

### **3.3 ČVRSTI UKLJUČCI** (skupina 300)

Čvrsti uključci kao strano tijelo u metalu zavara mogu biti nemetali i metali. Kao nemetali većinom su to troska i prašak, a kao metali to su volfram ili spojevi kao na primjer oksidna kožica u zavaru aluminijske legure.

Razlog postojanja troske u zavarenom spoju je nedovoljno postojanje čistoće među slojevima zavara. Troska se teško čisti, naročito na nepristupačnim mjestima ili oštećenjima žlijeba.

Uključci troske mogu nastati podvlačenjem taline troske pod talinu metala. Mogu nastati i kod sporog zavarivanja tj. nepravilnog rada, gdje troska ide ispod taline metala, i to bježi ispred električnog luka. Na isti način dolazi i do uključaka praška EPP zavara. Prašak upadne u usko, oštro dno žlijeba, a pošto je brzina zavarivanja mala onda velika količina taline ne dopušta prodiranje električnom luku do dna, tako da prašak koji je ostao u žlijebu ostaje ne pretaljen.

Ako kod TIG i MIG zavarivanja aluminijske legure dolazi do stvaranja uključaka oksidne kožice u zavarenom spoju. Razlog tome je slabo čišćenje na površini žlijeba ili uz žlijeb oksidne kožice neposredno prije zavarivanja.

Osim tih grubih uključaka koji se relativno lagano mogu otkriti, može se naći još niz drugih sitnih uključaka koji su nastali u procesu zavarivanja, kao posljedica kemijskih reakcija, a to su: sulfidni, nitridni, fosfidni uključci. Nalaze se većinom na granicama kristala i usko su povezani s nastajanjem pukotina.

#### **3.3.1 Utjecaj čvrstih uključaka na čvrstoću zavarenih spojeva**

Zbog uključaka stranog metala povećavaju se koncentracije naprezanja u zavaru i dovodi do smanjenja čvrstoće. Čvrstoća još ovisi o količini obliku i veličini uključaka. Dugački uključci također smanjuju presjek zavara, što zajedno sa oštrim rubovima djeluje kao inicijator pukotina.

Kod TIG zavarivanja Aluminijske legure najčešći uključak je volfram, tu je još poznat uključak bakra kod EPP zavarivanja.

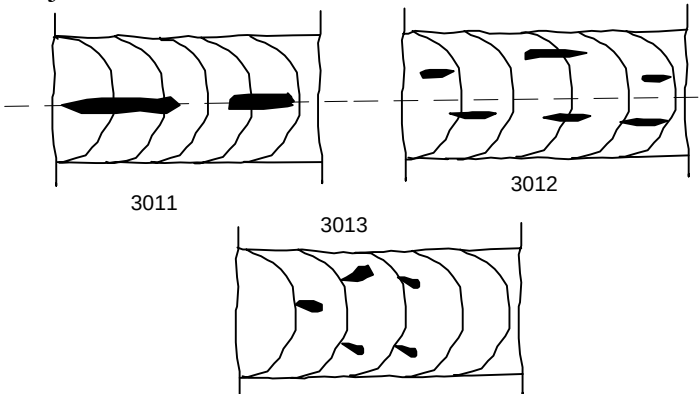
#### **3.3.2 Izbjegavanje nastajanja čvrstih uključaka u zavaru**

Iz primjera nastajanja takvih pogrešaka u zavaru mogu se izbjeći njihova nastajanja pridržavanjem slijedećih uputa:

- zavarivanje treba ispravno izvoditi;
- kod TIG zavarivanja aluminijske legure izbjegavati volframovu elektrodu;
- kod zavarivanja aluminijske legure treba otkloniti oksidnu kožicu;
- pravilna priprema spoja za zavarivanje;
- čišćenje troske među slojevima.

Tablica 3.3

Pogreške tipa **uključci čvrstih tijela** (skupina 300) [ 3 ]

| Oznaka |     | Objašnjenje                                                     | Naziv i shematski prikaz pogreške                                                                     |
|--------|-----|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| EN     | IIW |                                                                 |                                                                                                       |
| 300    | -   | Čvrsti strani materijal zarobljen u masi materijala zavora.     | Čvrsti uključci                                                                                       |
| 301    | Ba  | Ostatak troske zarobljen u masi materijala zavora, a može biti: | Uključak troske<br> |
| 3011   | -   | - u nizu(u liniji)                                              |                                                                                                       |
| 3012   | -   | - pojedinačno                                                   |                                                                                                       |
| 3013   | -   | - ostali                                                        |                                                                                                       |
| 302    | G   | Ostatak praška zarobljen u zavaru,                              | Uključak praška                                                                                       |
| 3021   | -   | može biti:                                                      |                                                                                                       |
| 3022   | -   | - u nizu(u linij)                                               |                                                                                                       |
| 3023   | -   | - pojedinačno                                                   |                                                                                                       |
| 303    | J   | Metalni oksid zarobljen u metalu zavora u toku očvršćenja.      | Uključak oksida                                                                                       |
| 3031   | -   | Najčešće kod zavarivanja Al. i Al-legura.                       |                                                                                                       |
| 304    | H   | Čestica stranog metala zarobljena u masi materijala zavora:     | Uključak stranog metala                                                                               |
|        |     | - volfram                                                       |                                                                                                       |
|        |     | - bakar                                                         |                                                                                                       |
|        |     | - ostali metali.                                                |                                                                                                       |