

Metų gavyba

Juodųjų ir spalvotųjų metalų gavyba

- Metalurgija – tai iškastų rūdų ruošimas (sodrinimas), lydymo procesai, reikiamos cheminės sudėties metalų ir jų lydinių gavimas, išpilstymas ir sustingusių luitų perdirbimas. Pagal tai, kokie metalai gaunami iš rūdų, metalurgija skirstoma į juodųjų ir spalvotųjų metalų metalurgiją.



- Pagal metalų gavybos būdą metalurgija skirstoma:
 - Pirometalurgija – metalų ir jų lydinių (ketaus, plieno, švino, vario, cinko ir kt.) gavyba (lydymas) aukštoje temperatūroje.
 - Hidrometalurgija – metalų gavimas iš rudų, jų koncentratų ar gamybos atliekų vandeniniais cheminių junginių tirpalais. Taikomas aluminio, urano, aukso, cinko, nikelio, vario, kobalto, kadmio ir kt. gavybai.
 - Elektrometalurgija – juodųjų ir spalvotųjų metalų ir jų lydinių (ferolydinių, šteino, ketaus, nikelio, alavo ir kt.) gavyba, rafinavimas ir perlydymas elektros energija. Taikomi procesai: 1) elektroterminis (metalai perlydomi ar rafinuojami elektrinėse lydkrosnėse); 2) elektrocheminis (vykstant elektrolizei vandeniniuose tirpaluose ar lydaluose).
 - Plazminė metalurgija – sunkiai lydžių metalų lydinių, specialiųjų savybių legiruotojo plieno gavybai plazminėse lydkrosnėse žemos plazmos energija.

Kuras, fliusai ir ugniai atsparios medžiagos

- **KURAS.** Metalų lydymas iš rūdų ir tolesnis jų perdirbimas vyksta metalurginėse krosnyse esant aukštai temperatūrai, kuri gaunama deginant kurą. Svarbiausi kuro rodikliai: sudegimo šiluma (MJ/kg), stipris, peleningumas, poringumas, kenksmingųjų priemaišų kiekis, terminis stipris.
- Kuras gali būti:
 - **Kietas** (*gamtinis* – akmens anglis, antracitas ir kt.; *dirbtinis* – akmens anglių koksas, medžio anglis, akmens anglies briketai, terminis antracitas ir kt.):
 - Akmens anglis yra nuosėdinė iškasama uoliena, susidariusi iš augalinių liekanų, kurios milijonus metų, nesant deguonies, buvo veikiamos aukštos temperatūros ir slėgio. Sudėtis: anglis (72–92 %), vandenilis (2,5–5,7 %), deguonis (1,5–15 %), sieros (0,5–4 %), azotas (~1,5 %), mineralinės priemaišos, kurios, anglims sudegus, sudaro pelenus. Jos atmaina – antracitas, kuriame yra iki 94 % anglies. Antracito ištekliai gamtoje yra labai dideli, todėl jis pigus. Pasižymi mažu peleningumu ir dideliu tankiu.
 - Koksas. Gaunamas iš akmens anglies sausai jį distiliuojant (kaitinant be oro 1000–1100 °C temperatūroje) specialiose krosnyse 14–20 h. Kokse yra 80–88 % anglies, 8–12 % pelenų, 2–4 % drėgmės, 0,7–1,2 % lakiųjų medžiagų, 0,5–1,8 % sieros ir 0,02–0,2 % fosforo.
 - Medžio anglis. Gaunama kaitinant malkas specialiose krosnyse be oro. Tai labai vertingas, tačiau brangus, mechanškai nestiprus kuras, kuriame nėra sieros, labai mažai pelenų ir kitų žalingų priemaišų. Naudojama aukštos kokybės ketui gauti.

- **Skystas** (nafta, mazutas, benzinas). Mazutas (naftos perdirbimo produktas, turintis iki 88 % C, 10–12 % vandenilio, truputį sieros ir deguonies) purkštuvais įpurškiamas (1–2 %) į lydkrosnės degimo zoną. Naudojamas džiovinimo ir kt. krosnyse. Yra gaminamas mažai sieringas (iki 1 % S, naudojamas lydymui), sieringas (iki 2 % S) ir labai sieringas (iki 3,5 % S) mazutas.
- **Dujinis** (aukštakrosnių, koksavimo, gamtinės dujos).

Fliusai

- Fliusu vadinama medžiaga, įkraunama į lydymo krosnį tam, kad su nenaudinga (bergždžiaja) rūdos uoliena, kuro pelenais ir kitomis nemetalinėmis priemaišomis (siera, fosforu) sudarytų lengvai lydžius cheminius junginius – šlaką. Pašalinus šlaką ir pridėjus naujo reikiamos sudėties fluso, galima iš metalo pašalinti daugiau žalingų priemaišų.
- Fluso cheminės savybės (bazinis, rūgštinis) turi būti derinamos su ugniai atsparių medžiagų chemine sudėtimi (rūgštinė, bazinė, neutrali iškloja). Kitu atveju iškloja pradės irti. Ketui lydyti naudojami flusai, kurie sumažina šlako lydymosi temperatūrą ir padidina jo takumą.

Ugniai atsparios medžiagos

- **Rūgštinės**, kuriose yra daug silicio dioksido SiO_2 . Tai kvarcinis smėlis (ne mažiau kaip 95 % SiO_2), iš jo ir kvarcito (kieta metamorfinė uoliena) pagamintos dinasinės plytos (93–97 % SiO_2), kurios atsparios ne mažesnėje kaip 1720 °C temperatūroje. Šiomis plytomis išklojamos rūgštinės Marteno ir elektrinės lankinės plieno lydymo krosnys.
- **Bazinės**, kuriose yra CaO , MgO ir kitų bazinių oksidų. Tai magnezitinės (iki 90 % MgO), magnezitochromitinės (60 % MgO , 8–10 % Cr_2O_3), dolomitinės (apie 60 % CaO , 40 % MgO) plytos. Jų atsparumas ugniai didesnis kaip 2000 °C. Šiomis plytomis išmūrijamos Marteno ir elektrinių lydymo krosnių sienos ir padai.
- **Neutralios**, kuriose yra daug Al_2O_3 , Cr_2O_3 . Gaminamos: šamotinės plytos (apie 60 % SiO_2 , apie 40 % Al_2O_3), kurios termiškai patvarios 1580–1750 °C temperatūroje. Naudojamos aukštakrosnėse, oro šildytuvuose ir kt. chromitinės plytos (apie 65 % Cr_2O_3), lydosios aukštesnėje kaip 2000 °C temperatūroje; chromomagnezitinės plytos (42 % MgO , 15–20 % Cr_2O_3), kurių atsparumas ugniai didesnis kaip 2000 °C; molžemioplytos (72–95 % Al_2O_3) – jų atsparumas ugniai 1820–1920 °C.
- Kai kurios iš šių medžiagų gali būti priskirtos prie pusiau rūgštinių arba pusiau bazinių. Nedidelė dalis šių oksidų lydosi ir sudaro šlakus, kurie svarbūs metalurginiams lydymo procesams.

