

3.2 ŠUPLJINE – POROZNOST (skupina 200)

Mjesta ispunjena stlačenim plinom u metalu zavora nazivaju se POROZNOST. Veličine su im različite, od mikroskopskih do onih koji dosežu i nekoliko milimetara.

Metal u rastaljenom stanju može upiti znatne količine plinova što uzrokuje nastajanje poroznosti u zavoru.

Kisik ulazi u zavareni spoj s ugljikom u obliku ugljen-monoksida, dok vodik i dušik izravno ulaze. Oni ulaze u talinu iz električnog luka, gdje dolaze iz okoline atmosfere, iz vlage i drugih nečistoća, što se nalaze na površini osnovnog materijala i na dodatnom materijalu.

Tijekom hlađenja taline plinovi u obliku mjehurića naglo izranjaju, međutim postoji mogućnost da je brzina skrućivanja veća od brzine izlučivanja plinova, koji ostaju zarobljeni u zavoru. Izlazeći iz zavora plinski mjehurići ponekad ostavljaju vidljive šupljine na površini zavora. Veličine i oblici šupljih mjesta ovise o količini upijenog, odnosno izlučenog plina iz taline metala zavora i brzine skrućivanja.

3.2.1 Utjecaj poroznosti na čvrstoću zavarenog spoja

Poroznost različito utječe na čvrstoću zavarenog spoja. Ovisi o veličini, broju, obliku i mjestu poroznosti te vrsti i zahtjevima na kvaliteti konstrukcije. U dinamički opterećenim konstrukcijama poroznost u zavarenom spoju djeluje štetno. S vremenom dolazi do pojave pukotina povezivanjem između pojedinih pora, naročito kad su blizu jedna do druge.

3.2.2 Primjeri uzroka i izbjegavanje nastajanja poroznosti

Uzročnici poroznosti u zavoru su:

- slaba zaštita procesa zavora;
- neodgovarajući parametri i tehnike rada u zavora;
- nečistoća i vlaga u dodatnom materijalu i na mjestu zavora.

Najčešće nečistoće su hrđa i okujina, čestice oksida ili opiljci od brušenja u žlijebu.

Jedan od većih uzroka je i vlaga koja se prenosi tokom procesa zavora, jer je prisutna u oblozi elektrode, prašku i u zaštitnom plinu, ali i na površini mjesta zavarivanja, gdje je naročito izražena kod zavarivanja po hladnom vremenu.

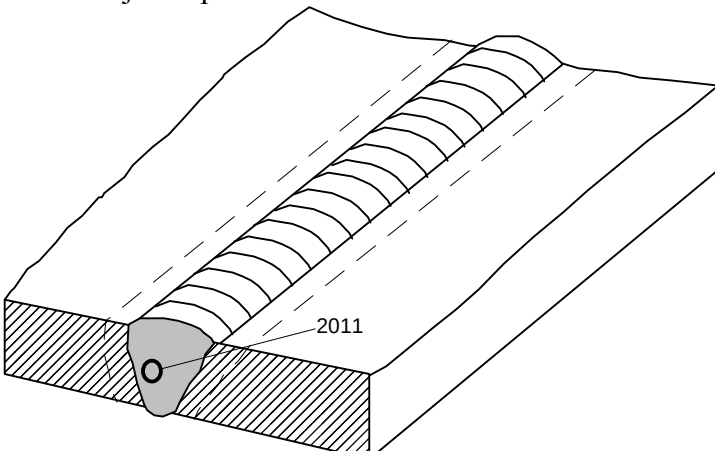
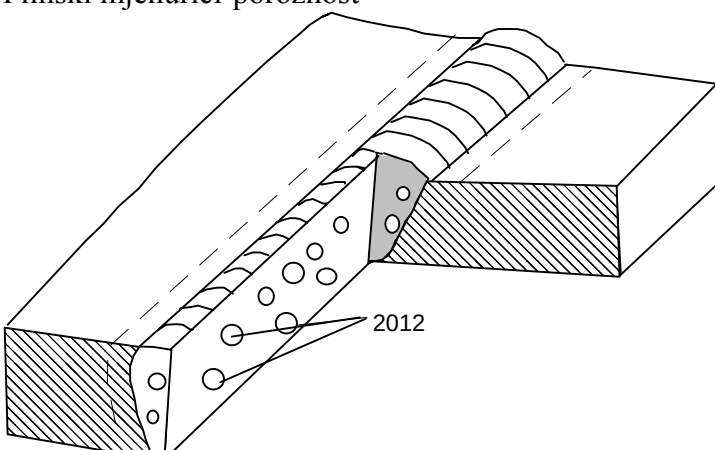
Treba obratiti pozornost da zaštitu taline slabe predug električni luk i kapljice metala u prolazu kroz luk. Česti uzročnik poroznosti u zavoru je nepravilno uspostavljanje i prekidanje električnog luka. Štetni plinovi iz okoline bivaju upijeni u talinu prilikom uspostavljanja električnog luka. To se događa i kod nepravilnog prekidanja električnog luka u toku odmicanja elektrode. Pojavi plinskih mjehurića su sklonija mjesta početka i završetka.

