryqëzuara

1.2.2. MJETET E PUNËS

1.2.2.1. Aparati i Vikersit

Prova e fortësisë sipas Vikersit bëhet në aparatën e Vikersit. Egzistojnë konstruksione të ndryshme të këtyre aparateve dhe të gjitha kanë:

- Paisjen për prodhimin e forcës

- Shtypësin (piramidën)
- Tavolinën e punës
- Mikroskopin për leximin e diagonaleve të gjurmës.

Zakonisht për këtë provë përdoret aparati i njëjtë me atë të Brinellit por në këtë rast duhet të ndryshohet shtypësi dhe forca shtypëse.

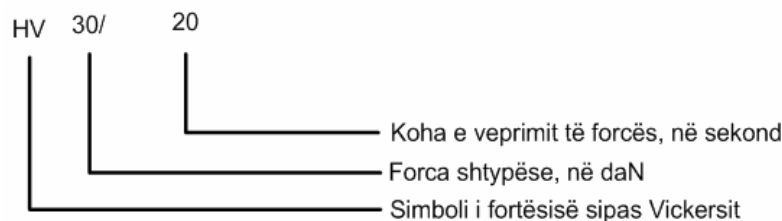
Për provën e fortësisë së materialit sipas metodës së Vickersit përdoret shtypsi në trajtë të piramidës së rregullt katërfaqësore me maje të diamantit ku këndi në mes dy sipërfaqeve të kundërta është $136^{\circ}30'$.

1.2.2.2. Kampioni

Kampioni i cili provohet duhet të jetë i punuar mirë në sipërfaqe. Trashësia e kampionit merret më e madhe se 1.5d. Në anën e kundërt të kampionit nuk guxon të ketë kurrfarë gjurmash të lëna nga piramida.

1.2.2.3. Shënimi i fortësisë

Shenja HV paraqet fortësinë sipas Vickersit. Shenjës HV i shtohet doherë forca shtypëse (forca shenohet në daN) ndërsa koha e veprimit të forcës vetëm atëherë kur ajo është jashtë kohës normale (15 sekonda); p.sh.



1.2.2.4. Realizimi i provës

- Prova bëhet në temperaturë normale.
- Piramida vendoset normal në sipërfaqen e kampionit dhe gradualisht shtypet në sipërfaqe.
- Koha e veprimit të forcës duhet të jetë: për çelik 10 – 15 s dhe për metale të lehta dhe lidhje të tyre 30 s (s – trashësia e materialit).
- Largësia në mes të qendrës së gjurmës dhe skajit të kampionit ose gjurmës tjetër duhet të jetë $>2.5d$.
- Forca shtypëse për çelik është 30 daN (300 N) e mund të përdoret edhe forca 5 – 100 daN (50 – 1000 N) ndërsa për metale të lehta dhe lidhje të tyre 10 daN (100 N) e mund të përdoret edhe forca 1 – 100 daN (10 – 1000 N).
- Instrumenti matës duhet të mundësojë matjen e diagonaleve të gjurmës me saktësi 0.001 mm për diagonale më të vogël se 0.2 mm dheme saktësi 0.002 mm për diagonale më të mëdha se 0.2 mm.
- Madhësia e fituar gjatë provës zëvendësohen në shprehjen për llogaritjen e fortësisë HV dhe përcaktohet fortësia e llogaritur ose nga tabela përkatëse lexohet vlera e fortësisë në varshmëri të forcës shtypëse dhe diagonales mesatare (p.sh. **tabela3**).

1.3. PROVA E FORTËSISË SIPAS ROKVELLIT

Fortësia sipas Rokvelit (Rockwell) përkufizohet në këtë mënyrë; nën veprimin e forcës fillestare $F_0=10$ daN (1 daN=10 N) shtypet shtypësi (sfera ose koni) në sipërfaqen e cila provohet, pastaj kësaj force i shtohet forca kryesore. Pas shkarkimit të forcës matet thellësia e gjurmës, duke filluar nga thellësia fillestare, të cilën e ka shkaktuar forca fillestare F_0 .

Njësia e cila paraqet fortësinë është thellësia 0,002 mm.

Fortësia në këtë rast paraqitet si ndryshim në mes të një konstanteje dhe thellësisë së mbetur. Leximi i fortësisë sipas Rokvellit bëhet drejtpërdrejt në shkallën e instrumentit pa pas nevojë të matet gjurma.

Fortësia sipas Rokvelit mund të matet me shtypësin në formë të sferës ose konit, dhe atë me forca të ndryshme. Prandaj në varësi të llojit të shtypësit dhe madhësisë së forcës do të kemi edhe metodën përkatëse të Rokvelit (p.sh. Rokveli A, B, C, D, E, F etj), **tab.2.**

Metoda e Rokvelit “B” përdoret për matjen e fortësisë së metaleve të buta, përkatësisht për metale me fortësi prej 25 deri 100 HRB.

Metoda e Rokvelit “C” përdoret për matjen e fortësisë së metaleve të forta, përkatësisht për metale me fortësi më të madhe se 20 HRC.

Tabela 2. Metoda e fortësisë sipas Rockwellit

Grupi	Metoda	Karakteristikat e metodës			
		Shënimi	Shtypësi	Forca $F_0 + F_1$ [daN]	Shkalla
I	B	HRB	Sfera 1/16" (1.5875 mm)	10+90	E kuqe
	C	HRC	Koni	10+140	E zezë
II	A	HRA	Koni	10+50	E zezë
	D	HRD	Koni	10+90	E zezë
	E	HRE	Sfera 1/8" (3.175 mm)	10+90	E kuqe
	F	HRF	Sfera 1/16" (1.5875 mm)	10+50	E kuqe
	G	HRG	Sfera 1/16" (1.5875 mm)	10+140	E kuqe
	H	HRH	Sfera 1/8" (3.175 mm)	10+50	E kuqe
	K	HRK	Sfera 1/8" (3.175 mm)	10+140	E kuqe
III	L	HRL	Sfera 1/4" (6.35 mm)	10+50	E kuqe
	M	HRM	Sfera 1/4" (6.35 mm)	10+90	E kuqe
	P	HRP	Sfera 1/4" (6.35 mm)	10+140	E kuqe
	R	HRR	Sfera 1/2" (12.7 mm)	10+50	E kuqe
	S	HRS	Sfera 1/2" (12.7 mm)	10+90	E kuqe
	V	HRV	Sfera 1/2" (12.7 mm)	10+140	E kuqe
Matja e fortësisë sipërfaqësore		15N	Koni	3+12	Shkalla specifike
		30N	Koni	3+27	
		45N	Koni	3+42	
		15T	Sfera 1/16" (1.5875 mm)	3+12	
		30T	Sfera 1/16" (1.5875 mm)	3+27	
		45T	Sfera 1/16" (1.5875 mm)	3+42	

1.3.1. PROVA E FORTËSISË SIPAS ROKVELLIT B (HRB)

Në **figurën 6** është paraqitur parimi sipas Rokvellit B (HRB) ku janë:

1. HRB – Fortësia sipas Rokvellit B

$$HRB = 130 - e = 130 - \frac{h_3 - h_1}{0,002}$$

2. Sfera
3. F_0 – forca fillestare $F_0 = 10$ daN

4. F_1 – forca kryesore $F_1 = 90$ daN
5. F – forca e tërë $F = F_0 + F_1 = 100$ daN
6. h_1 – thellësia pas veprimit të forcës F_0
7. h_2 – rritja e thellësisë për shkak të forcës F_1
8. h_3 – thellësia pas ngarkimit
9. e – thellësia e mbetur

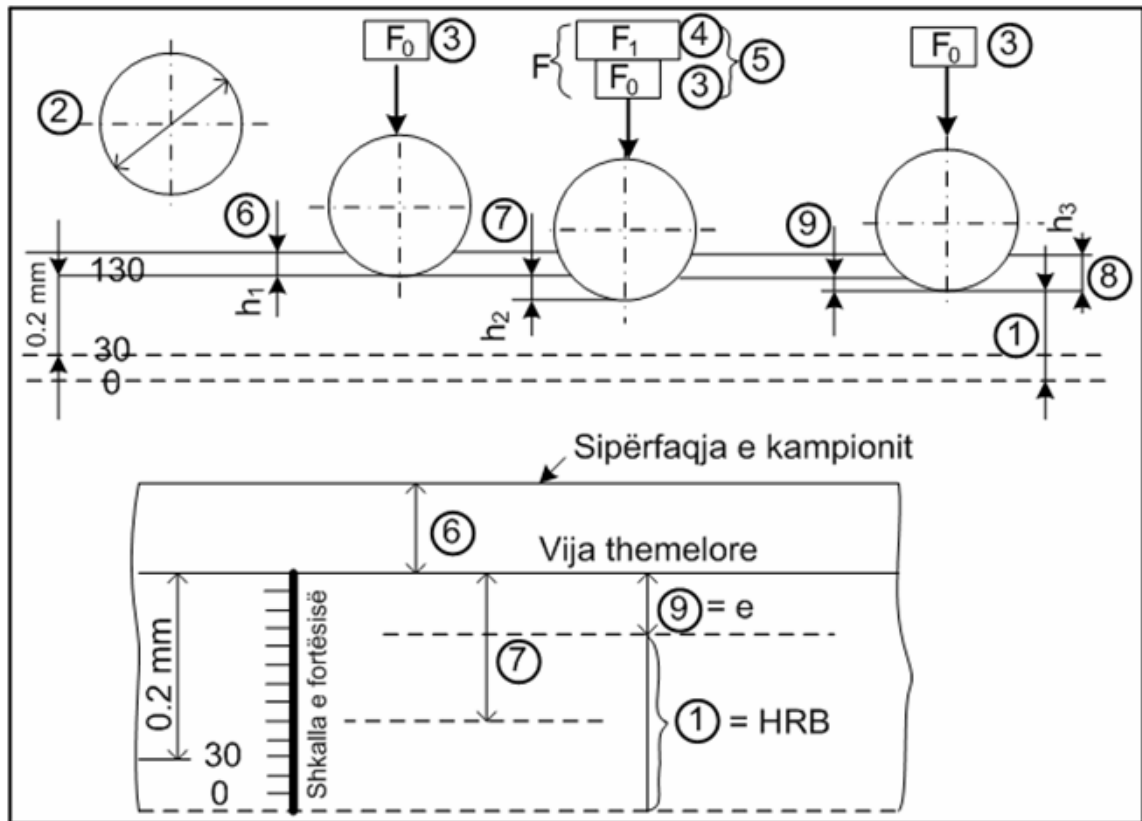


Fig. 6. Parimi i provës sipas Rokvellit B (HRB)

1.3.2. PROVA E FORTËSISË SIPAS ROKVELLIT C (HRC)

Në figurën 7 është treguar parimi i provës sipas Rokvellit C (HRC) ku janë:

1. HRC – Fortësia sipas Rokvellit C

$$HRB = 100 - e = 100 - \frac{h_3 - h_1}{0,002}$$

2. koni me maje të diametrit
3. F_0 – forca fillestare $F_0 = 10$ daN
4. F_1 – forca kryesore $F_1 = 140$ daN
5. F – forca e tërë $F = F_0 + F_1 = 150$ daN
6. h_1 – thellësia pas veprimit të forcës F_0
7. h_2 – rritja e thellësisë për shkak të forcës F_1
8. h_3 – thellësia pas ngarkimit
9. e – thellësia e mbetur

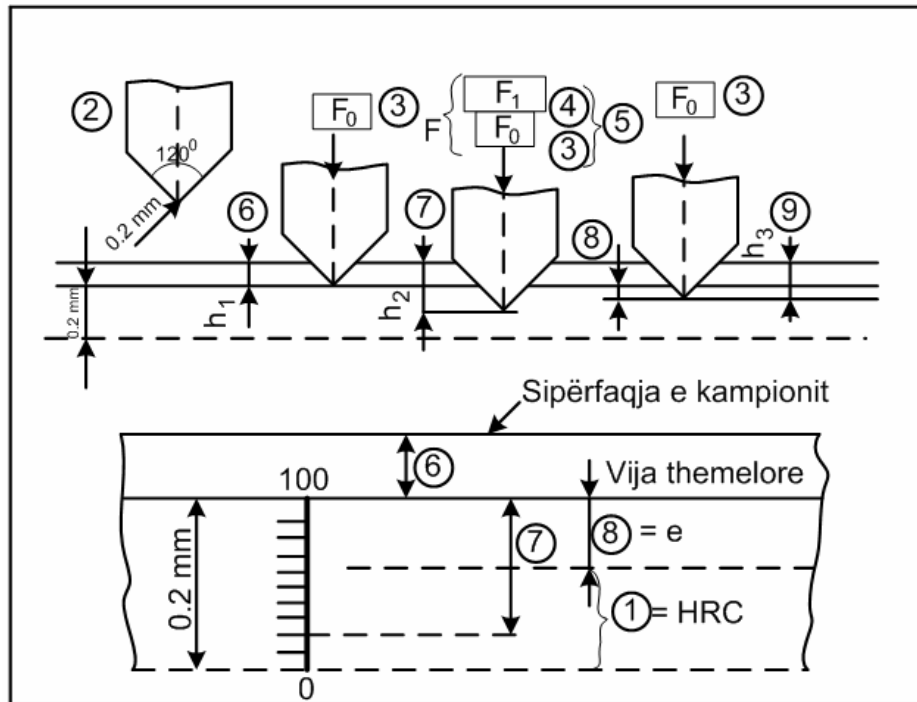


Fig.7. Parimi i provës sipas Rokvellit C (HRC)

1.3.2.1. Aparati i Rockwellit

Matja e fortësisë bëhet në aparatin e Rockwellit (fig.8) i cili ka:

- Pajisjen për prodhimin e forcës
- Shtypsin (me maje të diamantit ose sferën)
- Tavolinën e punës
- Instrumentin për leximin e fortësisë



Fig.8. Aparati i Rockwellit për matjen e fortësisë

Kampioni duhet të jetë i përgatitur mirë dhe sipërfaqja e tij të jetë e rrafshët dhe pa shtresa oksiduese. Trashësia duhet të jetë 8 herë më e madhe se thellësia “e”. Në anën e kundërt nuk guxon të ketë shenja deformimi.

Instrumenti për matjen e fortësisë ka dy shkallë me numra. Numrat e jashtëm janë me **ngjyrë të kuqe** dhe tregojnë fortësinë e matur me **majë diamanti** (HRC,..), kurse numrat e brendshëm janë **me ngjyrë të zezë** dhe paraqesin fortësinë **e matur me sferë** (HRB, ...).

Gjatë provës duhet pasur parasysh rrugën e kaluar të treguesit (akrepi) të instrumentit që nga veprimi i forcës fillestare F_0 e deri te leximi i fortësisë (pas shkarkimit të forcës kryesore F_1) për shkak se akrepi nuk guxon të bënë më tepër se një rrotullim të plotë.

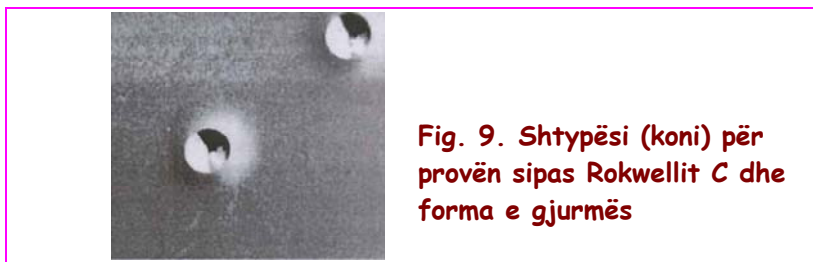
Një ndarjes së instrumentit i përgjigjet thellësia e depërtimit të shtypësit në material për 0.002 mm, d.m.th. njëqind ndarjeve të instrumentit i përgjigjet thellësia prej 0.2 mm (thellësia nuk guxon të jetë më e madhe).

Për matjen e fortësisë sipas Rokvelit përdoret shtypësi në formë të sferës me diametër 1/2", 1/4", 1/8" dhe 1/16" ose shtypësi me majë diamanti në formë koni. Diametri i sferës zgjidhet varësisht nga metoda (p.sh. për matjen e fortësisë sipas Rokvelit B përdoret sfera me diametër 1/16"=1.5875 mm).

Maja e diamantit në formë koni ka këndin 120° , ndërsa rrezja e majës është 0.2 mm.

Realizimi i provës së Rokvelit bëhet në këtë mënyrë:

- Kampioni duhet të vendoset drejt dhe të jetë stabil në tavolinën e aparatit.
- Akrepi i instrumentit duhet të jetë në pozitën fillestare.
- Shtypësi duhet të veprojë normal në sipërfaqen e kampionit dhe ngarkohet me forcë fillestare F_0 .
- Bëhet ngarkimi edhe me forcë kryesore F_1 .
- Pasi të ndalet akrepi shkarkohet forca F_1 dhe kështu mbetet vetëm forca fillestare F_0 .
- Në shkallën e instrumentit drejtpërdrejtë lexohet fortësia sipas Rokvelit (se në cilën shkallë do të lexohet fortësia varet nga lloji i shtypësit përkatësisht metoda).
- Prova duhet të përsëritet së paku tri herë dhe si vlerë përfundimtare merret vlera mesatare.
- Largësia në mes të qendrave të gjurmëve ose skajit të kampionit dhe qendrës së gjurmës nuk guxon të jetë më e vogël se 3 mm (fig.9.)