Ketaus gamyba

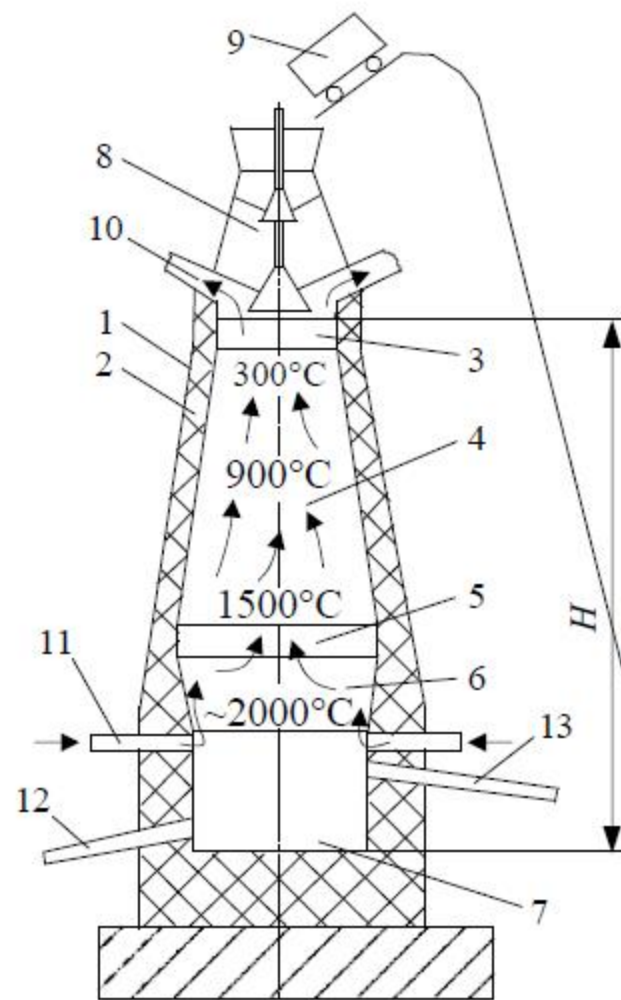
Geležies rūdos

- Rūdų pavadinimas priklauso nuo to, kokio mineralo joje yra daugiausia. Dažniausiai kasamos ir perdirbamos šios geležies rūdos rūšys:
 - Magnetinė geležies rūda – jos sudėtyje yra magnetito Fe_3O_4 (40–70 % Fe). Rūda turi magnetinių savybių, yra tanki gabalinė uoliena.
 - Raudonoji geležies rūda – joje yra hematito Fe_2O_3 (45–65 % Fe).
 - Rudoji geležies rūda – susideda iš mineralų: *limonito* $2Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$ ir *getito* $Fe_2O_3 \cdot H_2O$ (25–50 % Fe).
 - Špatinė geležies rūda – joje daugiausia yra *siderito* $FeCO_3$ (30–40 % Fe). Yra šviesiai pilkos ir gelsvai baltos spalvos.

Geležies rūdų ruošimas

- Šio proceso etapai:

1. Rūdų gabalų susmulkinimas iki 1 mm grūdelių specialiais trupintuvais.
2. Susmulkintos rūdų sodrinimas:
 - a. praplaunant rūdą – vandens čiurkšle atskiriama nenaudinga uoliena (smėlis, molis) nuo sunkesnių naudingųjų mineralų;
 - b. magnetinės separacijos būdu – elektromagnetais atskiriami geležingieji mineralai nuo nemagnetinės nenaudingosios uolienos;
 - c. nusodinimo būdu – rūda suberiama į skystį, kurio tankis didesnis už nenaudingosios uolienos tankį, todėl rūdų mineralai nusėda ant dugno, o nenaudingoji uoliena išplaukia į paviršių, nuo kurio pašalinama.
3. Sodrintos rūdų aglomeravimas arba granuliavimas. Gaunami aukštakrosnėms tinkami 30–100 mm didumo korėti gabalai, kuriuos sukepinant iš rūdų pašalinama siera, arsenas, CO_2 ir kt. kenksmingosios priemaišos. Lydant aglomeratą ir riedulius, nereikia atskirai dėti flusų, nes reikiamas fluso kiekis įeina į jų sudėtį.



1.2 pav. Aukštakrosnės konstrukcija ir bendras vaizdas:

1 – plieninis korpusas, 2 – šamotinės plytos, 3 – lydkrosnės viršus, 4 – šachta, 5 – plačioji šachtos dalis, 6 – lydykla, 7 – žaizdras, 8 – dvigubas piltuvas,

9 – keltuvas, 10 – dujų kanalas, 11 – pūstuvai, 12 – latakas ketui, 13 – latakas šlakui

Aukštakrosnių produkcija

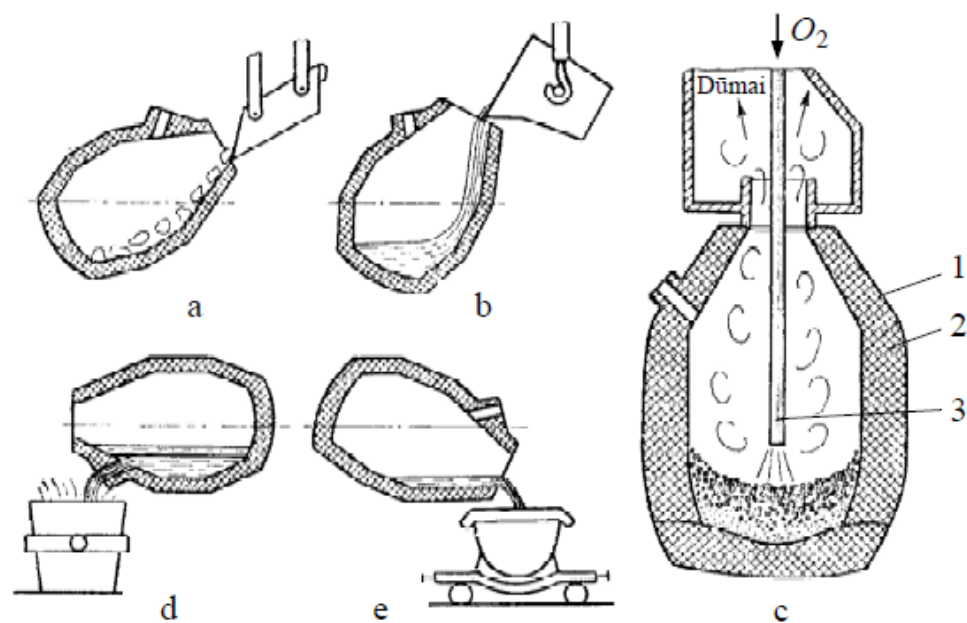
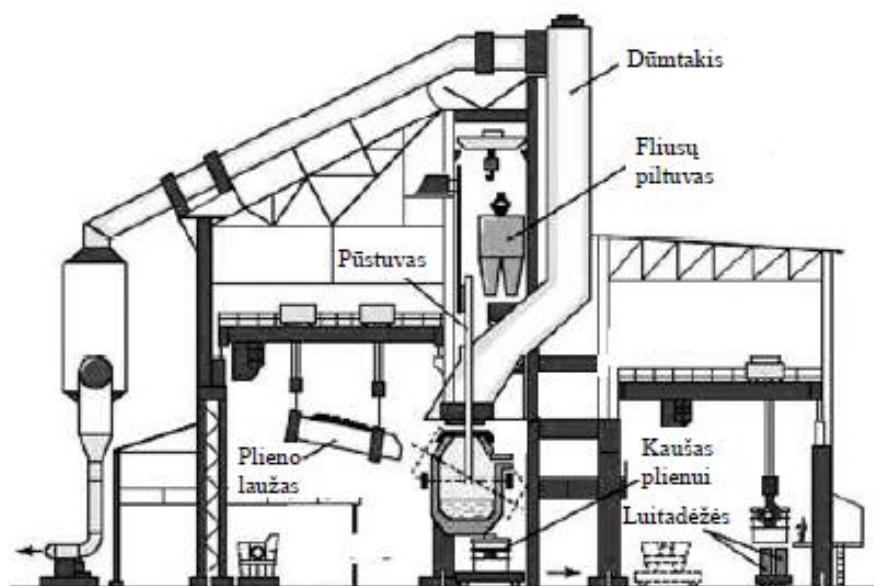
- Perdirbamasis ketus (3,5–4,5 % *C*, 0,3–1,2 % *Si*, 0,2–1,2 % *Mn*, 0,15–0,3 % *P*, 0,02–0,08 % *S*).
- Liejamasis ketus. Skirtas fasoniniams liejiniams lieti ketaus liejyklose. Jame yra daugiau silicio (iki 3,2–3,7 % *Si*).
- Ferolydiniai. Tai geležies lydiniai su *Si*, *Mn* ir kitais elementais: feromanganu (70–80 % *Mn*, iki 2 % *Si*), ferosiliciu (9–15 % *Si*, iki 3 % *Mn*), veidroдинiu ketumi (10–25 % *Mn*, iki 2 % *Si*) ir kt.
- Šlakas. Nutekėjęs į specialius kaušus, skystas šlakas sustingdomas vandens čiurkšle ir sutrupa į smulkius gabalėlius. Iš granuliuoto šlako gaminamos šlako plytos, šlako vata šilumos izoliacijai, šlako blokai, cementas ir kt.
- Aukštakrosnių dujos. Naudojamos kurui, į aukštakrosnę pučiamam orui kaitinti. Tai vertingas kuras, nes jame yra likę apie 32 % *CO* ir 2–12 % *H*₂.

