

INFORMATIVNI PRIMJERI OPISA PROIZVODNIH PROCESA – KOGENERACIJA, MINERALOŠKI PROCESI, METALURŠKI PROCESI I ELEKTROLITSKI PROCESI

1. ZAJEDNIČKA PROIZVODNJA TOPLINSKE I ELEKTRIČNE ENERGIJE U JEDINSTVENOM PROCESU (KOGENERACIJA)

1.1. Općenito

Kogeneracija (engleski: CHP – *Combined Heat and Power*) je proces kombinirane proizvodnje dva korisna oblika energije iz jednog energetskeg izvora. U većini kogeneracijskih sustava kemijska energija se pretvara u mehaničku i toplinsku energiju. Mehanička energija koristi se za proizvodnju električne energije, a toplinska energija koristi se za proizvodnju pare, zagrijavanje vode ili zraka.

Osnovna prednost kogeneracije je veća iskoristivost energenta u odnosu na standardne elektrane koje služe samo za proizvodnju električne energije te industrijske sustave koji služe samo za proizvodnju pare ili vruće vode za tehničke procese.

Glavni razlog gradnje kogeneracijskih postrojenja je mogućnost proizvodnje jeftinije električne energije u odnosu na cijenu električne energije u električnoj mreži, čime kogeneracijska postrojenja postižu bolje ekonomske efekte. Pored toga, industrijskim postrojenjima kogeneracijski sustavi pružaju autonomiju i sigurnost u opskrbi u slučaju ispada distribucijske elektroenergetske mreže. Za neke industrijske procese ekonomski gubici u slučaju zaustavljanja proizvodnog procesa zbog nestanka električne energije su iznimno veliki. Kao gorivo u kogeneraciji može se koristiti prirodni plin, biomasa, drvena građa ili vodik (u slučaju tzv. gorivih ćelija) kao i prirodni plin, ugljen, koks, mazut (teško loživo ulje), plinska ulja, električna energija i druga goriva, a izbor tehnologije za kogeneraciju ovisi o raspoloživosti i cijeni goriva.

1.2. Pravno uređenje kogeneracije

Pojam kogeneracijskog postrojenja uređen je u članku 4. stavku 2. točki 5. Zakona o obnovljivim izvorima energije i visokoučinkovitoj kogeneraciji (Narodne novine, broj 100/15) kao proizvodno postrojenje u kojem se istodobno proizvodi električna i toplinska energije u jedinstvenom procesu, pri čemu se kogeneracijska postrojenja koja obnavljive izvore energije koriste kao primarni izvor energije smatraju proizvodnim postrojenjima koja koriste obnovljive izvore energije.

Visokoučinkovita kogeneracija određena je kao kogeneracijsko postrojenje koje osigurava uštedu primarne energije od najmanje 10% u usporedbi s referentnom odvojenom proizvodnjom električne i toplinske energije, odnosno koje osigurava bilo kakvu uštedu primarne energije u slučaju kogeneracijskog postrojenja čija instalirana električna priključna snaga ne premašuje 1 MW te zadovoljava uvjete učinkovitosti i/ili korištenja topline prema pravilniku iz članka 25. ovoga Zakona.(članak 4. stavak 2. točka 23. ovoga Zakona).

Kogeneracija je propisana u Pravilniku o korištenju obnovljivih izvora energije i kogeneracije („Narodne novine“, br. 88/12, 120/12 i 100/15; u daljnjem tekstu: Pravilnik KOG).

U članku 3. stavku 2. točki 2. Pravilnika KOG je kogeneracijsko postrojenje određeno kao „postrojenje u kojemu se odvija kogeneracija, odnosno istodobna proizvodnja električne i toplinske energije“ te je propisano da kogeneracijsko postrojenje može obuhvatiti i dijelove

postrojenja u kojima se ne odvija kogeneracija (npr. vršne kotlove ili sustave za dopunsko izgaranje) ukoliko čine jedinstvenu cjelinu s kogeneracijskim postrojenjem,

U točki 5. istoga stavka definirana je visokoučinkovita kogeneracija kao „kogeneracija koja ostvaruje propisanu uštedu primarne energije prema uvjetima iz Pravilnika o stjecanju statusa povlaštenog proizvođača električne energije“.

U članku 5. Pravilnika KOG kogeneracijska su postrojenja podijeljena u sljedeće skupine:

Kogeneracijska postrojenja dijele se na sljedeće grupe:

Grupa 3. Kogeneracijska postrojenja instalirane električne snage do uključivo 1 MW, priključena na distribucijsku mrežu:

Tip postrojenja

a. kogeneracijska postrojenja instalirane električne snage do uključivo 30 kW

b. kogeneracijska postrojenja instalirane električne snage veće od 30 kW do uključivo 1 MW

Grupa 4. Kogeneracijska postrojenja instalirane električne snage veće od 1 MW, priključena na prijenosnu ili distribucijsku mrežu:

Tip postrojenja

a. kogeneracijska postrojenja instalirane električne snage veće od 1 MW do uključivo 35 MW

b. kogeneracijska postrojenja instalirane električne snage veće od 35 MW, te sva kogeneracijska postrojenja priključena na prijenosnu mrežu.

Grupa 5. Individualna kogeneracijska postrojenja koja nisu priključena na prijenosnu ili distribucijsku mrežu.

Za izgradnju kogeneracijskog postrojenja potrebno je ishoditi energetska odobrenje (članak 9. stavak 1. Pravilnika KOG). Postupak izdavanja energetska odobrenja prethodi postupku izdavanja akta na temelju kojeg se može pristupiti građenju kogeneracijskog postrojenja (članak 9. stavak 3. Pravilnika KOG).

Pravilnikom KOG je osnovan registar projekata i postrojenja za korištenje obnovljivih izvora energije i kogeneracije te povlaštenih proizvođača (Registar OIEKPP), kojeg vodi nadležno ministarstvo. Pregled podataka iz Registra OIEKPP dostupan je putem interneta (članak 18. stavak 4. Pravilnika KOG).

Upis u Registar OIEKPP je konstitutivan jer se tim upisom stječe status nositelja projekta (članak 19. Pravilnika KOG).

Podatke u Registar OIEKPP ovlašteni su upisivati nadležno ministarstvo, Agencija, operator tržišta, operator prijenosnog sustava i operator distribucijskog sustava (članak 20. stavak 1. Pravilnika KOG).