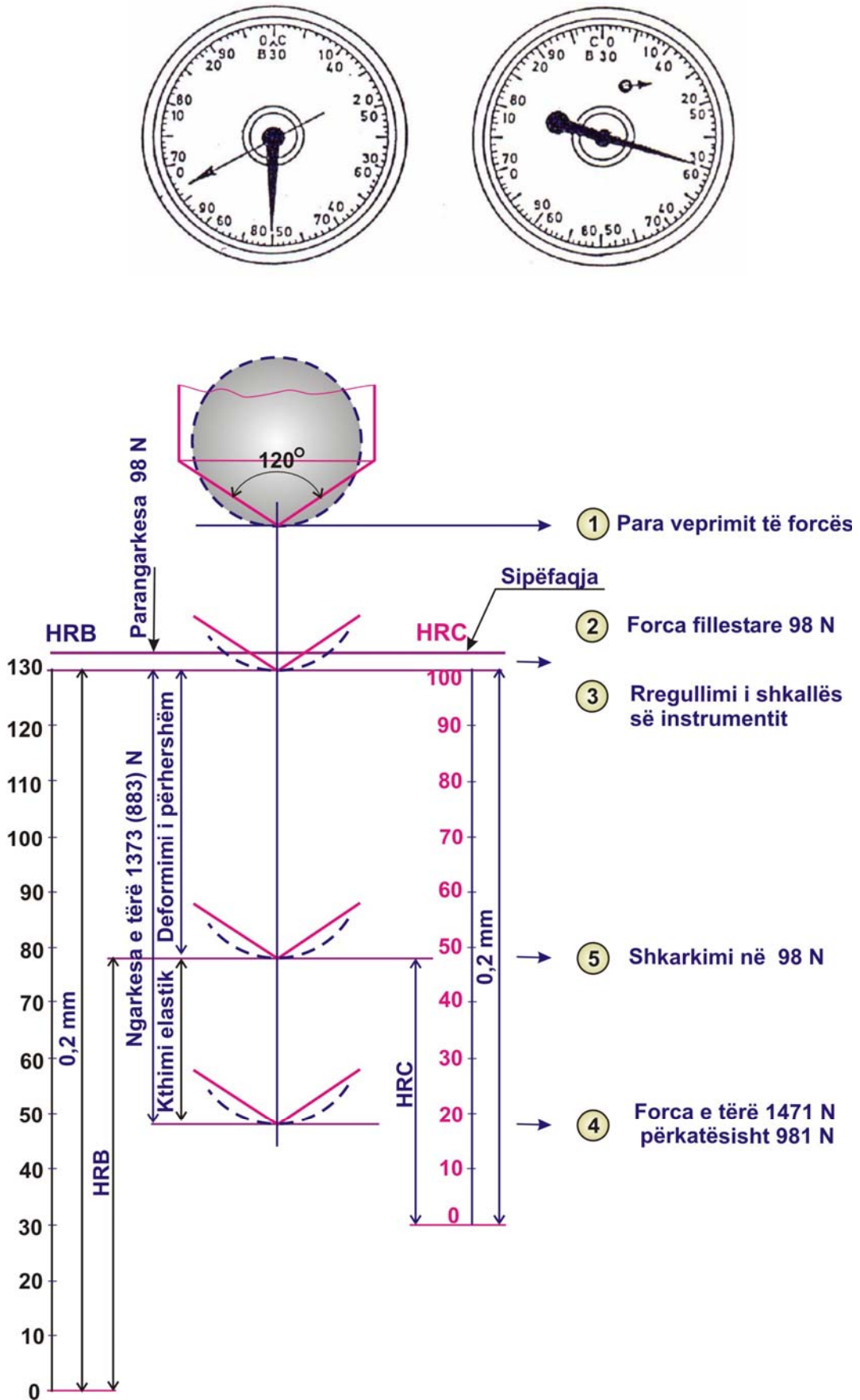


Fig. *. Parimi i provës sipas Rokvelit: a- Rokveli "B" dhe b-Rokveli "C".

1.4. PROVAT E FORTËSISË ME VEPRIM DINAMIK TË FORCËS

Provat më të përhapura të fortësisë me veprim dinamik të forcës janë: metoda e Poldit, metoda e Shorit dhe metoda e Lesenit.

1.4.1. METODA E POLLDIT

Është metodë me veprim dinamik të forcës. Forca vepron në mënyrë goditëse. Aparati është i vogël dhe lëvizës (fig. 10). Në aparat së pari vendoset etaloni (kampioni të cilit ia dimë fortësinë), ndërsa në anën tjetër të sferës kampioni të cilit duam t'ia gjejmë fortësinë, pra sfera ndodhet në mes të dy materialeve - etalonit dhe kampionit. Pas veprimit të forcës goditëse të çekanit, mbeten dy gjurmë, njëra në etalon, tjetra në kampion. Duke e përdorur shprehjen për llogaritjen e fortësisë sipas Brinelit për kampion dhe etalon mund të caktohet fortësia e kampionit.

Për prova përdoret sfera e çelikut me diametër 10 mm. Pas goditjes me çekan maten diametrat e gjurmës në etalon d_E dhe në material d_M .

Fortësia për etalon do të jetë:

$$H_E = \frac{2 \cdot F}{\pi \cdot D \cdot (D - \sqrt{D^2 - d_E^2})}$$

ndërsa për kampion (material):

$$H_M = \frac{2 \cdot F}{\pi \cdot D \cdot (D - \sqrt{D^2 - d_M^2})}$$

Me pjesëtimin e këtyre dy shprehjeve në mes veti fitojmë fortësinë sipas Poldit:

$$H_M = H_E \cdot \frac{D - \sqrt{D^2 - d_E^2}}{D - \sqrt{D^2 - d_M^2}}$$

ku: H_M [N/mm²] - fortësia e materialit,

H_E [N/mm²] - fortësia e etalonit,

D [mm] - diametri i sferës dhe

d_E [mm] - diametri mesatar i gjurmës në etalon.

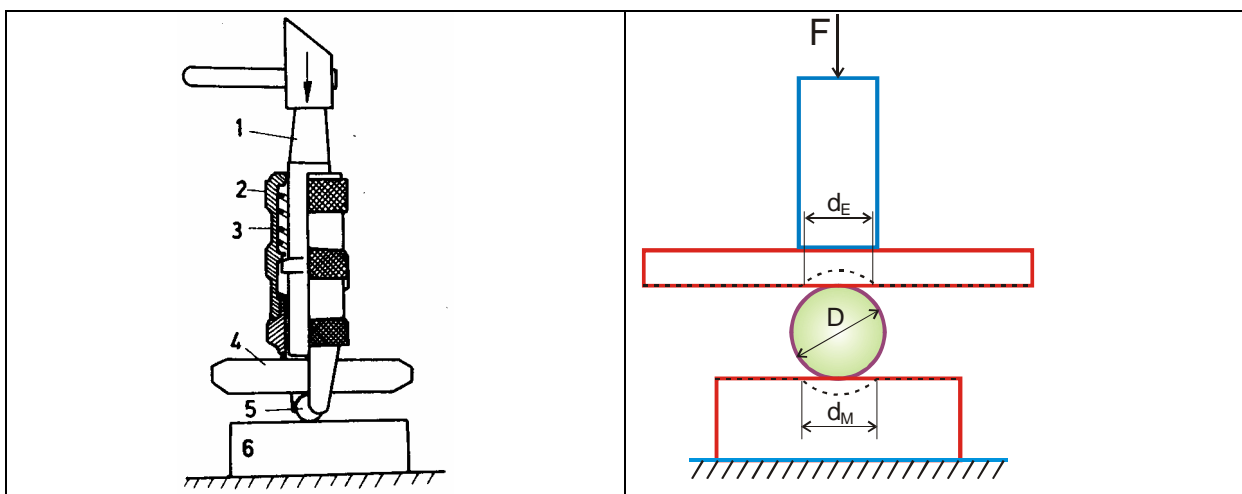


Fig. 10. Skema e provës së fortësisë sipas Poldit: 1. Përcjellësi i goditjeve, 2. Trupi i aparatit, 3. Susta, 4. Etaloni, 5. Sfera, 6. Kampioni (materiali)

Metoda e Poldit është shumë praktike, sepse nuk bëhet përgatitje paraprake në sipërfaqen e materialit. Me të mund të përcaktohet fortësia e materialit në makinë, konstrukcioni pa u çmontuar fare. Aparati mund të bartet e prova mund të bëhet kudo. Ekzistojnë tabela krahasuese në mes të fortësisë së Poldit dhe Brinelit si dhe qëndrueshmërisë statike në tërheqje.



Aparati i poldit



Etaloni



Fig. 10*. Aparati për matjen e fortësisë sipas Poldit

1.4.2. METODA E SHORIT

Është metodë për kontrollimin e fortësisë me forcë dinamike. Mbështetet në vetinë dëbuese ose elastike e materialit, kur mbi sipërfaqen e tij bie lirisht një trup i ngurtë me përmasa dhe trajtë të caktuar. Prova kryhet në apartin e quajtur skleroskop (fig. 11). Përbëhet prej gypit të qelqit që shërben për udhëheqjen e një vegje në trajtë kunjë prej çeliku me peshë 2,5 g i cili mbi sipërfaqen e materialit që provohet bie nga lartësia $H_1=254$ mm. Pas rënies së kunjit mbi sipërfaqe, ai do të dëbohet dhe do të ngritet në lartësinë H_2 të cilën e lexojmë.

Fortësia sipas Shorit lexohet drejtpërdrejt në shkallën e Shorit e cila është e përforcuar për gypin e qelqit, apo prej tabelave në rastet kur lexohet vetëm lartësia H_2 . Kjo shkallë i ka gjithsej 140 ndarje që quhen edhe *njësi të Shorit*.

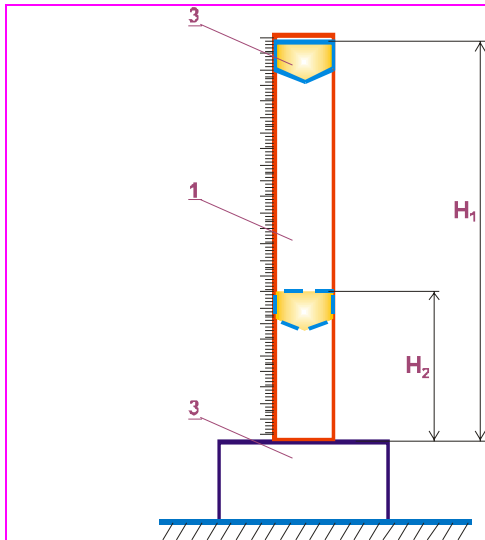


Fig. 11. Skema e provës së fortësisë sipas Shorit: 1-gypi, 2-kunji, 3-kampioni.

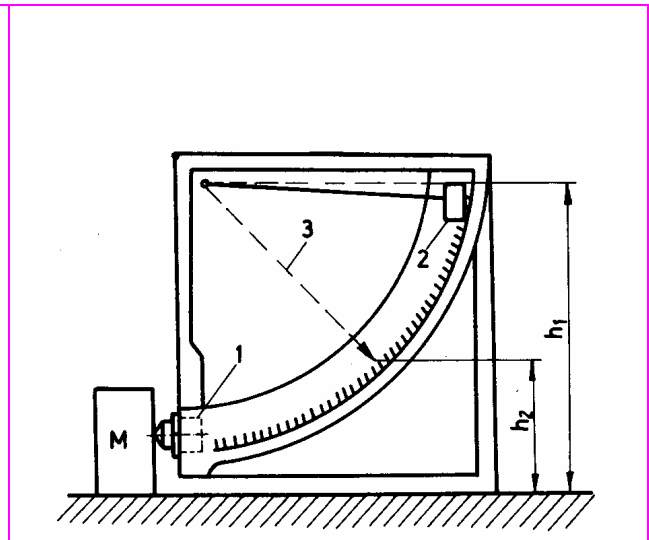


Fig. 12. Skema e provës së fortësisë sipas Lesenit: 1-kunji, 2-koka e lavjerrësit, 3-lavjerrësi fizik, M-kampioni i materialit.

Me këtë metodë duhet të bëhet matja së paku në pesë vende. Si rezultat përfundimtar merret mesatarja aritmetike e pesë matjeve dhe shprehet në njësi të Shorit. Kjo metodë është e përshtatshme për matjen e fortësisë së cilindrave në fabrika për përpunim me cilindrim, për kontrollimin e përpunimit termik etj.

Fortësia përcaktohet shpejt dhe në çdo vend. Ekziston varësia në mes fortësisë së Shorit dhe të Brinelit.

1.4.3. METODA E LESENIT

Është metodë për provën e fortësisë me forcë dinamike. Aparati punon sipas parimit të lavjerrësit fizik, në të cilin është vendosur çekani në trajtë kunjë e që quhet *duroskop* (fig. 12).

Prova bëhet kur ia afrojmë aparatit materialit që provohet, duke e lëshuar kokën e lavjerrësit që gjendet në lartësinë h_1 , e cila e goditë materialin që provohet-kampionin. Pas goditjes së materialit, koka e lavjerrësit dëbohet në lartësinë h_2 . Dallimi në mes lartësisë fillestare h_1 dhe dëbuese h_2 , na jep fortësinë sipas Lesenit.

Sa më shumë matje që të bëhen, rezultatet janë më të sakta dhe anasjelltas.

Tabela 3. Fortësia sipas Vikersit për F = 10 daN

d*[mm]	0.000	0.001	0.002	0.003	0.004	0.005	0.006	0.007	0.008	0.009
0.10	1854	1818	1782	1748	1715	1682	1650	1620	1590	1561
0.11	1535	1505	1478	1452	1427	1402	1378	1354	1332	1310
0.12	1288	1267	1246	1226	1206	1187	1168	1150	1132	1115
0.13	1097	1081	1064	1048	1033	1018	1003	988	974	960
0.14	946	933	920	907	894	882	870	858	847	835
0.15	824	813	803	792	782	772	762	752	743	734
0.16	724	715	707	698	690	681	673	665	657	649
0.17	462	634	627	620	613	606	599	592	585	579
0.18	572	566	560	554	548	542	536	530	525	519
0.19	514	508	503	498	493	488	483	478	473	468
0.20	464	459	455	450	446	442	437	433	429	425
0.21	421	417	413	409	405	401	397	394	390	387
0.22	383	380	376	373	370	366	363	360	357	354
0.23	351	348	345	342	339	336	333	330	327	325
0.24	322	319	317	314	312	309	306	304	302	299
0.25	297	294	292	289	287	285	283	281	279	276
0.26	274	272	270	268	266	264	262	260	258	256
0.27	254	253	251	249	247	245	243	242	240	238
0.28	236	235	233	232	230	228	227	225	224	222
0.29	221	219	218	216	215	213	212	210	209	207
0.30	206	205	203	202	201	199	198	197	196	194
0.31	193	192	191	189	188	187	186	185	183	182
0.32	181	180	179	178	177	176	175	173	172	171
0.33	170	169	168	167	166	165	164	163	162	161
0.34	160	160	159	158	157	156	155	154	153	152
0.35	151	151	150	149	148	147	146	145	144	144
0.36	143	142	142	141	140	139	138	138	137	136
0.37	136	135	134	133	133	132	131	131	130	129
0.38	128	128	127	126	126	125	125	124	123	123
0.39	122	121	121	120	120	119	118	118	117	117
0.40	116	115	115	114	114	113	113	112	111	111
0.41	110	110	109	109	108	108	107	107	106	106
0.42	105	105	104	104	103	103	102	102	101	101
0.43	100	99.8	99.4	98.9	98.5	98.0	97.6	97.1	96.7	96.2
0.44	95.8	95.3	94.9	94.5	94.1	93.6	93.2	92.8	92.4	92.0
0.45	91.6	91.2	90.8	90.4	90.0	89.6	89.2	88.8	88.4	88.0
0.46	87.6	87.3	86.9	86.5	86.1	85.8	85.4	85.0	84.7	84.3
0.47	84.0	83.6	83.2	82.9	82.5	82.2	81.8	81.5	81.2	80.8
0.48	80.5	80.2	79.8	79.5	79.2	78.8	78.5	78.2	77.9	77.6
0.49	77.2	76.9	76.6	76.3	76.0	75.7	75.4	75.1	74.8	74.5
0.50	74.2	73.9	73.6	73.3	73.0	72.7	72.4	72.1	71.9	71.6
0.51	71.3	71.0	70.7	70.5	70.2	69.9	69.6	69.4	69.1	68.8
0.52	68.6	68.3	68.1	67.8	67.5	67.3	67.0	66.8	66.5	66.3
0.53	66.0	65.8	65.5	65.3	65.0	64.8	64.5	64.3	64.1	63.8
0.54	63.6	63.4	63.1	62.9	62.7	62.4	62.2	62.0	61.7	61.5
0.55	61.3	61.1	60.9	60.6	60.4	60.2	60.0	59.8	59.6	59.3
0.56	59.1	58.9	58.7	58.5	58.3	58.1	57.9	57.7	57.5	57.3
0.57	57.1	56.9	56.7	56.5	56.3	56.1	55.9	55.7	55.5	55.3
0.58	55.1	54.9	54.7	54.6	54.4	54.2	54.0	53.8	53.6	53.4
0.59	53.3	53.1	52.9	52.7	52.6	52.4	52.2	52.0	51.9	51.7
0.60	51.5	51.3	51.2	51.0	50.8	50.7	50.5	50.3	50.2	50.0

d*) – diagonalja e gjurmës në mm.

Tabela 3. Fortësia sipas Vikersit për F = 20 daN (vazhdon)

d*[mm]	0.000	0.001	0.002	0.003	0.004	0.005	0.006	0.007	0.008	0.009
0.14	1892	1865	1839	1813	1788	1764	1740	1716	1693	1670
0.15	1648	1626	1605	1584	1564	1543	1524	1504	1485	1467
0.16	1448	1431	1413	1396	1379	1362	1346	1330	1314	1298
0.17	1283	1268	1253	1239	1225	1211	1197	1184	1170	1157
0.18	1144	1132	1119	1107	1095	1083	1072	1060	1049	1038
0.19	1027	1016	1006	995	985	975	965	955	946	936
0.20	927	918	909	900	891	882	874	865	857	849
0.21	841	833	825	817	810	802	795	787	780	773
0.22	766	759	752	746	739	732	726	720	713	707
0.23	701	695	689	683	677	671	666	660	655	649
0.24	644	638	633	628	623	618	613	608	603	598
0.25	593	589	584	579	575	570	566	561	557	553
0.26	549	544	540	536	532	528	524	520	516	512
0.27	509	505	501	498	494	490	487	483	480	476
0.28	473	470	466	463	460	457	453	450	447	444
0.29	441	438	435	432	429	426	423	420	418	415
0.30	412	409	407	404	401	399	396	393	319	388
0.31	386	383	381	378	376	374	371	369	367	364
0.32	632	630	628	626	624	622	620	618	616	614
0.33	340	338	336	334	332	330	328	326	325	323
0.34	321	319	317	315	313	312	310	308	306	304
0.35	303	301	299	298	296	294	293	291	289	288
0.36	286	285	283	281	280	278	277	275	274	272
0.37	271	269	268	267	265	264	262	261	260	258
0.38	257	255	254	253	251	250	249	248	246	245
0.39	244	243	241	240	239	238	236	235	234	233
0.40	232	231	229	228	227	226	225	224	223	222
0.41	221	220	218	217	216	215	214	213	212	211
0.42	210	209	208	207	206	205	204	203	202	201
0.43	200.5	199.6	198.7	197.8	196.9	196.0	195.1	194.2	193.3	192.4
0.44	191.5	190.7	189.8	188.9	188.1	187.2	186.4	185.6	184.7	183.9
0.45	183.2	182.3	181.5	180.7	179.9	179.1	178.3	177.5	176.8	176.0
0.46	175.2	174.5	173.7	173.0	172.2	171.5	170.8	170.0	169.3	168.6
0.47	167.9	167.1	166.4	165.7	165.0	164.3	163.7	163.0	162.3	161.6
0.48	160.9	160.3	159.6	158.9	158.3	157.6	157.0	156.3	155.7	155.1
0.49	154.4	153.8	153.2	152.6	151.9	151.3	150.7	150.1	149.5	148.9
0.50	148.3	147.7	147.1	146.6	146.0	145.4	144.8	144.3	143.7	143.1
0.51	142.6	142.0	141.4	140.9	140.4	139.8	139.3	138.7	138.2	137.7
0.52	137.1	136.6	136.1	135.6	135.0	134.5	134.0	133.5	133.0	132.5
0.53	132.0	131.5	131.0	130.5	130.0	129.5	129.1	128.6	128.1	127.6
0.54	127.2	126.7	126.2	125.8	125.3	124.8	124.4	123.9	123.5	123.0
0.55	122.6	122.1	121.7	121.3	120.8	120.4	119.9	119.5	119.1	118.7
0.56	118.2	117.8	117.4	117.0	116.6	116.2	115.7	115.3	114.9	114.5
0.57	114.1	113.7	113.3	112.9	112.5	112.2	111.8	111.4	111.0	110.6
0.58	110.2	109.8	109.5	109.1	108.7	108.3	108.0	107.6	107.2	106.9
0.59	106.5	106.2	105.8	105.4	105.1	104.7	104.4	104.0	103.7	103.3
0.60	103.0	102.7	102.3	102.0	101.6	101.3	101.0	100.6	100.3	100.0
0.61	99.7	99.3	99.0	98.7	98.4	98.0	97.7	97.4	97.1	96.8
0.62	96.5	96.2	95.8	95.5	95.2	94.9	94.6	94.3	94.0	93.7
0.63	93.4	93.1	92.8	92.5	92.2	92.0	91.7	91.4	91.1	90.8

Shembull: për d=0,527 mm dhe forcë F=20 daN, fortësia është 133.5 HV₂₀.