Plieno gavyba

- Plienas gaunamas iš perdirbamojo ketaus ir plieno laužo. Tam reikia:
 - sumažinti anglies kiekį iki 1,5 % ir mažiau (lydymo metu oksidinama anglis jungiasi su deguonimi ir CO dujų burbuliukais išsiskiria iš metalo į krosnies atmosferą);
 - sumažinti (sudarant šlaką) Si , Mn , P ir kitų priemaišų kiekį: Si , Mn , P , S sudaro netirpius geležyje oksidus arba kitus netirpius (arba mažai tirpius) junginius (SiO_2 , MnO , $(CaS)_4P_2O_5$ ir kt.), kurie, jungdamiesi su flusais, plieno paviršiuje sudaro šlaką;
 - pridėti legiruojančių priedų (Cr , Mn , Ni , V , Mo , W ir kt.) reikiamoms plieno savybėms gauti.
- *Plieno lydymo technologinį procesą* sudaro įkrovos pakrovimas, jos išlydymas, lydinio apdirbimas po šlako sluoksniu, šlako pašalinimas, lydinio cheminės sudėties analizė ir jos koregavimas, naujo šlako sudarymas ir jo pašalinimas, plieno išoksidinimas ir išpylimas. Perlydant ketų į plieną, anglies ir priemaišų (Si , Mn , P , S) kiekis mažinamas vykstant oksidacijos reakcijoms

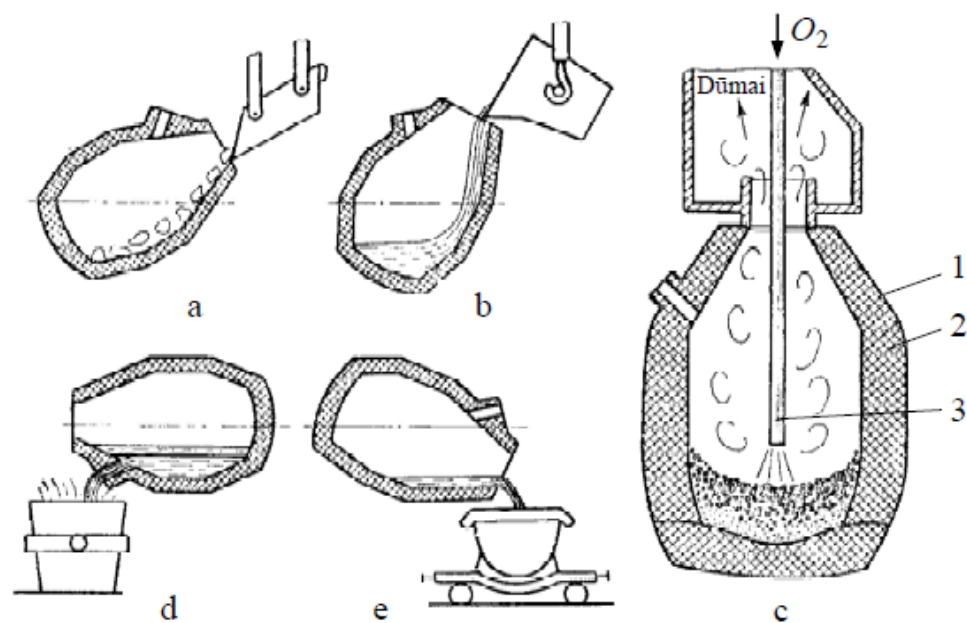
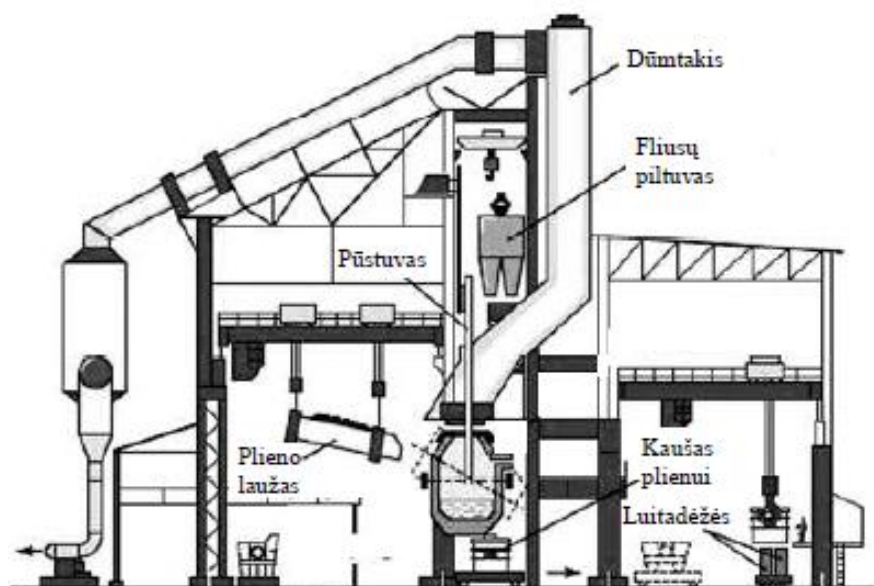
- Plieno lydymo proceso skirstymas:
 - Bazinis – galima perlydyti į plieną įkrovą, kurioje yra daugiau sieros ir fosforo. Krosnis išklojama magnezitine arba chromo magnezitine iškloja.
 - Rūgštinis – lydymo procesas yra paprastesnis, ekonomiškesnis ir našesnis už bazinį (rūgštinis klojinys pigesnis ir gerokai patvaresnis, lydymas trunka 20–25 % trumpiau, 10–15 % mažesnės elektros sąnaudos), tačiau ne visada tinka, nes negalima gauti bazinio šlako ir sumažinti sieros ir fosforo. Ugniai atspariame klojinyje vyrauja rūgštinis oksidas.

Plieno gavyba deguoniniame konverteryje



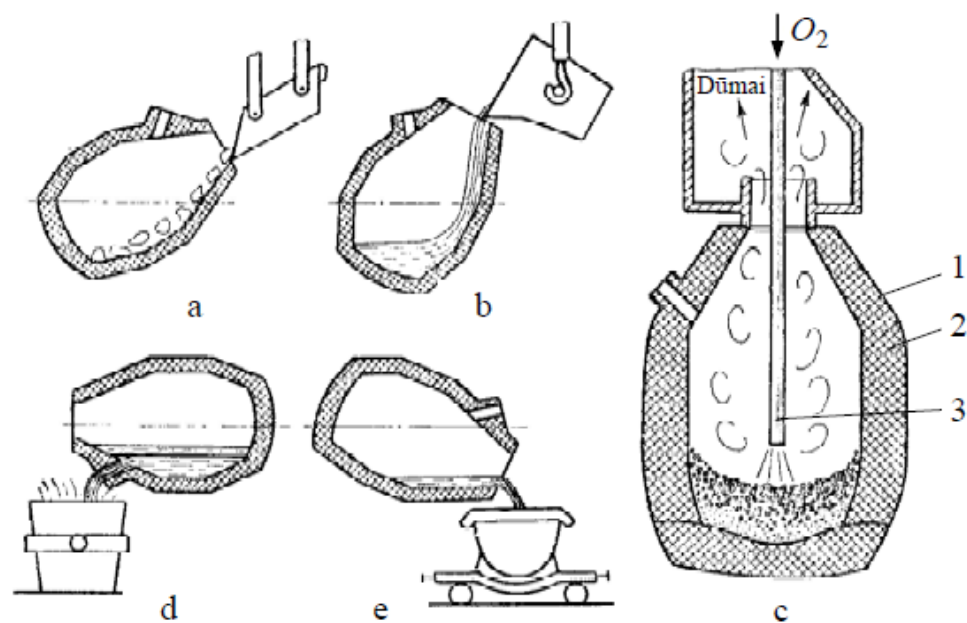
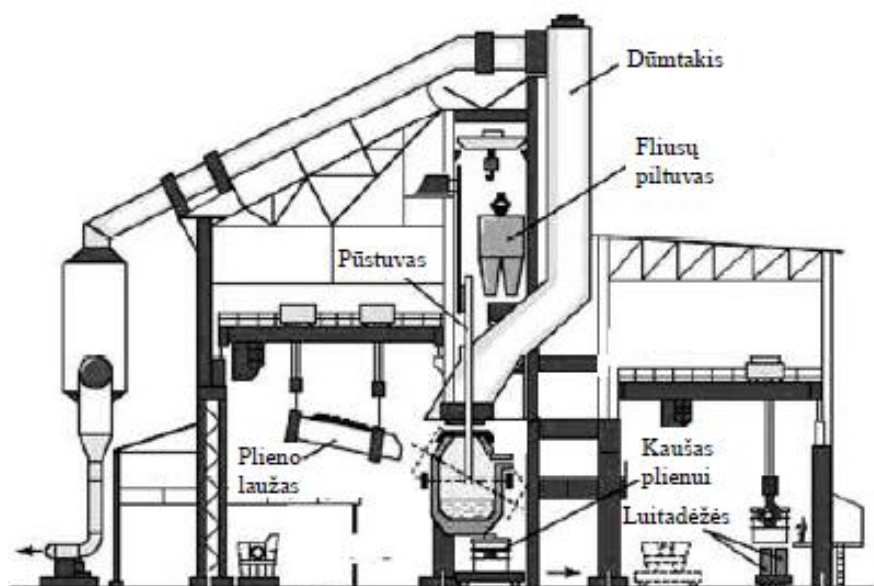
1.3 pav. Deguoninio konverterio schema: *a* – laužo įkrovimas; *b* – ketaus įpylimas; *c* – prapūtimas deguonimi; *d* – plieno išpylimas; *e* – šlako išpylimas; 1 – lakštinio plieno korpusas; 2 – bazinė iškloja; 3 – pūstuvai

Plieno gavyba deguoniniame konverteryje



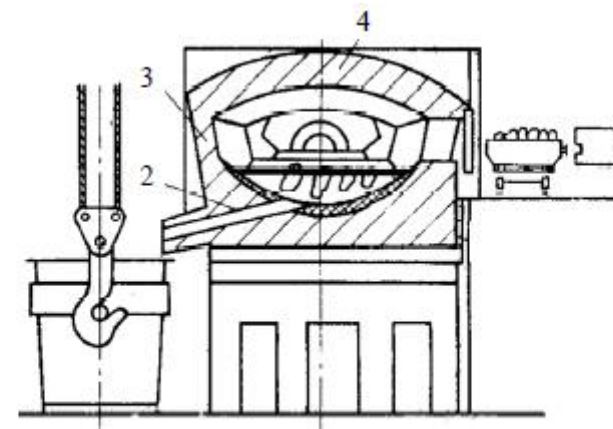
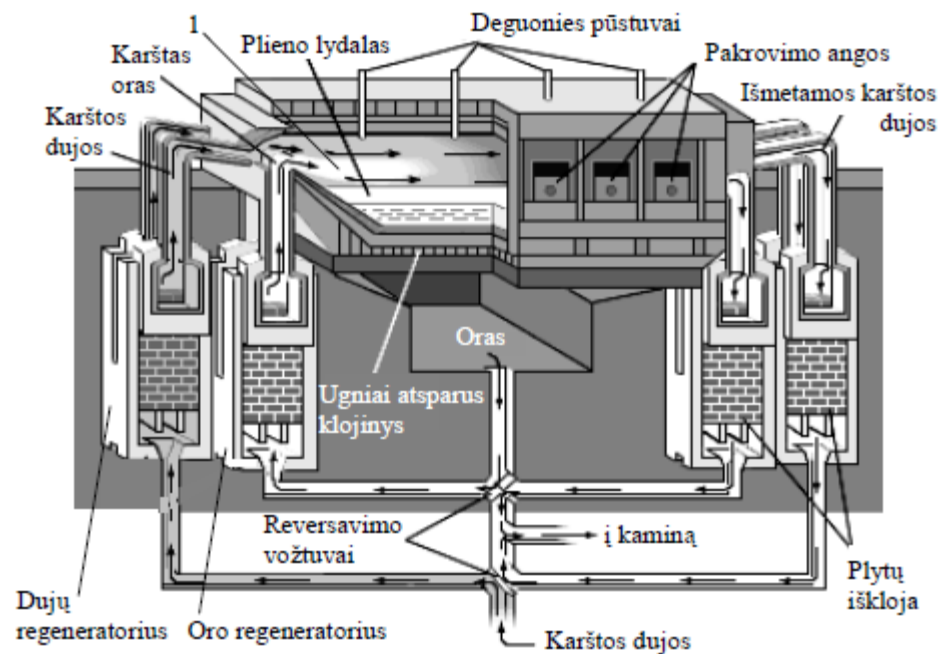
1.3 pav. Deguoninio konverterio schema: *a* – laužo įkrovimas; *b* – ketaus įpylimas; *c* – prapūtimas deguonimi; *d* – plyno išpylimas; *e* – šlako išpylimas; 1 – lakštinio plyno korpusas; 2 – bazinė iškloja; 3 – pūstuvai