1.3. Prednost i učinkovitost kogeneracije

Osnovna prednost kogeneracije je povećana učinkovitost energenta u odnosu na konvencionalne elektrane koje služe samo za proizvodnju električne energije te industrijske sustave koji služe samo za proizvodnju pare ili vruće vode za tehničke procese.

Kod odvojenog postupka gdje se toplina proizvodi u kotlu sa stupnjem iskoristivosti $\eta = 90\%$ koristi se 53% topline u odnosu na 59% kemijske energije goriva, dok su toplinski gubici zračenja 6%. Električna energija proizvodi se u klasičnoj elektrani sa stupnjem iskoristivosti 36% i dobiva se 34% električne energije, u odnosu na 100% kemijske energije goriva, gubitak u razvodu električne energije je 2%. Od 159% kemijske energije goriva, kod odvojenog se procesa koristi 53% za toplinu, 34% za električnu energiju, a ukupni je gubitak 66%. Kod kogeneracijskih postrojenja od 100% kemijske energije goriva za toplinu se koristi 53%, za električnu energiju 34%, a ukupni je gubitak oko 13%. Dakle, stupanj iskoristivosti goriva kod kogeneracije je 87%, a gubitak 13%, dok za spojeni proces, ako se želi ostvariti isti učinak, treba uz gubitak od 72% utrošiti čak 59% (ukupni indeks, dakle, 159%) više goriva. Toplina koje se dobiva hlađenjem motora, ulja za podmazivanje, plinske smjese i ispušnih plinova, koristi se za grijanje objekata ili za tehnološke potrebe. Isplativost rada kogeneracijskog postrojenja prema dosadašnjim iskustvima iznosi 4.000 sati godišnje ili više.

Kogeneracije imaju značajnu ulogu kao distribuirani izvor energije zbog sljedećih pozitivnih učinaka: manji gubici u mreži, smanjenje zagušenja u prijenosu, povećanje kvalitete napona i povećanje pouzdanosti opskrbe električnom energijom. Uz sve navedeno, smanjen je i štetan učinak na okoliš. Komercijalno dostupne kogeneracijske tehnologije su parne i plinske turbine, mikroturbine, motori s unutrašnjim sagorijevanjem, Stirlingov stroj i gorive ćelije, u širokom rasponu snage od 1 kW za Stirlingov stroj do 250 MW za plinske turbine.

Dana 11. veljače 2004.godine donesen je važan dokument europskog energetskog zakonodavstva - **Direktiva 2004/8/EC Europskog parlamenta i Vijeća o promicanju kogeneracije na temelju potrošnje korisne energije na unutarnjem tržištu energije**. Svrha ove Direktive je:

- promocija visokoučinkovite kogeneracije temeljene na učinkovitoj toplinskoj potrošnji (ušteda primarne energije najmanje 10% u odnosu na odvojenu proizvodnju toplinske i električne energije),
- smanjenje gubitaka u mreži,
- smanjenje emisije stakleničkih plinova.

1.4. Izgradnja kogeneracijskog postrojenja

Prilikom izgradnje kogeneracijskog postrojenja, ključni kriterij pri dimenzioniranju trebaju biti toplinski zahtjevi procesa za koji se koristi toplina. Predimenzionirani sustavi načelno su skuplji te imaju lošiju iskoristivost. Kao gorivo se uglavnom koristi prirodni plin zbog niskih emisija te široke dostupnosti. Da bi se omogućila proizvodnja električne energije, potrebno je proizvoditi toplinsku energiju na višoj temperaturi i tlaku nego što to zahtijevaju tehnički procesi za koje se ona koristi. Proizvodnja i potrošnja topline i električne energije događaju se istodobno. Kao kriterij iskoristivosti potreba istovremene proizvodnje topline i električne energije treba iznositi barem 4500 sati na godinu. U slučaju visokih cijena električne energije moguć je isplativ rad i sa samo 2200 sati na godinu, no najveću ekonomičnost kogeneracijski sustavi pokazuju u slučaju stalnog rada cijele godine (8760 sati na godinu). Ekonomska isplativost kogeneracijskog postrojenja usko je vezana uz bazu

cijenu te troškove održavanja. Što su oni veći, to je manja vjerojatnost da će postrojenje biti isplativo.

1.5. Elementi kogeneracijskog postrojenja

Kogeneracijsko postrojenje sastoji se od tri osnovna dijela: glavni pokretač, električni generator i komponente za prikupljanje otpadne topline.

Glavni pokretač u kogeneracijskom sustavu je parna ili plinska turbina. Njegova je funkcija pretvaranje energije dobivene izgaranjem goriva u mehaničku energiju. Ona se potom uglavnom koristi za pokretanje *generatora*, ali se može koristiti i za pokretanje ostalih rotirajućih strojeva.

Drugi pokretač mogu biti *gorive ćelije*. Iako nisu u mogućnosti predavati energiju na osovinu, njihova prednost je u tome što mogu proizvoditi električnu energiju u procesu bez izgaranja za razliku od klasičnih goriva.

Sustav za prikupljanje otpadne topline prikuplja neiskorištenu toplinu iz glavnih pokretača da bi se mogla korisno iskoristiti. *Jednostavni, tzv. "negorivi" sustavi* funkcioniraju kao izmjenjivači topline između dva sustava. Oni nemaju sposobnost samostalne proizvodnje toplinske energije. Složeniji sustavi mogu sagorijevati gorivo te tako proizvedenom toplinom koju dodaju prikupljenoj povećavaju iskoristivost procesa.

1.6. Vrste kogeneracijskih postrojenja

Postoji više vrsta kogeneracijskih sustava prema kriteriju načina korištenja topline. Uglavnom se koriste primarno za proizvodnju električne energije, a potom se nakon prolaska kroz turbinu toplina odvodi u tehnološki proces. Moguć je i obrnut postupak, gdje se nakon industrijskog procesa toplina koristi za grijanje pare koju se odvodi u turbinu. Takvi su sustavi pogodni samo za industrije u kojima je dostupna otpadna toplina visoke temperature. Stoga su sustavi prve vrste puno rasprostranjeniji.

Pri izgradnji postrojenja važno je odrediti koji će se ciklus izvoditi. Sljedeći korak je izbor glavnog pokretača, prema nekim od slijedećih kriterija: snaga postrojenja, primarni i sekundarni izvori goriva, kvaliteta zraka i zahtjevi na emisiju plinova, ograničenja prostora, razina buke, otočni rad ili spajanje na mrežu. Vrlo je važno uravnotežiti proizvodnju električne energije sa zahtjevima koji se tiču topline, jer će povećana potražnja za jednim uzrokovati povećanu proizvodnju oba proizvoda, te može doći do npr. bacanja viška topline koja se ne može iskoristiti u tehnološkom procesu.