Në tabelën 4 është dhënë në mes qëndrueshmërisë me fortësinë sipas Brinelit, Rokvellit, Vikersit dhe Shorit

Tabela 4. Krahasimi i përafërt i qëndrueshmërisë me fortësinë sipas Brinelit, Rokvellit, Vikersit dhe Shorit.

Qëndrueshmëria në tërheqje N/mm ²	Fortësia e Brinelit, sfera e çelikut Φ 10 mm, forca F=30000N		Fortësia sipas Rokvellit C HRC	Fortësia sipas Vikersit HV F=100N	Fortësia sipas Shorit Sh	
	Diametri i gjurmës mm	HB			Modeli D	Modeli C
E llogaritur nga fortësia HB	Diametri i gjurmës mm	HB	Shkalla-C piramida e diamantit F=1500N	F=100N	Modeli D	Modeli C
			58.8	670		
			58.3	660		
			58.0		88.0	84.0
2180	2.47	618	57.8	650		
2145	2.49	608	57.3	640		
			57.0		86	82
2105	2.51	599	56.8	630		
2070	2.53	589	56.3	620		
			56.0		83.0	80.0
2030	2.55	580	55.7	610		
1995	2.57	570	55.2	600		
			55.0		80.0	78.0
1995	2.59	561	54.7	590		
1920	2.61	551	54.1	580		
			54.0		78.0	76.0
1880	2.63	542	53.6	570		
1845	2.66	532	53.0	560	76.0	74.5
1810	2.68	523	52.3	550		
			52.0		74.0	73.0
1775	2.70	513	51.7	540		
1740	2.73	504	51.1	530		
			51.0		72.0	71.5
1700	2.75	494	50.5	520		
			50.0		70.0	70.0
1665	2.78	485	49.8	510		
1630	2.81	475	49.1	500		
			49.0		68.0	68.0
1595	2.83	466	48.4			
			48.0		66.5	66.5
1555	2.86	456	47.7	480		
			47.0		65.0	65.0
1520	2.89	447	46.9	470		
1485	2.92	437	46.1	480		
			46.0		64.0	63.5
1455	2.95	428	45.3	450		
			45.0		62.5	62.0
1420	2.99	418	44.5	440		
			44.0		61.0	60.5
1385	3.02	409	43.6	430		
			43.0		58.5	59.0
1350	3.06	399	42.7	420		
1320	3.09	390	41.8	410		
			41.0		57.0	57.5

Tabela 4. Krahasimi i përafërt i qëndrueshmërisë me fortësinë sipas Brinelit, Rokvellit, Vikersit dhe Shorit (vazhdim).

Qëndrueshmëria në tërheqje N/mm ²	Fortësia e Brinelit, sfera e çelikut Φ 10 mm, forca F=30000N		Fortësia sipas Rokvellit C HRC	Fortësia sipas Vikersit HV F=100N	Fortësia sipas Shorit Sh	
	Diametri i gjurmës mm	HB			Modeli D	Modeli C
E llogaritur nga fortësia HB	Diametri i gjurmës mm	HB	Shkalla-C piramida e diamantit F=1500N	F=100N	Modeli D	Modeli C
1290	3.13	380	40.8	400		
			40.0		55.5	56.0
1255	3.17	371	39.8	390		
			39.0		54.0	54.5
1220	3.21	361	38.8	380		
			38.0		52.0	53.2
1190	3.25	352	37.7	370		
			37.0		51.0	52.2
1155	3.29	342	36.6	360		
			36.0		49.0	51.2
1125	3.34	333	35.3	350		
			35.0		48.0	50.0
1095	3.39	323	34.4	340		
			34.0		46.0	48.8
1060	3.43	314	33.3	330		
			33.0		45.0	47.6
1030	3.49	304	32.2	320		
995	3.45	295	31.0	310	43.0	54.6
			30.0			
965	3.60	285	29.8	300		
950	3.63	280	29.2	295		
			29.0		41.0	43.7
930	3.66	276	28.5	290		
			28.0		40.0	42.8
915	3.69	271	27.8	285		
900	3.72	266	27.1	280		
			27.0		38.0	41.8
880	3.75	261	26.4	275		
			26.0		37.0	41.0
865	3.78	257	25.6	270		
			25.0		36.0	40.1
850	3.82	252	24.8	365		
835	3.86	247	24.0	260	35.0	39.1
820	3.89	242	23.1	255		
			23.0		34.0	38.0
800	3.92	238	22.2	250		
			22.0		33.0	37.0
785	3.97	233	21.3	245		
			21.0		32.0	36.0
770	4.01	288	20.3	240		
			20.0		32.0	35
755	4.05	223		235		
740	4.04	219		230		

1. PROVAT TEKNOLOGJIKE

1.1. VETITË TEKNOLOGJIKE

Vetitë teknologjike përcaktohen me prova teknologjike. Provat teknologjike, sipas veprimit të forcës janë plotësisht të njëjta me ato statike dhe dinamike për të cilat u fol më parë. Mirëpo, për dallim nga ato, këto prova nuk japin të dhëna numerike mbi vetitë specifike të materialeve (p.sh. qëndrueshmërinë në tërheqje, shtalbesinë, fortësinë, etj.), sipas të cilave mund të llogariten përmasat e detaleve, por me to përcaktohet përshtatshmëria e materialit të provuar për ndonjë përpunim apo veti të caktuar.

Nga këto veti mund të përcaktohet se me cilën metodë do të përpunohet materiali i dhënë.

Vetitë më të njohura teknologjike janë:

Përshtatshmëria e materialit për përpunim me deformim plastik. Është aftësia e materialit për t'u përpunuar me përpunim me deformim plastik pra, ndryshimi i trajtës bëhet pa u shkatërruar.

Përshtatshmëria e materialit për t'u derdhur. Është aftësia e materialit për ta mbushur formën gjatë derdhjes së materialit në gjendje të lëngët.

Përshtatshmëria e materialit për t'u salduar. Është aftësia e materialit për të formuar bashkësi të qëndrueshme të materialit me anën e shkrirjes lokale. Vetë të mira saldimi (*saldueshmëri*) kanë çelieqet me pak karbon, ndërsa çelieqet e lidhura, hekuri i hirtë, lidhjet e bakrit e të aluminit kanë saldueshmëri më të dobët.

Përshtatshmëria e materialit për t'u ngjitur. Është aftësia e materialit për të ngjitur detale në mes veti, me nxehje lokale. Në gjendje të lëngët shndërrohet vetëm ngjitësi. Me këtë rast formohet bashkësia e ngjitur që i plotëson kushtet e kërkuara.

Përshtatshmëria e materialit për t'u përpunuar me heqje ashkle. Është aftësia e materialit për t'u përpunuar me metodë të caktuar të përpunimit me prerje.

Përshtatshmëria për përpunim termik (kalitshmëria). Është vetia e materialit që pas nxehjes në temperaturë të caktuar, me shpejtësi ftohjeje të caktuar, në material arrihet shtresë më e trashë apo më e hollë e strukturës së quajtur *martensite*, që formohet me rastin e kalitjes së materialit që ka kalitshmëri të mirë.

Përshtatshmëria e materialit për t'u farkëtuar (farkëtueshmëria). Është aftësia e materialit që të deformohet dhe të marrë trajtën e dëshiruar nën veprimin e forcave të jashtme, por pa e prishur strukturën e tij. Farkëtimi mund të bëhet në të nxehtë dhe në të ftohtë. Në të ftohtë, parimisht farkëtohen materialet që kanë plasticitet të lartë, si bakri, kallaji, plumbi, etj.

Për shfrytëzimin e materialeve, për përfitimin e trajtës së dëshiruar, ato duhet të përpunohen me metoda të caktuara që sigurojnë cilësi dhe prodhueshmëri të duhur.

Provat teknologjike mund të bëhen me dhe pa shkatërrimin e materialit. Me prova teknologjike me shkatërrim nënkuptojmë ato prova, të cilat bëhen derisa kampioni të shkatërrohet (të këputet ose të plasarit), ndërsa me prova pa shkatërrim nënkuptojmë ato prova, të cilat bëhen derisa kampioni të arrijë vlerën e garantuar të parametrin që e përcakton përpunueshmërinë (çdo prodhues i materialit e garanton parametrin e përpunueshmërisë).

1.1.1. PROVA E KUPOSJES

Kontrollimi i aftësisë së materialit për t'u përpunuar me kuposje bëhet me sferë të çeliktë, të kalitur mirë, duke e shtypur kampionin e llamarinës, të cilës duam t'ia përcaktojmë kuposshmërinë. Për llamarinë dhe shirita me trashësi deri 2 mm, përdoret metoda e Eriksonit (fig. 1). Aparati i Eriksonit përbëhet prej sferës së çeliktë për kuposje, matricës dhe mbajtësit të kampionit të llamarinës.

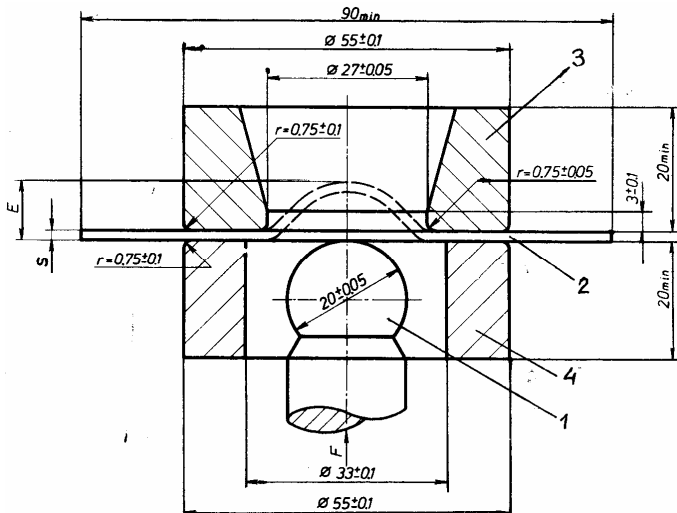


Fig. 1. Skema e metodës së Eriksonit: 1-sfera e çeliktë (patrica), 2-kampioni, 3-matrica, 4-mbajtësi i kampionit.

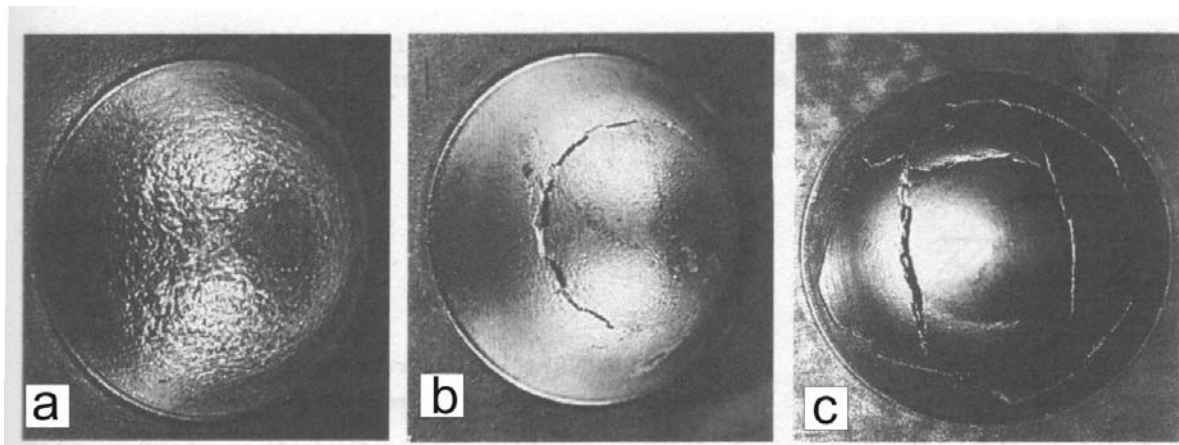


Fig.2. Paraqitja e plasaritjeve në kampion

Kampioni i llamarinës është i gjerë më së paku 90 mm. Shtrëngohet në mes të mbajtësit dhe matricës. Sfera për kuposje dhe matrica lyhen mirë me vazelinë të pastër. Patrica, ngadalë me shpejtësi konstante (afërsisht 0,1 mm/s) e kuposë kampionin. Procesi zgjat deri në paraqitjen e plasaritjeve të para (shih.fig.2.). Si masë për aftësinë e kuposjes shërben thellësia e kuposjes, thellësia në të cilën janë paraqitur plasaritjet e para.

1.1.2. PROVA TEKNOLOGJIKE E LAKIMIT

Prova teknologjike e lakimit bëhet me qëllim të përcaktimit të aftësisë së përpunimit me lakim, përkatësisht me përkulje.

Në figurën 3 është paraqitur parimi i provës në mënyrë skematike.

Ku janë:

D [mm]-diametri i cilindrit;

R [mm]-rrezja e mbështetësit;

s [mm]-trashësia e kampionit;

$[\alpha]$ -këndi i lakimit

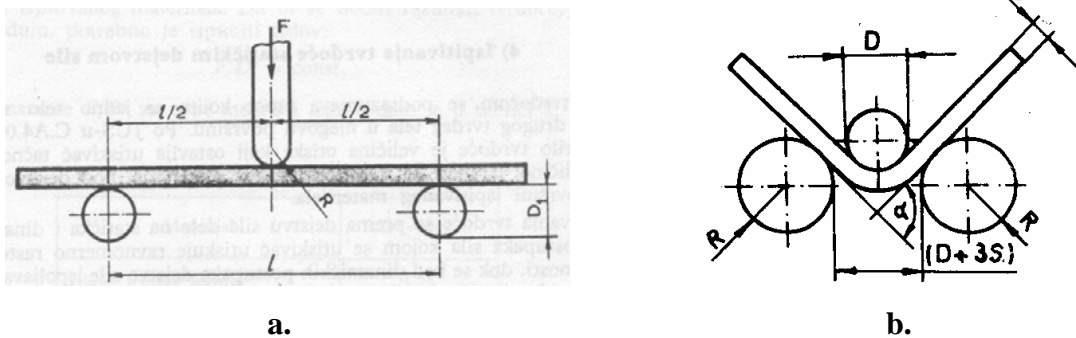


Fig.3. Parimi i provës teknologjike në lakim

1.1.2.1. MJETET E PUNËS

1.1.2.2. Makina për provën e lakimit

Prova e lakimit bëhet në makina speciale, por në të shumtën e rasteve (edhe në Fakultetin e Inxhinierisë Mekanike në Prishtinë), kjo provë bëhet në makinën për provën e materialit në tërheqje, vetëm se këtu makinës i shtohen disa pjesë speciale.

1.1.2.3. Kampioni

Kampioni zakonisht ka prerje tërthore katërkëndëshe. Rrezja e rrumbullaksimit të skajeve është deri në 1/10 e trashësisë.

Prova e lakimit në kampion pa rrumbullakësim të skajeve mund të merret vetëm si rezultat i kënaqshëm.

Gjërësia e kampionit zakonisht merret në mes të vlerave 25 dhe 50 mm, me shmangje të lejuar 9+5 mm. Gjatësia e kampionit merret $L = 5s + 150$ [mm],

1.1.2.4. REALIZIMI I PROVËS

-Kampioni vendoset në dy mbështetës paralel, dhe në mes të tij në anën e sipërme vendoset cilindri shtypës (fig.3).

-Gjatësia e mbështetësve dhe cilindrit duhet të jetë sipas standardit, e nëse kjo nuk është dhënë atëherë merret se $R=25$ mm, për kampion me trashësi $s=12$ mm përkatësisht $R=50$ mm për kampion me trashësi $s>12$ mm.

-Largësia në mes të mbështetësve është e përcaktuar me standard, e nëse kjo nuk është dhënë merret afërsisht $L_1 = D + 3 s$.

-Nëse është e nevojshme të vërehet lajmërimi i qarjes së parë të kampionit, atëherë sipërfaqja e jashtme e lakuar duhet të jetë e dukshme gjatë tërë provës.

-Nëse nuk është e mundur të bëhet lakimi deri në këndin e caktuar sipas kushteve të parapara, atëherë kjo realizohet me shtypjen direkte të skajeve të kampionit. Kampioni në këtë rast vendoset në makinë dhe në mënyrë të qetë ngarkohet derisa të arrihet vlera e caktuar e këndit (fig.4.). Nëse është e nevojshme mund të përdoret edhe elementi ndërmjetsues që vendoset në mes të kampionit sipas figurës 4.8. Gjithashtu, duhet theksuar se në këtë rast këndi i cili matet është kënd minimal, ndërsa rrezja e matur (r) është maksimale.

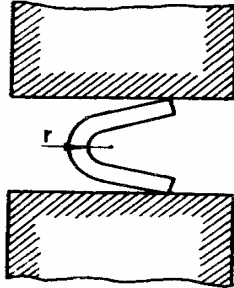


Fig.4.Lakimi i skajeve

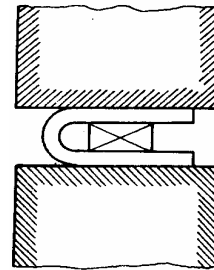


Fig.5.Lakimi me element, ndërmjetsues,

1.1.3. PROVA E PETËZIMIT

Prova bëhet në temperaturë normale apo në temperatura të larta. Me këtë provë kontrollohet aftësia e materialit për t'u petëzuar duke u ngjeshur. Aftësia për t'u petëzuar, është raporti në mes të përmasave përfundimtare dhe fillestare pa u dëmtuar fare. Prova bëhet me presë ose çekan. Kampioni i përgatitur sipas standardit përkatës (fig. 6) është tri herë më i gjërë se sa trashësia. Me provë duhet të arrihet gjerësia e paraparë pa u shkatërruar fare.