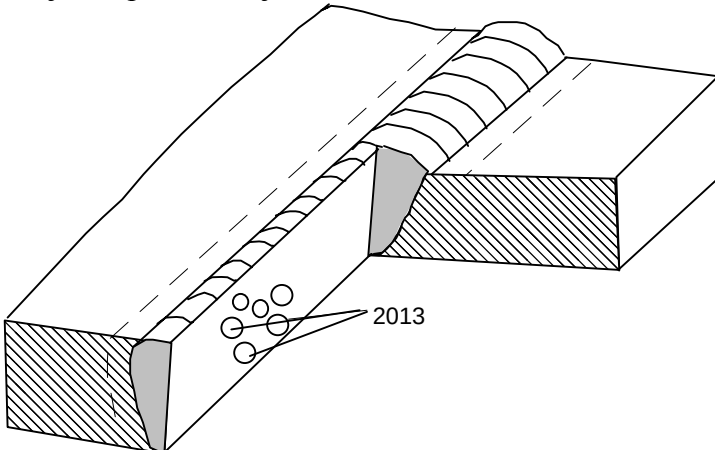
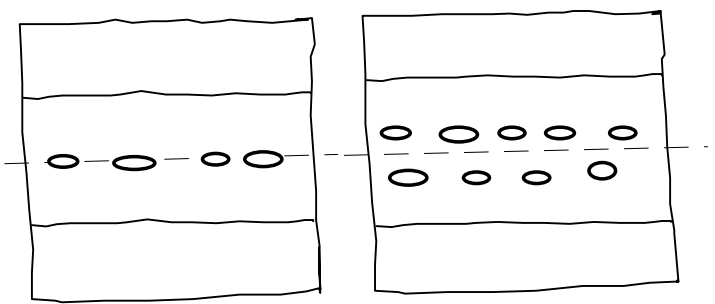
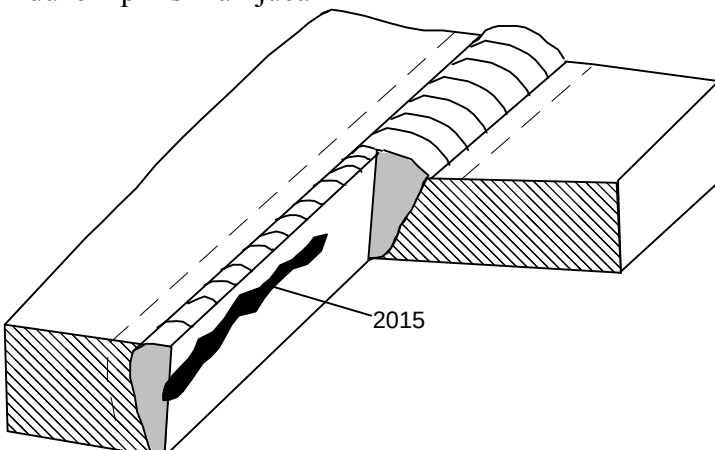
Iz primjera uzroka pojave poroznosti proizlaze jasna pravila za izbjegavanje njihova nastajanja.

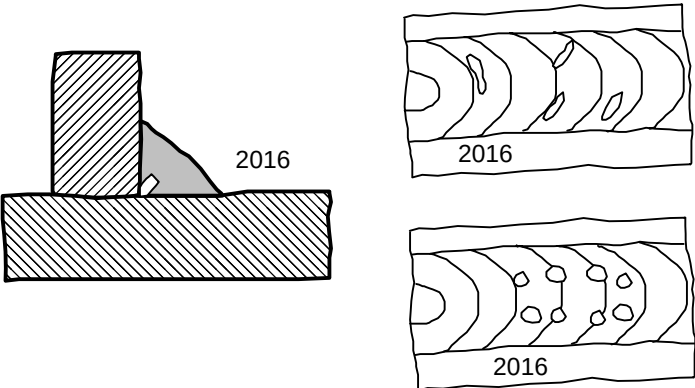
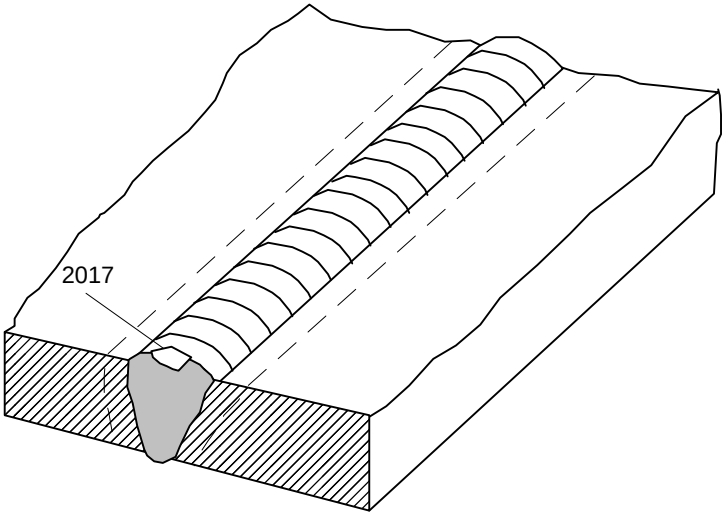
- ispravan uređaj za zavar;
- ispravna tehnika rada;
- odgovarajući parametri zavara (jakost struje, napon);
- besprijekornu čistoću mjesta zavarivanja;
- ispravna količina zaštitnog plina;
- sušenje elektroda prije zavara;
- pravilno uspostavljanje i prekidanje električnog luka;
- uklanjanje oksida neposredno prije zavarivanja aluminija i aluminijskih legura;
- odmaščivanje spoja neposredno prije zavarivanja nehrđajućeg čelika;
- odgovarajuća čistoća zaštitnog plina.

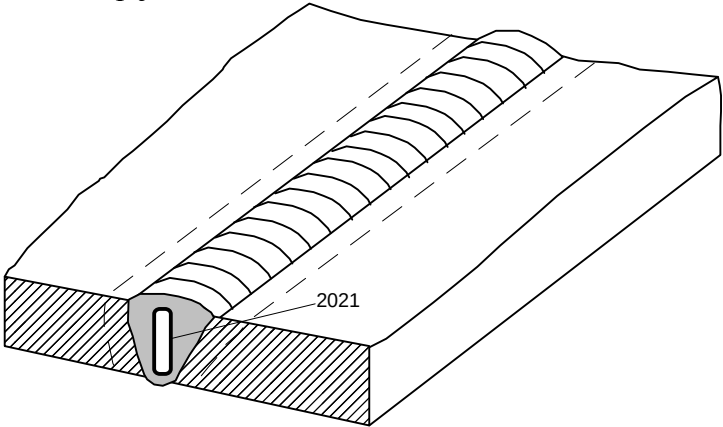
Tablica 3.2

Pogreške tipa **šupljine (poroznost)** (skupina 200) [3]

Oznaka		Objašnjenje	Naziv i shematski prikaz pogreške
EN	IIW		
200 201	A	Šupljine bez plina Šupljine ispunjene plinom	Šupljine Plinski uključci
2011	Aa	Pojedinačni plinski mjehur uglavnom loptastog oblika.	Plinski mjehur-pora 
2012	-	Loptasti plinski mjehuri jednako raspoređeni u metalu zavora. Treba ih razlikovati od plinskih mjehurova u nizu (2014)	Plinski mjehurići-poroznost 

2013	-	Mjestimična grupa plinskih mjehura-pora u metalu zavora	Gnijezdo plinskih mjehurića 
2014	-	Plinski mjehuri u nizu raspoređeni duž linije koja je paralelna s osi zavora.	Plinski mjehurići u nizu 
2015	Ab	Veliki plinski uključak koji nije loptast (izduženog oblika); najveća dimenzija je približno paralelna sa osi zavora.	Izduženi plinski uključak 

2016	Ab	Plinski uključak u obliku cjevastih šupljina koji se u metalu zavora prostire okomito ili razgranato na os zavora, ponekad je raspoređen u obliku ribljeg skeleta.	Cjevasti plinski uključak 
2017	-	Na površini zavora vidljivi otvori-pore.	Površinski otvoreni mjehurići 
202	K	Šupljine nastale u trenutku učvršćenja zavora kao posljedica skupljanja metala.	Šupljine

2021	-	Šupljina izduženog oblika, stvara se u toku hlađenja, većinom je ispunjena plinom i okomito na lice zavora.	Makrošupljina 
2022	-	Mikroskopski vidljive šupljine	Mikrošupljina
2023	-	Mikroskopski vidljive međukristalne šupljine	Međukristalna mikrošupljina
2024	K	Šupljine na mjestu nastavka zavora, a nastaju kod prekidanja el. luka i skrućivanjem taline.	Šupljine u završnom krateru 