Raspoloživost goriva jedan je od ključnih kriterija za izbor turbine. Ukoliko su dostupna samo kruta goriva, moguć je samo vršni ciklus, no u slučaju korištenja tekućih goriva mogući su vršni i kombinirani ciklusi. U prosječnoj termoelektrani na ugljen iskoristivost postrojenja se kreće od 35 do 40%. Dakle, više od polovice energije nepovratno trošimo, što kroz hlađenje i kondenzaciju, što kroz gubitke u samom sustavu. Energija koja se gubi u kondenzatoru predstavlja najveći dio ukupne izgubljene energije.

Prednosti kogeneracijskih sustava pred klasičnim sustavima s odvojenom opskrbom raznih oblika energije proizlaze prije svega iz visoke efikasnosti kogeneracijskih sustava. Pritom treba istaknuti da je ovakav stupanj iskoristivosti kogeneracijskog postrojenja svojstven režimu rada pri kojem se utroši sva toplinska energija proizvedena u sustavu. Direktna posljedica visoke efikasnosti kogeneracijskih postrojenja niske su vrijednosti emisija CO₂ u atmosferu pri njihovom radu. Konvencionalne elektrane emitiraju toplinu kao

postprodukt pri generiranju električne energije u okoliš kroz tornjeve za hlađenje, kao ispušne plinove ili nekim drugim sredstvima. Kogeneracija troši toplinsku energiju ili za industrijske potrebe ili za kućanstva; osobito u Skandinaviji i istočnoj Europi energija se kroz toplovođe vodi do lokalnih kućanstava.

Toplinska energija dobivena kogeneracijskom tehnikom također može biti korištena i u apsorpcijskim hladnjacima.

Kogeneracija je termodinamički najpovoljnija u iskorištavanju goriva. U odvojenoj proizvodnji električne energije toplina koja se javlja kao nusprodukt mora biti izdvojena kao toplinski otpad. Termoelektre (uključujući i nuklearne) i općenito toplinski strojevi ne pretvaraju svu raspoloživu energiju u koristan oblik. Kogeneracija je efikasnija ako je mjesto potrošnje bliže mjestu proizvodnje, dok joj korisnost opada s udaljenošću potrošača. Udaljenost znači da su potrebne dobro izolirane cijevi, što zahtijeva znatne troškove, dok se struja može transportirati na daleko veću udaljenost za iste gubitke. Kogeneracijske elektrane se mogu naći u područjima s centralnim grijanjem ili u velikim gradovima, bolnicama, rafinerijama i sl. Kogeneracijske elektrane mogu biti projektirane da rade s obzirom na potražnju za toplinskom energijom (engl. *heat driven operation*) ili primarno kao elektrane čiji se toplinski otpad iskorištava.

Tipične kogeneracijske elektrane su:

- postrojenje protutlačne turbine,
- postrojenje kondenzacijske turbine s reguliranim oduzimanjem pare,
- postrojenje plinske turbine s korištenjem otpadne topline dimnih plinova,
- gorive ćelije s rastaljenim karbonatima.

Manje kogeneracijske jedinice obično koriste Stirlingov motor, a postoje i bojleri koji služe samo za grijanje tople vode za centralno grijanje.

1.6.1. Postrojenje protutlačne turbine

Najjednostavniji i najčešći oblik, postrojenje protutlačne turbine je bazični proces gdje imamo paru proizvedenu u generatoru pare, ekspanziranu u turbini i potom dovedenu do razvodnika koji odvodi toplinu dalje u vrelovodni sustav. Turbina je protutlačna i vrši se ekspanzija do protutlaka s temperaturom zasićenja. Ovaj tip postrojenja prisutan je najčešće u industriji kod proizvodnje topline i električne energije. Ova postrojenja su jeftinija, a samim time i jednostavnija za održavanje i upravljanje. Potreba i potrošnja toplinske i električne energije varira tako da, u slučaju ako postoji prevelika količina pare, višak se uvijek može izbaciti u atmosferu. Potreba za toplinskom energijom u pogonu određivat će režim rada postrojenja. Količina proizvedene električne i toplinske energije ne može se bilancirati, što je najveći problem.

1.6.2. Postrojenje kondenzacijske turbine s reguliranim oduzimanjem pare

Za ovakav sustav potrebno je imati na raspolaganju turbinu s dva stupnja: visokotlačni i niskotlačni. Nakon ekspanzije u visokotlačnom dijelu turbine vrši se ekspanzija nakon koje dolazi do oduzimanja pare. Sve se to odvija na konstantnom tlaku.

Ovaj pogon je povoljniji jer imamo dva stupnja rada:

- čisti kondenzatorski,
- čisti protutlačni.

Čisti kondenzatorski pogon znači da ne postoji potreba za toplinom pa se proizvodi električna energija. U suprotnom primjeru, kod čistog protutlačnog pogona potreba za toplinskom energijom je toliko velika da uopće nema proizvodnje u niskotlačnom dijelu turbine. Realno, protutlačni (čisti) režim se ne može voditi. Niskotlačni dio turbine ne može ostati bez pare (hlađenje).

1.6.3. Postrojenje plinske turbine s korištenjem otpadne topline dimnih plinova

Princip rada postrojenja s plinskom turbinom s korištenjem otpadne topline je sljedeći: na ispuh plinske turbine dodaje se kotao koji služi za proizvodnju pare koja pak služi ili u industrijske svrhe ili za grijanje. Temperature na izlazu iz plinske turbine su izuzetno visoke (do 600°C) tako da mogu poslužiti u daljnjoj proizvodnji pare. Tu vidimo povezanost kombiniranog i kogeneracijskog procesa – proizvodnja pare za grijanje, ali i ponovnu proizvodnju električne energije. Dodatna proizvodnja i električne energije još dodatno povećava iskoristivost procesa.

1.6.4. Gorive ćelije s rastaljenim karbonatima

Sastav elektrolita ovih gorivih ćelija ovisi o izvedbi istih. Elektrolit je najčešće mješavina kemijskih spojeva Li_2CO_3 i K_2CO_3 . Radna temperatura je oko 650°C. Iskoristivost je, kod sustava koji iskorištavaju otpadnu toplinu, prešla 50%. Potrebna je visoka radna temperatura da bi se postigla zadovoljavajuća vodljivost elektrolita i iskoristivost naglo pada smanjenjem temperature.