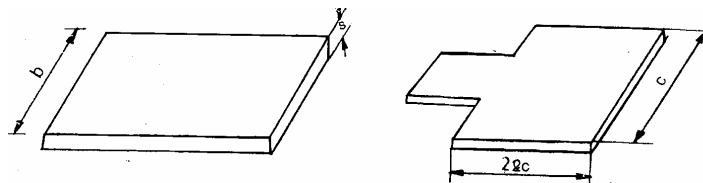


Fig. 6. Pamja e kampionit para dhe pas petëzimit.

1.1.4. PROVA E ZGJERUESHMËRISË

Bëhet (fig. 7) duke e vendosur kampionin (1) me trashësi rëndom 6 mm dhe gjerësi 40 mm, të nxehur në temperaturë ngjyrë të kuqe shkëlqyese, futet me presion pyka konike (2) me gjatësi 80 mm e diametër 30 mm në njërin anë e 20 mm, në anën tjetër. Nëse materiali ka aftësi të mirë zgjeruese plasaritjet nuk paraqiten fare.

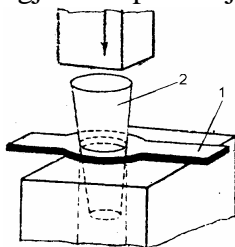


Fig. 7. Skema e provës së zgjerueshmërisë:
1-kampioni, 2-vegla zgjeruese.

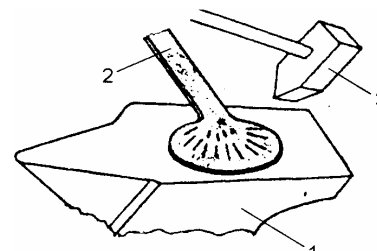


Fig. 8. Skema e provës së farkëtueshmërisë:
1-kulla, 2-kampioni, 3-çekani

1.1.5. PROVA E FARKËTUESHMËRISË

Me këtë metodë (fig. 8) provohet çeliku për farkëtim. Kampioni me seksion katror e përmasa 1:3, farkëtohet me çekan derisa plasaritjet të mos paraqiten. Si masë për vlerësimin e farkëtueshmërisë merret raporti në mes të buzëve para fillimit të procesit të farkëtimit dhe në çastin e paraqitjes së plasaritjeve të para. Nëse çeliku ka farkëtueshmëri të mirë, ky raport duhet të jetë 3:1.

1.1.6. PROVA E FARKËTUESHMËRISË SË GYPIT

Me këtë metodë rëndom kontrollohet farkëtueshmëria e gypave (fig. 9) dhe lllamarinave të prodhuara në të ftohtë ose të nxehtë. Gjatë kësaj prove buzët e gypit ose të lllamarinës farkëtohen me çekan në kënd 90° dhe thellohen derisa të paraqiten çarjet e para. Paraqitja e plasaritjeve shënon fundin e provës, aftësinë e materialit të gypit për t'u përpunuar me farkëtim.

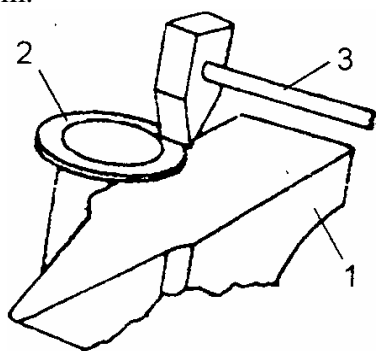


Fig. 9. Skema e provës së farkëtueshmërisë së gypit: 1-kulla, 2-kampioni, 3-çekani.

1.1.7. PROVA E PËRKULJES SË SHUMËFISHTË

Me këtë metodë rëndom provohet teli dhe lllamarinat e holla. Kampioni që duhet të provohet shtrëngohet në aparatën provues (fig. 10). Kampioni i shtrënguar mirë përkulet në një rreth dhe anën tjetër përreth cilindrave me diametër D deri në këputjen e plotë të tij.

Veçoritë (karakteristikat) kryesore të pajisjes kontrolluese janë:

Diametri i cilindrit rreth të cilit përkulet teli $D=5, 10, 15, 20, 30$ dhe 40 mm,

Gjatësia aktive e kampionit..... $h=25\div 50$ mm për $d<2,5$ mm,

Gjatësia aktive e kampionit..... $h=50\div 75$ mm për $d>2,5$ mm.

Teli përkulet përreth cilindrave prej çelikut të kalitur. Një cikël quhet përkulja nga pozicioni fillestar, duke e përkulur kampionin për 90° ndaj pozitës fillestare në një rreth anë dhe duke u kthyer prapë në pikën fillestare (fig. 2.23b). Prova bëhet në mënyrë alternative në të dy anët. Shpejtësia e përkuljes është 1 përkulje në sekondë. Prova vazhdon deri në këputjen e plotë të kampionit. Numri i përkuljeve përcakton aftësinë e materialit në përkulje të shumëfishtë.

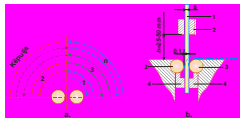
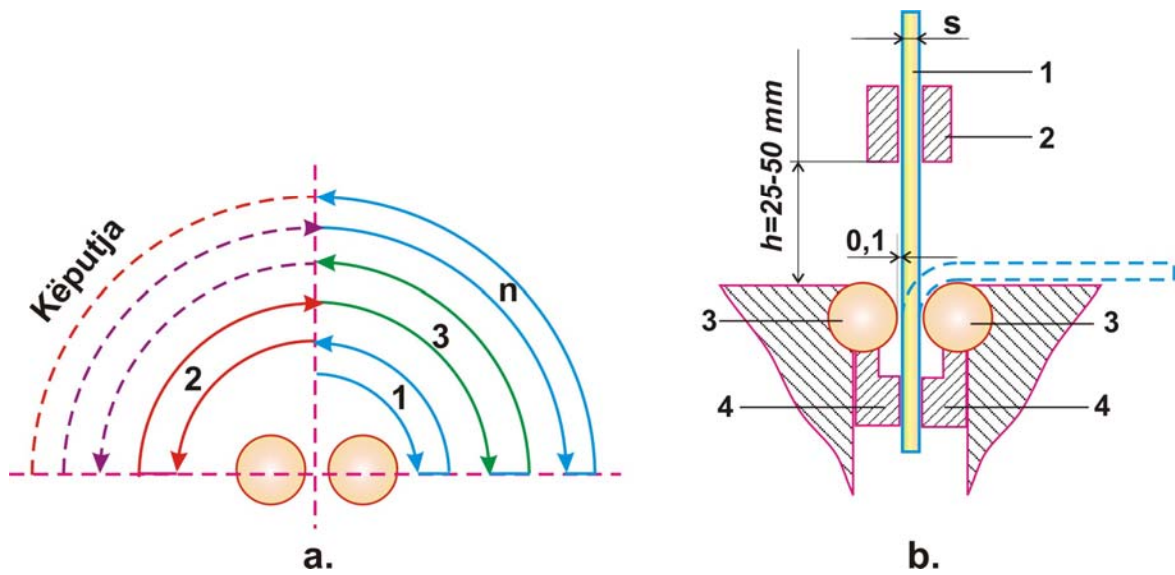


Fig. 10. Skema e provës së përkuljes së shumëfishtë: a- cikli i përkuljes, b- skema e provës; 1-kampioni; 2- udhëzuesja; 3-cilindri; 4-nofullat shtrënguese.



Aparati për proven e përkuljes së shumëfishtë

1.2. Prova teknologjike e përdredhjes

Kjo provë bëhet me qëllim të verifikimit të aftësisë së materialit për tu përpunuar me përdredhje.

Gjatë provës nuk guxon të ketë kurrfarë sforcimesh të tjera përpos atyre në tërheqje të cilat janë më së tepërmi 2% nga sforcimi në tërheqje për kampion të çelikut, përkatësisht 5%, nga sforcimi në tërheqje për kampion prej metaleve të buta (Al, Cu,...).

Karakteristikë e kësaj prove është numri i përdredhjeve (n), që i përgjigjet numrit të plotë të rrotullimeve të kampionit përrreth aksit të vetë për 360^0 .

1.2.1. MJETET E PUNËS

1.2.1.1. Makina për provën e përdredhjes

Prova bëhet në makinë speciale, e cila duhet ti plotësojë këto kushte:

-Nofullat shtrënguese duhet të jenë në të njëjtin aks gjatë tërë provës.

-Makina duhet të ketë konstruksion të tillë, që gjatë provës të mundësoj ndryshimin e largësisë në mes nofullave.

-Njëra nofull duhet të ketë liri të plotë rrotullimi rreth aksit të kampionit, ndërsa tjetra nuk guxon të ketë kurrfarë këndi të rrotullimit, përveç në rastet kur është e nevojshme të matet momenti i rrotullimit.

-Preferohet makina e cila posedon numruesin automatik për numrimin e përdredhjeve. Numruesi duhet të ndalet në momentin e këputjes së kampionit.

1.2.1.2. Kampioni

Kampioni është i drejtë i marrur nga teli ose nga fija e litarit të çthurur, me gjatësi të mjaftueshme për tu vendosur në nofullat e makinës, si dhe gjatësi të lirë (L_0) të paraparë me standard.

Gjatësia e lirë e kampionit zgjidhet sipas tabelës 5.1.

Tab.5.1. Gjatësia e lirë e kampionit

Diametri i telit ose trashësia d_0 [mm]	Gjatësia e lirë L_0 [mm]
0,5 deri 1	$200 \cdot d_0$
1 deri 5	$100 \cdot d_0$ ($50 \cdot d_0$)*
Më i madh se 5	$50 \cdot d_0$ ($30 \cdot d_0$)*

*) merret kur makina nuk lejon vendosjen e kampionëve më të gjatë

Nëse kampioni nuk është i drejtë, ai duhet me kujdes të drejtohet: e nëse provohen telat e litarit, atëherë këta duhet të ç'thuren me kujdesë, e pastaj veç e veç duhet drejtuar.

Drejtimin e kampionit duhet bërë me dorë, pa përdorimin e kurrfarë vegje të fortë. Nëse një gjë e tillë nuk është e mundur atëherë drejtimi duhet bërë me ekan prej materiali më të butë se materiali i kampionit, ashtu që mos të ndodhë dëmtimi i kampionit.

Preferohet që kampioni të ngjyroset me ngjyrë të bardhë përgjatë një gjeneratrise për shkak të përcjelljes së këndit të përdredhjes.

1.2.2. REALIZIMI I PROVËS

-Prova bëhet në temperaturë normale, nëse nuk kërkohen kushte të tjera specifike.

-Kampioni vendoset në makinë në mënyrë që aksi gjatësor i tij të përputhet me akset e të dy nofullave. Shtërëngimi i kampionit në nofulla duhet të jetë i tillë që mos të shkaktoj deformime në vendin e shtërëngimit.

-Gjatë provës kampioni duhet të jetë i drejtë. Nëse ngarkesa nuk është parapar në mënyrë të posaçme atëherë ai ngarkohet me një forcë aksiale, dhe atë: 2% nga sforcimi në tërheqje për kampion të çelikut, ndërsa 5% nga sforcimi në tërheqje për kampion të metaleve të buta.

-Përdredhja e kampionit të vendosur në makinë bëhet me rrotullimin e njërës nofull me shpejtësi konstante derisa të ndodhë këputja ose deri në një numër të caktuar të përdredhjeve.

-Si numër i përdredhjes llogaritet vetëm numri i plotë i rrotullimit të nofullës për 360°; përdredhja e fundit nuk numërohet nëse këputja ndodhë pa u rrotulluar nofulla për 360°.

-Shpejtësia e përdredhjes nuk guxon të jetë e tillë që të shkakton nxehjen e kampionit, sepse prova na jep rezultate të gabuara Shpejtësia e përdredhjes nuk guxon të kaloj vlerat e dhëna në tabelën 5.2.

-Nëse gjatë provës është arrijtë numri i caktuar i përdredhjeve, mund të përfundojmë se prova është plotësisht e suksesshme, pa marrë parasysh se në cilin vend ka ndodhë këputja. Nëse këputja ndodhë para numrit të caktuar të përdredhjeve, dhe atë në një largësi 2·do, prej skajit të nofullës, prova duhet të përsëritet.

-Pas provës, në raport shenohen këto të dhëna:

-diametri i kampionit, përkatësisht përmasat e prerjes tërthore të kampionit (trashësia dhe gjerësia),

-lloji i kampionit dhe të dhënat tjera,

-gjatësia e lirë e kampionit,

-numri i përdredhjeve.

Tab.5.2. Shpejtësia e përdredhjes

Diametri i telit ose trashësia do[mm]	Shpejtësia e përdredhjes [përdredhje/sekond]	
Më e vogël se 1	3	
1-1,5	1,5	
1,5-3	1	
3-5	Lo=100·do	0,5
	Lo=50·do	0,25
5-7	Lo=50·do	0,25
	Lo=30·do	0,15

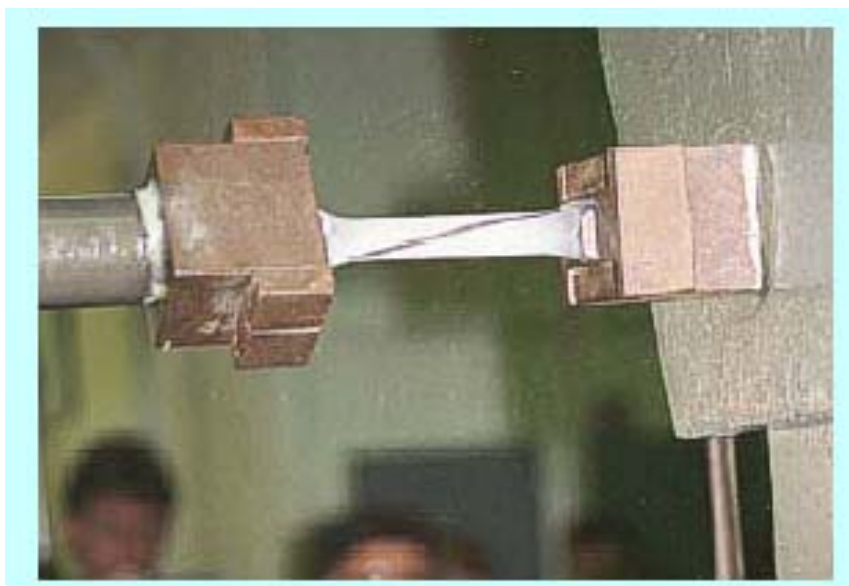


Fig.11.Kampioni i ngarkuar në përdredhje

1. PROVA METALOGRAFIKE

Me ndihmën e metaloskopëve mund të vërehen ndryshimet në kampion, dhe të vështrohen detaje të cilat me syrin e lirë nuk mund të dallohen. Fotografia e pastër për shiqim fitohet vetëm nëse kampioni përkatës është mirë i përpunuar në sipërfaqe, dhe nëse bëhet rritja prej 50 deri në 2000 herë. Me provat metalografike mund të caktohet; madhësia, trajtadhe shpërndarja e kokrrizave të kristaleve, homogjeniteti i strukturës, raporti i komponentëve strukturale, pjesëmarrja, madhësia dhe forma e mbeturinave dhe deformimi i kokrrizave për shkak të përpunimit. Pastaj mund të vërehet paraqitja e ndryshkut, oksidimi sipërfaqësor etj. Provat metalografike kanë rëndësi të posaqme edhe për hulumtimin e cilësisë së përpunimit termik.

1.1 MJETET E PUNËS

1.1.1 Mikroskopi metalografik

Mikroskopi për provat metalografike ndryshon nga mikroskopi i cili përdoret në medicinë, biologji dhe në lëmit tjera. Me anë të mikroskopit shiqohet sipërfaqja e pregatitur e kampionit, ku ndriqimi i tij mund të jetë direkt dhe i pjerrët. Pjesët kryesore të mikroskopit metalografik janë:

- burimi i dritës,
- pjesa optike me okular dhe objektiv, dhe,
- mbështetësi i kampionit,

Prova zakonisht duhet të filloj me një rritje më të vogël të mikroskopit, e pastaj të kalohet në rritje më të madhe.

Rritja e mikroskopit fitohet me shumëzimin e rritjes së objektivit dhe rritjes së okularit.

Mikroskopët metalografik (fig.1.) janë të pajisur edhe me pajisjen për fotografimin e strukturës së kampionit dhe me rrjetë krahasuese e cila përdoret për përcaktimin e madhësisë së kokrrizave të kampionit.

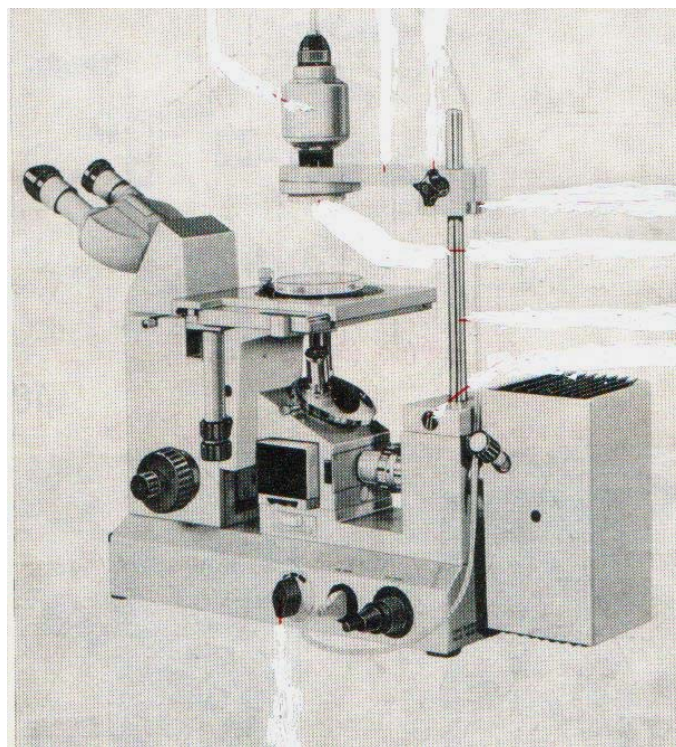


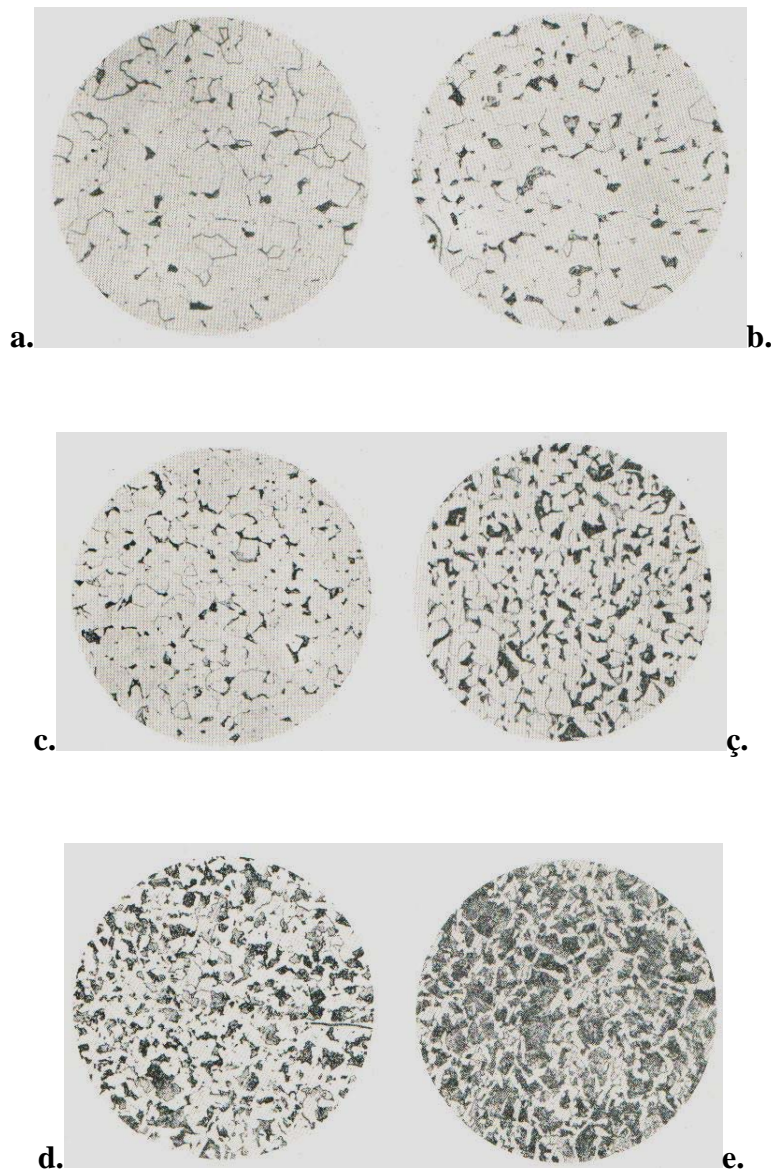
Fig.1. Mikroskopi metalografik

1.1.2 Kampioni

Për vështrimin ose fotografimin e sipërfaqes që e analizojmë duhet bërë një përgatitje paraprake mekanike dhe kimike. Përgatitja fillon duke marrë një pjesë të materialit bazë, të cilin e analizojmë dhe duke e prerë në torno, frez apo zdrukth.