Plieno gavyba deguoniniame konverteryje



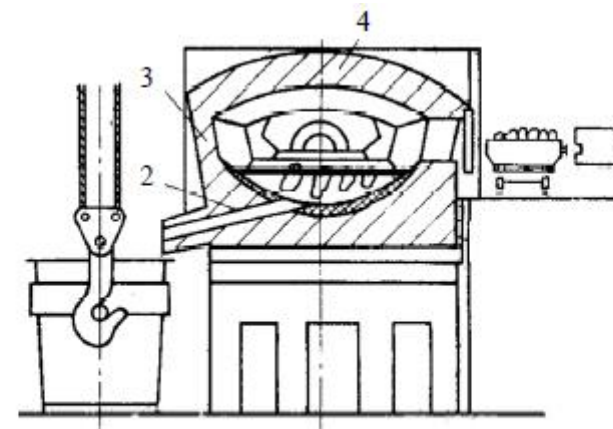
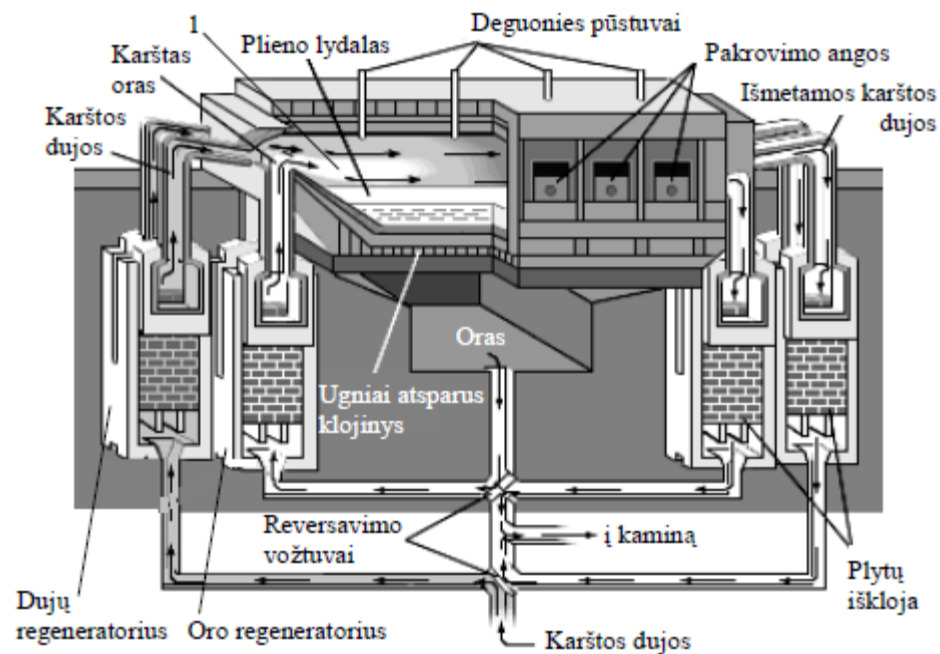
1.3 pav. Deguoninio konverterio schema: *a* – laužo įkrovimas; *b* – ketaus įpylimas; *c* – prapūtimas deguonimi; *d* – plieno išpylimas; *e* – šlako išpylimas; 1 – lakštinio plieno korpusas; 2 – bazinė iškloja; 3 – pūstuvai

Plieno gavyba Marteno krosnyse



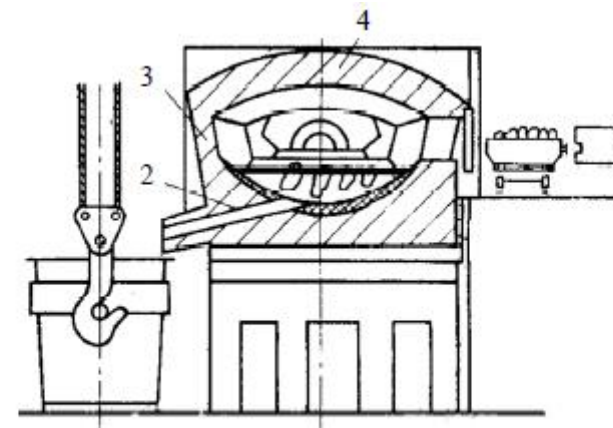
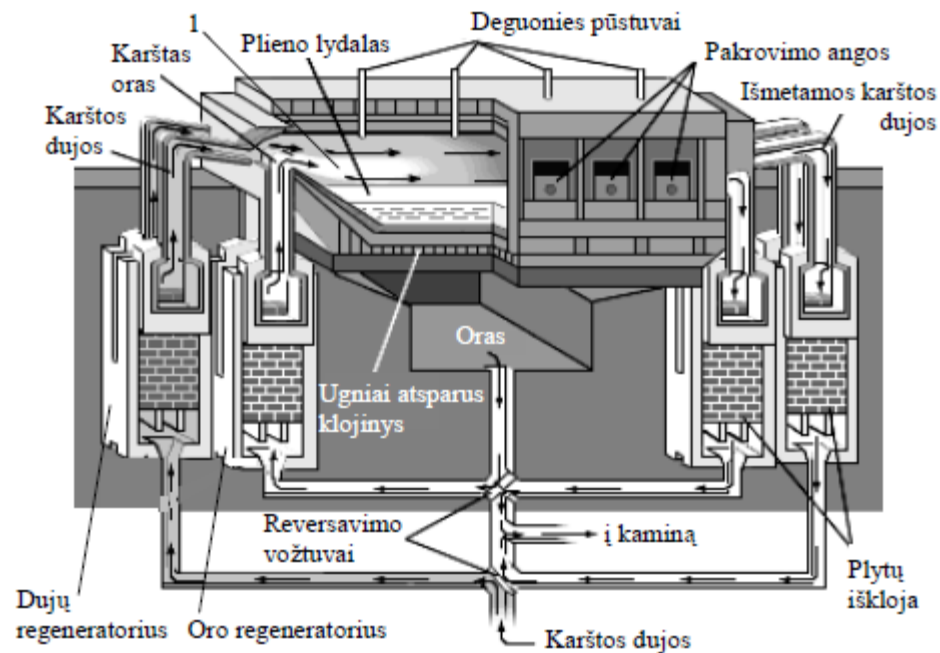
1.4 pav. Marteno krosnies darbo schema: 1 – liepsnos fakelas; 2 – latakas plienui išpilti; 3 – užpakalinė sienelė; 4 – skliautas

Plieno gavyba Marteno krosnyse



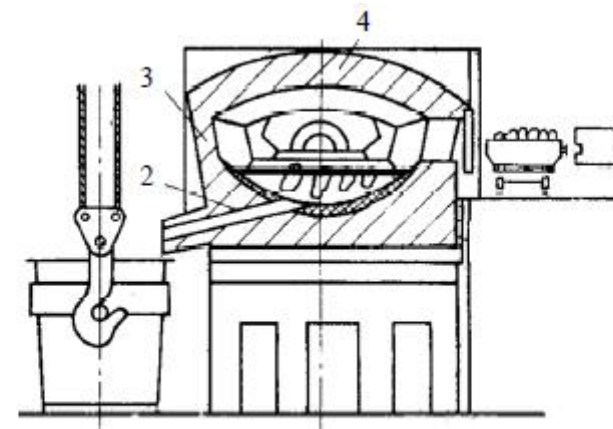
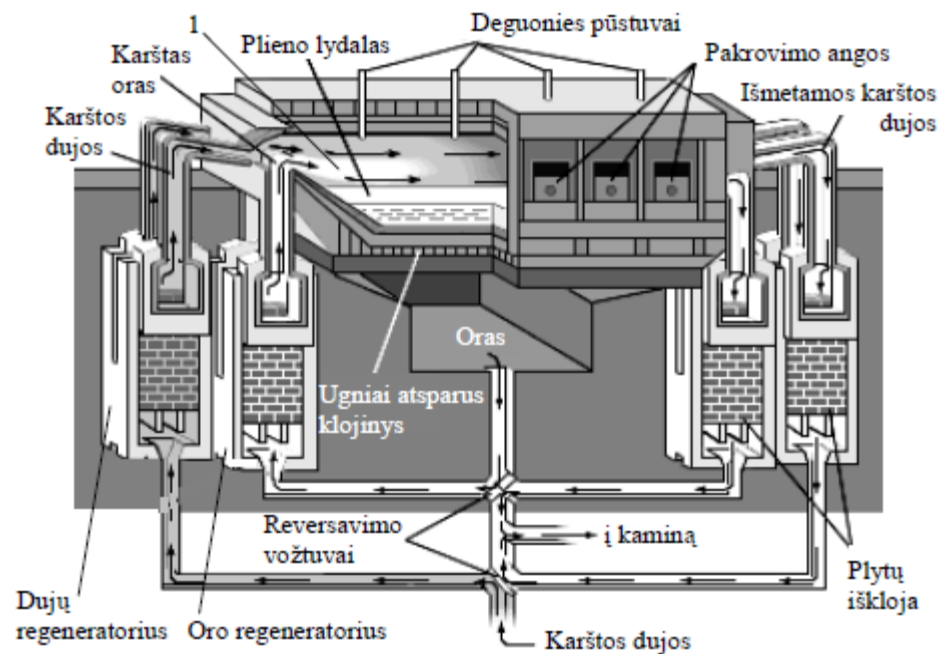
1.4 pav. Marteno krosnies darbo schema: 1 – liepsnos fakelas; 2 – latakas plienui išpilti; 3 – užpakalinė sienelė; 4 – skliautas