Prednosti gorivih ćelija s rastaljenim karbonatima:

- mogućnost proizvodnje pare za izdvajanje vodika iz benzina ili metanola,
- mogućnost kogeneracije,
- visoka radna temperatura omogućuje direktnu upotrebu metanola kao goriva,
- nisu potrebni plemeniti metali kao katalizator.

Nedostaci gorivih ćelija s rastaljenim karbonatima:

- zbog visokih temperatura potrebni su skupi materijali,
- potrebno je izolirati ćeliju.

2. MINERALOŠKI PROCESI U KOJIMA SE KORISTE ENERGENTI I ELEKTRIČNA ENERGIJA OSLOBOĐENA OD PLAĆANJA TROŠARINE

2.1. OPĆENITO

U članku 5. Zakona o rudarstvu („Narodne novine”, br. 56/13 i 14/14) određeno je što se smatra mineralnim sirovinama. To su:

1. energetske mineralne sirovine:

1.1. **ugljikovodici** (nafta, prirodni plin, plinski kondenzat i zemni vosak),

1.2. **fosilne gorive tvari**: ugljen (treset, lignit, smeđi ugljen, kameni ugljen), asfalt i uljni škrljavci; radioaktivne rude; geotermalne vode iz kojih se može koristiti akumulirana

toplina u energetske svrhe, osim geotermalnih voda koje se koriste u ljekovite, balneološke ili rekreativne svrhe i druge namjene, na koje se primjenjuju propisi o vodama,

2. **mineralne sirovine za industrijsku preradbu:** grafit, sumpor, barit, tinjci, gips, kređa, kremen, kremeni pijesak, drago kamenje, bentonitna, porculanska, keramička i vatrostalna glina, feldspati, talk, tuf, mineralne sirovine za proizvodnju cementa, karbonatne mineralne sirovine (vapnenci i dolomiti) za industrijsku preradbu, silikatne mineralne sirovine za industrijsku preradbu, sve vrste soli (morska sol) i solnih voda, mineralne vode iz kojih se mogu pridobivati mineralne sirovine, osim mineralnih voda koje se koriste u ljekovite, balneološke i rekreativne svrhe ili kao voda za ljudsku potrošnju i druge namjene, na koje se primjenjuju propisi o vodama, brom, jod, peloidi,
3. **mineralne sirovine za proizvodnju građevnog materijala:** tehničko-građevni kamen (amfibolit, andezit, bazalt, dijabaz, granit, dolomit, vapnenac), građevni pijesak i šljunak iz neobnovljivih ležišta, građevni pijesak i šljunak iz morskog dna, ciglarska glina,
4. **arhitektonsko-građevni kamen,**
5. **mineralne sirovine kovina.**

2.2. KERAMIKA

2.2.1. Primjeri primjene keramika

Keramike se široko koriste u tehnici, na primjer, za izradu građevinarskih opeka, crjepova i betonskih blokova, sanitarne opreme kućanstava, alata za rezanje metala, vatrostalnih obloga ložišta, vjetrobrana i stakala vozila, svjećica motora, dielektrika kondenzatora, senzora, magnetnih memorija. Na jednoj svemirskoj letjelici (*Space Shuttle*) ugrađeno je oko 25000 lakih poroznih keramičkih pločica koje štite aluminijsku oplatu od prekomjernog grijanja pri prolazu letjelice velikom brzinom kroz zemljinu atmosferu.

Primjeri su primjene keramike:

Namjena	Primjena	Primjeri
strojarstvo	alati za rezanje abrazivi maziva	Al_2O_3 , silicij-aluminij-oksidi-nitrid SiC , Al_2O_3 , dijamant, BN, $ZrSiO_4$ grafit MoS_2
građevinarstvo	zgrade kanalizacijske cijevi	keramike na bazi gline, cement, staklo

elektrotehnika	dielektrici kondenzatora mikrovalni dielektrici supra-vodiči izolatori gorivi članci piezoelektrici memorije fero-fluidi vodiči, izolatori induktori, magneti	BaTiO ₃ , SrTiO ₃ , TaO ₅ Ba(Mg _{1/3} Ta _{2/3})O ₃ , Ba(Zn _{1/3} Ta _{2/3})O ₃ , BaTi ₄ O ₉ , Al ₂ O ₃ YBa ₂ Cu ₃ O _{7-x} porculan ZrO ₂ , LaCrO ₃ Pb(Zr _x Ti _{1-x})O ₃ , Pb(Mg _{1/3} Nb _{2/3})O ₃ , LiNbO ₃ □Fe ₂ O ₃ , CrO ₂ Fe ₃ O ₄ nikl-cink-ferit mangan-cink-ferit
optika	stakla laseri rasvjeta	stakla na bazi SiO ₂ Al ₂ O ₃ , itrij-aluminij-granat Al ₂ O ₃ , stakla
automobilska industrija	senzori kisika, gorive ćelije nosioci katalizatora svjećice vjetobranska stakla, prozori	ZrO ₂ kordijerit Al ₂ O ₃ stakla na bazi SiO ₂
kemijska tehnologija	katalize, filtracija zraka i tekućina, boje, gume	Al ₂ O ₃ , ZrO ₂ , ZnO, TiO ₂ i drugi oksidi
kućanstvo	keramičke pločice, sanitarna oprema, posuđe, keramička, umjetnička djela, dragulji	keramike na bazi gline, kremena i feldspata, staklo na bazi SiO ₂ , dijamant, rubin, kubni cirkonij i drugi kristali

2.2.1.1. Opeke i crjepovi

Građevinske opeke najmasovniji su keramički proizvod. Koriste se u građevinarstvu za izradu nosivih i pregradnih zidova, stupova, svodova, popločavanje. Razlikuju se po oblicima, dimenzijama i svojstvima.

Opeke se izrađuju od slabijih vrsta glina. Po potrebi se glini dodaje pijesak za sprječavanje prekomjernog smanjivanja volumena, krivljenja i pucanja komada tijekom njihovog sušenja i pečenja.

Crjepovi se koriste za pokrivanje krovova. Izrađuju se od istih sirovina kao i opeke, s tim da se one bolje pripreme, a pečenje obavlja pri višim temperaturama.

2.2.1.1.1. Proizvodnja opeke od pečene gline

Proizvodnja opeke od pečene gline je mineraloški proces naveden u razredu 23.32 NKD 2007, a kao sirovina se koristi, među ostalim, naftni koks tarifne oznake KN 2713 11 00 te mrki ugljen tarifne oznake KN 2702 10 00 i prirodni plin tarifne oznake KN 2711 za namjene grijanja peći, te električna energija tarifne oznake KN 2716 00.