Këtu është me rëndësi të ruhet struktura e materialit bazë, duke bërë ftohjen intensive gjatë prerjes. Pastaj sipërfaqja retifikohet me gurë zmeril me imtësi të ndryshme, dhe me rrotullim të boshtit kryesor 200-2000 rrot/min, në mënyrë që temperatura të mos jetë më e madhe se 100°C. Në përgatitjen mekanike bënë pjesë edhe polirimi me anë të vajrave speciale e pastaj pastrohet me ujë të distiluar dhe alkool duke e lënë që të teret mirë.

Përgatitja kimike vazhdon me gjërryerjen kimike me anë të reagjentëve si janë: tretjet e acideve, kripërave etj. Tretja e tyre bëhet në ujë, alkool, glicerinë etj. Kështu sipërfaqja e përgatitur e cila e ka humbur shkëlqimin metalik dhe ka trajtë të relievte mund të shikohet, dhe të fotoqfohet.



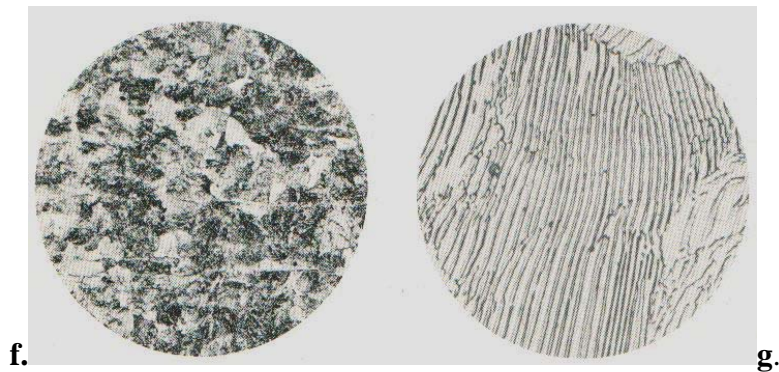


Fig.2. Mikrostruktura e çelikut: a- çeliku me 0.05%C; b- çeliku me 0.11%C; c- çeliku me 0.13 %C, ç- çeliku me 0.20%C; d- çeliku me 0.34%C; e- çeliku me 0.46%C; f- çeliku me 0.90%C; g- çeliku me 0.80%C.

1.1.3 Albumet krahasuese

Për përcaktimin e strukturës së materialit bazë i cili provohet është e nevojshme që të përdoren albumet krahasuese të strukturave të ndryshme të materialeve. Në bazë të fotografisë së fituar në mikroskop dhe fotografisë së ngjashme në album mund të caktohet struktura e përafërt e materialit si dhe përbërja kimike e tij.

Në figurën 2. janë paraqitur disa struktura karakteristike të çelikut.

1.2 REALIZIMI I PROVËS

- Kampioni vendoset në mbështetës të mikroskopit.
- Zgjidhet objektivi dhe okulari varësisht nga rritja (zmadhimi) i strukturës së dëshiruar.
- Vizatohet struktura e përafërt e kampionit ose fotografohet.
- Caktohet struktura e kampionit duke bërë krahasimin me strukturën e ngjashme në album.

Në vashdim janë dhënë strukturat e: ferritit, perlitit, austenitit dhe grafitit

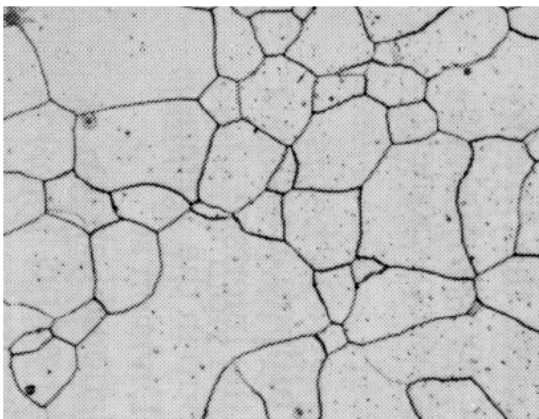


Abb. 3.3: Ferritisches Gefüge: Die Korngrenzen sind durch eine Korngrenzenätzung sichtbar geworden.

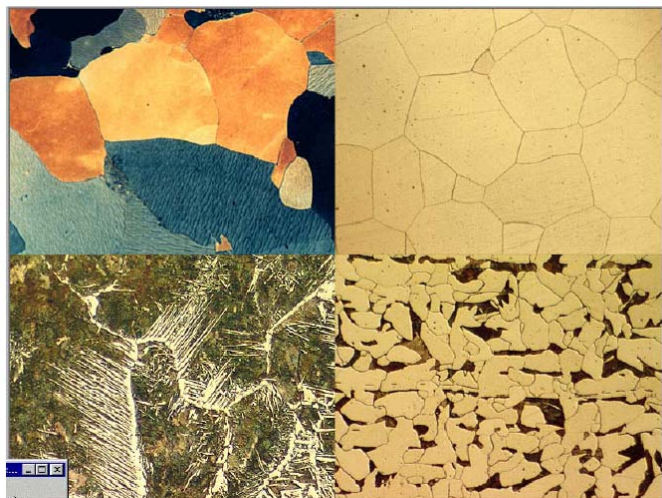


Abb. 3.9: Gefügebeispiele Ferrit

Ferriti

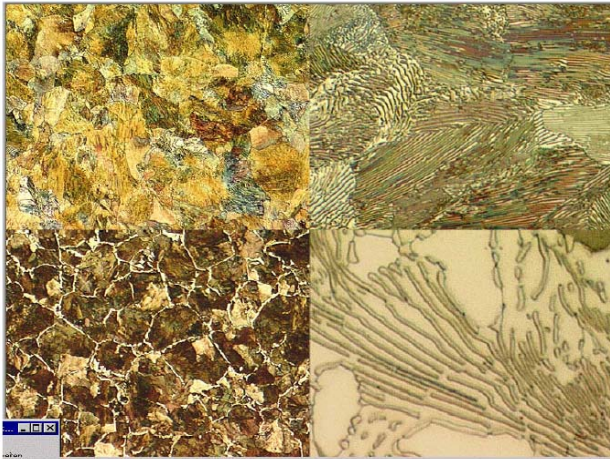


Abb. 3.10: Beispiele perlitischer Gefüge

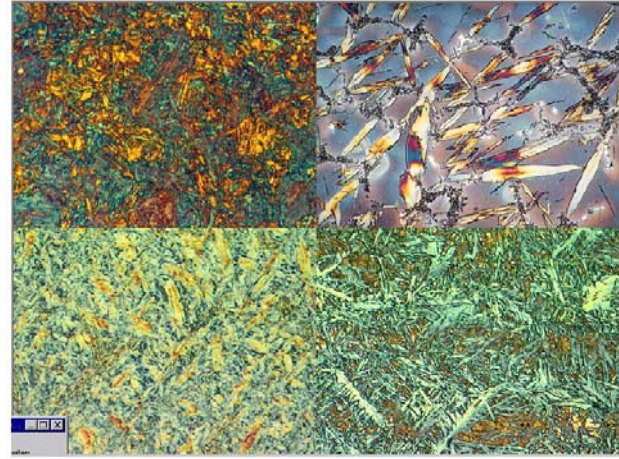


Abb. 3.11: Gefügebeispiele Martensit

Perliti

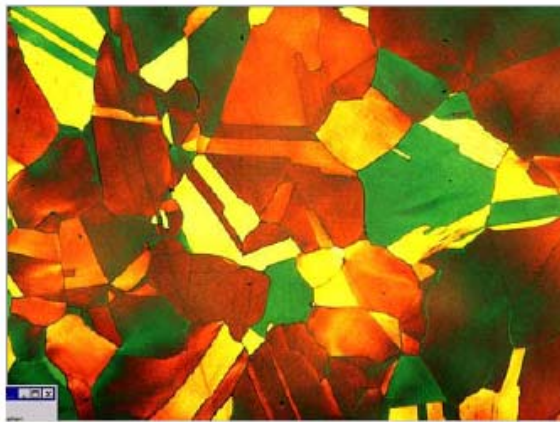


Abb. 3.12: Gefügebeispiele Austenit

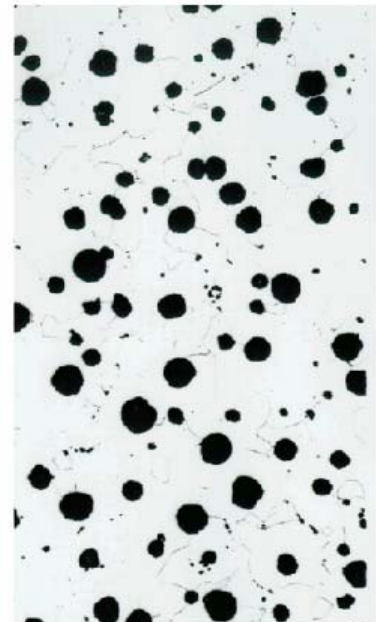
Austeniti



GG



GT



GGG

Abb. 3.13: Gefügebeispiele Gusseisen - mit unterschiedlichen Graphitausbildungen: lamellar (GG), als Temperguß (GT) und mit globularer Graphitanordnung (GGG)

Grafiti

1. PROVA E QËNDRUESHMËRISË DINAMIKE

Qëndrueshmëria e materialit bie nëse brenda kohës t nuk ngarkohet barazishëm, në mënyrë konstante (fig. 1a), por ngarkohet jobarazishëm, jokonstante (fig. 1b).

Ngarkesat krejtësisht jo të barabarta nuk janë të përshtatshme për krahasimin e rezultateve. Prandaj, për përcaktimin e qëndrueshmërisë dinamike të materialit merren ngarkesat dinamike lëkundëse sinusoidale, të cilat sforcimi ndërron për madhësinë e amplitudës R_a nga sforcimi mesatar R_{mes} (fig. 1c).

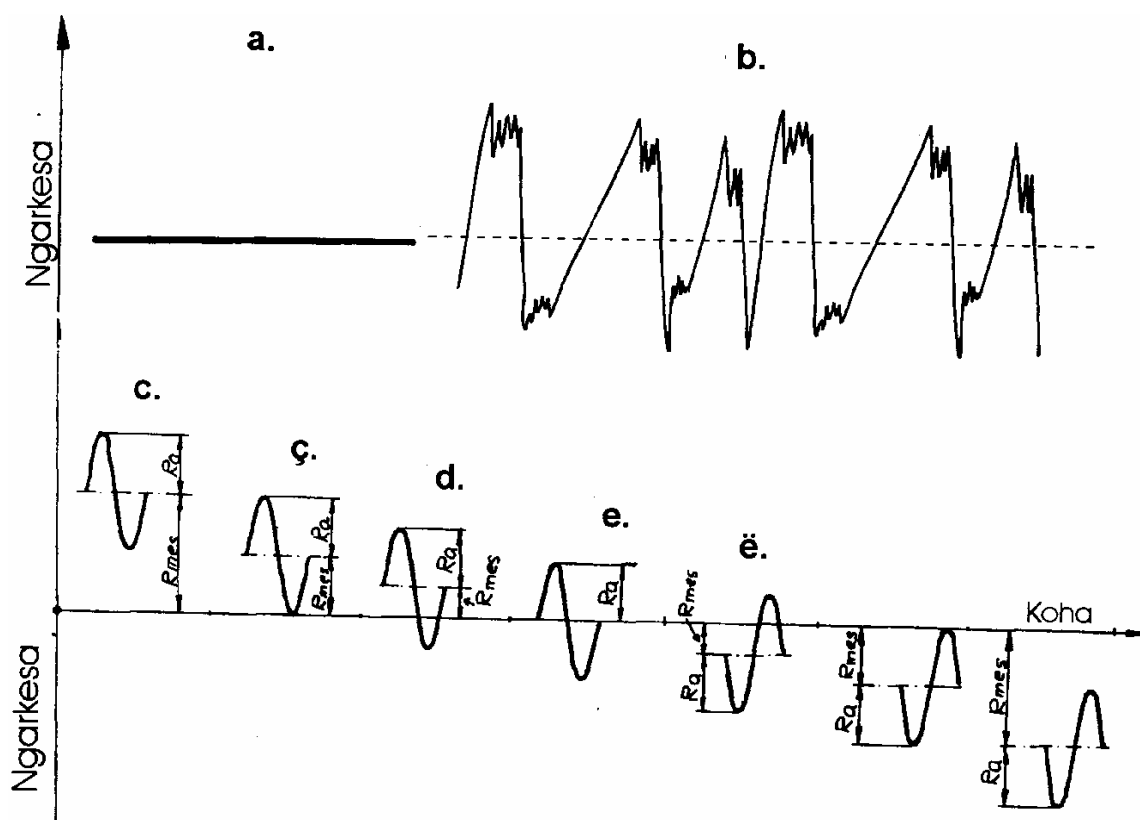


Fig. 1. Skemat e ngarkesave konstante (a) dhe dinamike (b-f).

Ngarkesat dinamike mund të jenë:

- njëkahore (fig. 1 c dhe ç)
- alternative (fig. 1 d, e dhe ë).

Për t'i kuptuar më lehtë ngarkesat dinamike merren në trajtë sinusoidale dhe atë:

1. *lëkundëse dinamike* (fig. 1ç), ku ngarkesa ndërron për madhësinë e amplitudës, pra në mes të vlerës 0 dhe R_{max} ndaj sforcimit mesatar (R_{mes}), d.m.th., $R_a=R_{mes}=R_{max}/2$.
2. *luhatëse ose ndërruese dinamike* (fig. 1f), ku sforcimi ndërron brenda amplitudës $-R_{max}$ dhe $+R_{max}$, pra $R_a=R_{max}$, ndërsa vlera mesatare e ngarkesës është $R_{mes}=0$.

Qëndrueshmëria dinamike e materialit varet nga numri i lëkundjeve N . Me zvogëlimin e amplitudës së ngarkimit R_a dinamik, rritet numri i lëkundjeve N të cilat mund t'i bart materialit pa u shkatërruar.

Varësia në mes të numrit të lëkundjeve dhe amplitudës së ngarkesës është treguar përmes lakorës së quajtur *lakorja e Vëlerit* (Wohler), (fig.2.). Nëse e vështrojmë me kujdes këtë lakore, vërejmë se materiali pas një numri të caktuar lëkundjesh (p.sh. për çelik 10^7 , për metale të lehta 10^8) i afrohet vijës horizontale (vlerës R_d), por nuk e prek fare deri në pambarim (i afrohet në formë të asimtotës). Kjo vlerë është *qëndrueshmëria dinamike e materialit* që provohet.

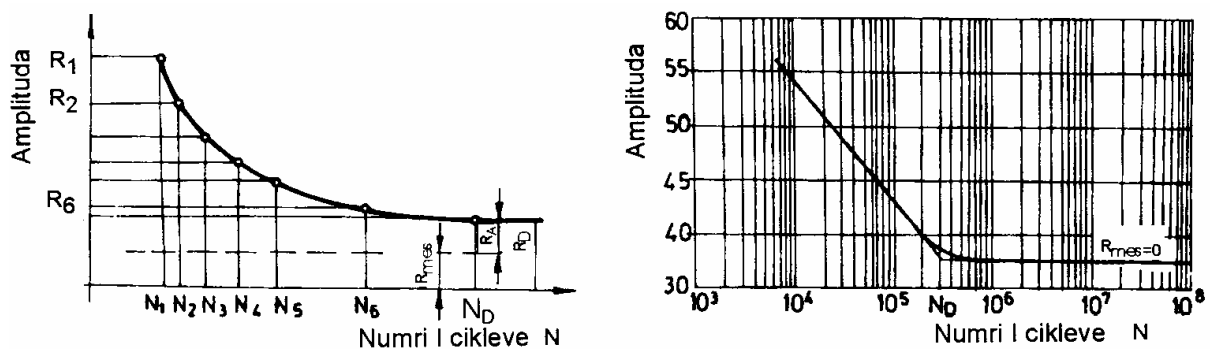


Fig. 2. Lakorja e Vëlerit (Wohler).

Qëndrueshmëria dinamike R_d , është ngarkesa maksimale R_{max} që materiali mund t'u përballojë forcave lëkundëse dinamike pa u shkatërruar fare edhe kur numri i lëkundjeve zgjat deri në pambarim.