Plieno lydymas bazinėje Marteno krosnyje



1.4 pav. Marteno krosnies darbo schema: 1 – liepsnos fakelas; 2 – latakas plienui išpilti; 3 – užpakalinė sienelė; 4 – skliautas

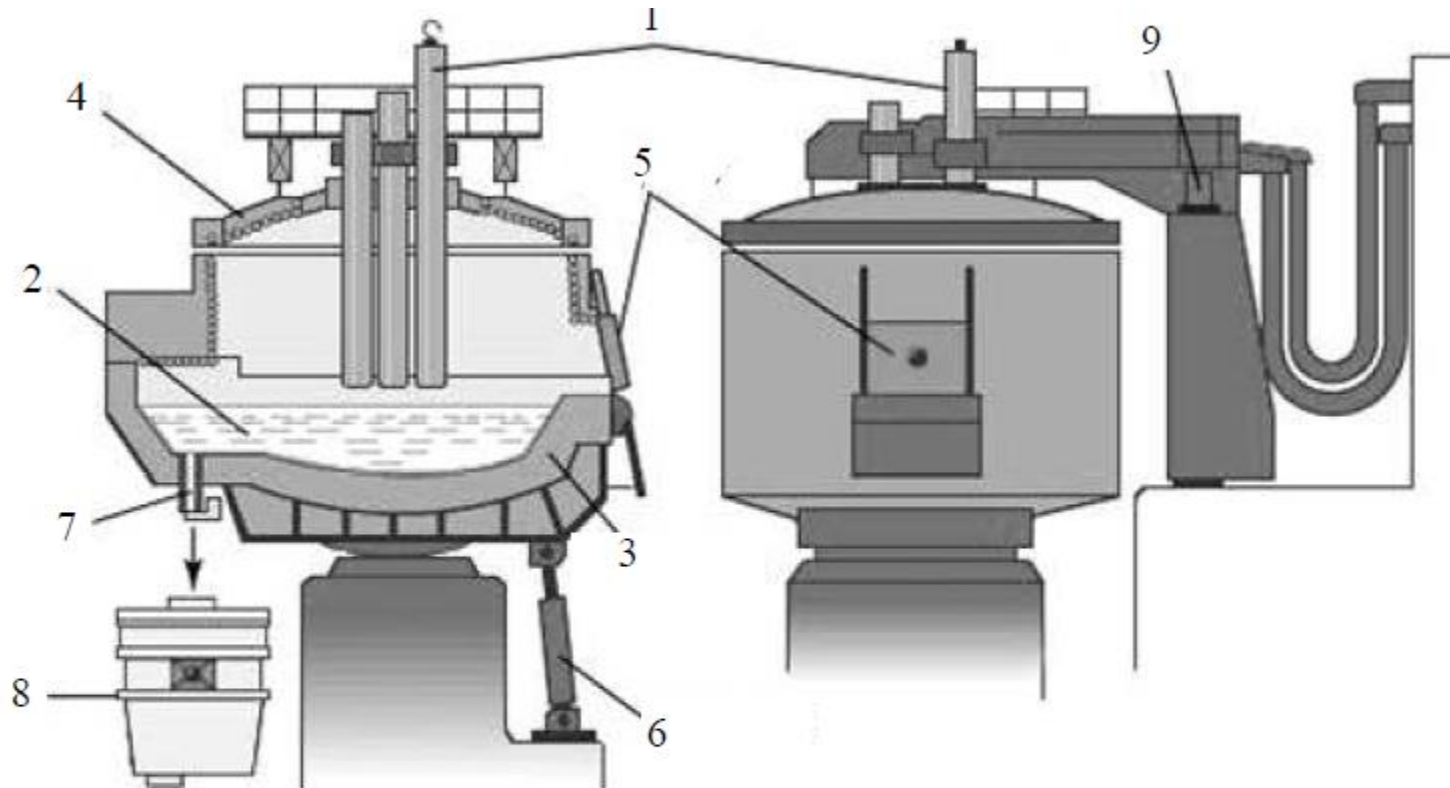
Plieno lydymas rūgštinėje Marteno krosnyje



1.4 pav. Marteno krosnies darbo schema: 1 – liepsnos fakelas; 2 – latakas plienui išpilti; 3 – užpakalinė sienelė; 4 – skliautas

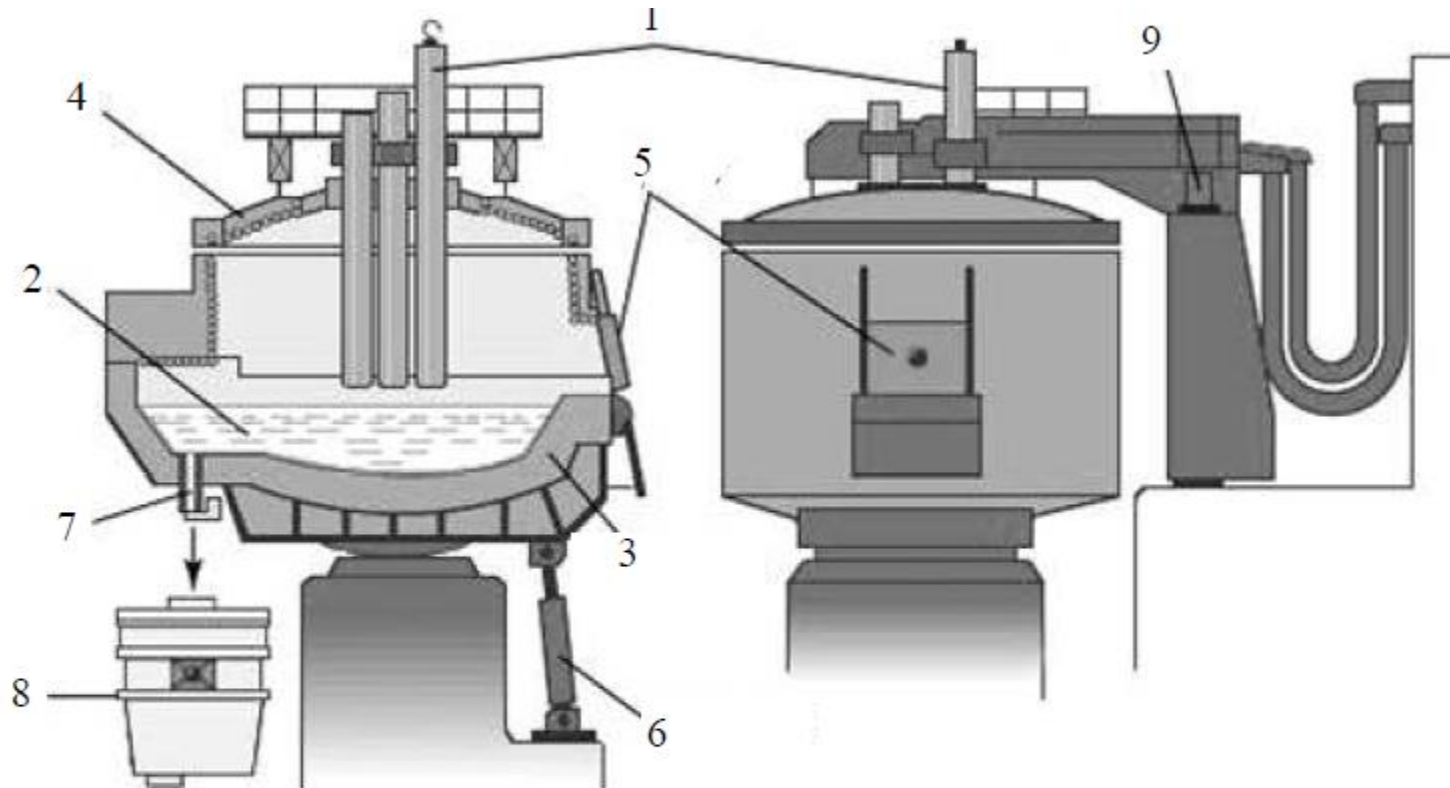
Plienų gavyba elektrinėse
lydkrosnėse

Lankinė lydkrosnė



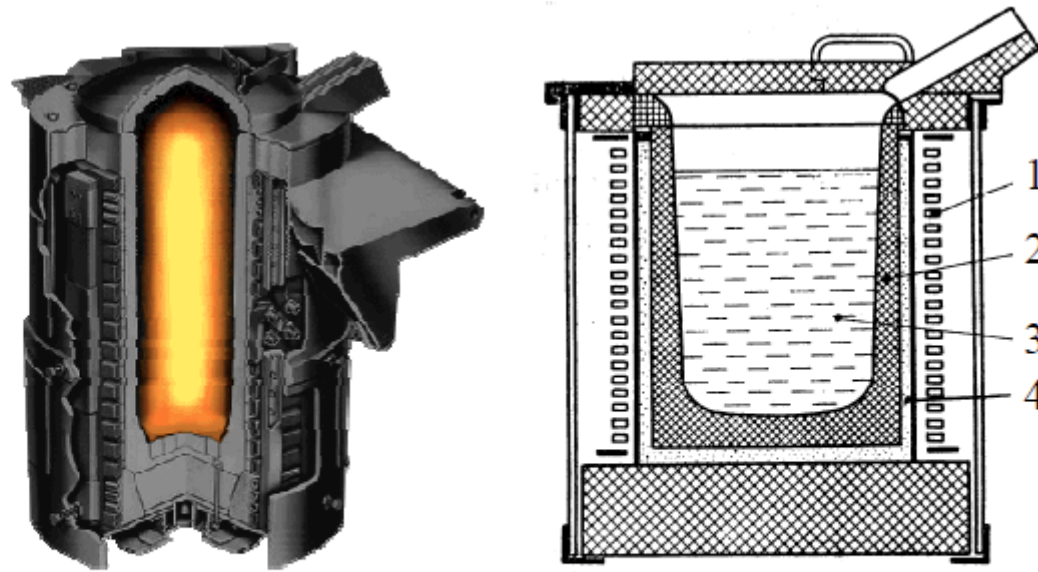
1.5 pav. Lankinė lydkrosnė: 1 – elektrodai (grafitiniai, angliniai); 2 – plieno lydalas; 3 – ugniai atspari medžiaga; 4 – skliautas; 5 – darbinė anga lydymo eigai valdyti; 6 – hidraulinis pavertimo mechanizmas; 7 – išleidimo latakas; 9 – kaušas; 10 – elektrodų stovas

Lankinė lydkrosnė



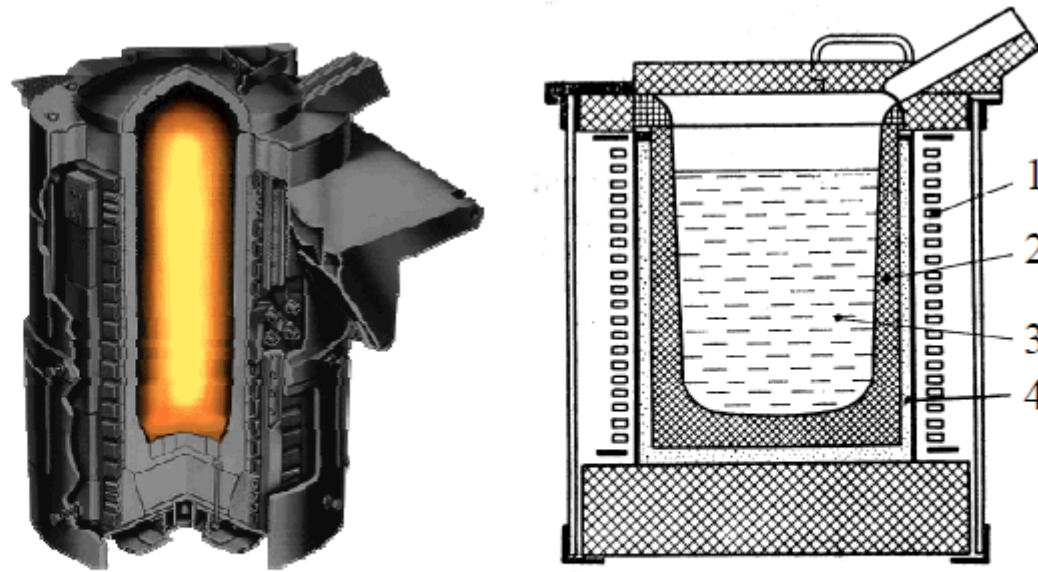
1.5 pav. Lankinė lydkrosnė: 1 – elektrodai (grafitiniai, angliniai); 2 – plieno lydalas; 3 – ugniai atspari medžiaga; 4 – skliautas; 5 – darbinė anga lydymo eigai valdyti; 6 – hidraulinis pavertimo mechanizmas; 7 – išleidimo latakas; 9 – kaušas; 10 – elektrodų stovas

Tiglinė indukcinė lydkrosnė



1.6 pav. Tiglinė indukcinė plieno lydymo krosnis:
1 – induktorius; 2 – tigris; 3 – įkrova; 4 – izoliacinė medžiaga

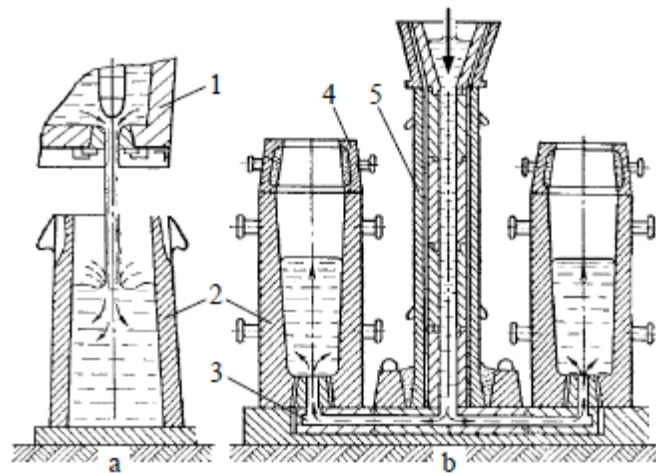
Tiglinė indukcinė lydkrosnė



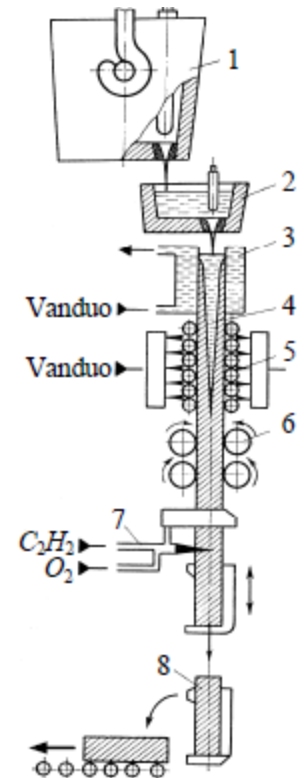
1.6 pav. Tiglinė indukcinė plieno lydymo krosnis:
1 – induktorius; 2 – tigris; 3 – įkrova; 4 – izoliacinė medžiaga

Plieno išpilstymas ir plieninio luito sandara

- Lydymo krosnyse išlydytas plienas išpilamas į kaušus, iš kurių išpilstomas
- 1) į luitadėžes;
- 2) nenutrūkstamo liejimo įrenginiuose.



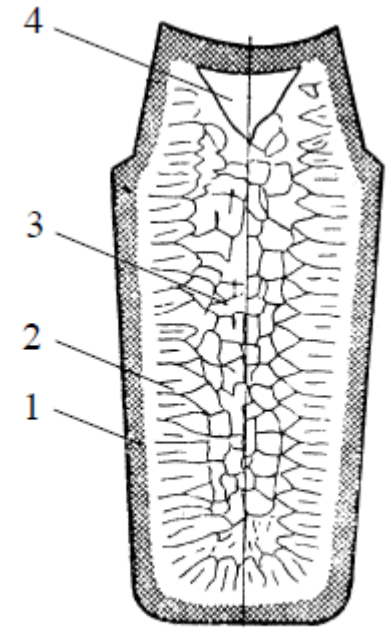
1.7 pav. Plieno išpilstymas į luitadėžes: a – iš viršaus; b – sifoniniu būdu; 1 – kaušas; 2 – luitadėžė; 3 – liečio kanalas; 4 – gaubtas; 5 – centrinis lietis;



1.8 pav. Nenutrūkstamo liejimo įrenginys

Plieno luito sandara

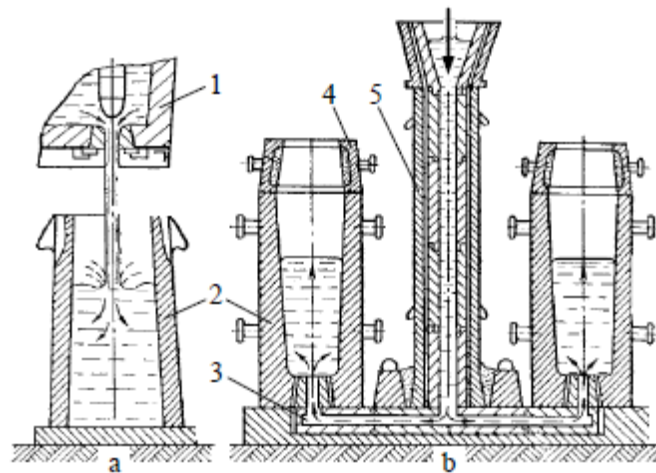
- Susiliedamas su luitadėžės sienelėmis plienas aušta, pradeda kietėti, todėl prie sienelių atsiranda smulkūs kristalai
- 1. Už šio sluoksnio yra orientuoti į luito centrą išsišakoję kristalai
- 2 (dendritai), o luito centre – stambūs, neturintys aiškios orientacijos kristalai
- 3. Vėliausio stingimo vietoje susidaro subėgimo tuštuma
- 4. Priklausomai nuo išoksidinimo laipsnio (išoksidinama lydkrosnėje, kaušė, luitadėžėje ir mišriai) subėgimo tuštuma gali išsiskirstyti pūslelių ertmėse įvairiose luito dalyse.



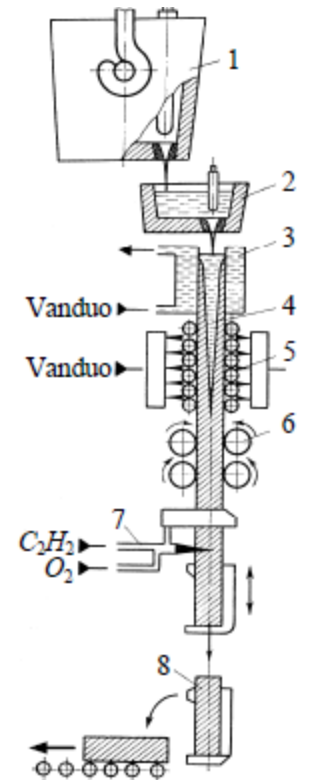
1.9 pav. Plieno luito struktūra

Plieno išpilstymas ir plieninio luito sandara

- Lydymo krosnyse išlydytas plienas išpilamas į kaušus, iš kurių išpilstomas
- 1) į luitadėžes;
- 2) nenutrūkstamo liejimo įrenginiuose.



1.7 pav. Plieno išpilstymas į luitadėžes: a – iš viršaus; b – sifoniniu būdu; 1 – kaušas; 2 – luitadėžė; 3 – liečio kanalas; 4 – gaubtas; 5 – centrinis lietis;



1.8 pav. Nenutrūkstamo liejimo įrenginys

Plieno kokybės gerinimas

Spalvotųjų metalų gavyba

- Spalvotieji metalai skirstomi į grupes:
 - Sunkieji metalai – švinas (*Pb*), varis (*Cu*), nikelis (*Ni*), alavas (*Sn*), cinkas (*Zn*).
 - Lengvieji metalai – litis (*Li*), magnis (*Mg*), berilis (*Be*), aluminis (*Al*), titanas (*Ti*).
 - Taurieji metalai – rodis (*Rh*), platina (*Pt*), paladis (*Pd*), auksas (*Au*), sidabras (*Ag*).
 - Sunkiai lydūs – volframas (*W*), tantalas (*Ta*), molibdenas (*Mo*), niobis (*Nb*), iridis (*Ir*).
 - Lengvai lydūs – galis (*Ga*), indis (*In*), litis (*Li*), alavas (*Sn*).
 - Radioaktyvieji – uranas (*U*), radis (*Ra*), toris (*Th*), aktinis (*Ac*), protaktinis (*Pa*).
 - Labai reti – galis (*Ga*), indis (*In*), germanis (*Ge*), hafnis (*Hf*), lantanas (*La*), talis (*Tl*), ceris (*Ce*), renis (*Re*).

Vario gavyba

- Vario rūdos (jose yra iki 6 % Cu) skirstomos į:
 - Sulfidines, kuriose Cu yra junginiuose su siera: $CuFeS_2$, Cu_2S , CuS .
 - Oksidines, turinčias oksidų Cu_2O , CuO ar hidrokarbonatų $CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$.



Vario gavyba pirometalurginiu būdu:

1. Rūdų paruošimas lydyti (sodrinimas, apdeginimas).
2. Rūdų lydymas į šteinę liepsninėje arba elektrinėse krosnyse 1250–1300 °C temperatūroje.
3. Susidaro šteinas (*Cu* ir *Fe* sulfidų lydinys, kuriame yra 20–55 % *Cu*) ir šlakas.
4. Skysto šteino prapūtimas oru konverteriuose – oksiduojasi *Cu* ir *Fe* sulfidai, kurie virsta šlaku, *S* – *SO*₂ dujomis.
5. Gaunamas juodasis varis – 98,5–99,5 % *Cu* ir iki 1,5 % įvairių priemaišų (*Fe*, *S*, *Ni*, *Sn*, *Ag*, *Au* ir kt.).
6. Juodojo vario rafinavimas perlydant (oksiduojamos priemaišos ir pašalinamos su dujomis ir šlaku). Gaunamas techninis varis, kuriame yra 99,5–99,7 % *Cu*.

Aluminio gavyba

Magnio gavyba

Titano gavyba