Proizvodnja opeke obuhvaća sljedeće:

- primarna prerada gline,
- odležavanje gline,
- sekundarna prerada gline,
- sirova proizvodnja/oblikovanje,

- sušenje,
- pretovar,
- pečenje,
- sortiranje i pakiranje.

Skladišta koja se pri tome koriste jesu:

- skladište sirovine,
- skladište gotovih proizvoda,
- skladište piljevine,
- skladište naftnog koksa i ugljena,
- silos naftnog koksa,
- skladište repromaterijala.

Ostale tehnički povezane aktivnosti jesu:

- prihvata, priprema i doziranje naftnog koksa,
- prerada piljevine,
- proizvodnja pare,
- proizvodnja tenisita.

Primarna prerada gline

Sirovina se kamionima dovozi u dodavače. Ugljen će se utovarivačem usipati u sandučasti dodavač na ulazu procesa primarne prerade. Mješavina ugljena i gline transporterima dolazi do drobilica, gdje se vrši usitnjavanje sirovine. Kad se mješavina usitni, transporterima se doprema do grubih mlinova, gdje se vrši grubo mljevenje. Poslije mlinova, mješavini ugljena i sirovine se, po potrebi, dodaje voda, i transportira se u bazen (unutarnje odležavalište).

Predviđeni kapacitet - 700 t/dan.

Odležavanje gline (bazen)

Kad se sirovina dopremi transporterima u bazen, obavlja se punjenje bazena. Bazen se puni na način da se sirovine koje su različitih svojstava ravnomjerno rasporede po cijeloj površini bazena. Zapunjavanje bazena se vrši u nekoliko slojeva. Volumen bazena je oko 4.000 m³ (50 m x 13 m x 6 m). U bazenu se sirovina homogenizira 7-15 dana. Prilikom izuzimanja sirovine, zahvaćaju se svi slojevi sirovine, te se na taj način osigurava da sirovina bude što ujednačenija.

Predviđeni kapacitet: - punjenje - 700 t/dan, pražnjenje - 500 t/dan.

Sekundarna prerada gline

Sirovina koja je odležala u unutarnjem odležavalištu izuzima se bagerom vjedričarom te se dozira u dva dodavača. Svaki dodavač je za jednu liniju. Iz dodavača, sirovina transporterima dolazi do sekundarnih (finih) mlinova. U Liniji 1 se nalazi jedan fini mlin, dok se u Liniji 2 nalaze dva fina mlina u seriji. Poslije finih mlinova, samljevena sirovina odlazi u sirovu proizvodnju, gdje se vrši oblikovanje sirovih proizvoda. Predviđeni radni kapacitet - 470 t/dan.

Sirova proizvodnja/oblikovanje

Sirovina se u vakuum preši istiskuje u beskonačni glineni „trupac“ koji se zatim odsijeca na odgovarajuću duljinu i formiraju se sirove opeke. Sirove opeke se slažu u vagone sušare te se u vagonima transportiraju na sušenje.

Na Liniji 2 u proces sirove proizvodnje dodaje se piljevina i para. Naime samljevena glina doprema se transporterom do homogenizatora, gdje se vrši miješanje gline i piljevine, te eventualno dodavanje vode. Ovako homogenizirana sirovina se transporterima dovozi do vakuum preše (ekstrudera), gdje se vrši istiskivanje gline kroz zadani model (ovisno o željenom proizvodu). U miješalici vakuum agregata se dodaje para kako bi se poboljšalo homogeniziranje i olakšalo istiskivanje sirovine kroz modele. Predviđeni radni kapacitet - 470 t/dan.

Sušenje

Sušenje se vrši u tunelskim sušarama. Svaka sušara ima po 4 tunela, odnosno 8 kolosijeka. Proizvodi koji su ušli u sušaru na vagonima sušare se postupno pomiču vagon po vagon, od ulaza prema izlazu sušare, prolazeći kroz sve faze sušenja proizvoda, od proizvoda sa udjelom vlage oko 20% do suhog proizvoda s vlažnošću ispod 1,5%. Proces sušenja je u potpunosti automatiziran i procesorski upravljani. Rezultat procesa sušenja je suha opeka, spremna za pečenje. Predviđeni radni kapacitet - 470 t/dan.

Pretovar

Na pretovaru se vrši istovar suhe opeke iz vagona sušare te slaganje na šamotne vagone peći. Prilikom slaganja proizvoda na vagone peći, pazi se na način kako se formiraju moduli na vagon, a iz razloga što boljeg i ravnomjernijeg pečenja u peći. Istovremeno se vrši izdvajanje eventualno oštećenih opeka. Nakon što je suha opeka složena na vagone peći, odlazi na pečenje. Predviđeni radni kapacitet - 470 t/dan.

Pečenje

U procesu pečenja suha opeka se peče te se po izlasku vagona peći iz peći dobivaju gotovi proizvodi. Prije ulaska vagona peći u peć, oni se zadržavaju određeno vrijeme u predgrijaču kako bi se roba zagrijala te kako bi eventualno zaostala vlaga iz procesa sušenja mogla ispariti. Ovako predgrijana roba ulazi u peć gdje se odvija proces pečenja opeke. Pojedina vrsta proizvoda se peče po svom režimu pečenja. Kao gorivo za plamenike koristi se prirodni plin i zamjenom dijela plamenika koristiti će se i naftni koks.

Sortiranje i pakiranje

Kad je roba pečena i ohlađena, vagoni peći se dopremaju do pretovara, gdje se vrši istovar. Prilikom istovara i formiranja paleta vrši se sortiranje/klasiranje proizvoda i odbacivanje škarta (koji se koristi za proizvodnju tenisita). Natovarena paleta se umata u termoskupljajuću foliju i viličarima se odvozi na skladišni prostor. Predviđeni radni kapacitet - 470 t/dan.