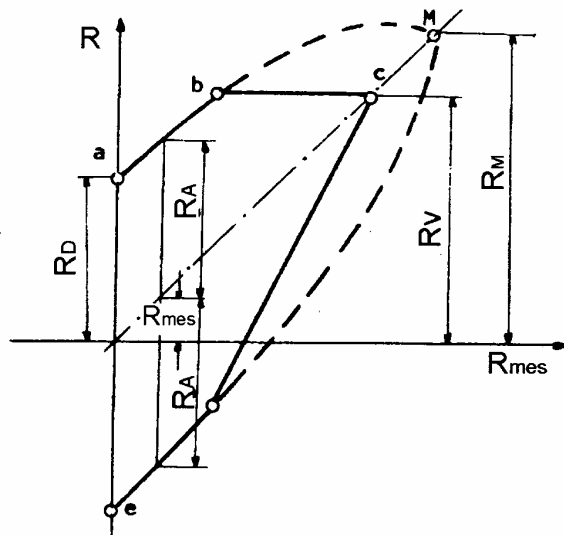


Fig. 3. Diagrami i Smitit

ngarkesave dinamike.

Meqë materiali në konstruksione nuk guxon të ngarkohet mbi kufirin e rrjedhshmërisë (plasticitetit R_v), andaj edhe është kufizuar zona e lejuar e qëndrueshmërisë dinamike (pjesa e diagramit me vija të plotë, fig. 3).

Në mes të qëndrueshmërisë statike dhe asaj dinamike ekziston një vartësi. Një gjë e tillë mund të shihet në diagramin e ashtuquajtur të Smitit (Smith) (fig. 3).

Diagrami i Smitit konstruhet duke u mbështetur në një numër të madh lakorësh të Vëlerit, të cilat fitohen për vlera të ndryshme të amplitudës R_A dhe ngarkesës mesatare R_{mes} .

Qëndrueshmëria dinamike varet prej shumë faktorëve siç janë: lloji i ngarkesës, gabimet në material, gjendja dhe cilësia sipërfaqes, elementi lidhëse, përpunimi termik, sforcimet e brendshme etj.

Simetralja që nisët nga boshti i koordinatave - pika zero (0) nën këndin 45° paraqet ngarkesat dinamike. Shmangiet - largësitë nga ajo në anën e epërme apo të poshtme paraqesin lëkundjet - luhatjet e

Në qëndrueshmërinë dinamike të materialit ndikojnë negativisht kanalet, prerjet, ndërprerjet e homogjenitetit të materialit, çarjet, plasaritjet dhe gabimet e tjera të materialit.

Për këtë bashkësitë e salduara kanë qëndrueshmëri më të dobët dinamike nga ajo e materialit bazë.

Sipërfaqet e detaleve të ngarkuara me ngarkesa dinamike duhet të punohen më mirë dhe më pastër se ato me ngarkesa statike.

Prova e qëndrueshmërisë dinamike bëhet në makina të posaçme për prova dinamike në varësi nga kërkesat e materialit.

Në çfarëdo mënyre që të veprojnë ngarkesat dinamike, nëse veprojnë një kohë të gjatë, shkaktojnë shkatërrimin e materialit edhe atëherë kur sforcimet në të nuk e kanë kaluar kufirin e qëndrueshmërisë maksimale.

Vendi i thyerjes (fig. 4) ka pamje karakteristike, në sipërfaqen e të cilit dallohen dy fusha. E para e lëmueshme, e gazuar dhe e ndryshkur me valëzime (a), epiqendra e të cilave ndodhet në një pikë. Thyerja e këtillë quhet *e shtalbët*. E dyta (b) është kokrrizore dhe e freskët, thyerja e këtillë quhet *e egër*.

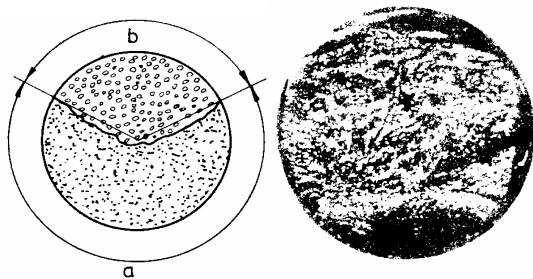


Fig. 4. Vendi i thyerjes së materialit për shkak të lodhjes së tij: a- zona e thyerjes së shtalbët, b- zona e thyerjes së egër.

Për prova të këtilla përdoren makinat për prova në lodhje të materialit. Ka shumë sosh. Varësisht nga mënyra e veprimit të forcave dinamike lëkundëse ato janë: drejtvizore, përkulëse, rrotulluese, lëkundëse etj. Të gjitha makinat për prova në lodhje, përpos instrumenteve për matjen e ngarkesave, frekuencave, duhet të kenë edhe instrumente për matjen e lëkundjeve. Numri i lëkundjeve dhe sforcimi në kufirin e qëndrueshmërisë dinamike janë dy madhësi karakteristike për përcaktimin e lodhjes së materialit. Këtë raport e ka studiuar Vëleri (Woehler) dhe e ka paraqitur grafikisht (fig. 2). Sipas tij, për shumë materiale, e sidomos për çelique ekziston një vlerë e sforcimit së cilës lakorja i afrohet në mënyrë asimptote. Kjo do të thotë materiali që i përballon numrit të këtillë të lëkundjeve qëndron përherë pa u shkatërruar. Ky sforcim quhet *qëndrueshmëria dinamike* ose *kufiri i lodhjes së materialit*.

Te çeliku ky kufi ndodhet pas 3 deri 5 milionë lëkundjesh, mirëpo provat bëhen deri në 10 milionë lëkundje.

Për përcaktimin e kufirit të lodhjes, bëhen disa prova, punohen disa kampionë, pra prova përsëritet disa herë (6 deri 12 herë). Lidhshmërinë në mes të qëndrueshmërisë statike dhe asaj dinamike e ka bërë Shmiti (fig. 3).

1. PROVAT PA SHKATËRRIM

Provat pa shkatërrim janë prova që përdoren për kontrollimin e materialeve të ndryshme. Ndër metodat më të përhapura janë: *magnetike, ajo me rreze iks, me rreze gama, ultratingull dhe me penetrant.*

1.1. METODA MAGNETIKE

Materialet që mund të magnetizohen (çeliku, hekuri i hirtë) lyhen me vaj të rrallë (vajguri) në të cilin qitet pluhuri metalik që mund të magnetizohet. Nëse materiali është pa gabime (homogjen), formohet fusha magnetike konstante. Pluhuri magnetik që ndodhet në vaj shpërndahet barazishëm mbi tërë sipërfaqen e kampionit. Çdo gabim në kampion, si p.sh. plasaritjet që nuk mund të vërehen me sy, ndikon në fijet e fushës magnetike, në dendësinë e saj, kështu që grimcat e pluhurit metalik grumbullohen pikërisht në vendin ku fusha magnetike është e fuqishme, përkatësisht në vendin ku ndodhet gabimi. Grumbullimi i grimcave metalike është shenjë e ekzistimit të gabimit në atë vend. Nëse nuk ka gabim, nuk ka as grumbullim të grimcave metalike. Grimcat e pluhurit metalik nuk grumbullohen vetëm atëherë kur gabimi ndodhet në sipërfaqe ose në afërsi të saj, por edhe kur ndodhet në brendinë e tij.

Fusha magnetike devijon më tepër kur gabimet në material ndodhen të vendosura në mënyrë tërthore ndaj kahut të fushës magnetike. Kur gabimet ndodhen në kah të njëjtë me fijet e fushës magnetike, vështirë zbulohen. Për këtë, fusha magnetike përherë duhet të formohet ashtu, që ajo të veprojë tërthorazi në gabim (fig. 1 dhe 2).

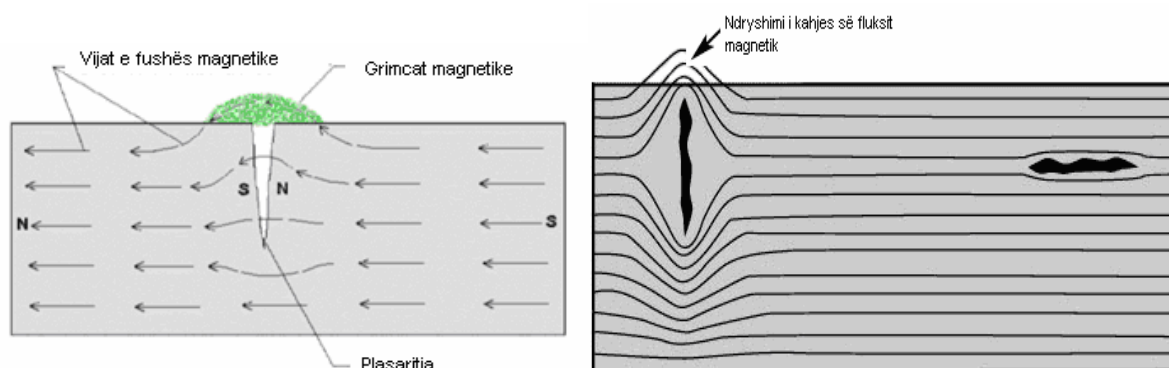
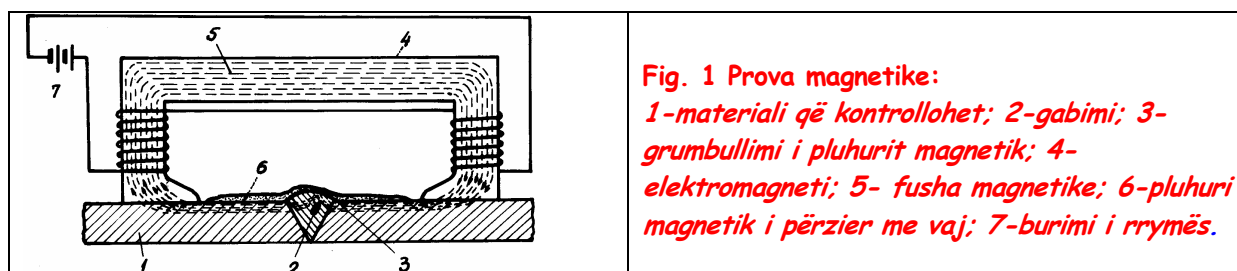


Fig.2 Ndërrimi i fluksit magnetik pas detektimit të gabimit (plasaritjes, zbrazëtisë, etj) në bashkësinë e salduar

Në figurë 3 është paraqitur poashtu kontrollimi me metodën magnetike.

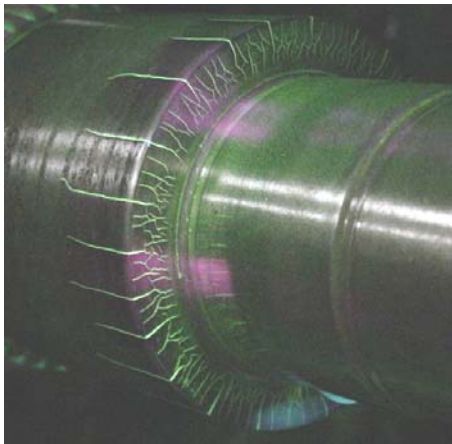


Fig. 3. Zbulimi i gabimeve me metodën magnetike

Kur fijet e fushës magnetike ndodhen të vendosura përgjatë materialit, zbulohen gabimet e tërthorta në material. Kur ato ndodhen të vendosura në mënyrë të tërthortë, zbulohen gabimet gjatësore, ndërsa kur rrjedhin në mënyrë të kombinuar zbulohen gabimet që ndodhen në kampion në të gjitha drejtimet.

Për formimin e fushës magnetike, materialin e vendosim në mes të poleve të magnetit permanent ose e lidhim si çdo rezistues në rrymë me intensitet të lartë 200 deri 150 A. Fusha magnetike formohet tërthorazi nga kahu i rrjedhës së rrymës.

1.2. METODA ME RREZE IKS (X)

Rrezet iks ose rëntgen (Roentgen) janë valë elektromagnetike me gjatësi valore prej $5 \cdot 10^{-7}$ deri $0,01 \cdot 10^{-7}$ mm dhe me frekuencë prej $5 \cdot 10^{15}$ deri $5 \cdot 10^{21}$ Hz. Valët me gjatësi më të madhe valore i quajmë rreze iks të buta, ato me valë më të shkurtra quhen rreze iks të forta. Sa më të forta që të jenë rrezet, më lehtë depërtojnë nëpër material dhe i absorbon më pak. Energjia e rrezeve varet nga trashësia e materialit që duhet të kontrollohet. Sa më i trashë që të jetë materiali, rrezet duhet të kenë energji më të madhe dhe anasjelltas, sa më i hollë që të jetë materiali, energjia duhet të jetë më e vogël.

Rrezet iks përfitohen në gypin e Kuligjit, ato edhe përdoren më së shumti për kontrollimin e materialit, sepse:

1 - kanë veti që të thyhen dhe të dëbohen në kristale, pra me to mund të zbulohen edhe gabimet në mes të kristaleve (interkristalore) dhe në vetë kristalet dhe.

2 - kanë veti që materialet me dendësi të vogël i absorbojnë më pak se ato të dendurat.

Rrezet rëntgen që dalin prej burimit pikëzor (fig. 4), zgjerohen në mënyrë drejtvizore, kalojnë nëpër material deri në pllakën fotografike apo fluoreshente me intensitet të ndryshëm në varësi nga materiali, trajta dhe përmasat e gabimit. Kështu pra zbulohen gabimet në brendinë e materialit, pa u shkatërruar fare si bie fjala porët, plasaritjet, zgjyra, etj. Plasaritjet shumë të imëta, nuk mund të zbulohen në mënyrë të sigurt me këtë metodë, por me një tjetër-me ultratingull, për të cilin do të flasim më vonë.

Për prodhimin e rrezeve iks, përdoret aparati rëntgen, tek i cili gypi i Kuligjit ndodhet në tension 80 deri 300 kV (ndonjëherë deri në 600 kV).

Rrezet e tilla mund të depërtojnë:

- për 80 kV-pllakën e aluminit me trashësi deri 40 mm,
- për 110 kV-pllakën e aluminit me trashësi deri 100 mm,
- për 200 kV-pllakën e hekurit me trashësi deri 60 mm,
- për 230 kV-pllakën e bakrit me trashësi deri 60 mm, etj.

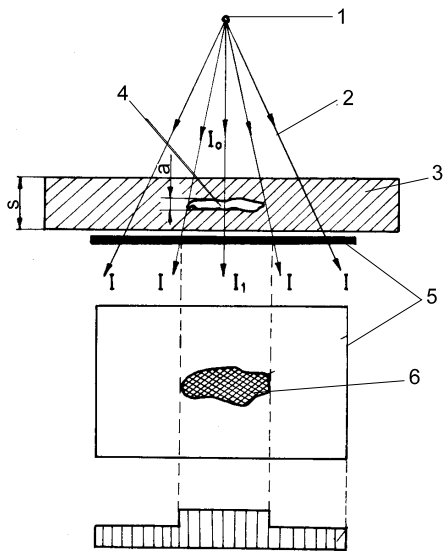


Fig. 4. Skema e provës me rreze iks:
1-burimi i rrezeve iks, 2-rrezet iks, 3-
materiali, 4-gabimet, 5-filmi, 6-
paraqitja e gabimeve në film.

1.3. METODA ME RREZE GAMA

Rrezet gama (γ), po ashtu janë valë elektromagnetike si rrezet iks, por me gjatësi valore më të vogël; prej $0,2 \cdot 10^{-7}$ deri $0,001 \cdot 10^{-7}$ mm dhe me frekuencë prej $5 \cdot 10^{18}$ deri $5 \cdot 10^{24}$ Hz. Janë më të forta se rrezet rëntgen, andaj depërtojnë më thellë në material. Përfitohen nga elementet radioaktive ose izotopet radioaktive (nga izotopi i kobaltit Co^{60} , iridiumi etj.).

Me to mund të kontrollohen materialet me trashësi deri 250 mm. Figura e gabimit poashtu fitohet në pllakën fotografike (fig. 5). Rrezatimi mund të zgjatë disa minuta apo ditë të tëra.

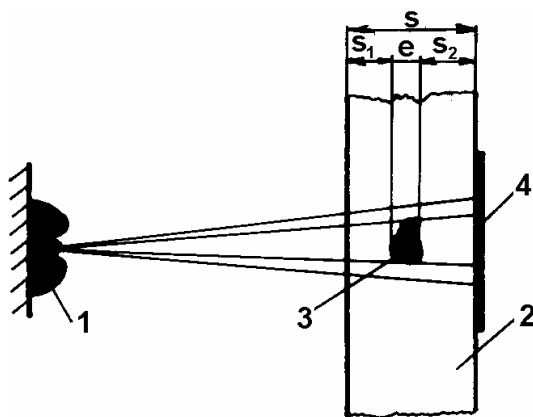


Fig. 5. Skema e kontrollit me rreze
gama: 1-burimi i rrezeve, 2-materiali,
3-gabimi, 4-filmi

1.4. METODA ME ULTRATINGULL

Ultringulli është dridhje mekanike me frekuencë mbi 20 kHz. Për dallim nga tingulli i zakonshëm, i cili ka frekuencë prej $2 \cdot 10^2$ deri $2 \cdot 10^4$ Hz dhe që mund të dëgjohet me vesh, ultratingulli ka frekuenca më të mëdha, dhe atë prej $2 \cdot 10^4$ deri $10 \cdot 10^{10}$ Hz, dhe nuk mund të dëgjohet. Me ultratingull mund të përcillen energji shumë të mëdha, me të cilat mund të zbulohen gabimet në material.

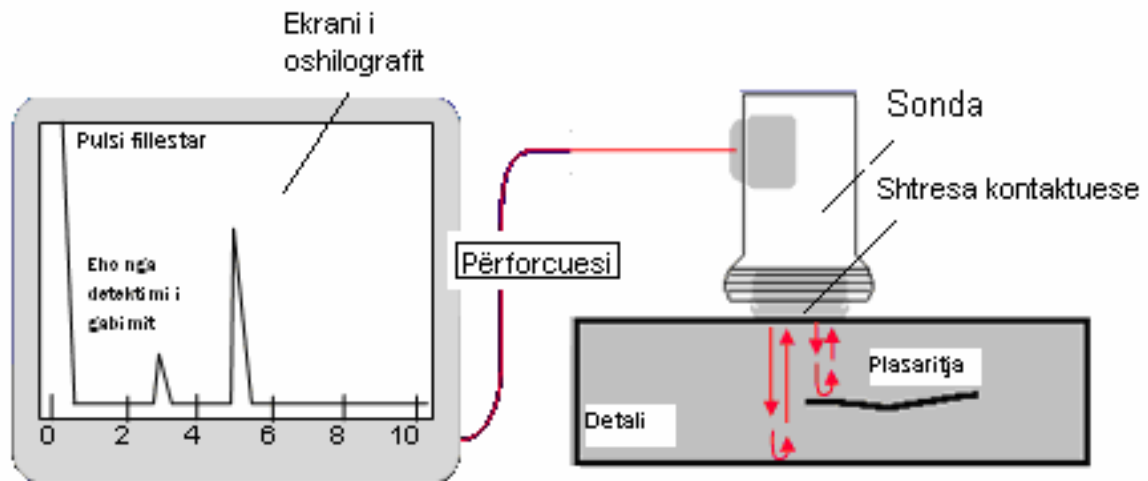


Fig. 6. Paraqitja skematike e provës me ultratingull;

Ultratingulli fitohet në mënyra të ndryshme. Për kontrollin e materialit më së tepërmi përdoret efekti piezoelektrik i kuarcit, pra deformimi i tij nën ndikimin e fushës elektrike. Nëse në kristalin e kuarcit ndikon rryma elektrike alternative, ai bymehet e tkurret me frekuencë të njëjtë me atë të tensionit të rrymës elektrike. Kështu formohet dridhja mekanike e quajtur ultratingull.

Ultratingulli përcillet në material duke e puthitur mirë kristalin e kuarcit për sipërfaqen e tij. Ultratingulli depërton mirë nëpër material. Nëse intensiteti është mjaft i fortë depërton deri në anën tjetër dhe kthehet. Në këtë mënyrë mund të përcaktohet trashësia e materialit (fig. 6). Ndërprerjet më të imëta në material me përmasa deri 10^{-3} mm, për ultratingullin janë pengesa të pakalueshme dhe sa më e lartë që të jetë frekuenca e ultratingullit, aq më vështirë e tejkalon gabimin në material dhe anasjelltas. Në ato vende ultratingulli thyhet dhe kështu zbulohet gabimi në brendi pa u shkatërruar materiali fare. Gabimi në ekran paraqitet në trajtën e një lakorjeje të ngritur, në varësi nga lloji dhe përmasat e gabimit.

Thellësia e depërtimit të ultratingullit varet nga frekuenca e tij dhe vetitë e materialit që kontrollohet. Për shembull, kontrollimi i hekurit të hirtë nuk mund të bëhet me këtë metodë, sepse valët e ultratingullit grafiti i absorbon shumë.

1.5. METODA KAPILARE

Metodat e këtilla quhen edhe metoda të *difektoskopisë kapilare* ose *me penetrant*. Mbështeten në vetitë kapilare të lëngjeve që të depërtojnë në thellësi, të cilat në praktikë njihen me emrin penetrante. Lëngjet e këtilla kanë veti që të depërtojnë në gabime shumë të imëta siç janë mikroplasaritjet që nuk mund të shihen me sy, por që kanë dalje në sipërfaqe të materialit (fig. 7).

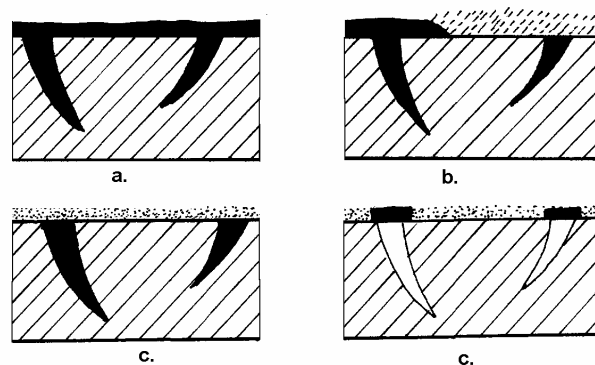


Fig. 7. Skema e kontrollimit të gabimeve me metodën kapilare: a-lyerja me lëng kapilar, b-largimi i tepricës së lëngut, c-spërkatja me zhvillues, ç-nxjerrja e lëngut në sipërfaqe.

Metodës kapilare duhet t'i paraprijë përgatitja përkatëse (fig. 7): së pari pastrohet mirë, lyhet me lëng kapilar (a) dhe pritët një kohë që të depërtojë në gabime që kanë dalje në sipërfaqe. Pastaj mënjanohet teprica e lëngut kapilar (b). Sipërfaqja tash lyhet ose spërkatet me zhvillues (të thatë ose të lëngët) (c). Pas një kohe, lëngu kapilar që ka depërtuar nëpër kapilare nxirret në sipërfaqe dhe bëhet i dukshëm në dritën ultravjollcë, pra për syrin e njeriut (ç).

Në figurën 8 janë dhënë detalet e kontrolluara me penetrant.

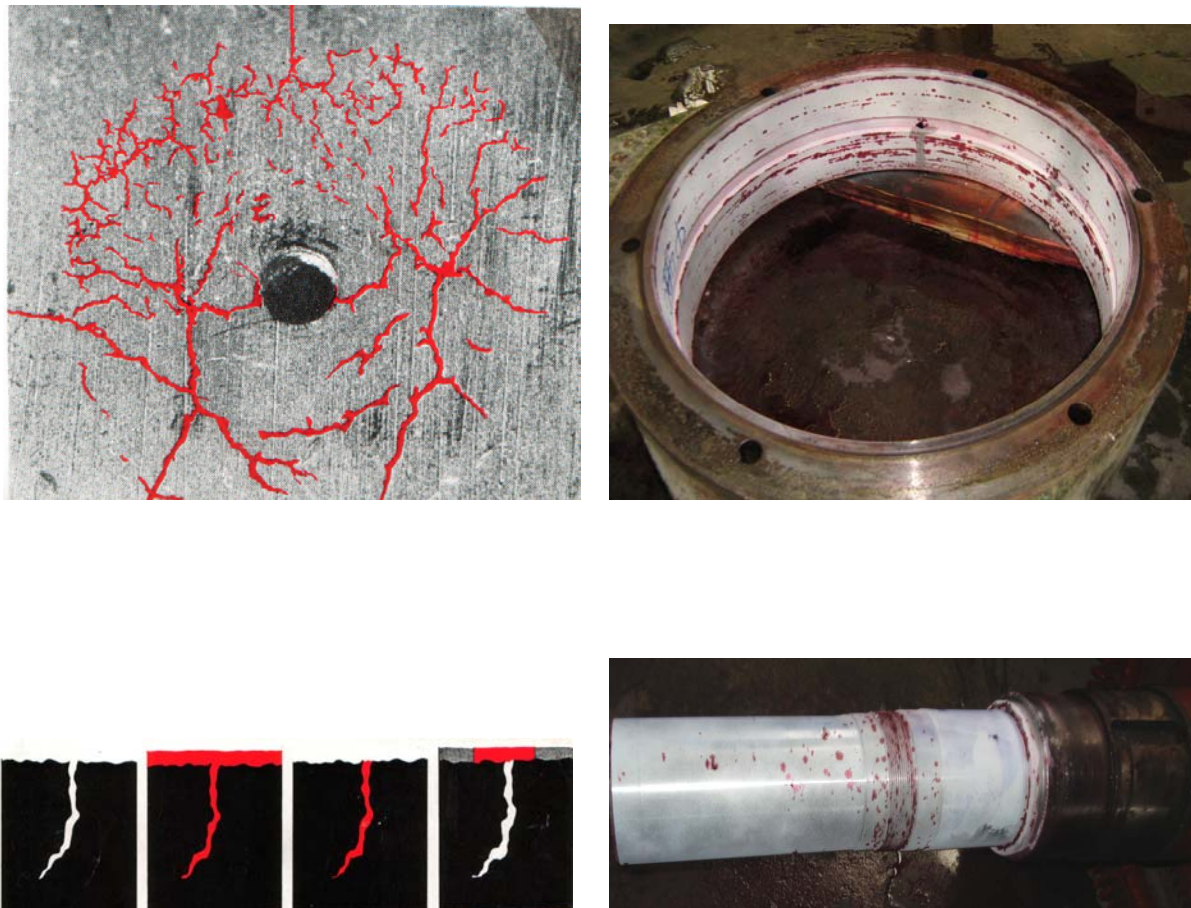


Fig. 8. Pamja e plasaritjeve të zbuluara me metodën kapilare.

Metoda është shumë e thjeshtë dhe e lirë. Kjo njëherësh është përparësia kryesore e metodës. Që të mund të përdoret kjo metodë, sipërfaqja e materialit duhet të jetë e rrafshët, e lëmuar, në pozicion horizontal dhe të mos jetë e ndryshkur.

1. PROVAT E BASHKËSIVE TË SALDUARA

Saldimi si metodë përpunimi, ka përdorim të gjerë në bashkimin e materialeve brenda konstruksioneve, bashkësisë apo makinës. Pa saldim nuk mund të mendohet asnjë hap përpara në të mbërrimet teknike dhe nuk është çudi se është duke u zhvilluar si degë e veçantë ku punohet intensivisht. Prandaj krahas mënyrave të saldimit, janë zhvilluar edhe provat për verifikimin e cilësisë së bashkësive të salduar të cilat kryhen sikurse provat e metaleve dhe lidhjeve të tyre. Specifike për të gjitha provat është marrja e kampionit dhe përgatitja e tij.

Provat e bashkësive të salduara bëhen rregullisht me qëllim kontrolli të bashkësive në punëtori, sikurse janë: prova e porozitetit me ajër, prova me shpimin e tegelit të bashkësisë së salduar etj. Kontrollimi vizuel (duke i shikuar me sy) i çarjeve eventuale, porët, grumbullimet e materialit në tegel, etj. Ndërkaq provat e tjera bëhen në laboratore si prova kimike, metalografike, mekanike etj. Nga këto prova, siç kemi vepruar më parë, i veçojmë provat mekanike, të cilat bëhen me veprim statik dhe dinamik të forcës.

1.1. Prova e tërheqjes

Bëhet për të verifikuar qëndrueshmërinë në tërheqje të bashkësisë së salduar, dhe kryhet në makinë universale. Këtu ndryshon vetëm marrja e kampionit dhe forma e tij. Kështu, më parë saldohen dy pllaka të të njëjtit material dhe pastaj prehen sikurse është treguar në figurën 1. Merren vetëm pjesët a dhe b të kampionëve, sepse pjesët e tjera janë të parregullta apo kanë pësuar ndërrime për shkak të fillimit dhe mbarimit të saldimit. Pastaj pjesët punohen në formë dhe dimensione sipas figurës 2. Ky kampion quhet kampion me anë paralele të i cili nuk dihet se ku do të ndodhë këputja (në vegelin e salduar apo jashtë tij). Kurse këputja do të ndodhë në tegel nëse përdoret kampioni me anë të thelluara (fig.3).

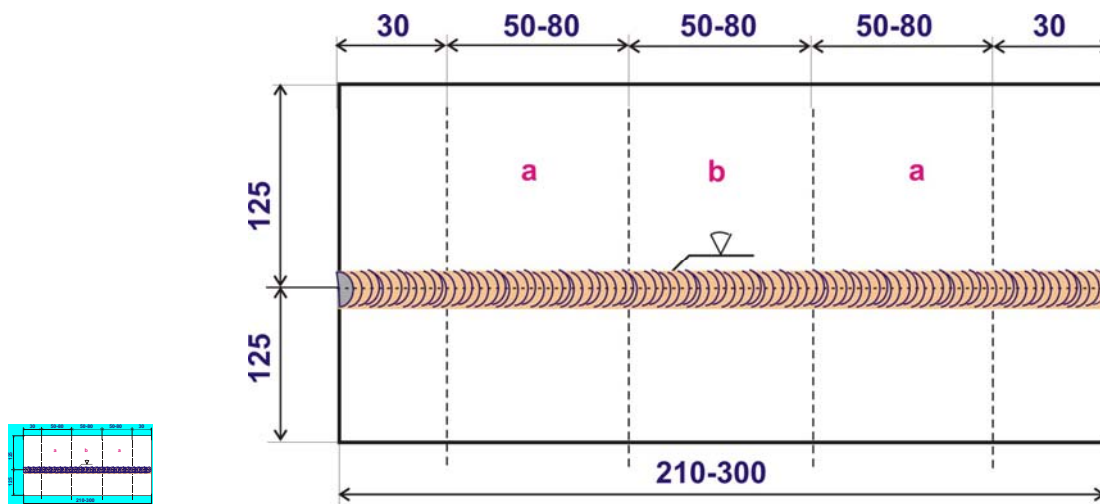


Fig. 1. Pllakat e salduara nga e cila merren kampionët për provë

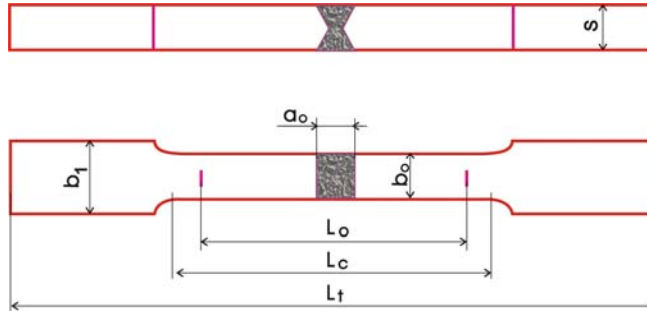
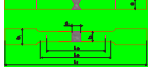


Fig.2. Kampioni me anë paralele për provën e tërheqjes

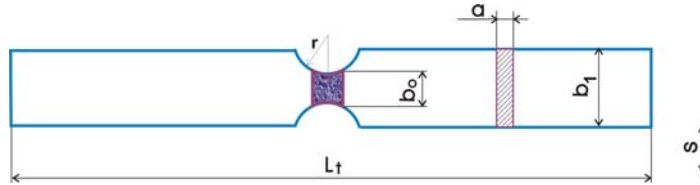
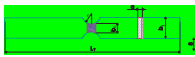
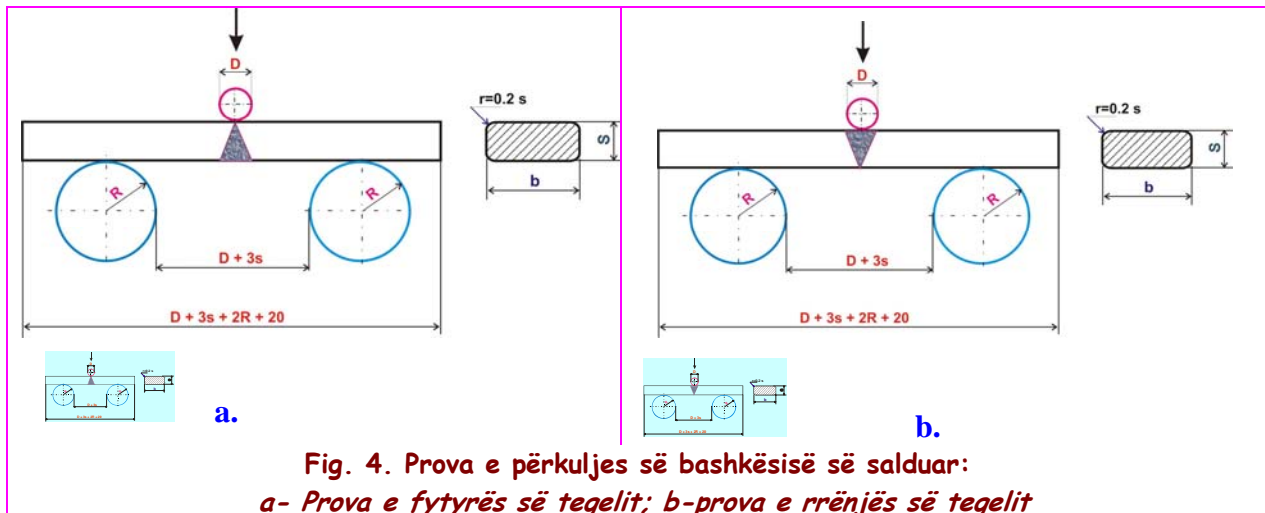


Fig. 3. Kampioni me anë të thelluara për provën e tërheqjes

Me anë të kësaj prove caktojmë qëndrueshmërinë në tërheqje të bashkësisë së salduar. Kjo qëndrueshmëri nuk guxon të jetë me vogël se qëndrueshmëria në tërheqje e materialit bazë nga i cili është punuar bashkësia.

1.2. Prova e përkuljes

Kampioni mmeret njëkohësisht me pjesët sikur re prova e tërheqjes e të cilat për këtë qëllim rrafshohen vetëm te tegeli. Prova bëhet në dy kampionë duke i provuar në njërin fytyrën (fig. 4a) dhe në tjetrin rrënjën (fig. 4 b). Diametri i cilindrave zghedhet në varësi të trashësisë së materialit bazë. Veprohet me forcë derisa të shfaqet çarja e parë. Kjo forcë duhet të rritet me intensitet konstant. Pas ndërprerjes së veprimit të forcës matet këndi i përkuljes së bashkësisë së salduar (fig. 5). Ky kënd krahasohet me këndin e përkuljes së materialit bazë.



**Fig. 4. Prova e përkuljes së bashkësisë së salduar:
a- Prova e fytyrës së tegelit; b-prova e rrënjës së tegelit**

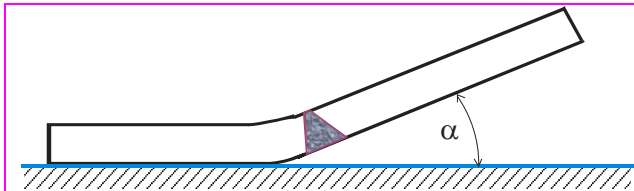


Fig.5. Këndi i përkuqjes së bashkësisë së salduar

1.3. Prova e shtalbësisë

Kjo provë bëhet me qëllim që të verifikohet aftësia e bashkësisë së salduar që t'iu qëndrojnë goditjeve. Prandaj, kampioni merret nga vendi i salduar siç është treguar në figurën 6, andaj edhe rezultatet do të vlejné pikërisht për këtë vend. Parimi i provës është i njëjtë me atë për materialin bazë, kështu që duke i krahasuar ato do të vlerësojmë cilësinë e bashkësisë së salduar.