2.2.1.2. Cement

Najviše se koristi portland cement (*otok Portland, Engleska*) za čiju se industrijsku proizvodnju koriste smjese oksida. Tipičan je sastav smjese:

Komponenta	Formula	w _i , %
kalcij oksid	CaO	68
silicij dioksid	SiO ₂	22
aluminij trioksid	Al ₂ O ₃	5
željezo (III) oksid	Fe ₂	3
drugi oksidi	(MgO, K ₂ O, Na ₂ O, SO ₃)	2

Kontroliranom kemijskom reakcijom formira se smjesa s četiri značajne komponente:

Komponenta	Formula	Svojstva
tri kalcij silikat	$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	brzo stvrdnjava (<i>uz ntenzivno oslobađanje topline</i>) – rana čvrstoća
di kalcij silikat	$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	sporo stvrdnjava (<i>uz oslobađanje topline</i>) – spor porast čvrstoće
tri kalcij aluminat	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	brzo stvrdnjavanje – manja konačna čvrstoća, osjetljiv na SO_4^{-2}
tetra kalcij aluminoferit	$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$	sporo stvrdnjava, uzročnik sive boje cementa

Ovisno o namjeni, koriste se različite vrste portland cementa čiji su sastavi (*sadržaji komponenti*) određeni u normama (*npr. HRN EN 197*). Tipični su sastavi (*značajne komponente*):

Vrsta portland cementa	w_i , %			
	$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$
42.5	55	20	10	8
52.5	55	20	10	8
bijeli	65	20	5	2
otporan na djelovanje SO_4^{-2}	60	15	2	15

Postupak pridobivanja cementa: usitnjavanje pripremljene smjese, sušenje, pečenje.

Nakon 28 dana portland cement ima čvrstoću:

$$- 42.5 \quad R_{m,t} = 42,5 \text{ N/mm}^2,$$

$$- 52.5 \quad R_{m,t} = 52,5 \text{ N/mm}^2$$

Zbog sporosti odvijanja kemijskih reakcija čvrstoća betona vrlo sporo raste do postizanja konačne vrijednosti.

2.2.1.3. Stakla

Stakla su amorfni (*nekristalični*) materijali koje stvaraju anorganski spojevi. Osobito su važna stakla:

- SiO_2 , **silikatno** – u vrlo čistom stanju se koristi za izradu optičkih vlakana,
- SiO_2 - Na_2O - CaO , **natrij-kalcijevo staklo** – lako se proizvodi i niske je cijene te se najčešće koristi (*boce, čaše, prozori*),
- SiO_2 - B_2O_3 , **bor-silikatno staklo** – koristi se za izradu komada otpornih na termošok,
- SiO_2 - PbO , **olovo-silikatno staklo** – "kristal", velikog indeksa refrakcije, što daje kristalu sjaj.

Osnovna komponenta stakala su silikati (SiO_2), a dodavanjem drugih oksida (Na_2O , CaO , K_2O , Al_2O_3) svojstva se stakala prilagođavaju potrebama.

Proizvodni proces dobivanja ravnog lijevanog stakla

Osnovne sirovine za dobivanje stakla (pijesak, soda i dolomit) se dopremaju i skladište u silose.

Kalijev nitrat se doprema uglavnom u vrećama i koristi se povremeno (cca 1 mjesec tijekom cijele godine).

Kvarcni pijesak se istresa u usipni koš i dizalom podiže na kat na koti +20. Soda i pijesak se mogu dopremiti autocisternama ili željezničkim vagonima.

Automatičar koji upravlja peći za taljenje povremeno dolazi u upravljačku prostoriju mješaonice i prema određenim receptima namješta program rada - ispuštanje određenih sirovina u određenim količinama.

U smjesu se dodaje i određena količina izmrvljenog stakla koje se dobiva mrvljenjem u mlinu krša – otpadnog stakla. Pripremljena smjesa se transportnim trakama doprema do peći za taljenje i dozirnim sustavom ubacuje u nju.

U peći se na temperaturi oko $1800^{\circ}C$ tali smjesa sirovina i prolazi kroz valjke koji ostavljaju određeni otisak. Upravljanje peći je automatizirano iz upravljačkog prostora. Povremeni nadzor cijelog sustava je potreban, uglavnom trajni nadzor je na izlazu lijevanog stakla iz peći (promatrač).

U peći izgara prirodni plin putem plinskih plamenika koji su bočno raspoređeni na peći, regulacija ventila plinske rampe je pneumatska, u slučaju nesreće upravljanje radom peći je ručno. Samo gorenje u peći se poboljšava ubacivanjem zraka u peć putem ventilatora koji koriste za pogon električnu energiju. Isto tako, transport stakla, vrtnja valjaka i transport sirovine se ostvaruju putem elektromotornih pogona. Vanjsko hlađenje peći vrši se putem vodenog i zračnog hlađenja, a oba medija se pogone putem pumpi i ventilatora koji koriste električnu energiju.

Ovisno o valjcima, odnosno uzorku, proizvode se tzv. ornament stakla, i to tri vrste: ornament stakla debljine 3-10 mm, solarno staklo u debljinama 3,2-4 mm (mali strukturni udio željeza što omogućuje bolju transmisiju svjetlosti, koristi se u proizvodnji solarnih kolektora i staklenika, proizvodnji namještaja, hladnjaka i dr.) i profilno staklo „formilit“ debljine od 6 mm, u dužinama 2-6 m (normalni i žičani) za građevinarstvo.

Nakon oblikovanja, iz peći izlazi staklena staza koja ulazi u tunel za odgrijavanje na kojoj se proizvod kontrolirano hladi. Na kraju linije, staklo se reže na određenu dužinu i pakira kao završni proizvod i odlaže u skladište spremno za otpremu ili se odlaže u međuskladište na daljnju obradu. Tunel za odgrijavanje koristi električnu energiju za grijanje i hlađenje stakla.

S obzirom na potrebe tržišta staklo se obrađuje na različite načine.

Rezanje i brušenje je zajedničko za sve proizvode. Staklo na prijenosnim policama ili “kraksnama” se doprema viličarima do stolova za rezanje koji mogu biti automatizirani, što znači da pokretni uređaj uzima staklenu ploču i stavlja ju na stol. Na mjeru izrezane ploče se ponovno stavljaju na “kraksne” i prenose do stolova za brušenje. Brušenje se obavlja u mlazu vode ili s lokalnim uklanjanjem staklene prašine koja se pojavljuje kod brušenja. U obje faze se primarno koristi električna energija.

Kaljenje je proces zagrijavanja stakla i naglog hlađenja pomoću zraka. Na taj način povećava se površinska napetost u staklu, tj. staklo je 4 do 5 puta čvršće nego normalno nekaljeno staklo koje prilikom loma puca u sitne komadiće (tzv. sekurit).

Bočna stakla na automobilima i autobusima moraju imati kaljena stakla. Kaljeno staklo može biti istovremeno i savijeno. To se postiže na način da se zagrijano staklo postavi na kalup te se pod vlastitom težinom ili putem prešanja savija na zadani oblik.