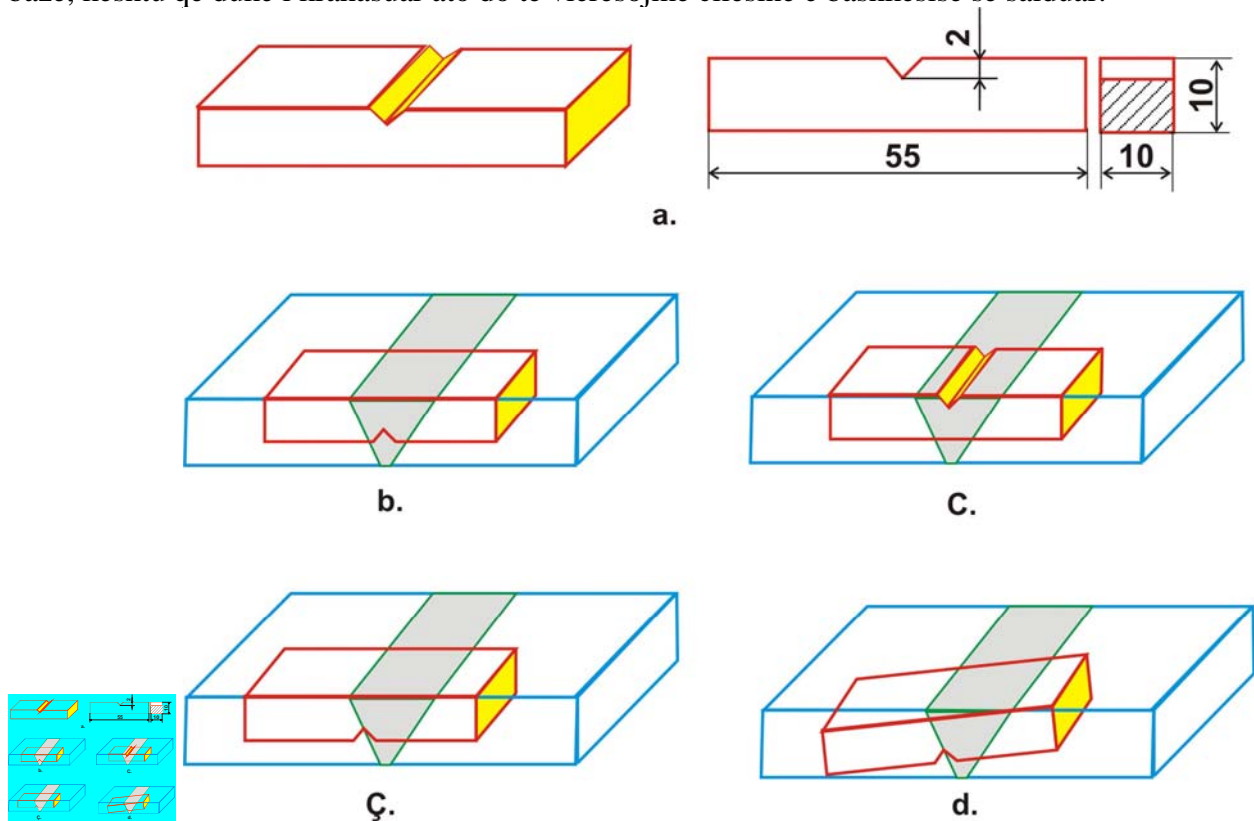


Fig. 6. Marrja e kampionëve për provën e shtalbësisë: a- kampioni; b-kanali i kampionit në rrënjë të tegelit; b-kanali i kampionit në fytyrë të tegelit; c-kanali i kampionit në zonën e ndikimit të nxehëtisë; ç-kanali në zonën kalimtare të tegelit.

1.4. Prova e fortësisë

Prova bëhet me metodën e Brinellit, Vikersit, Rokwellit etj, në kampion me dimensione 100 mm × 10 mm ose 100 mm × 15 mm (fig. 7.)

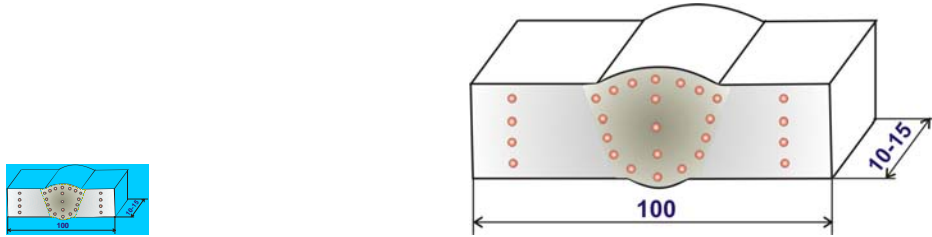
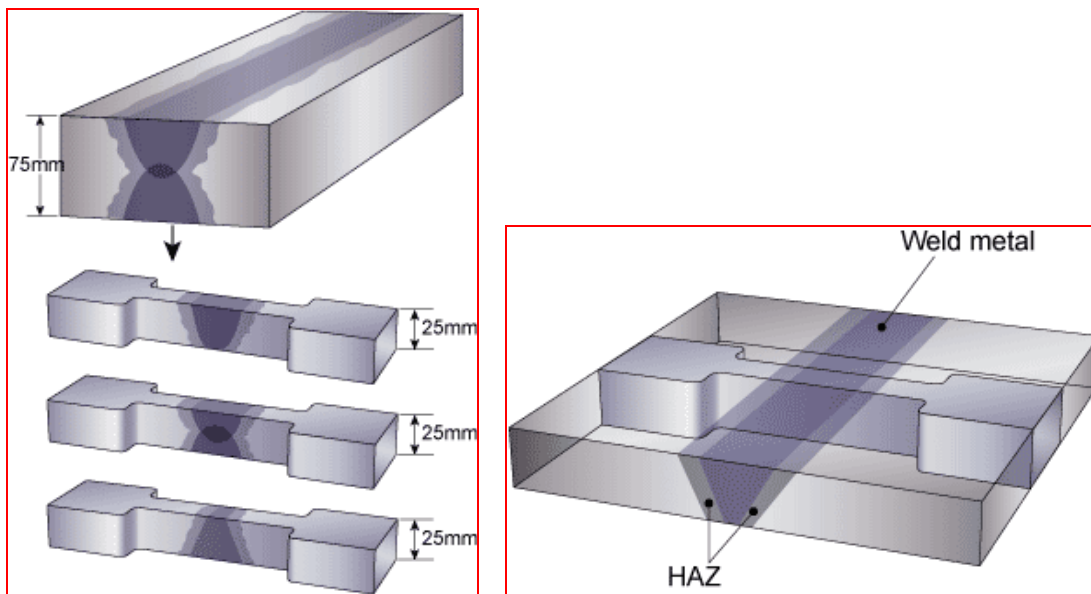
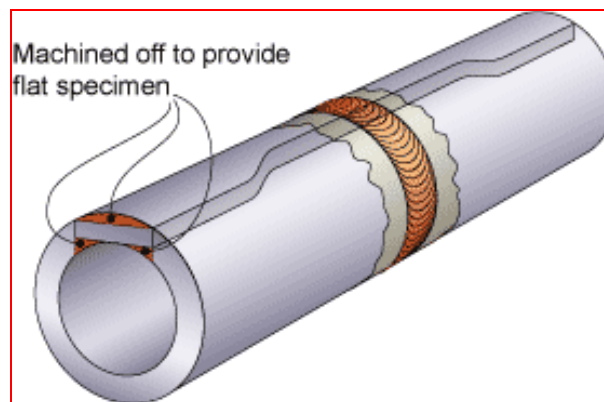


Fig. 7. prova e fortësisë së bashkësisë së salduar

Në figurën 8 janë treguar disa raste të marrjes së kampionëve për provën e bashkësive të salduara



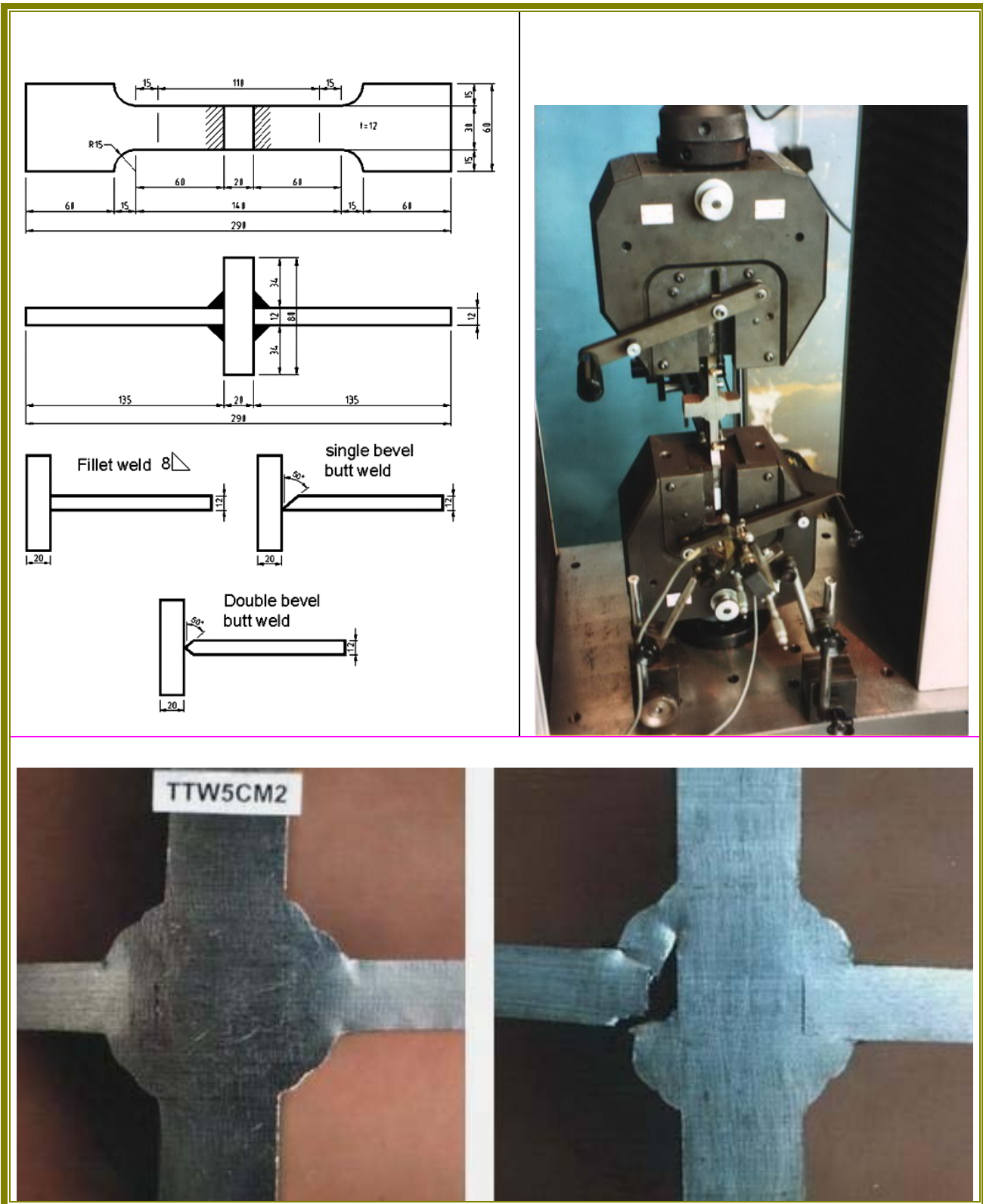
a.

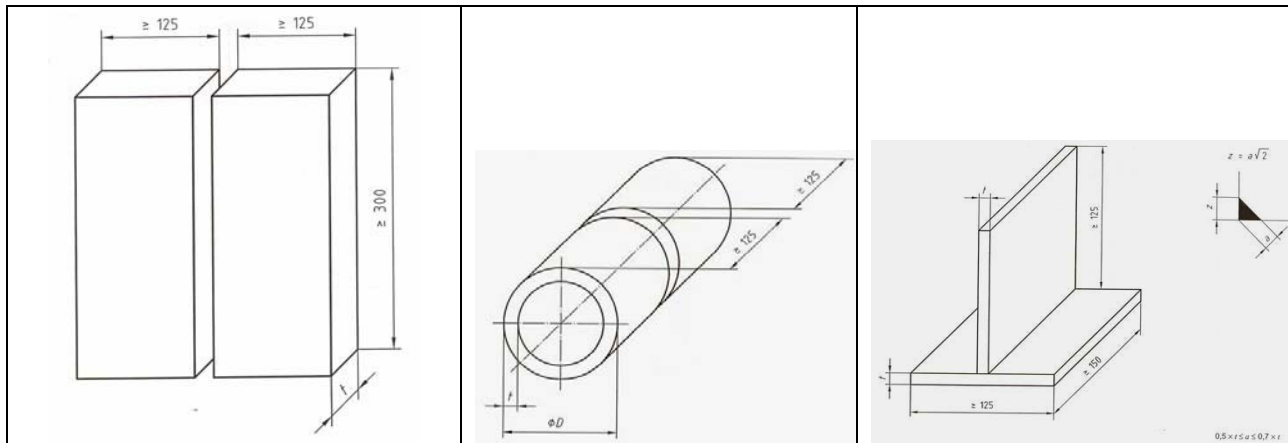


b.

Fig.8. Vendmarrja kampionit nga bashkësia e salduar:
a- marrja e kampionit nga pllaka; b-marrja e kampionit nga gypi

Shembull: Prova në tërheqje e bashkësisë së salduar "T"





Përgatitja e pllakave

Përgatitja e gypave

Përgatitja e pllakave "T"

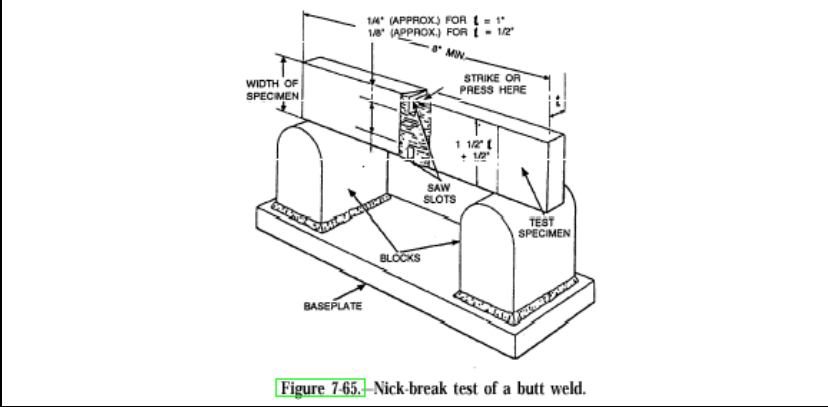
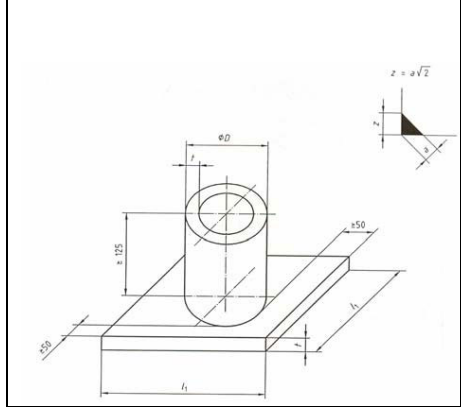


Figure 7-65. Nick-break test of a butt weld.

Përgatitja e pllakës dhe gypit

Prova në përkulje

Makina

Figure 7-61. Testing machine for making guided-bend tests.

Figure 7-63. Guided-bend test specimens.

kampioni

Prova në përkulje; makina dhe kampioni i përkulur

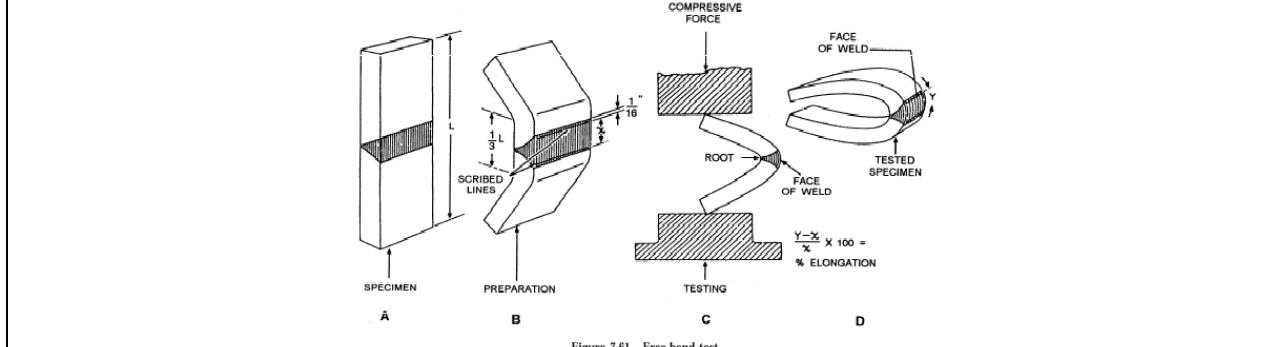


Figure 7-61. Free-bend test

Prova e përkuljes: Fazat e provës

Literatura

1. Prof.dr.Nexhat Boshnjaku, Njohuri materialesh të makinerisë, Universiteti i Kosovës, Prishtinë, 1980.
2. Hysni Osmani, Materialet Mekanike – Provat e materialeve, 2004
3. William D. Callister, Jr., Materials Science and Engineering: An Introduction, 6th Edition, 2003.
4. Dr. sc. Hysni Osmani, Përpunimi termik, Univeristet i Prishtinës, Prishtinë, 1999.
5. B. Baholli, I. Hoxha, V. Nika, G. Demiraj, E. Lamani, Struktura dhe përpunimi termik i metaleve, Universiteti i Tiranës, Fakulteti i inxhinierisë mekanike dhe elektrike, Tiranë, 1986.
6. Dr.sc. Bajrush Bytyçi, Dr.sc.Hysni Osmani, Mr.sc.Nexhat Qehaja, MATERIALET E MAKINERISË, tekst për shkollat e mesme teknike, Libri shkollor, Prishtinë, 1998.
7. Termička obrada čelika “A”, “B”, Metalbiro, Zagreb 1978.
8. Čelični materijali 1, Metalbiro, Zagreb 1984.
9. Čelični materijali 2, Metalbiro, Zagreb 1982.
10. Mladen Franz, Mehanicka svojstva materijala, Sveuciliste u zagrebu, Fakultet Strojarsstva i Brodogradnje, Zagreb, 1998.
11. William F. Smith, Javad Hashemi, Foundations of Materials Science and Engineering, 4th ed., 2006, McGraw-Hill.
12. William D. Callister, Jr. Materials Science and Engineering an Introduction, 6th ed., 2003, John Wiley & Sons.
13. Hwaiyu Geng, Manufacturing Engineering Handbook, 2004, McGraw-Hill.
14. Serope Kalpakjian, Steven R. Schmid, Manufacturing Engineering and Technology, 5th ed., 2006, by Pearson Education.
15. Serope Kalpakjian, Steven R. Schmid, Manufacturing Processes for Engineering Materials, 5th ed., 2006, by Pearson Education.

UNIVERISTETI I PRISHTINËS
Fakulteti i Inxhinierisë Mekanike

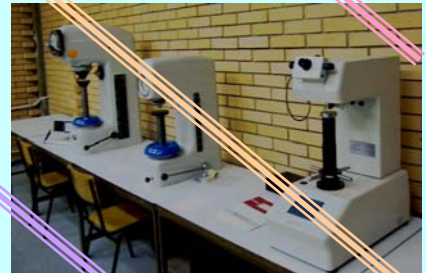
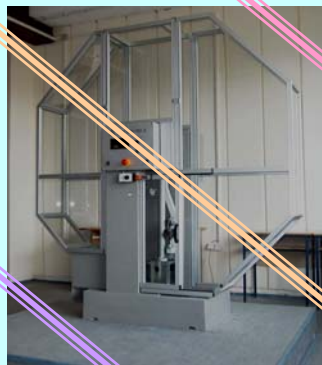
Dr.sc.Hysni Osmani

MATERIALET MEKANIKE

- PJESA E PARË -

(vetëm për përdorim intern të studentëve)

SHUMËZIMI, MODIFIKIMI DHE NDRYSHIMI I TEKSTIT TË MOS BËHET PA AUTORIZIMIN E AUTORIT



Prishtinë, 2008