Za zagrijavanje peći koristi se i električna energija. Rad je automatski, ali je ručno podešavanje pojedinih parametara postupka. Za naglo hlađenje koriste se snažni ventilatori koji su pogonjeni elektromotorima.

Uz prostor kaljenja nalazi se prostorija s tlačnim ventilima te kompresorska stanica koja koristi električnu energiju.

Laminiranje je postupak lijepljenja dviju ili više staklenih ploča pomoću PVB folije. PVB (polivinil-butiril) folija se u posebnoj sobi (izuzetno čista atmosfera i kontrolirani mikroklimatski uvjeti) umeće između stakla. Staklene plohe moraju biti čiste i odmaščene te se za tu svrhu koristi izopropilni alkohol. Na takav set (staklo/PVB/staklo) montira se gumeni prsten pomoću kojeg se sustavom vakuuma izvlači zaostali zrak. Set se istovremeno i zagrijava i transportira iz sobe u autoklav. Procesom autoklaviranja koji traje oko 8 sati (temperatura oko 200°C i tlak od 12 bar-a) potiče se polimerizacija folije sa staklom koje se vrlo pouzdano slijepi jedno s drugim. Dosizanje temperature i tlaka postiže se električnim grijačima u autoklavu i kompresorima koji koriste električnu energiju. Na taj način staklo dobiva veću čvrstoću i elastičnost, a, ako dođe do loma, PVB folija drži krhotine stakla na sebi i onemogućuje ozljeđivanje ljudi u blizini.

Prednja vjetrobranska stakla u auto industriji moraju biti laminirana. U građevinarstvu gdje postoji potreba za sigurnosnim staklom koristi se laminiranje. Laminiranjem debljih stakala (10 mm) u više slojeva postiže se neprobojnost stakala. Ovisno o kompoziciji, moguće je proizvesti staklo koje je neprobojno na gotovo sve vrste vatrenih oružja. Upotreba ovakvih stakala je u auto industriji (neprobojna stakla na vozilima), građevinarstvu (neprobojna stakla za banke, mjenjačnice, vojne objekte i sl.). Laminirana stakla mogu biti ravna ili zakrivljena. Zakrivljena stakla prije postupka laminiranja moraju proći proces savijanja.

Savijanje je proces u kojemu ravno *float* staklo stavljamo u posebne peći gdje se nalaze kalupi za savijanje. Zagrijavanjem stakla do točke plastičnosti (cca 450-500°C), ravno staklo položeno na kalup se počinje savijati uz pomoć gravitacije i na kraju poprima oblik kalupa. Kada se savijaju stakla za laminiranje, odjednom na istom kalupu se savijaju dva ili više stakala kako bi bila što manja odstupanja i kako bi se u procesu laminiranja moglo dobiti staklo sa što većim stupnjem prijanjanja.

Postavljene su dvije diskontinuirane i dvije kontinuirane peći za savijanje. Sve su kompjuterski vođene pa je osigurana ponovljivost postupka. Za zagrijavanje i transport stakla unutar peći koristi se električna energija. Maksimalne dimenzije su dostatne za savijanje najvećih vjetrobranskih stakala za kamione, autobuse, brodove, jahte i vlakove (3000x1800 mm).

Sitotisk je proces nanošenja boje na staklo. Odrezano, obrušeno i oprano staklo se doprema do sitotiskarskog stroja koji vrlo precizno putem sita (na kojemu se nalazi negativ potrebnog oblika) nanosi boju na staklo. Nakon toga staklo s bojom se transportira u peć za sušenje gdje se boja učvrsti na staklu. Ovaj postupak se koristi u proizvodnji staklenih vrata na kuhinjskim pećnicama, polica za hladnjake, u proizvodnji stakla za namještaj i, kao što je navedeno, u industriji automobila. Zadnje staklo na automobilima ima ugrađene grijače koji su zapravo tanke linije boje koje sadrži srebro. Kada kroz te linije pustimo električnu energiju radi električnog otpora razvija se toplinska energija koja grije staklo. Neki tipovi automobila imaju crne rubove na staklima koji se isto proizvode putem sitotiska.

3. METALURŠKI PROCESI

3.1. OPĆENITO

Uvjetno, svi procesi koji se koriste u metalurgiji, mogu se podijeliti u tri skupine:

- pirometalurški,
- hidrometalurški, i
- elektrometalurški procesi.

Pirometalurški procesi obuhvaćaju fizičko-kemijske procese koji se odvijaju u uvjetima visokih temperatura, a koji obuhvaćaju procese pripreme, dobijanja i rafinacije

metala, odnosno procese odvajanja komponenata sirovine od korisne komponente i dobivanja metala u elementarnom obliku ili obliku mješavine.

Procesi koji se odvijaju pri pirometalurškom načinu dobivanja metala uvjetno se mogu podijeliti u sljedeće skupine:

- disocijacija;
- redukcija;
- oksidacija;
- topljenje i očvršćavanje;
- rastvaranje i razdvajanje;
- isparavanje, kondenzacija i sublimacija.

Hidrometalurški procesi predstavljaju skup procesa koji se koristi za dobivanje korisne komponente (metala ili mješavine), a gdje se kao sredstvo za izdvajanje koristi vodena otopina kiselina, lužina ili soli. U odnosu na pirometalurške procese ovi procesi imaju određene prednosti koje se sastoje u sljedećem:

- omogućavaju izdvajanje korisne komponente iz siromašnih sirovina koje se teško obogaćuju, uz korištenje jednostavnih aparatura i na niskim temperaturama;
- omogućavaju kompleksnu preradu sirovina;
- smanjuju zagađenost atmosfere, odnosno, u većini slučajeva, osiguravaju bolje uvjete rada.

Osnovni procesi koji se odvijaju pri hidrometalurškoj preradi sirovina su:

- luženje sirovina;
- obogaćvanje i prečišćavanje otopine;
- izdvajanje korisne komponente iz otopine.

Elektrometalurški procesi obuhvaćaju procese (oksidacije i redukcije) na elektrodama i mogu se odvijati, kako u vodenim otopinama pri niskim temperaturama, tako i na povišenim temperaturama u otopini soli.

Teorija bilo kojeg od navedenih procesa, kod kojega se u osnovi javlja heterogeni sustav, obuhvaća izučavanje termodinamičkih karakteristika procesa, odnosno uvjeta pod kojima je moguće odvijanje procesa u željenom pravcu, kao i mehanizma i kinetike procesa, tj. faktora koji određuju brzinu odvijanja promatranog procesa.

3.2. OPIS POJEDINIH METALURŠKIH PROCESA

a) Proizvodnja odljevaka od nodularnog i sivog lijeva

Za proizvodnju nodularnog lijeva u talionici se koriste sljedeće metalne sirovine:

- SSŽ – sivo sirovo nisko mangansko željezo 30-45%,
- Čelik (otpadna pločevina i čelični lim) 20%,
- Vlastiti povratni materijal (uljevni sustavi i škart do 35-50%),
- Ferro – legure (FeSi; FeMn; FeSiMg) 1-1,5%.

Sirovine se ubacuju u srednje frekventnu peć. Peć koristi električnu energiju za taljenje sirovina i održavanje temperature taline. Instalirani kapacitet za taljenje je srednje frekventna peć s dva lonca kapaciteta 5 t/h snage 2750 KW i frekvencije 200 Hz. U jednom

loncu se može taliti max. snagom 2500 kW, dok se u drugom loncu održava temperatura s 150 – 200 kW.

Za proizvodnju 1 tone odljevaka prosječno je potrebno 1,6 t taline radi dijelova uljevnog sustava u kalupu, koji se odvaja od odljevaka.

Prosječna potrošnja električne energije je 2,12 kWh/kg neto odljeva.

b) Proizvodnja proizvoda iz konstrukcijskih i drugih čelika

Iz čeličnih limova se prema dokumentaciji plinskim ili plazma rezanjem režu pozicije. Na izrezanim pozicijama se po potrebi radi savijanje plašteva i prirubnica te spajanje istih postupcima zavarivanja. Po potrebi se radi predobrada mehaničkom obradom odvajanjem čestica. Tako pripremljene pozicije zavaruju se u sklop. Zavareni sklop obrađuje se na strojevima za mehaničku obradu.

U procesu proizvodnje se koristi električna energija za rad rezača i sustava za odsis plinova koji nastaju kod rezanja. Savijanje limova se radi na savijačici. Električna energija se koristi za rad rezačice. Zavarivanje pozicija se radi uređajima za zavarivanje koji za svoj rad koriste električnu energiju.

c) Obrada pozicija postupcima odvajanja čestica na strojevima za mehaničku obradu

Pozicije (armatura i fazona) se obrađuju na strojevima za mehaničku obradu odvajanjem čestica tehnološkim postupcima tokarenja, glodanja i bušenja. Strojevi za svoj rad koriste električnu energiju. Prosječni utrošak električne energije je 0,35 kWh/kg proizvoda (kod proizvodnje armatura i fazona).

d) Površinska zaštita pozicija armatura i fazona protiv teških uvjeta korozije plastificiranjem

Kod površinske zaštite plastificiranjem armatura i fazonskih komada protiv teških uvjeta korozije tehnološki postupak je slijedeći: sve pozicije moraju se očistiti do metalnog sjaja u stroju za turbinsko čišćenje. Stroj za turbinsko čišćenje za svoj rad koristi električnu energiju. Instalirana snaga postrojenja je 120 kW. Nakon turbinskog čišćenja pozicije se zagrijavaju na 180-200°C u protočnim pećima. Peći u svojem radu koriste električnu energiju za pogon ventilatora koji upuhuju vrući zrak te za pogon transportera na kojem su ovješene pozicije. Peći zagrijavaju zrak preko plinskih plamenika, instalirana snaga plinskih plamenika peći je 660 kW.

Prosječna potrošnja plina za tehnološki postupak površinske zaštite plastificiranjem je 0,05m³/kg proizvoda. Prosječni utrošak električne energije tehnološki postupak površinske zaštite plastificiranjem je 0,15kWh/kg proizvoda. Ukupna instalirana snaga postrojenja je 500 kW.

4. ELEKTROLITSKI PROCESI

Metali su dobri vodiči električne struje i nazivaju se još i vodičima prve vrste. Vodene otopine i njihove soli također provode električnu struju i nazivaju se **elektroliti**. Elektroliti su vodiči druge vrste i glavno im je obilježje to što je prolaz električne struje uvijek vezan za prijenos i kemijsku promjenu tvari. Tok električne struje kroz elektrolite predstavlja usmjereno kretanje pozitivno i negativno naelektriziranih čestica koje nazivamo **ionima**. Pod pojmom **elektrolize** razumijeva se proces razlaganja elektrolita pod djelovanjem jednosmjerne struje.

Da bi se kroz elektrolit propustila jednosmjerna struja, potrebno je dovesti struju određene jačine i određenog napona. Dovođenje struje najčešće se ostvaruje preko

ravnih metalnih površina (u slučaju otopine) ili ujednačenih blokova (u slučaju otopine) koje se nazivaju **elektrode**.

Elektroda vezana za pozitivan pol izvora jednosmjerne struje naziva se **anoda**, a druga, koja je vezana za negativni pol izvora, zove se **katoda**.

Pozitivno naelektrizirani ioni pri elektrolizi privučeni su negativnoj elektrodi – katodi, pa se zbog toga nazivaju kationi, a negativno naelektrizirane ione privlači pozitivna elektroda – anoda te se zbog toga nazivaju anioni.

Elektrokemija proučava otopine elektrolita, njihove osobine, primjenu i sve vrste fizičko-kemijskih reakcija u kojima sudjeluju ioni. Poznato je da sve tvari imaju osobinu da provode električnu struju u većoj ili manjoj mjeri. One tvari koje dobro provode električnu struju zovu se vodiči, a one koje slabo provode električnu struju zovu se izolatori. Ne postoji oštra granica između vodiča i izolatora, ali se mogu usporediti. Na primjer, srebro (Ag) je 10^{24} puta bolji provodnik od parafina koji se svrstava u izolatore.

Vodiči se dijele u dvije grupe:

- prvu grupu čine **elektronski vodiči**. Oni provode električnu struju fizičkim putem preko elektrona (metali),
- drugu grupu vodiča čine **elektroliti** i oni prenose struju putem naelektriziranih čestica koje se zovu ioni. Ove čestice u električnom polju se kreću usmjereno, tako što se pozitivne čestice kreću k negativnoj elektrodi, a negativne čestice k pozitivnoj elektrodi.

Sve zajedno, elektrolit, obje elektrode i posuda u kojoj je smješten elektrolit s elektrodama, naziva se **stanica/jedinica za elektrolizu**.

U procesu elektrolize na katodi se vrši proces redukcije privučenih kationa, a na anodi oksidacija aniona, što na primjeru elektrolize otopine $ZnSO_4$ ima oblik:

