

# БРАВАР - ЗАВАРИВАЧ

## Приручник за полазнике обуке



## САДРЖАЈ

|                                                                                                                                                       |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>ПРЕДГОВОР .....</b>                                                                                                                                | <b>1</b>  |
| <b>УВОД .....</b>                                                                                                                                     | <b>2</b>  |
| <b>1. ПЛАНИРАЊЕ, ПРИПРЕМА И ОРГАНИЗОВАЊЕ БРАВАРСКИХ И ЗАВАРИВАЧКИХ РАДОВА.....</b>                                                                    | <b>3</b>  |
| 1.1. Проучавање техничке документације и упутства за рад .....                                                                                        | 3         |
| 1.2. Планирање технолошког поступка за одређени радни задатак .....                                                                                   | 3         |
| 1.3. Избор и припрема одговарајућих машина, алата, прибора и материјала .....                                                                         | 4         |
| 1.4. Оштрење алата.....                                                                                                                               | 5         |
| 1.4.1. Поступак оштрења алата за оцртавање и обележавање.....                                                                                         | 6         |
| 1.4.2. Поступак оштрења секача .....                                                                                                                  | 7         |
| 1.4.3. Поступак оштрења и контрола геометрије спиралне бургије .....                                                                                  | 8         |
| 1.4.4. Поступак оштрења на универзалној машини, оштрилици алата .....                                                                                 | 11        |
| 1.4.5. Поступак оштрења урезника на машини за оштрење .....                                                                                           | 11        |
| <b>2. ИЗРАДА ДЕЛОВА МЕТАЛНИХ КОНСТРУКЦИЈА МЕХАНИЧКОМ ОБРАДОМ .....</b>                                                                                | <b>13</b> |
| 2.1. Преношење мера са цртежа на материјал у задатој размери уз помоћ алата и прибора за оцртавање и обележавање или помоћу шаблона и по узорку ..... | 13        |
| 2.2. Обрада површина и ивица турпијањем .....                                                                                                         | 16        |
| 2.3. Обрада материјала одвајањем, сечењем и резањем .....                                                                                             | 21        |
| 2.3.1. Сечење ручним секачем .....                                                                                                                    | 22        |
| 2.3.2. Сечење метала тестерама .....                                                                                                                  | 24        |
| 2.4. Обликовање лимова, шипки, цеви и профила у хладном и топлом стању ручно и машински .....                                                         | 33        |
| 2.5. Обрада делова ручним брусилицама (чишћење, брушење, сечење и полирање) ..                                                                        | 34        |
| <b>3. ИЗРАДА И МОНТИРАЊЕ МЕТАЛНИХ КОНСТРУКЦИЈА И ПРОЦЕСНЕ ОПРЕМЕ .....</b>                                                                            | <b>36</b> |
| 3.1. Израда и уграђивање елемената грађевинске браварије (метал, ПВЦ) .....                                                                           | 36        |
| 3.2. Поправка грађевинске браварије .....                                                                                                             | 37        |
| 3.3. Израда и монтирање цевовода, конзола, носача, стубова, кровних, мостовских и других решеткастих конструкција .....                               | 37        |
| 3.4. Чишћење металних површина механичким, хемијским или комбинованим поступцима .....                                                                | 40        |
| 3.5. Заштита површина делова и конструкција бојама, лаковима и другим металним или неметалним превлакама .....                                        | 41        |
| <b>4. КОНТРОЛА КВАЛИТЕТА ОПРЕМЕ И БРАВАРСКИХ РАДОВА ПРЕМА ПРОПИСИМА И НОРМАТИВИМА.....</b>                                                            | <b>43</b> |
| <b>5. УВОД И ИСТОРИЈА ЗАВАРИВАЊА.....</b>                                                                                                             | <b>46</b> |
| 5.1. Историја заваривања.....                                                                                                                         | 46        |
| 5.2. Развој данашњих поступака заваривања.....                                                                                                        | 46        |
| 5.3. Сложеност рада у подручју заваривања.....                                                                                                        | 47        |
| <b>6. ГАСНО ЗАВАРИВАЊЕ.....</b>                                                                                                                       | <b>49</b> |
| 6.1. Гасни пламен и гориви гасови – примена и особине .....                                                                                           | 49        |
| 6.2. Пламен ацетилен – кисеоник .....                                                                                                                 | 50        |
| 6.3. Апаратура за заваривање .....                                                                                                                    | 53        |

|                                                               |            |
|---------------------------------------------------------------|------------|
| 6.4. Додатни материјали и топителји.....                      | 55         |
| 6.5. Технологија гасног заваривања.....                       | 56         |
| 6.6. Технике заваривања унапред и уназад .....                | 57         |
| 6.7. Гасно сечење .....                                       | 58         |
| <b>7. ЕЛЕКТРОЛУЧНО ЗАВАРИВАЊЕ .....</b>                       | <b>60</b>  |
| 7.1. Електрични лук .....                                     | 60         |
| 7.1.1. Процес додатног материјала кроз електрични лук .....   | 61         |
| 7.2. Врсте и извори електричне струје за заваривање .....     | 62         |
| 7.3. Ручно електролучно заваривање обложеном електродом ..... | 64         |
| 7.4. TIG Заваривање .....                                     | 69         |
| 7.5. Заваривање MIG и MAG поступком.....                      | 71         |
| 7.5.1. Заваривање MAG поступко.....                           | 74         |
| <b>8. ЗДРАВЉЕ И БЕЗБЕДНОСТ У ЗАВАРИВАЊУ .....</b>             | <b>75</b>  |
| <b>9. РАДНИ ЗАДАЦИ ЗА БРАВАРА – ЗАВАРИВАЧА .....</b>          | <b>84</b>  |
| <b>10. ЛИТЕРАТУРА .....</b>                                   | <b>111</b> |

## ПРЕДГОВОР

### ДРАГИ БУДУЋИ БРАВАРИ И ЗАВАРИВАЧИ,

Овај Приручник намењен је свима који желе да постану бравар - заваривач, као и искусним мајсторима који желе да обнове или прошире своје знање.

Занимање бравар - заваривач спаја вештине браварије и заваривања, чинећи га неопходним у различитим индустријама, од грађевинарске и машинске до аутомобилске и бродоградње. Бравар - заваривач је стручњак за обликовање, спајање и поправке металних конструкција и делова, користећи различите технике заваривања и браварске алате.

Приручник обухвата широку лепезу тема, укључујући:

- Материјале: Врсте метала, особине материјала, припрема материјала за заваривање.
- Алате: Ручни алати за браварију, машине за савијање и резање метала, опрема за заваривање.
- Технике: Различите технике заваривања (РЕЛ, МИГ/МАГ, ТИГ), браварске технике (резање, савијање, бушење).
- Примена мера безбедности и Заштита на раду: лична заштитна опрема, прва помоћ.
- Прописе: Важећи закони и норме у заваривању и браварији.

Уз теоријски део, Приручник садржи и практичне примере, илустрације и савете искусних бравара - заваривача, како бисте стекли што боље разумевање овог захтевног, али и врло траженог занимања.

Верујемо да ће вам овај Приручник бити добар извор информација и практичан водич у вашем развоју као бравара - заваривача.

**ЖЕЛИМО ВАМ МНОГО УСПЕХА У УЧЕЊУ И РАДУ, И ДА КРОЗ СВОЈЕ ПРОЈЕКТЕ ДОПРИНЕСЕТЕ СТВАРАЊУ КВАЛИТЕТНИХ И ТРАЈНИХ МЕТАЛНИХ КОНСТРУКЦИЈА.**

Срећно на вашем заваривачко – браварском путу!

## УВОД

Приручник за полазнике обуке „Бравар - заваривач” је развијен као део подршке наставницима/реализаторима и полазницима за успешну реализацију и савладавање обуке. Кроз наведене садржаје полазници ће стећи и унапредити знања, вештине и ставове неопходне за практично и конструктивно решавање проблема и суочавање са изазовима у свакодневном животу и раду, као и знања и вештине неопходне за обављање послова бравара - заваривача.

Приручник има за циљ да олакша полазницима достизање одређених знања, вештина и ставова обухваћених програмом обуке, а који су у складу са стандардом квалификације. Такође, омогућава полазницима да континуирано проверавају своја знања, као и да се припреме за полагање испита. Поред наведеног, Приручник пружа додатна знања и информације које имају за циљ да подстакну полазнике на размишљање и додатно истраживање садржаја из ове области.

По завршетку обуке полазник ће бити у стању да примењује стечена знања у пракси.

Приручник је конципиран као упутство за реализацију модула и по својој основној структури (исходима на чију реализацију упућује) компатибилан је са Програмом обуке Бравар – заваривач.

Приручник је подељен у неколико тематских целина. Свака целина је јасно означена, са одвојеним насловима, поднасловима и сажецима на крају, што омогућава лакше сналажење у садржају. Приручник такође садржи и многе примере задатака са решењима, као и додатне вежбе које полазници обуке могу користити за проверу знања.

# 1. ПЛАНИРАЊЕ, ПРИПРЕМА И ОРГАНИЗОВАЊЕ БРАВАРСКИХ И ЗАВАРИВАЧКИХ РАДОВА

Планирање, припрема и организовање браварских и заваривачких радова кључни су фактори за ефикасну и безбедну реализацију пројеката у металској индустрији. Ови процеси обухватају детаљно испитивање захтева пројекта, избор одговарајућих материјала, алата и техника, као и спровођење заштитних мера како би се обезбедио висок квалитет рада и сигурност запослених. Правилна организација омогућава оптимално коришћење ресурса, смањење трошкова и превенцију потенцијалних грешака које могу довести до кашњења или несуклађености са техничким стандардима. Било да се ради о изради металних конструкција, цевовода или поправци индустријских постројења, сваки корак у процесу – од анализе цртежа и техничке документације до завршне контроле квалитета – захтева пажљиво планирање и координацију свих учесника. У овом поглављу разматрају се кључни аспекти припреме и извођења браварских и заваривачких радова, истичући значај стручног приступа, модерне опреме и поштовања индустријских стандарда.

## 1.1. ПРОУЧАВАЊЕ ТЕХНИЧКЕ ДОКУМЕНТАЦИЈЕ И УПУТСТВА ЗА РАД

Заварена конструкција мора бити технологична, изведена на такав начин који захтева најмање ангажовање средстава и утрошак времена, уз истовремено обезбеђивање функционалности и квалитета саме конструкције.

Конструктивна документација у погледу браварско – заваривачких радова садржи:

- потпуно дефинисан основни материјал свих делова конструкције,
- поступак заваривања, посебно у случајевима који захтевају примену одређеног поступка. Уколико ознака не постоји, подразумева се REL (ручно електро лучно заваривање) обложеним електродама,
- додатни материјал означен према стандардима, у зависности од врсте основног материјала и одабраног поступка заваривања,
- геометрију жлебова, односно припрему основног материјала,
- упрошћен приказ свих важнијих шавова (заварених спојева са свим потребним ознакама),
- податке о захтеваним испитивањима и контроли заварених спојева,
- коефицијент квалитета завареног споја,
- термичку обраду заварених спојева и заварених конструкција,
- механичку обраду спојева и конструкција.

## 1.2. ПЛАНИРАЊЕ ТЕХНОЛОШКОГ ПОСТУПКА ЗА ОДРЕЂЕНИ РАДНИ ЗАДАТАК

Након детаљне анализе конструкционих цртежа приступа се разради, односно прописивању технолошког поступка. Прописивање технолошког поступка треба да буде усклађено са изградом и монтажом целокупног производа. Са технолошког становишта, потребно је урадити следеће:

- извршити анализу цртежа у вези са питањем употребних својстава производа,
- извршити анализу цртежа у вези са питањем могућности израде,
- извршити анализу цртежа у вези са питањем састављања итд.

На технолошки ток значајно утиче и захтевана тачност производа. На прописивање технолошких поступака израде у великој мери утиче и број јединица истог производа. То значи да се неће прописивати исти технолошки поступак израде за један или за пар стотина или хиљада комада таквих производа. Даље, одређивањем технолошког поступка израде одређују се машине, алати и прибори који ће се користити у процесу обраде производа.

Посебно је питање економске оправданости производње појединих позиција у властитим радионицама.

Све ово говори у прилог чињеници да је разрађивање технолошког поступка израде захтеван и одговоран посао.

### **1.3. ИЗБОР И ПРИПРЕМА ОДГОВАРАЈУЋИХ МАШИНА, АЛАТА, ПРИБОРА И МАТЕРИЈАЛА**

У пракси се материјал припрема на основу унапред припремљене спецификације, а што се заснива пре свега на конструкционој, а затим на технолошкој документацији. На основу овако дефинисаних потреба могуће је квалитетно и благовремено обезбедити неопходан материјал.

Када је доступан вишеструки избор материјала при спајању заваривањем, од суштинског је значаја да се коначна одлука заснује на резоновању које укључује следеће:

- техничка разматрања,
- разматрања производње,
- економска разматрања.

Главни фактори који утичу на техничка разматрања су:

- својства материјала,
- дебљина материјала,
- облик спојева и приступачност,
- положај заваривања.

Материјали као што су нискоугљенични или меки челик могу се заваривати скоро свим поступцима, али то није случај са другим материјалима, као што су високолегирани челици, алуминијум, бакар, титанијум итд.

Главна својства материјала која утичу на избор процеса заваривања за постизање жељеног квалитета заварених спојева су:

- топлотна проводљивост,
- коефицијент топлотног ширења,
- реакција са атмосферским кисеоником,
- ефекат остатка флукса,
- осетљивост на пукотине.

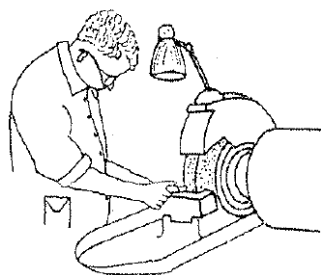
Материјали са високом топлотном проводљивошћу стварају проблеме у том погледу што у току процеса можда неће моћи да се обезбеди адекватна количина топлоте за топлење материјала жељеном брзином. Због тога је материјале попут бакра и алуминијума тешко заварити. Ако је топлотна проводљивост материјала прениска, као што је случај са нерђајућим челиком, то доводи до прекомерне акумулације топлоте у близини и унутар самог споја, што доводи до диференцијалног загревања са последичним развојем заосталих напона. Материјали са високим коефицијентом

топлотног ширења доводе до ширења и контракције при загревању и хлађењу током заваривања. Ово може довести до изобличења и заосталих напона. Алуминијум, бакар, цинк, калај и њихове легуре имају високе коефицијенте топлотног ширења и стога су јако незахвални за заваривање. Материјале који лако оксидирају реакцијом са атмосферским кисеоником прилично је тешко заварити. Уобичајени пример је алуминијум и његове легуре које лако оксидирају у нормалној атмосфери, узрокујући значајне потешкоће у распршивању или растварању оксида да би се постигли спојеви прихватљивог квалитета.

#### 1.4. ОШТРЕЊЕ АЛАТА

Сваки алат захтева одређене специфичности у поступку оштрења. Ипак, за све њих је заједничко следеће:

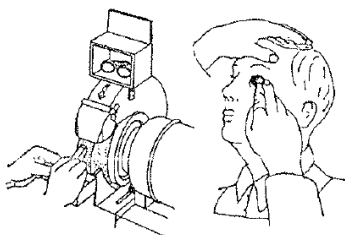
- у току оштрења никако не треба стајати у правцу брусног тоцила (Слика 1), јер постоји оправдана бојазан од могућности тежих повреда у случају лома тоцила.



Слика 1. - Положај радника за време оштрења алата

Извор: Смајо Ђоровић Технологија занимања за 3. разред Машинске стручне школе, Завод за уџбенике и наставна средства, Сарајево 2001.

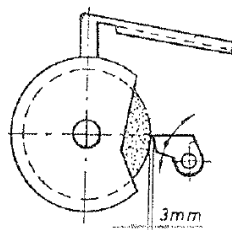
- приликом брушења је обавезно користити заштитне наочаре. Опасност да ситне честице упадну у око је увек присутна (Слика 2).



Слика 2. - Рад без заштитних наочара је строго забрањен

Извор: Смајо Ђоровић Технологија занимања за 3. разред Машинске стручне школе, Завод за уџбенике и наставна средства, Сарајево 2001.

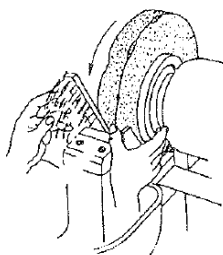
- при оштрењу алата на брусници неопходно је ослонац примакнути што ближе тоцилу, и то толико да размак између њих не буде већи од 2 - 3 mm (Слика 3). Ако се на машини за оштрење налази заштитно стакло, онда није неопходно користити заштитне наочаре.



Слика 3. - Растојање ослонца од тоцила

Извор: Смајо Ђоровић Технологија занимања за 3. разред Машинске стручне школе, Завод за уџбенике и наставна средства, Сарајево 2001.

Уколико је размак између ослонца и тоцила већи од препорученог, постоји реална могућност да дође до „увлачења” алата (Слика 4) који се оштри и тако дође и до тежих последица и по машину и радника који обавља овај посао.



Слика 4. - Увлачење предмета током оштрења може бити веома опасно

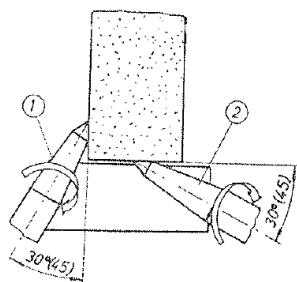
Извор: Смајо Ђоровић Технологија занимања за 3. разред Машинске стручне школе, Завод за уџбенике и наставна средства, Сарајево 2001.

- Није дозвољено превише притискати алат који се оштри на тоцилу. Превелики притисак не повећава брзину оштрења, већ напротив, повећава се загревање алата и убрзава његово хабање.
- Никада не треба радити са оштећеним тоцилом.
- Некада је потребно и хладити алат који се оштри, јер постоји могућност да дође до промене у структури материјала алата.

Да би се квалитетно наоштрио алат, поред тога што треба осигурати квалитетну и одговарајућу машину, потребно је научити радника како се и на који начин врши исправно оштрење алата.

#### 1.4.1. ПОСТУПАК ОШТРЕЊА АЛАТА ЗА ОЦРТАВАЊЕ И ОБЕЛЕЖАВАЊЕ

Најчешћи алати у браварској техници су игле за оцртавање и обележавање. С обзиром на честу употребу, нормално је да се чешће троше и хабају од других алата, па је самим тим и оштрење ових алата чешће. Поступак оштрења је релативно једноставан. Придржавајући се свих упутстава, врх игле за оцртавање приноси се тоцилу са стране. Игла се придржава ближе врху, смањујући тако евентуалне вибрације, приноси тоцилу под углом од 5° у односу на њену раван. У моменту када игла додирне тоцило, треба је лагано окретати у смеру стрелице. Пре него се престане са окретањем потребно је иглу мало одмакнути од тоцила и припремити се за даље оштрење, односно окретање игле. Затим се игла примиче тоцилу у „истом” положају. Овај процес се понавља све док се не добије задовољавајуће наоштрени врх игле за оцртавање. Окретање игле се врши ради добијања заобљене површине шиљка (Слика 5).



Слика 5. - Оштрење игла за оцртавање и обележавање

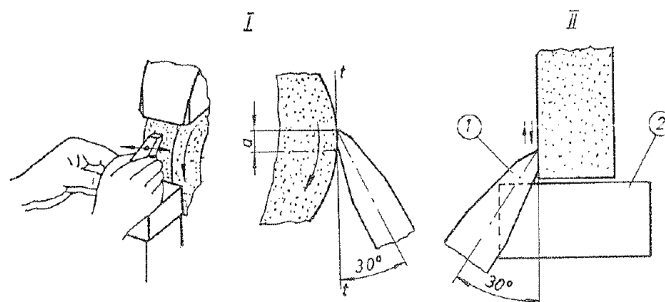
Извор: Смајо Ђоровић Технологија занимања за 3. разред Машинске стручне школе, Завод за уџбенике и наставна средства, Сарајево 2001.

Начин оштрења игле за обележавање је врло сличан начину оштрења игле за оцртавање. Разлика се састоји само у различитом углу држања игле за обележавање током поступка оштрења. Као што је приказано на слици, игла за обележавање се држи у току процеса оштрења, под углом од  $30^\circ$  односно  $45^\circ$ , што зависи од тога да ли игла за обележавање служи за обележавање при оцртавању (угао врха  $60^\circ$ ) или за обележавање при бушењу (угао врха  $90^\circ$ ).

Током оштрења и иглу за обележавање и оцртавање треба хладити једном од метода за хлађење.

#### 1.4.2. ПОСТУПАК ОШТРЕЊА СЕКАЧА

Секаче је, као и игле за оцртавање и обележавање, могуће врло добро наоштрити без посебних и специјалних помагала. Секач се оштри тако што се врх секача подигне у односу на хоризонталу тоцила и подеси тако да са фиктивном тангентом, која пролази кроз тачку контакта између секача и тоцила, затвара угао од  $30^\circ$ . У току оштрења секач се лагано помера лево-десно. Након оштрења једне стране секача приступа се оштрењу друге стране, и то тако што се секач окрене за  $180^\circ$ , а све друге радње се понове (Слика 6).



Слика 6. - Оштрење секача по обиму (I) и са бочне стране тоцила (II)

Извор: Смајо Ђоровић Технологија занимања за 3. разред Машинске стручне школе, Завод за уџбенике и наставна средства, Сарајево 2001.

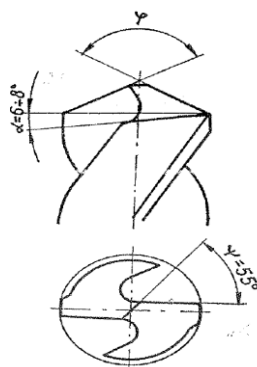
Уколико се врши оштрење секача са бочне стране тоцила, секач се хоризонтално полаже на ослонац, тако да и у овом случају оса секача и раван тоцила формирају угао од  $30^\circ$ . Померање секача напред и назад ради бржег и бољег оштрења секача и у овом случају је омогућено. Приликом померања секача мора се пазити да се не промени угао оштрења. Након квалитетно наоштреног секача врх мора имати угао од  $60^\circ$ , а сечиво мора бити паралелно са дршком. Брушене површине на секачу, такође, морају бити једнаке. На сличан начин се врши и оштрење осталих врста секача (крстасти и други).

Контрола наоштреног врха угла сечива секача врши се помоћу одговарајућег шаблона или угломерима.

#### 1.4.3. ПОСТУПАК ОШТРЕЊА И КОНТРОЛА ГЕОМЕТРИЈЕ СПИРАЛНЕ БУРГИЈЕ

Оштрење спиралних бургија је знатно теже и компликованије у односу на оштрење алата за оцртавање и обележавање. Спиралне бургије чији се пречник креће до 12 mm оштре се брушењем само леђне површине, док се бургије пречника преко 12 mm оштре брушењем и леђне површине и језгра.

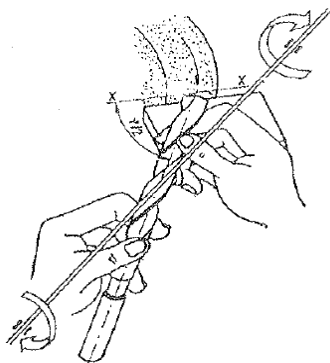
Оштрење спиралних бургија брушењем само леђне површине познато је под називом обично брушење (Слика 7). Овим начином оштрења долази до промена угла врха бургије и леђног угла. Угао врха бургије може бити различит, што зависи од врсте материјала који се буши. Попречно сечиво са главним сечивом увек треба да заклапа угао од  $55^\circ$ . Поступак оштрења из руке који се некада практиковао није препоручљив. Разлог је прилично једноставан. Наиме, при оштрењу из руке изузетно је тешко постићи одговарајућу наоштреност леђних површина, као и захтевани угао и то тако да се половина, односно оса угла поклапа са осом тела спиралне бургије. Препоручује се оштрење само у одговарајућем стезном прибору у коме је могуће прецизно контролисати углове и површине након оштрења.



Слика 7. - Углови оштрења спиралне бургије – обично брушење

Извор: Смајо Ђоровић Технологија занимања за 3. разред Машинске стручне школе, Завод за уџбенике и наставна средства, Сарајево 2001.

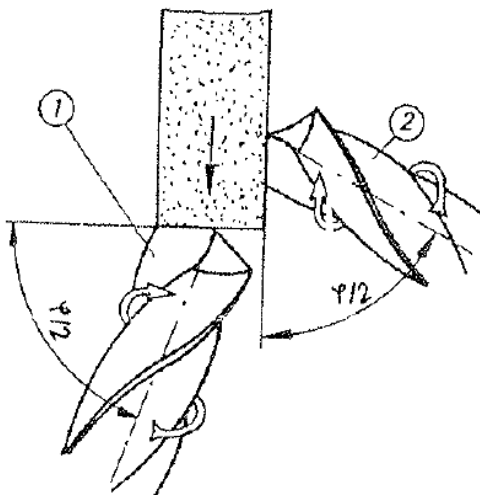
Међутим, некада се мора вршити и оштрење из руке (Слика 8), поготово у случајевима када се посао мора брзо завршити, када се не располаже одговарајућим стезним прибором и када се не захтева посебан квалитет. У том случају се препоручује вежбање оштрења спиралне бургије са старим и дотрајалим бургијама.



Слика 8. - Оштрење спиралне бургије из руке

Извор: Смајо Ђоровић Технологија занимања за 3. разред Машинске стручне школе, Завод за уџбенике и наставна средства, Сарајево 2001.

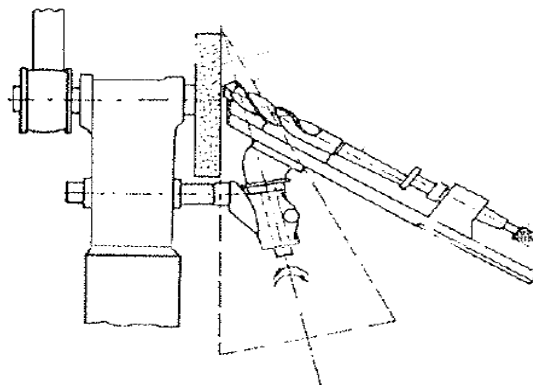
Дакле, угао оштења врха бургије треба да буде једнак половини угла врха бургије. Приликом оштрења бургија се лагано окреће око своје осе ради добијања заобљеног врха бургије. Спиралне бургије обично се оштре на чеоној страни тоцила. Међутим, уколико је тоцило оштећено са чеоне стране, могуће је оштрење спиралне бургије обавити и са бочне стране тоцила (Слика 9).



Слика 9. - Оштрење спиралне бургије са чеоне и бочне стране тоцила

Извор: Смајо Ђоровић Технологија занимања за 3. разред Машинске стручне школе, Завод за уџбенике и наставна средства, Сарајево 2001.

Бургију треба оштрити наизменично са једне и друге стране уз примену одговарајућих средстава за хлађење. Уколико бургија није добро наоштрена, односно уколико половина угла оштрења није једнака половини угла врха бургије, током бушења доћи ће до закошавања рупе, односно отвора или до „бацања” током бушења (Слика 10).



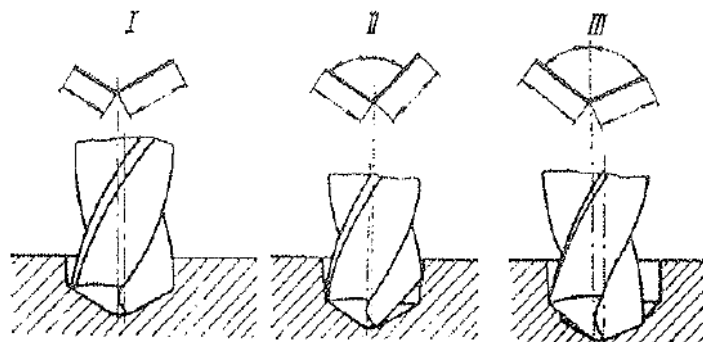
Слика 10. - Шематски приказ уређаја за оштрење спиралних бургија

Извор: Смајо Ђоровић Технологија занимања за 3. разред Машинске стручне школе, Завод за уџбенике и наставна средства, Сарајево 2001.

Век трајања бургије увелико зависи од правилности и квалитета њене наоштрености. Најчешћи облици неквалитетног оштрења спиралних бургија могли би се сврстати у три категорије, и то (Слика 11):

- дужина сечива је различита, док су углови сечива исти. У овом случају долази до израде отвора, односно рупа чији је пречник већи од пречника саме бургије,

- уколико су углови сечива различити, а врх бургије је центричан, долази до бушења само једним сечивом, при чему се бургија брже троши,
- уколико су углови и дужине сечива различити, пробушена рупа је површински лоше обрађена, степенаста и знатно је већа од пречника бургије.



Слика 11. - Грешке при оштрењу спиралних бургија

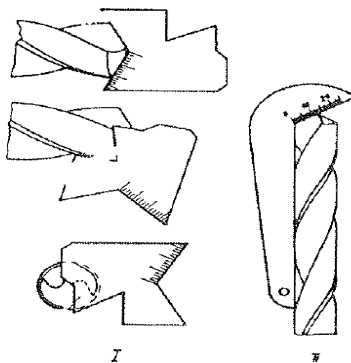
Извор: Смајо Ђоровић Технологија занимања за 3. разред Машинске стручне школе, Завод за уџбенике и наставна средства, Сарајево 2001.

Бургије пречника већег од 12 mm, поред обичног оштрења, треба оштрити тако да се обруси и део језгра. С обзиром на своју намену, ове бургије имају много теже услове рада од бургија чији је пречник мањи од 12 mm. Језгро се бруси ради смањења отпора резања. Обрусивање језгра се врши при врху бургије тако да се не ослаби чврстоћа бургије.

Након оштрења спиралних бургија посебну пажњу треба посветити контроли следећих елемената:

- угао врха бургије,
- једнакост дужине сечива, односно симетричност,
- леђни угао и квалитет наоштрених површина.

За контролу прва три елемента најјефикасније је направити одговарајуће шаблоне, док се контрола наоштрених површина најчешће врши „голим“ оком. При контролисању квалитета обрађене површине треба водити рачуна да на леђној површини нема прелаза. У недостатку шаблона, контрола се може вршити и угломером, с тим што је процес контроле у том случају знатно спорији (Слика 12).



Слика 10. - Начин контроле геометрије спиралних бургија

Извор: Смајо Ђоровић Технологија занимања за 3. разред Машинске стручне школе, Завод за уџбенике и наставна средства, Сарајево 2001.

#### 1.4.4. ПОСТУПАК ОШТРЕЊА НА УНИВЕРЗАЛНОЈ МАШИНИ, ОШТРИЛИЦИ АЛАТА

Универзална оштрилица за алат је машина којом је могуће вршити оштрење различитих вишесечних алата (урезника, нарезница, упуштача, развртача, глодала, зупчаника и других специјалних алата). Да би се ово са успехом извршило, потребно је да машина поред основних делова поседује могућност прикључка великог броја различитих и специјализованих уређаја и алата за оштрење.

Главни делови универзалне оштрилице су:

- брусна глава,
- шиљак,
- коњић,
- уздужни сто,
- попречни сто,
- ослонац.

Главна карактеристика овакве универзалне оштрилице за алат је могућност да се брусна глава може кретати око вертикалне осе. Ова особина омогућава постављање тоцила у тражени положај. Предмет се, као и код величине алатних машина, фиксира између шиљка и коњића који се ослања на попречни сто који се заједно уздужним столом може вертикално померати.

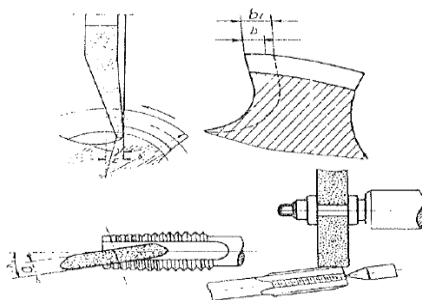
Осим тога, универзална оштрилица за алат пружа врло широке могућности употребе и на другим пољима, као што су:

- брушење сложених израдака, које се може извести само на машинама овакве врсте,
- планска, спољашња и унутрашња округла брушења.

#### 1.4.5. ПОСТУПАК ОШТРЕЊА УРЕЗНИКА НА МАШИНИ ЗА ОШТРЕЊЕ

Урезник спада у групу тзв. вишесечних алата. Назив вишесечни је због тога што се у процесу рада више сечива налази у захвату. Оштрење вишесечних алата је знатно компликованије од једносечних. У принципу, истрошене алате је могуће оштрити на следеће начине (Слика 13):

- оштрење по леђној површини,
- оштрење по грудној површини,
- оштрење и по леђној и по грудној површини.



Слика 11. - Начини оштрења урезника

Извор: Смајо Ђоровић Технологија занимања за 3. разред Машинске стручне школе, Завод за уџбенике и наставна средства, Сарајево 2001.

Оштрење по леђној површини, поред предности, има и одређених недостатака, јер оваквим начином оштрења долази до промене висине зуба. Због тога се оштрење по грудној површини примењује увек када је то могуће.

Урезник по својим конструктивним карактеристикама спада у компликованије алате са становишта оштрења. Урезник је потребно благовремено оштрити, јер се у противном степен затупљења прогресивно повећава.

### Питања за теоријску проверу знања

1. Шта садржи конструктивна документација у погледу браварско – заваривачких радова?
2. Како се врши планирање технолошког поступка за одређени задатак?
3. Како се врши оштрење алата?
4. Који је поступак оштрења алата за оцртавање и обележавање?
5. Како се врши оштрење секача?
6. Како се врши поступак оштрења и контроле спиралне бургије?
7. Који су главни делови универзалне оштрилице?
8. Који су начини оштрења истрошених алата?

## 2. ИЗРАДА ДЕЛОВА МЕТАЛНИХ КОНСТРУКЦИЈА МЕХАНИЧКОМ ОБРАДОМ

Изrada делова металних конструкција механичком обрадом представља кључан процес у индустрији обраде метала, машинству и грађевинарству. Механичка обрада омогућава прецизну израду и дораду металних компоненти како би се задовољили технички захтеви, димензионална тачност и функционалност у коначној конструкцији. Овај процес обухвата различите технике обраде, попут сечења, стругања, глодања, бушења и брушења, које се примењују у зависности од врсте материјала и потребних карактеристика готовог производа. Коришћењем савремених CNC машина и традиционалних алатних поступака, постиже се висока прецизност и поновљивост у производњи делова. Правилно планирање и контрола квалитета током механичке обраде осигуравају дуготрајност и поузданост металних конструкција. У овом поглављу биће обрађени кључни аспекти механичке обраде, њена примена у индустрији, као и фактори који утичу на избор метода и алата за израду делова металних конструкција.

### 2.1. ПРЕНОШЕЊЕ МЕРА СА ЦРТЕЖА НА МАТЕРИЈАЛ У ЗАДАТОЈ РАЗМЕРИ УЗ ПОМОЋ АЛАТА И ПРИБОРА ЗА ОЦРТАВАЊЕ И ОБЕЛЕЖАВАЊЕ ИЛИ ПОМОЋУ ШАБЛОНА И ПО УЗОРКУ

Обележавање и оцртавање представља технолошку операцију која се састоји у наношењу појединих димензија и мера са цртежа на материјал. Ова операција се користи у превентивне сврхе, ради тачније и брже обраде сировог комада. Такође, обележавање и оцртавање представљају добар путоказ шта треба радити. Ова операција је иначе прилично дуготрајна, па из тог разлога некада поскупљује производњу. Према томе, обележавање и оцртавање треба прескочити када је то могуће. Једноставне предмете, као и предмете на којима је могуће применити шаблоне не треба оцртати. У великосеријској и масовној производњи ову операцију не треба употребљавати.

Под оцртавањем се подразумева наношење контурних линија предмета који треба изградити на „сирови” комад, док обележавање представља ударање тачака по оцртаним линијама или у пресеку линија.

С обзиром да сиров материјал долази у различитом облику на обраду, пре почетка оцртавања потребно је извршити премеравање, које се врши да би се установило да ли је из сировог материјала уопште могуће изградити тражени производ. Након тога се места, односно површине које треба оцртати добро очисте.

У појединим случајевима, да би се црте добро виделе, површине је потребно премазати белом бојом. Такав премаз може бити креда помешана са ланеним уљем или неким разређивачем који се брзо суши.

Премаз углавном треба да има такве карактеристике да се при обради не скида, поготово под утицајем неког од расхладних средстава и да се оцртане линије могу јасно видети.

Након квалитетно припремљених површина приступа се оцртавању иглама за оцртавање. Оне могу бити израђене од различитих материјала, као што су: челик, бакар, олово итд. Обрађене површине најчешће се оцртавају бакарним или оловним иглама, а постоји могућност оцртавања и оловком (оцртавање алуминијума и његових легура).

За добро и квалитетно оцртавање и обележавање потребно је поседовати следећи алат и прибор:

- плоче на којима се обавља оцртавање,
- игле за оцртавање,
- игле за обележавање,
- држачи игала за оцртавање,
- висинско мерило,
- призме, тачкаше, чекиће, шестаре, угаонике, угломере, лењире, шиљке за стезање, подлоге итд.

Плоча за оцртавање чини основу за нормалан рад. Она је обично израђена ливењем са једном обрађеном равном површином. Конструктивно је тако решена да је максимално онемогућено угибање плоче. Разлог томе је могућа појава угиба услед масе предмета који се оцртава. За веће и масивније предмете употребљавају се нарочити столови за оцртавање.

Игле за оцртавање служе за оцртавање линија на површинама метала. Врх игле треба да буде добро наоштрен и довољно тврд како би могао што боље и јасније оставити траг на површини која се оцртава. Затупљена игла даје широке и нетачне линије. Најчешће се израђују од челичне жице чији квалитет одговара квалитету материјала челика за опруге. Ако се оцртавање врши на већ обрађеним површинама, односно површинама које се не смеју оштетити, онда се за оцртавање употребљавају месингане игле. Ове игле могу бити без посебно израђене дршке и са дршком. Приликом рада држање игле треба бити исто као и држање оловке приликом обичног цртања.

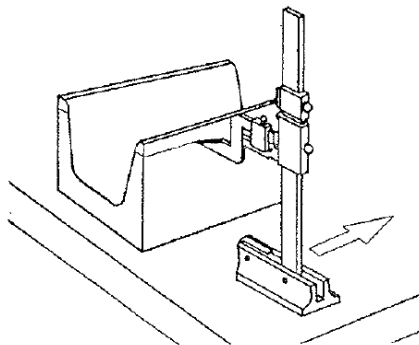
Квалитет и брзина рада зависе од правилног руковања приликом оцртавања. Игла за оцртавање се држи под углом од  $75^\circ$  и лагано повлачи према напред. Овај угао се не би смео знатније мењати током оцртавања (Слика 14).



Слика 12. - Правилно и неправилно руковање иглом за оцртавање

Извор: Смајо Ђоровић Технологија занимања за 3. разред Машинске стручне школе, Завод за уџбенике и наставна средства, Сарајево 2001.

На слици 15. приказано је оцртавање помоћу висиномера.

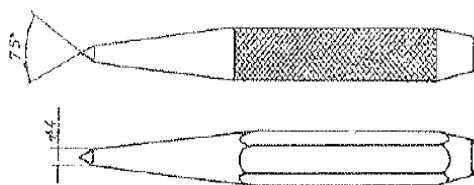


Слика 13. - Оцртавање помоћу висиномера

*Извор: Смајо Ђоровић Технологија занимања за 3. разред Машинске стручне школе, Завод за уџбенике и наставна средства, Сарајево 2001.*

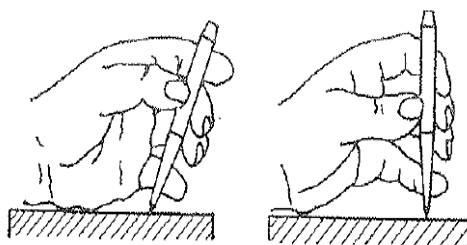
Игле за обележавање или тачкаши служе за обележавање претходно оцртаних контурних линија, у сврху заштите од брисања за време рада (Слика 16). Приликом рада игла за обележавање се поставља косо у односу на предмет и држи једном руком. Коси положај приликом постављања омогућава тачније постављање тачкаша на оцртано место.

Након тога се игла за обележавање поставља у управан положај у односу на радни предмет, а затим лаганим ударцима чекића изврши обележавање (Слика 17). После обележавања се врши провера квалитета урађеног посла, односно да ли се отисак врха игле за обележавање налази тачно на оцртаној линији. Праве линије се обележавају сваких 10 - 15 mm, док се криве линије обележавају сваких 2 - 3 mm. У последње време, ради продуктивности рада, у употреби су и механички обележачи са опругама (Слика 18).



Слика 14. - Игле за обележавање

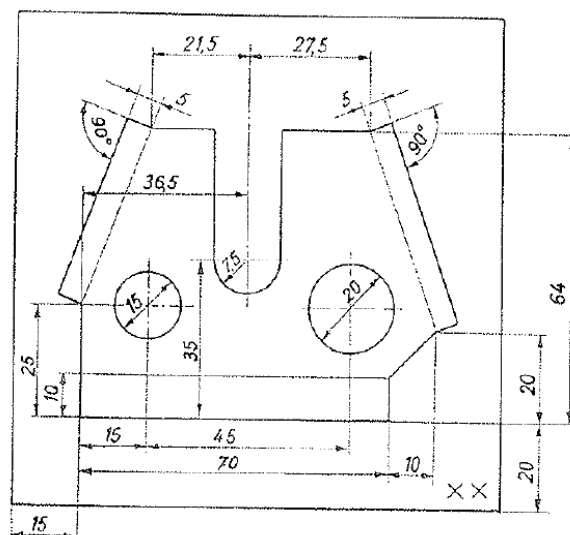
*Извор: Смајо Ђоровић Технологија занимања за 3. разред Машинске стручне школе, Завод за уџбенике и наставна средства, Сарајево 2001.*



Слика 15. - Руковање иглом за обележавање

*Извор: Смајо Ђоровић Технологија занимања за 3. разред Машинске стручне школе, Завод за уџбенике и наставна средства, Сарајево 2001.*

Уколико треба оцртати и обележити већи број истих комада, потребно је изградити лимени шаблон како би се процес убрзао (Слика 18). Овакви шаблони се раде од танког поцинкованог лима. Шаблон се постави на предмет који треба обрадити и добро причврсти да не дође до померања приликом рада. Некада је потребно шаблон и предмет, који се оцртава, стегнути браварским стегама ради осигурања од међусобног померања материјала и шаблона. Врло велику важност има положај шаблона у односу на предмет који се оцртава, односно правилно скоришћење материјала. Правилним постављањем шаблона, односно уштедом у материјалу, смањује се цена комада који се израђује. Ово је посебно важно приликом кројења комада из табле лима.



Слика 16. - Скица шаблона

Извор: Смајо Ђоровић *Технологија занимања за 3. разред Машинске стручне школе, Завод за уџбенике и наставна средства, Сарајево 2001.*

Поред оцртавања и обележавања помоћу шаблона постоји и друга могућност, тј. оцртавање према узорку. Овакав начин оцртавања се примењује у појединачној производњи. Начин рада приликом оцртавања према узорку идентичан је начину рада приликом оцртавања према шаблону, са једином разликом што у овом случају као шаблон служи готов комад.

## 2.2. ОБРАДА ПОВРШИНА И ИВИЦА ТУРПИЈАЊЕМ

Турпијање је један у низу поступака обраде метала скидањем струготине, коришћењем алата који се назива турпија. У савременој индустрији турпијање све више губи на значају, иако је некада било честа операција приликом израде, како једноставних, тако и сложених производа. Данас се турпијање користи као помоћна метода при машинској обради. Главни недостатак турпијања је велика спорост у раду, а физички је веома и напорно и заморно за радника.

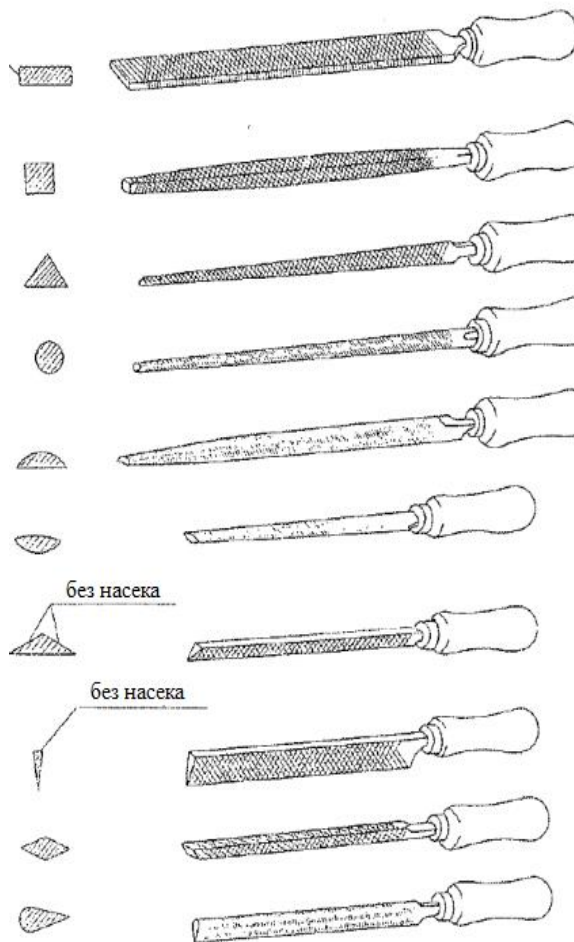
Но, и поред свега, турпијање се и даље користи приликом монтаже разних делова, при међусобном подешавању делова као и при изради мањих заобљења, обарања оштрих ивица, скидања врхова итд. Спору ручну обраду турпијама, која је некада неопходна, могуће је заменити машинским бржим турпијањем.

Турпија је алат израђен од угљеничних алатних челика, насецањем посебним алатом помоћу одговарајућих машина. Зупци могу бити израђени и комбинованим коничним глодалом на глодалици. Турпије спадају у категорију вишесечних алата. Део турпије на којем се налазе зупци назива се тело турпије, што уједно представља и називну дужину турпије. На тело турпије наставља се део који служи за насађивање за различите рукохвате. Тело турпије је готово увек термички обрађено, тако да његова тврдоћа за ручне турпије износи најмање 54 HRC.

Ручне турпије могуће је разврстати према (Слика 19):

- намени (браварске, прецизне, граверске и рашпе),
- облику насека (врло груби насек, груби насек, полугруби, фини и врло фини насек),

- облику сечива (квадратне, троугласте, округле, полуокрупле, плъснато-полуокругле, сабљасте, полусабљасте, ножасте, овалне...),
- броју насека (са једнострукима насеком, са двоструким насеком и рашпа насеком).

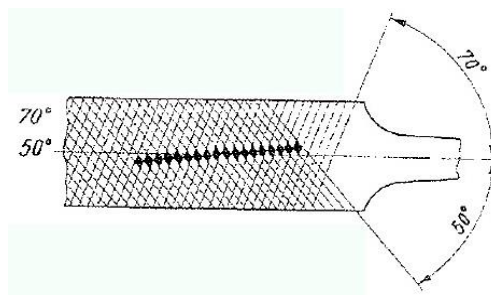


Слика 17. - Разни облици турпија

Извор: Смајо Ђоровић Технологија занимања за 3. разред Машинске стручне школе, Завод за уџбенике и наставна средства, Сарајево 2001.

Браварске турпије служе за грубу обраду метала, а прецизне или игличасте за фину обраду метала, посебно при изради малих и прецизних прореза. Граверске турпије се користе за израду гравура, док се рашпе користе за обраду лаких метала и њихових легура, дрвета, коже, пластичних маса и слично. Од свих врста насечених турпија, турпије са двоструким насеком имају најширу примену. Оне се употребљавају за обраду челика, сивог лива и месинга.

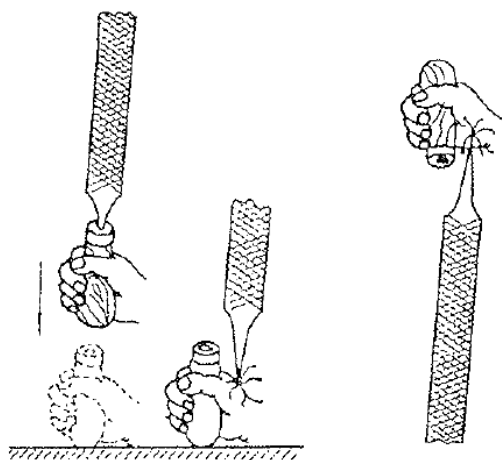
Састављене су од два реда унакрсних зуба. Због различитих углова насека зуби су у косом међусобном положају. То омогућава да следећи зуб увек скида део материјала који је остао иза претходног зуба. Ако би зуби били поређани један иза другог, онда би након пролаза турпијом настали зарези у облику бразди на материјалу. Профил зуба турпије образује горњи насек, док је доњи насек одговоран за ломљење струготине образујући одговарајући канал (Слика 20).



Слика 18. - Облик насека турпије

Извор: Смајо Ђоровић Технологија занимања за 3. разред Машинске стручне школе, Завод за уџбенике и наставна средства, Сарајево 2001.

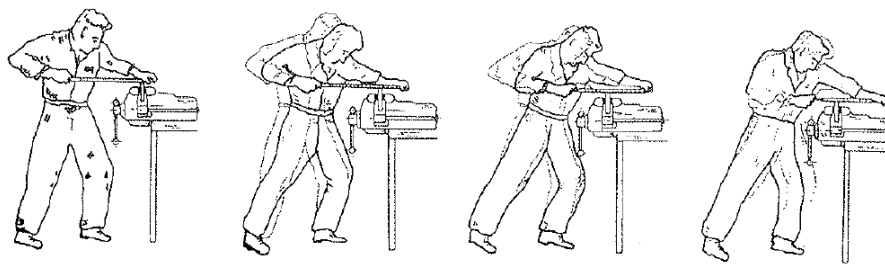
Турпија мора бити правилно постављена - насађена у отвору дршке. Ако је веза турпије и дршке ослабљена, онда често долази до испадања тела турпије током рада, при чему усадни део турпије може да изазове и теже повреде. Због тога, како насађивању тако и вађењу турпије треба посветити пуну пажњу. Дршке су најчешће израђене од буковог или неког тврђег дрвета. На отвору дршке поставља се метални прстен који спречава пуцање дршке приликом постављања турпије. Приликом вађења дотрајале - старе турпије, треба пазити да ни турпија ни дршка не падну на под. Ако падне дршка постоји могућност њеног лома, односно да више не буде за даљу употребу, док падом тела турпије може доћи до повреда на ногама. На Слици 21. приказано је неправилно насађивање турпије.



Слика 19. - Неправилно насађивање турпије

Извор: Смајо Ђоровић Технологија занимања за 3. разред Машинске стручне школе, Завод за уџбенике и наставна средства, Сарајево 2001.

И поред тога што се брушењем могу брже обрађивати површине метала, турпије остају да изврше дотеривање грубо скинутог материјала. Као и код осталих поступака обраде, материјал мора бити довољно чврсто стегнут у чељустима стеге. Техника рада при турпијању обухвата правилно држање тела и турпије током рада. Положај тела и начин држања турпије нису увек исти (Слика 22).

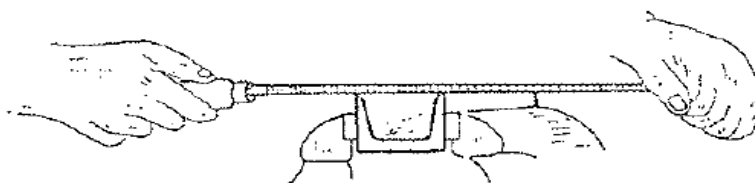


Слика 20. - Положај тела и начин држања турпије у току рада

Извор: Смајо Ђоровић Технологија занимања за 3. разред Машинске стручне школе, Завод за уџбенике и наставна средства, Сарајево 2001.

Турпијање треба изводити тако да тежиште тела преносимо напред, а затим покрет турпије настављамо рукама. У повратку, најпре тело враћамо у првобитни положај, а затим и руке. Поред тога, приликом турпијања треба се придржавати и следећих важних напомена (Слика 23):

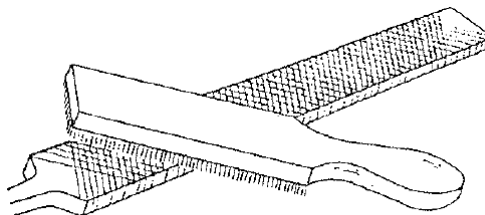
- турпија не сме ићи у полукруг и не сме се клацкати,
- приликом турпијања некада треба извршити и посипање белом кредом по предмету који се обрађује. На тај начин је могуће констатовати каква је равност површине обраде,
- турпија се готово увек држи десном руком за рукохват, а левом за врх турпије. У почетку кретања турпије већи је притисак левом него десном руком, а што се даље креће турпија према крају, притисак се обрнуто мења. Турпија се према натраг повлачи без притискивања.



Слика 21. - Правилно држање турпије

Извор: Смајо Ђоровић Технологија занимања за 3. разред Машинске стручне школе, Завод за уџбенике и наставна средства, Сарајево 2001.

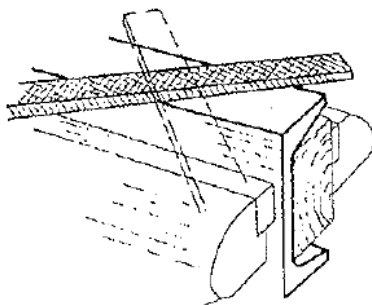
Ако се приликом рада турпија напуни струготином, тада је треба очистити само нарочитом челичном четком (Слика 24). Никако турпију не чистити другим средствима (челичним алатом, челичном жицом итд.).



Слика 22. - Чишћење турпије челичном четком

*Извор: Смајо Ђоровић Технологија занимања за 3. разред Машинске стручне школе, Завод за уџбенике и наставна средства, Сарајево 2001.*

Површине треба турпијати унакрсно, односно укосо, најпре са једне, па затим укосо, са друге стране (Слика 25). Овакав начин турпијања омогућава ефикасну контролу рада.



Слика 23. - Унакрсно турпијање

*Извор: Смајо Ђоровић Технологија занимања за 3. разред Машинске стручне школе, Завод за уџбенике и наставна средства, Сарајево 2001.*

Грубом турпијом треба почети са турпијањем површине метала, са постепеним преласком на полугрубе и fine турпије. На овакав начин се врши заштита финих турпија које су скупље него грубе турпије.

Меки метали, као шта су олово, цинк, алуминијум и други обрађују се једносечним турпијама, док се челик и други тврђи метали обрађују само двосечним турпијама.

Турпије не треба додиривати масним рукама или рукавицама нити их треба остављати на масним местима. Запрљана турпија слабије реже.

Ритам рада турпијама треба бити уједначен, тако да се остварује 45 - 55 ходова турпије у минути.

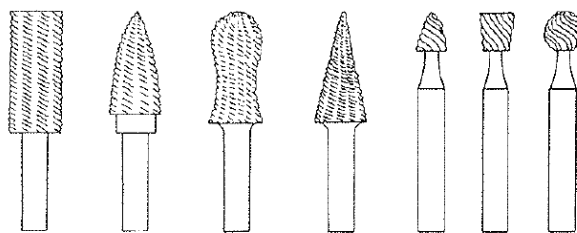
Ако се врши турпијање дужих отвора или рупа, односно тамо где није могуће држати турпију са обе руке на оба краја, дршка турпије се држи са обе руке.

Приликом рада са малим и прецизним турпијама, покрете не треба правити са читавим телом, већ само рукама, и то из рамена.

Старим турпијама увек треба турпијати зарђале и оштре површине.

Ако је турпија релативно мало истрошена, могуће је извршити њену поправку ако се претходно очисти од масноћа, а након тога остави у раствору азотне и сумпорне киселине, при чему раствор истопа меке феритне делове површине и тако продуби зубе. Добри резултати се могу постићи и пескарењем мокрим млазом песка у смеру резања турпије.

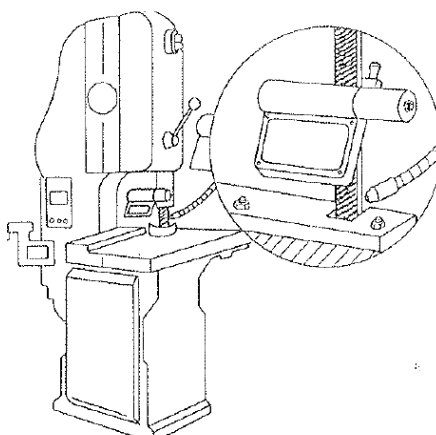
Употребљавајући механизоване алате област турпијања се умногоме повећава. Вретена оваквих алата добијају обртна кретања од електромотора механичким путем. У последње време у употреби су савремени апарати који обртна кретања остварују захваљујући пнеуматици. На вретено се постављају специјалне обртне турпије изведене у врло различитим облицима. Бројеви обртаја које турпија може извести захваљујући механизованом алату, крећу се и до неколико хиљада у минути. Ротацијским турпијама ефикасно се могу обрађивати тешко доступна места великих радних предмета, затим жљебови или удубљења компликованих облика итд. Рад са оваквим алатима је јако економичан (Слика 26).



Слика 24. - Неки облици ротирајућих турпија

Извор: Смајо Ђоровић Технологија занимања за 3. разред Машинске стручне школе, Завод за уџбенике и наставна средства, Сарајево 2001.

Да би се повећала економска оправданост обраде метала турпијањем, смањење времена рада и повећање тачности рада, примењује се машинско турпијање. Турпија се на машини учвршћује посебним полужним држачима који имају транслаторно кретање. Ово кретање се обично добија захваљујући кривајном механизму машине. Приликом обраде унутрашњих површина отвора турпија се мора провући кроз шупљину, па тек онда учврстити и почети проволинијским кретањем са радом. То значи да је отвор претходно потребно избушити. Правилно вођење турпије, као и остваривање потребне силе турпијања, препушта се даље машини. Раднику преостаје само да врши праћење рада и, ако установи да процес не тече у захтеваном смеру, изврши заустављање машине и поправљање параметара рада (Слика 27).



Слика 25. - Изглед машинске турпије са проволинијским кретањем

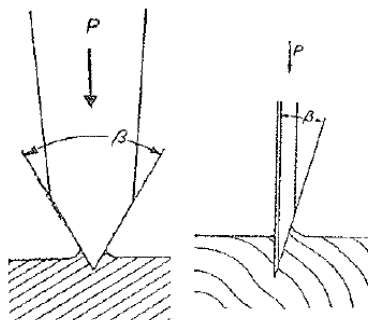
Извор: Смајо Ђоровић Технологија занимања за 3. разред Машинске стручне школе, Завод за уџбенике и наставна средства, Сарајево 2001.

### 2.3. ОБРАДА МАТЕРИЈАЛА ОДВАЈАЊЕМ, СЕЧЕЊЕМ И РЕЗАЊЕМ

Сирови материјал који даље треба обрађивати ради добијања коначног облика неког производа обично се производи у облику шипки различитог пресека, топло или хладноваљаних профила, у облику табли лима различитих дужина, ширина и дебљина. Овакав материјал се сече на предмеру будућег производа ради лакше, брже и једноставније обраде. Сечење материјала може се извести и употребом ручних алата и машина. При томе се захтева да ширина реза буде што је могуће мања ради већег искоришћења материјала. Поред тога, захтева се да и резна површина буде таквог квалитета да јој није потребна накнадна дорада.

### 2.3.1. СЕЧЕЊЕ РУЧНИМ СЕКАЧЕМ

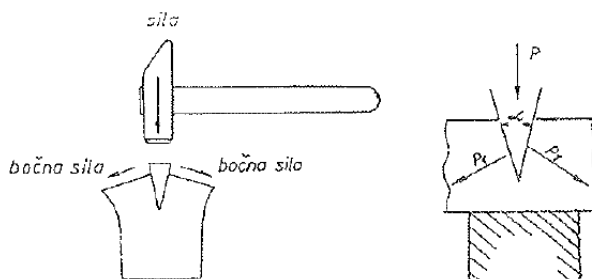
Мање површине метала на којима треба извршити разна усецања или исецања могу се доста ефикасно вршити и ручним секачем.



Слика 26. - Угао оштрице секача

Извор: Смајо Ђоровић Технологија занимања за 3. разред Машинске стручне школе, Завод за уџбенике и наставна средства, Сарајево 2001.

Секачи се иначе израђују од тврдог и жилавог алатног челика. Резна оштрица секача, каљена на врло високу тврдоћу, најчешће је равног или лучног облика (Слика 28). Оштрица оваквог облика под јаким ударцима чекића продире у материјал и на тај начин врши одсецање. Секачи се ипак, примењују на мекшим материјалима због потребне силе резања. С друге стране, резање тврђих материјала, а поготово већих дебљина, било би сасвим неисплативо (Слика 29).



Слика 27. - Распоред сила при сечењу секачем

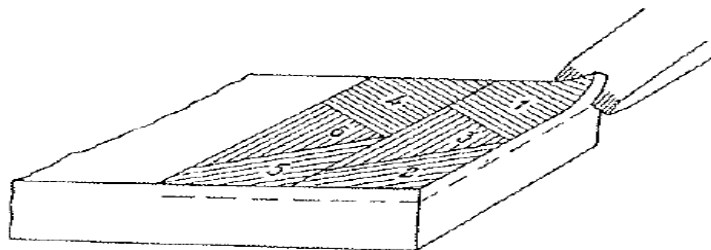
Извор: Смајо Ђоровић Технологија занимања за 3. разред Машинске стручне школе, Завод за уџбенике и наставна средства, Сарајево 2001.

Препоручљиво је код сечења челика и бакра оштрицу секача потопити у воду или премазивати масном крпом, при чему се смањује иначе брзо тупљење оштрице. Уколика је угао резања превелик, долази до појаве предебеле струготине, а површина резања је таласаста. Ако је угао резања премали, онда долази до одбијања секача од материјала.

Наравно да је лакше продирање секача што је мањи угао, али са становишта отпорности материјала, у пракси се показало да је претходно наведени угао оптималан. Дужина секача је посебно важна и она се креће од 180 до 200 mm. Облик тела секача може бити различит. Међутим, као најефикаснији показао се округли облик, јер даје најбољу прегледност приликом рада.

Уколико се жели секачем скинути дебљи слој материјала, онда се то ради у неколико наврата, скидајући тање слојеве материјала. Сечење се врши наизменичним

редом и на тај начин се знатно убрзава процес квалитетног рада. Овако обрађена површина се контролише лењиром (Слика 30).



Слика 28. - Скидање дебљег слоја материјала

Извор: Смајо Ђоровић Технологија занимања за 3. разред Машинске стручне школе, Завод за уџбенике и наставна средства, Сарајево 2001.

Уколико се предмет обрађује секачем стегнут у стеги, онда треба настојати да се сечење обавља у правцу непокретне чељуст. Оваквим начином рада увелико се спречава кварење стеге, а и стабилност је много већа. То се може лако извести приликом обраде широких предмета. Приликом рада константно треба пазити стоји ли секач под оптималним углом у односу на радни предмет.

Секачи се могу употребити и за разне друге врсте операција, као што су:

- скидање односно обарање ивица,
- израда жлебова,
- израда разних шупљина итд.

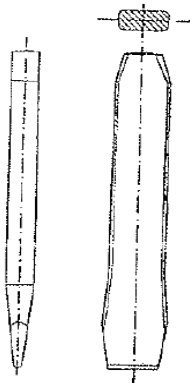
Рад секачем се примењује код врло грубих радова, а иначе служи као претходница финијим поступцима обраде метала, као што је турпијање и слично.

Данас су у примени све више секачи уграђени на механизованим уређајима, код којих се сила удара добија помоћу зрака под притиском или електричне енергије. Овим алатима омогућена је бржа обрада материјала.

Међутим, и поред изразите брзине рада овим алатима се не врши сечење материјала који је намењен даљој обради, због појаве мањих или већих деформација.

Данас је у употреби неколико врста секача, а који се међусобно разликују према облику оштрице и употреби.

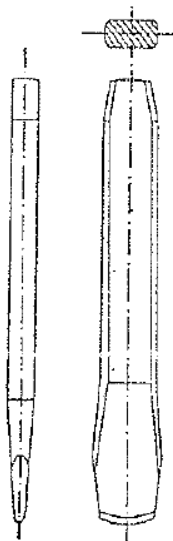
**Пљоснати секач** употребљава се за просецање танких лимова, затим за скидање врхова на одливеним комадима итд (Слика 31).



Слика 29. - Пљоснати секач

Извор: Смајо Ђоровић Технологија занимања за 3. разред Машинске стручне школе, Завод за уџбенике и наставна средства, Сарајево 2001.

**Лучни секач** употребљава се за сечење лима и за лучна усецања у лиму (Слика 32).



Слика 30. - Лучни секач

Извор: Смајо Ђоровић Технологија занимања за 3. разред Машинске стручне школе, Завод за уџбенике и наставна средства, Сарајево 2001.

**Обли секач** је врста секача који се употребљава за израду канала. Округли секач је намењен за исецање отвора при изради разних заптивача од метала, коже, гуме, картона и осталих материјала за заптивање.

### 2.3.2. СЕЧЕЊЕ МЕТАЛА ТЕСТЕРАМА

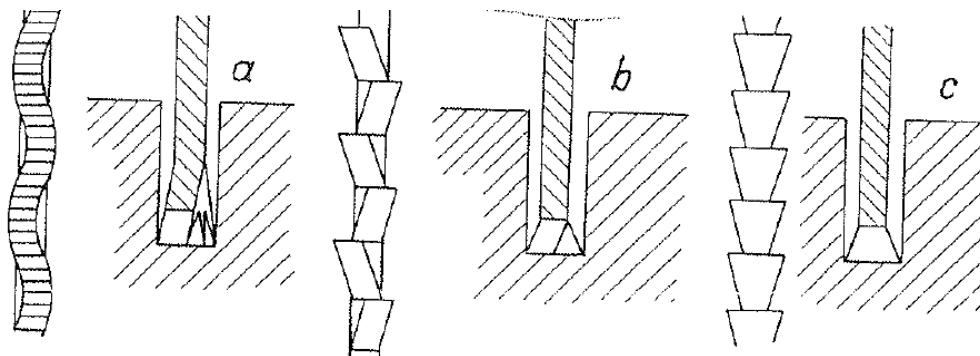
Сечење метала тестерисањем је врста операције којом се врши растављање метала. Тестерисање се може изводити ручним или машинским тестерама. Ручним тестерама врши се резање металних шипки или профила, а ређе других метала. Одсецањем тестерама задовољени су услови у погледу малог губитка материјала приликом резања.

Ручна тестера састоји се из оквира (рама или лука) тестере и челичног назубљеног листа. Лист тестере се у рам тестере може поставити хоризонтално или вертикално, са зупцима окренутим према напред. Вијком, који се налази на предњој страни тестере, врши се затезање листа.

Оштрице на листу тестере поређане су једна за другом као секачи. Притискивањем током рада у материјал и кретањем према напред врши се резање. Струготина, која у том случају настаје, гомила се између зубаца и након изласка зуба из захвата, испада. Да би струготина лакше испадала и да би се избегло бочно трење, лист тестере је мало тањи од ширине коју захватају зупци. Ако је остварено лакше испадање струготине, знатно се смањује трење, односно загревање листа, као производа трења. Проширење захвата зубаца врши се њиховим раздвајањем. Ово раздвајање се може извести на неколико начина, од којих је свакако најпогоднији онај који се врши помоћу посебне справе за раздвајање или клешта за раздвајање. У принципу, раздвајање може бити изведено за три случаја, и то (Слика 33):

- раздвајање у таласастој линији (Слика 34 - а),

- раздвајање у цик-цак линији (Слика 34 - б),
- раздвајање сабијањем зубаца (Слика 34 - ц).

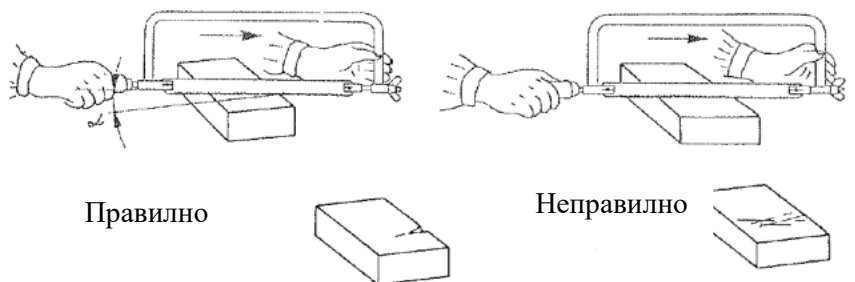


Слика 31. - Начини разметања зубаца тестере

Извор: Смајо Ђоровић Технологија занимања за 3. разред Машинске стручне школе, Завод за уџбенике и наставна средства, Сарајево 2001.

Материјал који треба резати тестером мора бити довољно чврсто стегнут у стеги и постављен тако да приликом рада не долази до његових вибрација. Пре почетка тестерисања мора се проверити затегнутост листа тестере, као и положај зубаца. Ако је лист превише стегнут, може доћи до његовог лома. За затезање листа ипак, треба и одређено радно искуство, па из тог разлога у почетку рада треба консултовати раднике са искуством.

Стругање, односно тестерисање у почетку треба бити благо и без јачег притискивања јер, у противном, може доћи до лома зубаца. Танки лимови се обично почињу резати искоса.



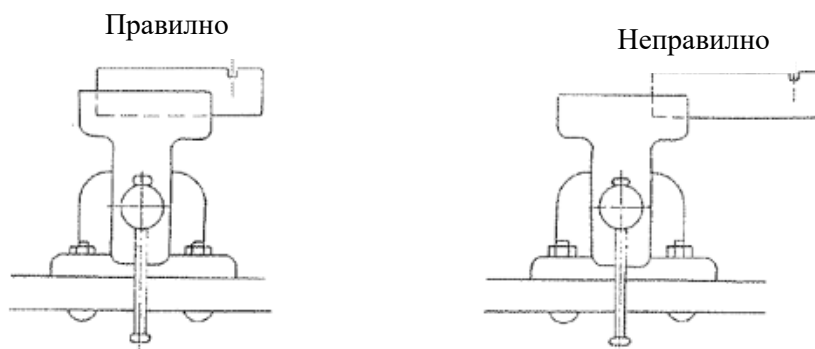
Слика 32. - Положај приликом рада ручном тестером

Извор: Смајо Ђоровић Технологија занимања за 3. разред Машинске стручне школе, Завод за уџбенике и наставна средства, Сарајево 2001.

У почетку радат тестером се засече површина на предњој или задњој ивици. Тестерисање треба да буде равномерно, при чему треба посебно водити рачуна да рам тестере не „шета” лево – десно (Слика 34). Поменути зарез се може остварити и турпијањем, при чему тестера добија чвршће вођење, ивице реза су оштре, зупци се мање ломе, а омогућено је сечење материјала по тачно оцртаној линији. Често почетници једном руком повлаче тестеру у страну, што за последицу има неправилан, односно таласаст рез и отежавање даљег тестерисања. Тестера се одређеном силом потискује само према напред, док се приликом враћања тестере у почетни положај врши повлачење без притискивања. У зависности од тврдоће материјала, зависи и сила притискивања тестере.

Препоручљиво је новим листом резати мекше материјале, док зупци мало не затупе, а тек онда се таквим листом режу тврђи материјали.

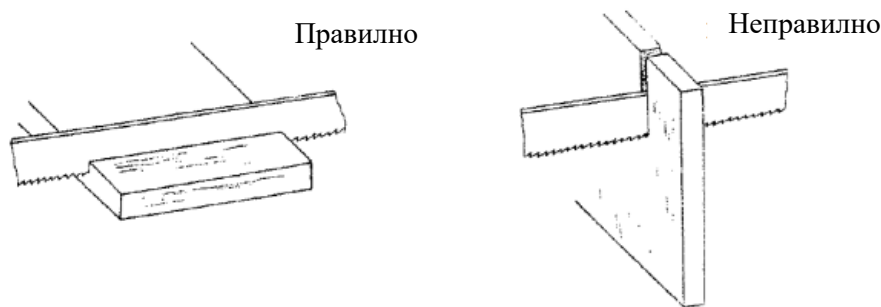
У току процеса сечења, по правилу, не треба правити више од 40 покрета у минути. Уске комаде препоручљиво је резати када се поставе у усправан положај. Уколико дође до пуцања листа тестере у току рада, треба знати да је нови лист увек дебљи од старог - похабаног. Наравно да такав лист неће моћи стати у већ урезани жлеб и просто наставити даље са радом. Из тог разлога препоручује се окренути комад и новим листом почети резати са супротне стране. Предмет који се реже треба да је чврсто стегнут, тако да је лист тестере што ближе ослоњу јер, у противном, постоји оправдана бојазан од брзог лома зубаца па и самог листа због могућих вибрација предмета (Слика 35).



Слика 33. - Положај предмета у односу на ослонац током тестерисања

Извор: Смајо Ђоровић Технологија занимања за 3. разред Машинске стручне школе, Завод за уџбенике и наставна средства, Сарајево 2001.

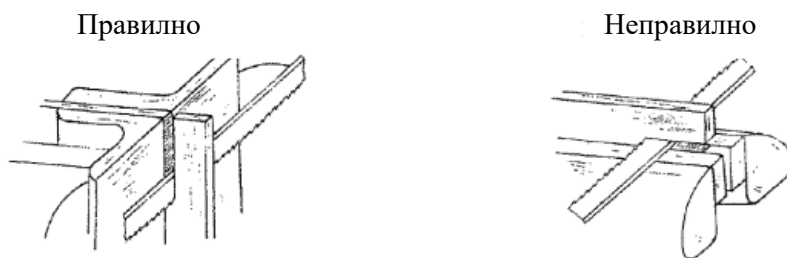
Уколико је потребно резати врло танке лимове, онда се употребљавају посебни стезачи, а некада су довољна и два „L” профила, са задатком да стегну лим и како би се избегло његово треперење. На овај начин осигурава се добро вођење, а рез је прав (Слика 36 и 37).



Слика 34. - Тестерисање радних предмета мале дебљине

Извор: Смајо Ђоровић Технологија занимања за 3. разред Машинске стручне школе, Завод за уџбенике и наставна средства, Сарајево 2001.

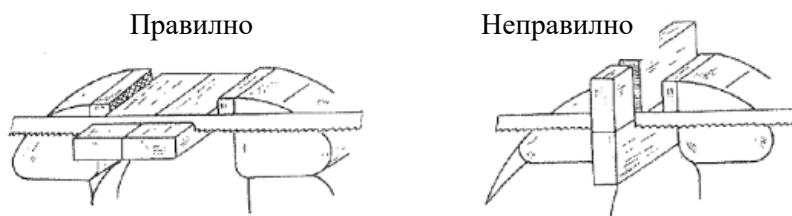
На слици 37. приказано је тестерисање врло танких радних предмета.



Слика 35. - Тестерисање врло танких радних предмета

Извор: Смајо Ђоровић Технологија занимања за 3. разред Машинске стручне школе, Завод за уџбенике и наставна средства, Сарајево 2001.

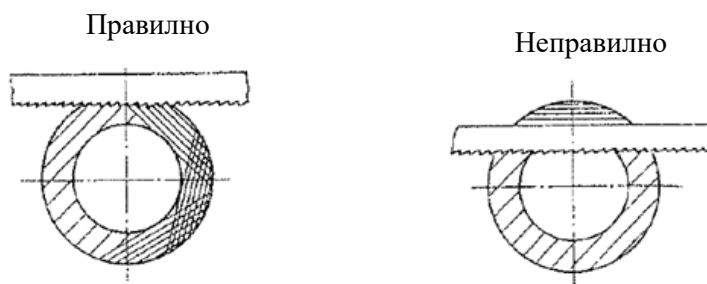
Ако је потребно резати више комада (ради уштеде у времену), комаде треба стезати одједном у пакету (Слика 38).



Слика 36. - Тестерисање више радних предмета одједном

Извор: Смајо Ђоровић Технологија занимања за 3. разред Машинске стручне школе, Завод за уџбенике и наставна средства, Сарајево 2001.

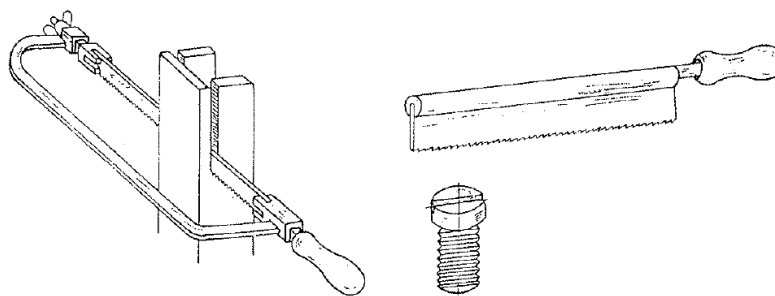
Цеви се режу само малим засецима, а затим се окрећу и тако се даље наставља са резањем. Уколико би се радило на другачији начин, могло би лакше доћи до ломљења зубаца, а рез не би био раван (Слика 39).



Слика 37. - Редослед тестерисања цеви

Извор: Смајо Ђоровић Технологија занимања за 3. разред Машинске стручне школе, Завод за уџбенике и наставна средства, Сарајево 2001.

За резање дубоких зареза или жлебова, лист тестере се окрене за 90°. За резање жлебова на главама вијака засецање се врши посебним тестерама за засецање којим се добија ужи рез. Пре почетка тестерисања лист се готово увек подмазује како би се што више смањило трење и тупљење зубаца (Слика 40).



Слика 38. - Сечење дубоких зареза и жлебова на глави вијка

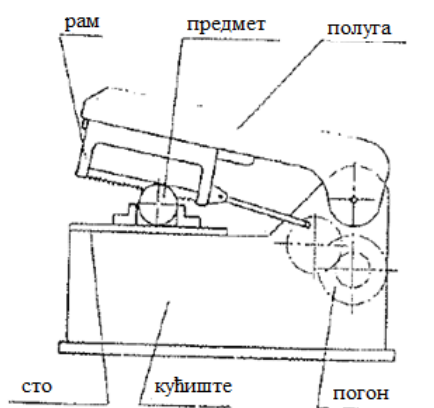
Извор: Смајо Ђоровић Технологија занимања за 3. разред Машинске стручне школе, Завод за уџбенике и наставна средства, Сарајево 2001.

Машинским тестерама режу се комади већих попречних пресека, као и ако је већа количина комада које треба одрезати, односно ако је тај захват неоправдано радити ручним тестерама. Машинске тестере по свом облику могу бити: оквирне, тракасте или кружне (Слика 41).

Машинске оквирне тестере или тестере са рамом имају назубљени лист, стегнут у раму, нешто слично као и ручна тестера. Погон алата добија се од електромотора, преко одговарајућих преносних механизма. Рад на оквирној машинској тестери је прилично равномеран, као и сила тестере на основни материјал. Сила се најчешће остварује путем хидраулике, а постоје и тестере код којих се ова сила остварује противтеговима. Након завршетка рада машина би требало да се аутоматски искључи, односно заустави свој рад.

Број ходова овакве тестере креће се:

- од 50 до 60 за тврђе материјале,
- од 90 до 120 за мекше метале и њихове легуре.

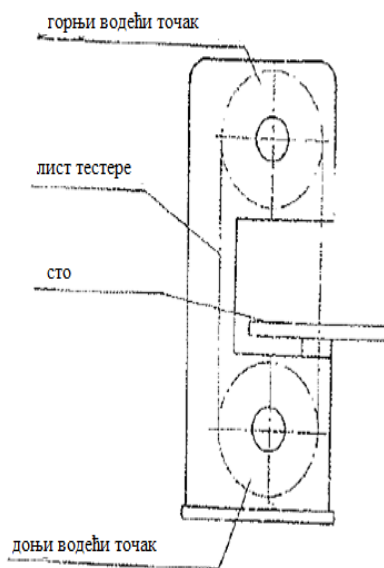


Слика 39. - Шематски приказ оквирне тестере

Извор: Смајо Ђоровић Технологија занимања за 3. разред Машинске стручне школе, Завод за уџбенике и наставна средства, Сарајево 2001.

Рад на оваквим машинама, економски гледано, није посебно исплатив због значајне спорости у раду, као и због нескоришћеног повратног хода тестере. Наиме, и код оквирних тестера лист тестере реже само према напред. Тракасте тестере представљају, са економске стране, значајно унапређење. Оне користе тзв. бесконачну траку, тј, лист

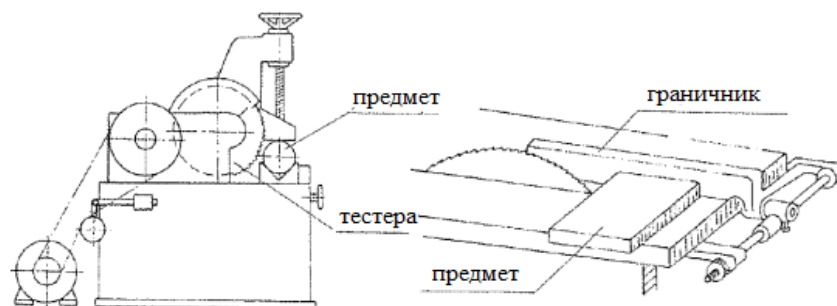
тестере има изглед затворене криве линије која се константно креће. Користећи овај ефекат, тракасте тестере врше непрекидан процес резања и немају никаквих повратних празних ходова. Међутим, велики недостатак ових тестера је поприлична осетљивост листа, који трпи велики број различитих оптерећења (топлотна напрезања, разна савијања око точкова-водилица итд.). Помоћно кретање овде се најчешће врши мануелно, померањем основног материјала, при чему често долази до заглављивања и преоптерећења. С обзиром на релативно малу дебљину траке, овакво преоптерећење може изазвати трајне еластичне деформације листа тестере, па чак и лом. Тракасте тестере имају велику примену при сечењу, односно усецању или исецању комада код којих су захтеви за танким резом изражени, као и за криволинијско резање, све то захваљујући малој дебљини листа тестере. Тракасте тестере имају највећу примену у обради дрвета (Слика 42).



Слика 40. - Шематски приказ тракасте тестере

Извор: Смајо Ђоровић Технологија занимања за 3. разред Машинске стручне школе, Завод за уџбенике и наставна средства, Сарајево 2001.

Кружне тестере имају заиста велики значај у обради металних материјала. Економски гледано, њихова примена је најоправданија, упоређујући их са осталим типовима машинских тестера. С обзиром да је лист тестере у облику круга, и код ових тестера је могуће изводити непрекидно резање. Брзина резања кружним тестерама креће се у интервалу од 8 до 500 m/min, чиме је омогућено резање готово свих врста челика, а по потреби брзину резања је могуће још повећати. Лист тестере се израђује од брзорезних челика. Уколико се жели остварити миран ход листа тестере, потребно је да најмање 2 - 3 зуба буду истовремено у захвату са материјалом. Због повећаног трења листа тестере, код ових тестера је израженији процес хлађења током резања него код осталих. Правилним начином хлађења током процеса резања значајно се повећава економска исплативост рада овим тестерама. Чешћим оштрењем зуба тестере, такође, се може повећати век трајања алата (Слика 43).



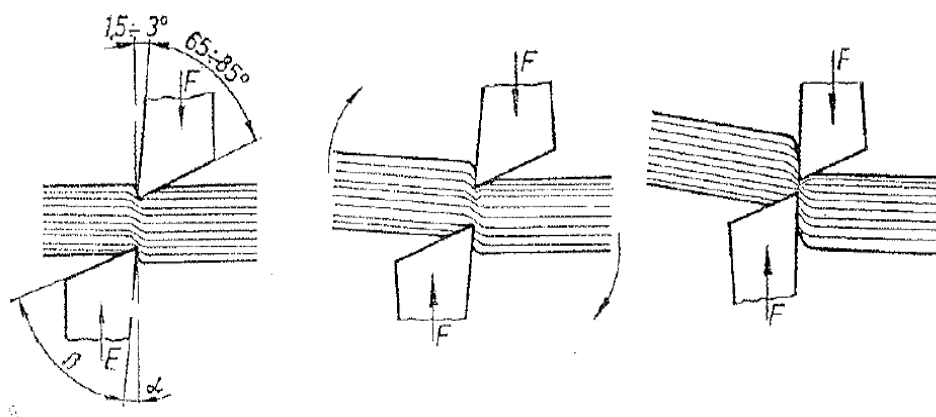
Слика 41. - Шематски приказ кружне тестере

Извор: Смајо Ђоровић Технологија занимања за 3. разред Машинске стручне школе, Завод за уџбенике и наставна средства, Сарајево 2001.

**Маказама** се врши резање, односно сечење лимова, при чему се за сечење тањих лимова користе ручне маказе, док се за сечење дебљих лимова користе машинске маказе, алат састављен од два ножа која готово једнако врше деформацију лима, односно сечење лима. Процес резања маказама састављен је из три фазе, и то (Слика 44):

- у првој фази долази да продирања ножева у материјал, при чему се сабијају влакна материјала (Слика 45 - а),
- у другој фази ножеви кидају спољашња влакна материјала настављајући продирање према унутрашњости. У овој фази долази и до савијања материјала због тога што сила смицања није у истој равни са равнином смицања материјала (Слика 45 - б),
- у трећој фази долази до трајне деформације, тј. смицања или резања материјала (Слика 45- ц).

Колико ће дуго трајати поједина фаза, директно зависи од пластичних особина материјала.



Слика 42. - Принцип сечења маказама

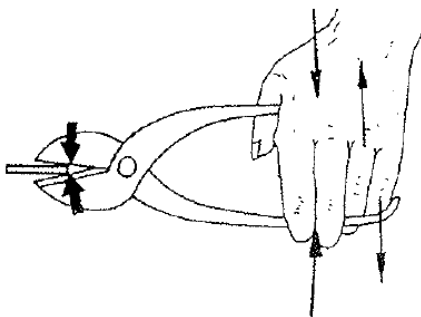
Извор: Смајо Ђоровић Технологија занимања за 3. разред Машинске стручне школе, Завод за уџбенике и наставна средства, Сарајево 2001.

Ручне маказе су алат који је састављен од два крака, спојена обично вијком. Вијак служи за подешавања паралелног растојања између два крака, у зависности од дебљине лима који се реже. За сечење лима постоји неколико врста ручних маказа, и то:

- праве или обичне маказе за „кратки рез”,
- криве маказе за „дуги рез”,
- маказе за исецање и
- универзалне маказе.

Обичне маказе служе за праволинијско резање челичног лима дебљине до 1 mm или алуминијског лима дебљине до 2 mm. Маказе за „дуги рез”, захваљујући конструктивним карактеристикама служе за резање табли лимова. Маказама за исецање могуће је доста добро вршити кружна резања, обрезивања или изрезивања. Универзалне маказе, како им и само име каже, могу се користити за све врсте резања танких лимова. Дужина ових маказа креће се од 250 до 350 mm. Добра карактеристика ових маказа је та што их је могуће користити у свим приликама и положајима, до дебљине челичног лима од 1 mm односно алуминијског лима до 2 mm.

Приликом резања ручним маказама, маказе се држе једном руком, и то тако да су палцем и средњим прстом обухваћене обе ручице маказа, а последња два прста се налазе између ручица маказа (Слика 45).

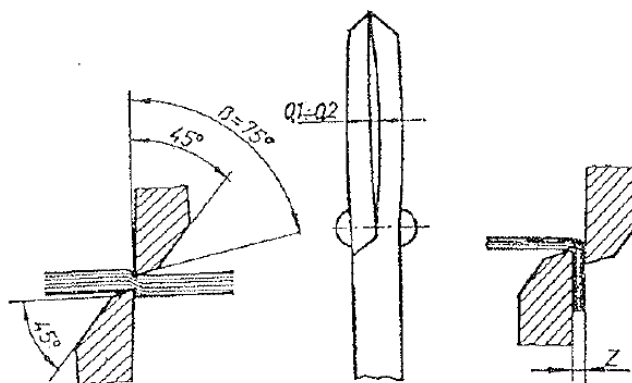


Слика 43. - држање маказа приликом сечења лима

*Извор: Смајо Ђоровић Технологија занимања за 3. разред Машинске стручне школе, Завод за уџбенике и наставна средства, Сарајево 2001.*

Угао резања ручним маказама треба да је што мањи како би се спречило евентуално клизање. Оптимална вредност овог угла креће се између  $9^{\circ}$  и  $14^{\circ}$ . Рад ручним маказама се заснива на принципу двокраке полуге. Према томе, резање је лакше што је предмет ближе оси окретања, а дужина рукохвата што већа. Уколико је угао резања већи од  $14^{\circ}$ , материјал ће све више клизити према врху маказа, све док се не оствари повољан угао резања. Самим тим ће рез бити врло кратак. Ако је угао резања мањи од  $9^{\circ}$ , у том случају је потребна знатно већа сила резања. Ако су краци довољно удаљени један од другог, маказе ће уместо резања лима вршити његово савијање. Приликом сечења маказама, правац резања треба да буде такав да се сечиво маказа води дуж оцртане линије, при чему линија мора бити јасно видљива.

Кружно обрезивање и изрезивање по правилу се ради окретањем лима у правцу врха маказа, при чему се остварује добро вођење по унапред оцртаној линији. Пре почетка изрезивања делова из табле лима, потребно је извршити просецање секачем како би се створио довољно велики отвор за смештај једног крака маказа (Слика 46).



Слика 44. - Изглед ножева ручних маказа

Извор: Смајо Ђоровић Технологија занимања за 3. разред Машинске стручне школе, Завод за уџбенике и наставна средства, Сарајево 2001.

Полужним (стоним) ручним маказама врши се сечење лимова већих дебљина. Осим лимова на полужним маказама, могуће је сећи и неке врсте профила, затим шипкастог материјала округлог или правоугаоног попречног пресека. Када полужним маказама треба сећи профиле, онда у том случају треба осигурати и одговарајуће профилне ножеве. Ручним полукружним маказама могуће је извршити одсецање лимова по унапред оцртаној кривој линији.

Лим је могуће резати и савременим механизованим електричним алатима. Код оваквих алата обртно кретање електромотора, уграђеног у телу механизованог алата, најчешће се директно преноси на ножеве за резање. Једноставним и лаким руковањем, као и свестраном могућношћу примене како на танке тако и на нешто дебље лимове, чини ове алате све присутнијим у већини радионица. Овакви алати су се показали врло економичним. Релативно су мале снаге, али зато доста ефикасно и брзо могу резати лимове, при чему имају чист и брз рад, као и могућност одсецања и врло танких лимова, без појаве јаснијих деформација. Овакве карактеристике су последица малих, али врло честих захвата сечива.

Данас су све чешће у употреби специјализавани алати за резање појединих врста облика материјала. Рад оваквим секачима је релативно једноставан и врло ефикасан, поготово за мањи број комада, као и за сечење цеви на терену. На претходно добро учвршћеној цеви изврши се постављање секача и након релативног притезања изводи се једноставно окретање око цеви. Лаганим притезањем вијка врши се продирање сечива у зид цеви, што за последицу има заправо њено сечење.

Употреба машинских маказа омогућава сечење врло великих дебљина лимова, као и великих димензија табли лимова. Према погону ножа могу се поделити на неколико врста, и то:

- маказе са кривајним механизмом,
- са лактастим полугама,
- са угаоним полугама.

На оваквим маказама угао сечења креће се између 5° и 8°. Поред оваквих маказа у употреби су и тзв. паралелне маказе, код којих се сечење одвија одједном дуж целе линије сечења. Недостатак оваквих маказа је немогућност сечења дебљих, односно дужих резова без употребе веома велике силе. Машинске маказе су снабдевене регулишућим граничником, којим је могуће подесити ширину лима који се сече, што

омогућава бржи и ефикаснији рад. Поред тога, машинске маказе су погодне за серијску производњу. Рад машинским маказама је релативно једноставан, али је неопходно придржавати се техничких услова за експлоатацију и заштиту.

Због честог резања дебљих табли лимова већих димензија, поред оваквих маказа често је потребно осигурати и конзолну дизалицу ради лакше манипулације.

## **2.4. ОБЛИКОВАЊЕ ЛИМОВА, ШИПКИ, ЦЕВИ И ПРОФИЛА У ХЛАДНОМ И ТОПЛОМ СТАЊУ РУЧНО И МАШИНСКИ**

Савијање је технолошка операција којом се постиже обрада материјала, тачније обликовање материјала које настаје деловањем силе на материјал, при чему долази до пластичних деформација. За остваривање савијања потребно је остварити силу чија је величина већа од отпора материјала, односно треба да буде већа од силе еластичних деформација. Савијање је прилично честа операција, које своју примену налази нарочито при савијању лимова, жица, цеви, разних профила и приликом израде једноставнијих опруга.

Уколико се савијање изводи без загревања, онда је то тзв. савијање на хладно, односно, уколико се ради уз помоћ загревања материјала, то је савијање на топло. Ако се ради са мањим предметима, затим са мекшим материјалима мање дебљине, онда је могуће извршити процес савијања на хладно, док се дебљи материјали савијају уз помоћ загревања предмета који се обрађује. Загревањем предмета обраде пре савијања значајно се смањује потреба за великим силама савијања. У исто време значајно се смањује појава унатрашњих напона у материјалу. Загревање пре савијања може ићи до границе до које наступа промена у структури материјала. За загревање предмета могу послужити нарочите пећи за загревање, али се у пракси често користе примитивнија средства, па чак и обичне бензинске лампе.

Потребно је добро познавати процес савијања како би се постигао максималан учинак уз минималне трошкове. Сила потребна за остваривање савијања може се постићи ручно или машински. Наравно да је сила која се производи ручним путем знатно мања од оне која се може постићи машинским путем, што директно утиче и на дебљине и квалитете материјала који се подвргавају процесу савијања. Приликом ручне обраде ретко се директно делује на сам предмет обраде (ударцима чекића итд.), већ су у употреби уређаји и ручне машине са преносницима који омогућују да се сила, која се остварује деловањем силе радника, увећава до одређене величине момента савијања. Полупречник савијања најчешће се постиже употребом једноставних шаблона, по којима се предмет савија. Одговарајући савијени облик може се постићи и употребом згодно конструисаних алата од којих је један део алата покретан, док се и други налази на столу машине. Ако се ради са релативно малим и танким комадима, ручно савијање се може изводити уз помоћ стеге, чекића и одговарајућег шаблона.

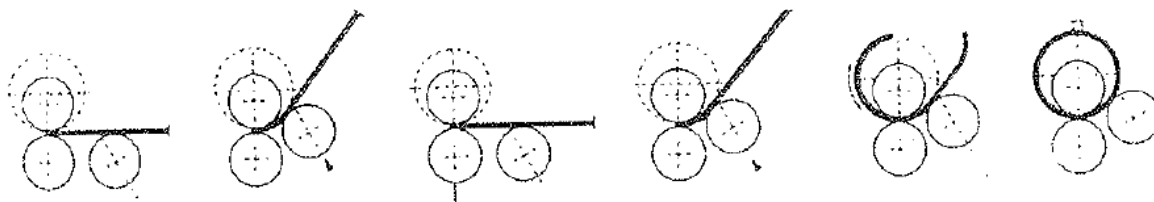
Цеви су врло важан конструктивни елеменат, који је иначе често у употреби. Према свом облику попречног пресека могуће је разликовати квадратне, правоугаоне и округле цеви. Поред тога, цеви се разликују да ли су израђене савијањем и заваривањем, тј. шавне цеви, или извлачењем, цеви без шавова. Цеви се, као и други шипкасти материјали могу савијати по одређеном радијусу савијања, који зависи у принципу од два параметра, и то:

- називног пречника цеви и
- квалитета материјала од кога је цев направљена.

Цеви се могу савијати у топлом или у хладном стању, уз коришћење ручних или механизованих алата. Савијање цеви се, у најпростијем облику, може изводити ручно уз коришћење полуге која се постави у цев и савија око неког шаблона. Наравно да се на овакав начин не могу савијати цеви са дебљим зидом нити већа количина цеви. Нешто лакши начин ручног савијања цеви јесте савијање уз помоћ алата у облику оквира и мањег преносног механизма који донекле увећава силу произведену снагом радника. Оваквим начином се најчешће добијају савијене цеви које у зони савијања немају почетни облик, тј. округао облик, него је он мање или више овалан. Уколико се жели постићи округао облик и у зони савијања, онда се прибегава пуњењу цеви ситним песком, уз претходно затварање једног краја цеви. Тако напуњена цев се лагано удара чекићем како би се постигло максимално пуњење, односно приликом савијања неутралише могућност деформисања цеви. Овакав начин је веома користан и практичан, али у исто време и врло спор. Цеви, чији је називни пречник релативно мали савијају се у хладном стању, за разлику од цеви са дебљим зидом и већим називним пречником, које се у принципу, савијају у топлом стању. Поред песка који се користи за савијање цеви, цеви се могу пунити другим материјалима, као што су: олово, смола, челичне куглице или сачма.

Приликом савијања шавних цеви потребно је водити рачуна о положају шав - завареног споја. Шав код ових цеви при савијању треба бити паралелан са неутралним влакном на средњем пречнику савијања. Неутрално влакно представља линију која се може оцртати на цеви, лиму или неком другом предмету савијања, а који не мења своју дужину.

Савијање шипкастог материјала у принципу је исто као и савијање цеви. Нормално да код шипкастог материјала не може бити говора о пуњењу песком. Шипкасти материјал може бити врло различитог попречног пресека, па из тог разлога треба поседовати и адекватне облике алата и прибора за савијање. Пре одсецања шипкастог материјала потребно је одредити дужину у равном - исправљеном стању. Прорачун се своди на одређивање дужине неутралног влакна. Савијање профила је знатно сложеније од претходних савијања. Сложеност се огледа у далеко већој припреми. Но, и поред тога, данас је могуће пронаћи велики број алата и машина којима се може извршити савијање разних облика профила. Сви ови уређаји, у принципу, имају три ослоњаца око којих се врши савијање (Слика 47).



Слика 45. - Принципи савијања уз употребу три ваљкаста тела

Извор: Смајо Ђоровић Технологија занимања за 3. разред Машинске стручне школе, Завод за уџбенике и наставна средства, Сарајево 2001.

## 2.5. ОБРАДА ДЕЛОВА РУЧНИМ БРУСИЛИЦАМА (ЧИШЋЕЊЕ, БРУШЕЊЕ, СЕЧЕЊЕ И ПОЛИРАЊЕ)

Након заваривања на завареним спојевима налази се већи број неравнина, насталих од остатака заваривања итд. Све то је потребно добро чистити пре наношења слојева антикорозивне заштите. Поред тога што остаци од заваривања често сметају приликом

даље монтаже, узроковане својом неравношћу, таква места су врло често и извор корозије. Наиме, све шупљине, неравнине итд, неће се моћи добро заштити наношењем боје, ако се и претходно добро не очисте. Због свега тога потребно је извршити добро чишћење заварених спојева. Због своје једноставности за овај процес се најчешће користе ручне електричне и пнеуматске бруснице. Оваквим брусницама се скидају сви врхови, настали заваривањем и изравнавају се шавови са основним материјалом.

Добро обрађени заварени спојеви су и добар темељ за наношење антикорозивних премаза. Наношење антикорозивних премаза, у циљу заштите не треба вршити на још увек вруће заварене спојеве, изузев ако се не ради о неким од специјалних антикорозивних средстава.

#### Питања за теоријску проверу знања

1. Шта је оцртавање?
2. Шта је обележавање?
3. Навести алате и приборе који се користе при оцртавању и обележавању.
4. Навести главни недостатак турпијања.
5. Како се могу разврстати ручне турпије?
6. Навести три фазе при процесу резања маказама.
7. Објаснити процес савијања.

### 3. ИЗРАДА И МОНТИРАЊЕ МЕТАЛНИХ КОНСТРУКЦИЈА И ПРОЦЕСНЕ ОПРЕМЕ

Израда и монтирање металних конструкција и процесне опреме представљају кључне процесе у индустрији, грађевинарству и енергетици. Ови послови захтевају високу прецизност, стручно планирање и коришћење савремених технологија како би се обезбедила сигурност, дуготрајност и ефикасност конструкција и опреме у експлоатацији. Процес израде обухвата сечење, савијање, заваривање и обраду метала како би се добили делови који задовољавају техничке и пројектне захтеве. Након производње монтажа металних конструкција и процесне опреме захтева прецизно уклапање и повезивање елемената на терену, уз поштовање техничких стандарда и прописа о безбедности на раду. Правилна организација и координација свих фаза – од пројектовања и израде до транспорта и уградње – осигурава успешну реализацију пројекта у различитим индустријским гранама. У овом поглављу биће обрађени кључни аспекти израде и монтаже металних конструкција и процесне опреме, са фокусом на технике, алате и изазове који се јављају у овом процесу.

#### 3.1. ИЗРАДА И УГРАЂИВАЊЕ ЕЛЕМЕНАТА ГРАЂЕВИНСКЕ БРАВЕРИЈЕ (МЕТАЛ, ПВЦ)

Израда металних конструкција по свему је слична изради металних предмета. Да би се метална конструкција могла направити према документацији, потребно је израдити одговарајуће шаблоне. Уколико је потребно израдити и уградити конструкцију од неколико сегмената, могуће је радити и у радионици и на терену.

Поред тога, потребно је осигурати документацијом прописане носеће елементе и извршити њихово сечење на задату меру. Уколико се ради већи број комада ради изједначености сегмената, конструкцију свакако треба радити у радионици, при чему главни носачи треба да буду одвојени. Након тога се изврши подешавање већ израђених делова конструкције како би се поставили у складу са цртежом. Дакле, након извршених подешавања и причвршћивања приступа се спајању. Уколико је потребно, заварене спојеве треба пребрусити или очистити од остатака заваривања. Завршни рад на готово свакој конструкцији је наношење заштитних слојева боје у циљу заштите од корозије. Међутим, у пракси је готово увек потребно правити конструкцију састављену из више сегмената. У том случају потребно је правити спецификацију потребних материјала, настојећи да се степен искоришћења материјала што је могуће више повећа. Из тог разлога се некада раде тзв. „карте кројења” материјала, којима се тачно дефинише колико се комада неке позиције добија из сировог материјала (шипке, табле лима итд.). Потребно је обезбедити следеће машине и алате:

- апарат за заваривање, са комплетном опремом,
- ручна брусилца,
- маказе за сечење,
- брусне и резне плоче,
- машина за савијање,
- прибор - шаблон за резање вертикала, са предвиђеним радијусом,
- прибор за придржавање приликом паковања и обрезивања,
- четке за наношење темељног и покривног премаза.

### 3.2. ПОПРАВКА ГРАЂЕВИНСКЕ БРАВАРИЈЕ

Делови се, у зависности од врсте рада који обављају, троше у већој или мањој мери. Делови који су у контакту са другим делом (мисли се на покретне делове) више су изложени хабању и разним другим оштећењима од оних који мирују. Сваки од делова који се троши има своју прописану димензију са дозвољеним одступањима.

Уколико тај део, услед похабаности и слично, изгуби прописани облик, онда се он мора заменити новим или се поправити како би својим обликом и димензијама одговарао прописаним захтевима. Врста и начин поправке зависи од стања у којем се дати елемент налази, од временаведеног у раду и од низа других фактора. Поправке је могуће вршити од случаја до случаја, али оне, такођ, могу бити и планиране, као што је поступак одржавања који има превентивни карактер.

Приликом поправке машина, возила или постројења, потребно је осигурати одговарајући алат и прибор. Све радионице су најчешће специјализоване за одређени обим послова. Из тог разлога оне морају бити и снабдеване машинама, алатима, приборима и другом опремом неопходном за обављање таквих послова. Након детаљне технолошке анализе и разрађеног технолошког поступка релативно је лако извући податке које машине, алате и прибор је потребно припремити. Најчешће је потребно осигурати сетове кључева, одвијача, мерних ириструмената, неколико специјалних типова алата, разне механизоване електричне уређаје итд. Ако се ради континуирана поправка истог типа делова, нормално би било осигурати машине, алате и приборе који ће омогућити довољну проходност, односно који ће пружити могућност обраде довољног броја делова, а да у исто време буде економски исплатива.

Технолошки поступак растављања, поправке и састављања, углавном ће се разликовати за различите типове или групе производа.

### 3.3. ИЗРАДА И МОНТИРАЊЕ ЦЕВОВОДА, КОНЗОЛА, НОСАЧА, СТУБОВА, КРОВНИХ, МОСТОВСКИХ И ДРУГИХ РЕШЕТКАСТИХ КОНСТРУКЦИЈА

Носачи су конструктивни облици који су услед дејства оптерећења превасходно оптерећени на савијање. Према конструктивном извођењу могу да буду:

- решеткасти носачи,
- пуни носачи.

Решеткасти носачи се примењују у случајевима када конструкција треба да пренесе оптерећење преко великог распона или дохвата и када је примена пуних лимених носача нерационална због следећег:

- велики распон захтева и релативно велику висину носача, а што погоршава степен искоришћења материјала,
- усложњавају се услови постизања стабилности лимова на избочавање.

Према облику испуне (дијагонале и вертикале), разликују се следећи карактеристични типови решетки:

- троугласто-дијагонална решетка са једностраним вертикалама,
- троугласто-дијагонална решетка са обостраним вертикалама,
- троугласто-дијагонална решетка без вертикала,
- троугласто-дијагонална решетка са једнострано нагнутим дијагоналама,
- полудијагонална решетка,

- ромбоидална решетка,
- троугласто-дијагонална решетка са допунском испуном.

Исто тако, према облику контуре појасева, разликујемо решетке:

- са паралелним појасевима,
- полигоналне,
- троугласте,
- трапезне.

Код решетки са паралелним појасевима постиже се максимална унификација елемената. Полигонална контура решетки сразмерно прати дијаграм промене нападног момента савијања, остварујући константност оптерећења појасева и рационалност у погледу тежине.

Трапезни облик решетки је средње решење између ова два претходна, јер има тенденцију ка унификацији елемената и рационалности сопствене тежине због повољног облика контуре. Троугласта контура решетки се користи за конзоле и стреле. Приказане равanske решетки имају способност ношења само у сопственој равни, али због своје мале попречне крутости у односу на сопствену раван лако се извијају, односно губе стабилност. Због тога је неопходно образовати просторне решеткасте системе, имајући у виду да је носећа конструкција код машина за механизацију при њиховој експлоатацији оптерећена, како вертикалним тако и хоризонталним оптерећењем. Троугласти попречни пресек просторног система од три решетки је основни просторни систем са најмањим бројем решетки и врло често се примењује код конструкција стрела грађевинских стубних дизалица. Због постизања просторне крутости, неопходна је уградња просторних дијагонала.

Обликовање чворова цевних решеткастих носача треба вршити директно (без чворног лима), пошто се на месту везе чворног лима за зид појасне цеви јављају изузетно неповољни утицаји од савијања зида цеви, тако да се оваква веза не препоручује. Решеткасти носачи од квадратних правоугаоних цеви (због једноставније припреме краја штапа који улази у чвор) имају предност у односу на округле цеви. При томе, за одговорне носеће конструкције треба користити топло обликоване нормализоване цеви, јер код хладно обликованих цеви у ивици дуж угла цеви (услед високог степена хладне деформације) постоји опасност од кртог лома. Дебљину зида цеви, према ширини странице на којој се везује испуна, треба бирати према препорукама.

За конструкције које подлежу овом стандарду, примењује се, по правилу, електролучно заваривање, и то ручно, полуаутоматско и аутоматско, или неки други начин заваривања, под условом да су испуњени захтеви у погледу квантитета спојева према правилницима о квалитету заварених спојева носећих челичних конструкција. Облици жлебова за заваривање морају бити прилагођени поступку заваривања, а мере морају одговарати датим мерама на цртежима. Ивице жлебова морају при гасном резању бити оштре. Остаци метала на површинама резања жлебова обрађених маказама морају се одстранити.

Положај и састав делова који се заварују мора бити такав да поједини делови могу да се прилагоде деформацијама услед заваривања. Притом се мора пазити на правилно одржавање предвиђених размака у корену појединих жлебова.

Није дозвољено да се поједини делови конструкције приликом састављања напрежу. Заваривање извршити тачно према претходно предвиђеном редоследу (план заваривања). Облик појединих делова после заваривања мора да одговара облику и мерама датим на цртежима. Дозвољена одступања су у складу са прописима за

толеранције мера и облике код носећих челичних конструкција. Да би се избегли заостали напони, састављање и заваривање конструкције почиње, по правилу, из средине а завршава на крајевима дела који се заварује. Заваривање укрућења лимених носача за ребро може се извршити пре заваривања ребра са ножицама, ако то не спречава попречне деформације шавова између ребара и ножица. Површине на којима се заварује и електроде, односно прашак за заваривање, морају бити сасвим суви. Облога електроде не сме бити оштећена. Рупе за монтажне спојеве конструкције који се изводе заковицама или вијцима морају се бушити тек после заваривања појединих заварених саставних делова.

Додирне површине за директан пренос сила од једног на други део штапа код састављених штапова морају се обрадити после заваривања појединих саставних делова штапа. Извођење заваривачких радова врши се у положају који је најподеснији за заваривача. За теже делове који се не могу ручно окретати користи се, по правилу, механичка окретаљка. Код свих врста окретања мора се водити рачуна да не дође до преоптерећења и до пуцања шавова. Површина која се заварује мора се добро очистити од свих нечистоћа, треске, масноће, боје и др., и то пре почетка заваривања и после завршетка сваког завара. Врста и пречник електроде за заваривање или додатне жице мора одговарати основном материјалу који се заварује. Јачину струје и напон одређује произвођач електроде, односно опреме за заваривање. Образовање лука при електролучном заваривању дозвољено је само на површинама које ће бити заварене. Код динамички или замарањем оптерећене конструкције, капљице из растопине које прскају у околину завара и прокапљине које настају за време заваривања морају се обрусити. Припојни шавови, за које се сматра да су исте важности као и завршни шавови, морају се изводити под истим условима као и завршни шавови. Припојни шавови се сматрају делом завршних шавова само ако су испуњени горњи услови и ако су без прслина или других грешака. У противном случају ови завари се морају пажљиво ижлебити. Вештачки убрзано хлађење шавова није дозвољено. Пребрзо хлађење шавова у постојећим условима мора се спречити употребом дебљих електрода или претходним загревањем. За време плаве температуре мора се, при хлађењу, водити рачуна да не настане вибрирање или оптерећење шавова. Корене шавова сучеоних спојева који су заваривани са обе стране по правилу ижлебити, осим ако је постигнут добар завар, посебним поступком заваривања. За постизање доброг завара код корена угаоних шавова мора се, поред доброг налегања, употребити електрода са мањим пречником или електрода са дубоком пенетрацијом. Да би се избегла грешка на крајевима сучеоних спојева, врши се, по правилу, продужење шавова помоћу приложених плочица које се после завршетка израде шавова одстрањују. Прелаз од шавова на основни материјал мора бити благ, без угорина и других грешака, нарочито ако су у питању шавови оптерећени замарањем. Тада је потребно да се код важнијих спојева површине избрусе. Обрада заварених спојева мора бити таква да су шавови што хомогенији. Према важности споја постоје различити захтеви у погледу хомогености, а дати су у класама квалитета према прописима о квалитету заварених спојева за носеће челичне конструкције. Прслине и неспојена места у спојевима нису дозвољени. Мања удубљења и оштри прелази спојева морају се обрусити. Већа удубљења се морају наварити, а да би се постигао благ прелаз од шавова на основни материјал, после наваривања шав обрусити. Брусити се може, по правилу, на дубини од 5 % дебљине шавова. Напонско жарење (отпуштање) заварене конструкције се предвиђа у посебним случајевима или, ако то захтева квалитет завареног споја, изводи се према прописима о квалитету заварених спојева за носеће челичне конструкције.

Помоћна средства, која су била потребна за време састављања и заваривања, морају се одстранити без штетних последица за материјал конструкције. Остатке шавова обрусити до површине основног материјала. Сви шавови морају се пре бојења конструкције добро

очистити, а евентуалне грешке odstraniti. Заварени спојеви се морају прегледати пре бојења конструкције. Заваривање помоћних средстава за монтирање на деловима конструкције дозвољено је само кад је то предвиђено планом заваривања. Ако су помоћна средства потребна за премештање делова или за састављање конструкције, уместо приваривања посебних елемената изводи се бушење рупа и повезивање вијцима.

Ако се на важнијим местима рупе морају после монтирања накнадно затворити заваривањем, врши се приваривање помоћних средстава, а не бушење таквих рупа. Место заваривања мора бити заштићено од атмосферских утицаја (киша, ветар и др.). Испод ових температура заваривање се врши само уз предузимање посебних мера утврђених на основу претходних испитивања. Мора се водити рачуна о штетном утицају ветра на брзину хлађења шавова. Хлађење шавова водом није дозвољено.

### **3.4. ЧИШЋЕЊЕ МЕТАЛНИХ ПОВРШИНА МЕХАНИЧКИМ, ХЕМИЈСКИМ ИЛИ КОМБИНОВАНИМ ПОСТУПЦИМА**

Све машине и уређаји подлежу прегледу у одређеном временском интервалу, при чему се утврђује њихово стање и примењују поступци за отклањање установљених недостатака. На расклопљеним деловима мора се извршити темељно чишћење и потпуно отклањање од корозије, пазећи при томе да се метал не оштети. Некада је потребно извршити и такво чишћење при чему се одстрањују и све друге врсте нечистоћа, као што су каменац, разне наталожене масти итд. У случају да се продукти корозије састоје од порозног материјала који нису чврсто везани са основним металом, материјал можемо потпуно очистити обичном четком од влакана. У одређеним случајевима чишћење се може извршити и меком гумом или дрвеном лопатицом (шпатулом). Поред тога, површине се могу чистити и грубљим механичким средствима, као што су: турпије, брусни папир и слично. Уколико се корозија не може скинути механичким путем, онда се употребљавају хемијска средства. Најчешће употребљавана хемијска средства су обични детерџентни растварачи, израђени на бази деривата нафте са додатком детерџентних и антикорозивних адитива. Додавањем топле воде овим средствима они постају јако ефикасни при чишћењу и отклањању продуката насталих сагоревањем (гарежи) и одмашћивањем металних површина. Као средства за одмашћивање користе се и петролеј, етилалкохол, чија је намена одстрањивање различитих врста масноћа (масних флека) итд. Приликом употребе хемијског средства за чишћење, прање или одмашћивање, треба добро пазити да то средство не разара или на било који други начин не оштећује основни материјал.

У последње време се за чишћење од наслага корозије или неких других сипкастих материјала користи струја високо компримованог ваздуха или под притиском усмерени млаз воде. Главни недостатак чишћења водом је поновна могућност убрзане корозије. Након чишћења и прања делова приступа се њиховом сушењу. Разлог томе је што поред антикорозивних додатака челични делови у контакту са водом, осим нерђајућих челика, релативно брзо стварају оксидни слој на површини, односно кородирају. Осим чишћења делова, машина и уређаја након расклапања, често је потребно извршити чишћење делова пре склапања (монтаже).

Чишћење се може извршити и прањем помоћу млаза неке течности. Предност увек треба дати чишћењу помоћу ваздуха, поготово ако је загрејан при чему је врло погодан за сушење делова после прања.

Као један од најсавршенијих начина чишћења је свакако чишћење ултразвуком. Чишћење комада ултразвуком примењује се онда када је приступ до површина које се желе очистити знатно отежан, као на пример на отворима са навојима, жлебовима итд.

Ултразвуком је могуће скоро потпуно odstrанити масноће и механичке нечистоће. Овим поступком чишћење траје од неколико секунди до неколико минута, што зависи од количине и састава нечистоћа. Ултразвуком се, такође, ефикасно чисте делови и од продуката корозије, затим талога угљеника, од превлака боја и лакова, емајла, смола итд.

### **3.5. ЗАШТИТА ПОВРШИНА ДЕЛОВА И КОНСТРУКЦИЈА БОЈАМА, ЛАКОВИМА И ДРУГИМ МЕТАЛНИМ ИЛИ НЕМЕТАЛНИМ ПРЕВЛАКАМА**

Корозија код метала делује на смањење његових механичких особина. Економски гледано, корозија је врло штетна последица јер она смањује вредност и трајност машина и уређаја и знатно повећава трошкове одржавања истих. Данас је у пракси познато неколико метода заштите од корозије које са мање или више успеха врше заштиту неке металне, најчешће челичне површине. Један од тих начина је наношење металних превлака.

Делови машина могу бити оштећени на два начина:

- механичким,
- хемијским деловањем.

Механичка оштећења настају од разних удараца, огреботина и слично, које су производ непажљивог руковања радника, алатима и материјалом у радионици или приликом транспорта. Хемијска оштећења најчешће настају деловањем средстава за хлађење и подмазивање, а која су различитог хемијског састава, уз додатно деловање атмосфере (влаге, паре, честица дима, разних гасова итд.). Делове машине који су оштећени треба одмах заштитити од даљег пропадања. Уколико се то не уради, на месту оштећења ће се појавити корозија са тенденцијом даљег ширења. Оваква оштећења највише су везана за оштећења боје на машинама, која се иначе најлакше скида са површине метала. Свако даље одлагање поправке оштећења вуче за собом повећане трошкове касније поправке. Заштита очишћених делова врши се у зависности од функције коју врши тај део. У сваком случају, треба настојати да је површинска заштита економски оправдана, односно да не треба употребљавати скупе методе заштите ако се довољно добар ефекат може постићи јефтинијим методама. Једна од најјефтинијих метода је свакако наношење слојева боје. Ако се заштита очишћених делова може извршити бојењем, онда треба водити рачуна о следећем:

- поред чишћења од заосталих честица, површина треба бити и одмашћена,
- одмашћивање се може, поред осталог, извести раствором содом или разређивачем,
- након тога све треба добро испрати топлом водом,
- брзо и потпуно осушити металну површину сувом крпом или струјом топлог ваздуха,
- уколико су површине неравне, деформисане ударцима, површину треба поравнати и сушити бар 4 сата или дуже,
- након свега нанети слој основне и, када се добро осуши, покривне боје.

Приликом наношења боје треба знати да покривни премаз треба да је компатибилан основном, јер ће у противном боја „прокувати” и процес ће се морати поновити почев од основног чишћења. Препорука је да се за процес фарбања користе основни и покривни премази од истог произвођача.

Међутим, велики је број делова, поготово оних који су током рада у покрету, тј. чији су делови површина у контакту, а који се не могу заштити премазима боје. Све клизне површине, брушене или туширане површине, сви полирани делови или делови који се требају заштити хромирањем, никловањем и слично, не фарбају се. Но, и поред тога, ове делове треба заштити од корозије. Заштита оваквих делова се најчешће изводи разним мастима, које се према потреби могу релативно лако скинути. Након скидања масти може се приступити некој од познатих метода заштите од корозије.

Делове који су у погону током рада машине, из превентивних разлога треба подмазивати. У зависности од функције дела машине, користе се и посебне врсте мазива. Према томе, мазива се могу поделити у три групе:

- мазива за подмазивање преносних и радних делова машине,
- мазива за пренос сила, нпр. код погона хидрауличних машина,
- мазива за подмазивање и хлађење алата при раду машине.

#### Питања за теоријску проверу знања

1. Који алати и машине се користе при изради металне конструкције?
2. Шта су носачи и какви могу да буду према конструкцији?
3. Који поступци се користе при чишћењу металних површина?
4. На која два начина делови машина могу бити оштећени?
5. Како се могу поделити мазива за заштиту металних површина?

## 4. КОНТРОЛА КВАЛИТЕТА ОПРЕМЕ И БРАВАРСКИХ РАДОВА ПРЕМА ПРОПИСИМА И НОРМАТИВИМА

Пошто заварени спојеви морају да одговарају одређеним физичким, хемијским и механичким захтевима које морају испунити, они се подвргавају низу контролних испитивања, претходно предвиђених још у фази пројектовања. Често се дешава да је лоше изведено заваривање узрок да конструкција нема задовољавајућу чврстоћу или заптивност, што осим трошкова, може проузроковати и тешке последице по безбедност људских живота. Значај контроле је првенствено из следећих разлога: многе грешке, чак и веома тешке које прате заварене спојеве, на први поглед сасвим исправно изведене, могу се установити тек пошто се обаве специфична испитивања; на успешно заваривање неког споја утиче велики број чинилаца које је тешко одржавати под константном контролом; заваривање, без обзира који је поступак примењен, није једноставна операција, чак и када је изводи врхунски стручњак присутна је могућност појаве низа грешака. Операције контроле морају бити предвиђене пре, током и после обављеног заваривања.

**Контрола пре заваривања.** При пројектовању неке заварене конструкције неопходно је да се тачно одреди врста споја, начин и редослед операција заваривања, начин припрема ивица, материјал за додавање, врста машина и потребна опрема. Прва контрола се састоји у провери свих захтева цртежа, првенствено оних који се односе на претходну припрему ивица, јер је велики број неуспешно изведених спојева проузрокован лошом припремом предмета. Са посебном пажњом се мора проверити исправност машина и опреме потребне за рад. Такође се мора проверити да ли је радно место опремљено довољном количином електрода, жицом метала за додавање, боцама са гасовима итд. Осим тога, потребно је проверити исправност рада контролних апарата и сигурносне опреме.

**Контрола током заваривања.** Током самог заваривања, без обзира да ли се оно обавља ручно или машински, неопходно је да се извесни параметри, пресудни за исправан рад држе под сталном контролом. Првенствено морају бити контролисани јачина и напон струје, брзина померања електроде, положај и техника извођења и други бројни чиниоци који утичу на квалитетан завар. Према томе, захтева се једна континуирана контрола која, мада се често поверава аутоматици опреме, ипак изискује сталну пажњу извршиоца. У неким случајевима, нарочито при заваривању одговорних спојева (на пример при заваривању дебелих лимова са више пролаза), потребно је у више наврата извршити међуфазне контроле по поступцима који су описани за контролу после обављеног заваривања.

**Контрола после заваривања.** Без обзира колико је брижљиво обављена операција заваривања, после обављеног спајања неопходно је заварени спој или заварену конструкцију подвргнути контроли у циљу провере физичких, хемијских и механичких карактеристика предвиђених цртежом. За предмете и конструкције које раде под притиском, односно морају испуњавати услов беспрекорне заптивности, предвиђају се веома ригорозне контроле, усклађене са условима експлоатације (боце за гасове под притиском, судови и резервоари, цевоводи инсталације). Контролна испитивања, зависно од тога да ли се заварени спој свесно квари или не, деле се у две главне групе: испитивања са разарањем и испитивања без разарања.

**Испитивања са разарањем.** Очигледно је да се испитивања са разарањем могу применити само у серијској производњи, јер се подразумева да испитани узорци постају

трајно неупотребљиви. Суд о квалитету серије се доноси на основу карактеристика испитаних репрезентативних узорака, сматрајући и да неиспитани предмети серије имају идентичне карактеристике.

**Испитивања са разарањем** могу бити ограничена само на стандардна испитивања (механичка и технолошка) која се врше на узорцима (спруветама) исеченим из завареног споја, а такође то могу бити комплексна испитивања, до разарања целе заварене конструкције, са циљем да се одреде максимална могућа оптерећења или притисци. Најважније врсте испитивања са разарањем која се обављају на узорцима из заварених спојева спадају: проба прелома, ради увида у степен хомогености и присуство грешака у завару (визуелна и макрографска контрола); испитивања тврдоће у зони вара и у зони термичких промена; металографска испитивања; хемијске анализе које имају за циљ да се установе разлике у саставу; механичка испитивања затезањем; мерење жилавости; пробе замора; испитивање постојаности према корозији. Ова испитивања су веома значајна, без њих се не може замислити серијска производња. Осим тога, она налазе примену при оцењивању способности (атестирање) заваривача. У испитивања са разарањем спадају и такозвана испитивања са делимичним разарањем. Она се обављају тако што се разарању подвргава само мали део завареног споја, тако да не мора да се уништи цео склоп или конструкција. Код сучеоних спојева равних лимова или при уздужном заваривању цилиндричних предмета израђених од лима, заварени спој се продужује за потребе испитивања са делимичним разарањем. На том продужетку споја се обављају потребна испитивања са разарањем.

**Испитивања без разарања** имају сврху да открију присуство унутрашњих и спољашњих грешака, као и прекида у завареним спојевима, при чему током испитивања не долази ни до каквих промена физичких, хемијских и механичких карактеристика споја. Испитивања без разарања првенствено служе за откривање грешака као што су порозност, укључци оксида, прскотине итд. При испитивањима без разарања је могуће да се установи присуство грешке или прекида у завареном споју, али се не могу добити бројчани показатељи физичко-механичких карактеристика. Вредновање тих показатеља је могуће само испитивањима са разарањем. Осим визуелне контроле у испитивања без разарања спадају: испитивања пенетрирајућим течностима; магнетно-флуидна испитивања; радиографска испитивања; испитивања ултразвуком.

Приликом израде неког предмета често се јавља потреба за проверавањем тачности његове израде. У зависности шта се треба мерити, односно контролисати, употребљавају се и одговарајући мерни алати. У једној браварској радионици најчешће се указују потребе за дужинским мерењима. Поред тога, та мерења нису везана за искључиво једну димензију, већ су променљива. За лако и једноставно мерење различитих дужинских мера користе се помична мерила. Њихов опсег мерења креће се до неколико стотина милиметара, до два метра, што зависи од конструкције самог помичног мерила. Помична мерила спадају у категорију универзалних мерила, тј. могу се употребљавати како за унутрашња тако и за спољашња дужинска мерења, затим за мерења дубина, висина, а у изузетним случајевима служе и за разна оцртавања. Данас су у употреби разне врсте помичних мерила са основним задатком да што је могуће више смање грешку и повећају тачност читавања.

Мерење помичним мерилом врши се на тај начин што се предмет смести у кљун мерила који треба у потпуности да налегне на површине које се мере и остане у том положају све док се мерење не заврши. Непокретни део скале показује милиметарске, односно, цоловне јединице. Читање се врши на тај начин што се гледа које су се црте поклопиле. Најближа ознака на непокретној скали првом зарезу на померљивој скали,

гледано са десна на лево, показује измерену дужину у милиметрима. Затим се гледа које су се црте поклопиле на померљивој и непокретној скали.

Приликом мерења помичним мерилима треба водити рачуна како и на који начин све то треба извести. Предмет у кљуну мерила треба да буде довољно јако стегнут, јер ће, у противном, измерена величина бити нетачна.

Приликом читавања треба настојати да се скала налази тачно испред очију, јер се на тај начин врши најтачније читавање. На скалу треба гледати под углом од  $90^\circ$ , у противном, читана вредност вероватно неће бити толико тачна као под поменутиим углом читавања. Након извршеног читавања кљунови се размакну и предмет над којим је вршено мерење се одстрани.

За мерење дубине рупе, степенастих испуста, разних жлебова и сл., користе се нарочита мерила која се зову дубиномери. Конструкција нонијус скале по свему је иста као код помичних мерила. У зависности од конструктивних карактеристика, дубиномером је могуће извршити читавање са тачношћу од 0,1; 0,05 и 0,02 mm.

У групу мерила чија је карактеристика повећана тачност мерења, једноставност приликом мерења, као и широк употребни интервал, свакако спадају и микрометри којим је могуће извршити спољашња и унутрашња мерења, а посебно конструисаним микрометрима могуће је мерити и дубину. Микрометри спадају у најпрецизнија мерила са цртицама за мерење. Заснивају се заснива на микрометарском вијку, који је израђен са врло великом тачношћу. Велика предност мерењем микрометром, у односу на остале мерне алате, састоји се у томе што је микрометар снабдевен регулатором притиска који не дозвољава да мерне површине буду оптерећене силом већом од 10 N. Микрометром се мери врло слично као и помичним мерилима. Дакле, потребно је предмет поставити између мерних површина алата и обртањем вретена довести те површине у додир са предметом. Када мерне површине налегну на површину предмета, врши се читавање. Као и код помичних мерила, приликом читавања посматра се са којом се цртицом непомицне скале приближно поклапа ивица конуса добоша. Читањем се прво обухватају читави милиметри, затим половине милиметра и на крају се посматра која се цртица на добошу поклапа са основном линијом непомицне скале.

Приликом мерења микрометар се најчешће држи једном руком и то тако да се са са два прста обухвати потковица, а са два прста врши окретање добоша или чегрталке. Увек треба настојати да се мерење изводи држећи микрометар обема рукама.

### Питања за теоријску проверу знања

1. Који је значај контроле ?
2. Који је поступак контроле пре заваривања?
3. Који је поступак контроле у току заваривања?
4. Који је поступак контроле након заваривања?
5. Набројати мерила која се користе при контроли тачности израде.

## 5. УВОД И ИСТОРИЈА ЗАВАРИВАЊА

**Заваривање** је спајање два или више истородних или разнородних материјала топљењем или притиском, са или без додатног материјала, на начин да се добије хомоген заварени спој.

### 5.1. ИСТОРИЈА ЗАВАРИВАЊА

Заваривање се развијало као саставни део вештина ковача, златара и ливаца при изради оруђа за рад, оружја, посуда, накита и грађевина (ограде, врата, мостови, окови, решетке на прозорима...).

- **ливачко заваривање** се развило упоредо са вештином ливења. Лепе танкозидне ливене вазе од бронзе имају на себи и „заварених” делова. Каснијим ливењем су се спајали разни држачи, ослонци и фигуре на већ раније одливеној основи вазе или неког другог предмета,
- **лемљење** је спајање топљењем легуре са нижом тачком топљења од материјала предмета који се спајају. Кроз историју се лемљење као техника спајања примењивало на накиту и фигурама,
- **ковачко заваривање.** Најбољи мачеви у средњем веку прављени су од нискоугљичног челика а на њихове рубове су ковачки заваривани (ударцима чекића у топлотном стању) оштрице (траке) од високоугљичног челика (1,0 - 2,1 % C), које су уз одређену термичку обраду давале тврде, чврсте и оштре оштрице. Мачеви, врхови стрела и копља, бодежи и друго оружје код којих је примењивано ковачко заваривање били су познати у Грчкој, Франачкој држави, Кини, Јапану, Индонезији, и у Сирији. Позната је техника спајања трака из различитих врста железних материјала ковањем као „дамасирање” (од Дамаск-Сирија), а у циљу постизања посебних добрих својстава за мачеве и пушке. И за данашњи стадијум развоја технике ова технологија израде делова из композитних материјала ковачким заваривањем је интересантна.

### 5.2. РАЗВОЈ ДАНАШЊИХ ПОСТУПАКА ЗАВАРИВАЊА

- 1802. год. Петров истражује електрични лук за општу намену, још не за заваривање,
- 1856. год. Јоуле први примењује сучеоно електроотпорно заваривање жица,
- 1882. год. Н.Н. Бернадос (Русија) први користи електрични лук између угљене електроде и метала као извор енергије за заваривање уз додавање жице у металну купку. Као извор истосмерне струје користио је батерију галванских чланака (акумулатора). До тада се електрични лук између две угљене електроде користио за осветљење,
- 1888. год. Н.С. Славјанов (Русија) је предложио поступак електролучног заваривања металном електродом. Електрични лук је успоставио између металне електроде и металних предмета, који су спајани,
- 1894. год. Сотранд заварује први пут гасним пламеном ( $O_2+H_2$ ). Касније се развија гасно заваривање кисеоник-ацетиленским ( $O_2+C_2H_2$ ) пламеном, које се од 1916. год. успешно и широко примењује у индустрији,
- 1895. год. почиње да се користи алуминотермијско заваривање за заваривање шина и за поправак одливака,
- 1907. год. Оскар Кјелберг (Шведска) први патентира и примењује обложену электроду. Обложена се електрода производила урањањем голе жице у

раствор минерала, а од 1936. год. облога се наноси екструдирањем. Базичне електроде су почеле да се производе 1940.год.

- 1925. год. откриће поступка заваривања у заштитној атмосфери водоника „арцатом”,
- 1930. год. почела је примена аутоматског заваривања под прашком - „ЕР” у бродоградњи САД,
- 1936. год. почела је примена заваривања у заштитној атмосфери „Не –TIG” поступак. Пред, а посебно после Другог светског рата, почиње развој и примена заваривања у заштитним гасовима „TIG” (аркатом са водоником или аргонарк са аргоним или хелијумом као заштитним гасом). „MIG” заваривање се почиње примењивати 1948. год. као сигма поступак (Shielded Intert Gas Metal Arc), а 1953. год. у бившем СССР се први пута примењује „MAG” поступак са CO<sub>2</sub> заштитним активним гасом. Хладно заваривање под притиском се примењује од 1948. год. Од 1950. год. се развијају многи нови поступци, као што су: заваривање под притиском (1951), трењем (1956), снопом електрона (1957), ултразвуком (1960), ласером (1960), плазмом у САД (1961) и други,
- прво заваривање и гасно резање у свемиру извели су 16.10. 1969. год. у совјетском свемирском броду „Сојуз 6”. Заваривање се изводи и под водом.

### 5.3. СЛОЖЕНОСТ РАДА У ПОДРУЧЈУ ЗАВАРИВАЊА

Заваривање је интердисциплинарна технологија. За разумевање и коришћење ове технологије нужна су знања из следећих подручја:

- Наука о материјалима и металургије (металургија заваривања),
- Термодинамике (температурна поља при заваривању),
- Електротехнике (извори струје, електрични лук, спајање различитих сензори – U, I, звук, светлост),
- Хемије (металуршки и други процеси који се одвијају при заваривању),
- Информатике (различити прорачуни, базе података) и др.

#### Неки од предмета изучавања:

- поступци заваривања,
- температурна поља,
- извори струје за заваривање,
- металургија заваривања,
- заварљивост материјала,
- испитивања заварљивости,
- обликовање заварених спојева и заварених конструкција,
- пројектовање технологија заваривања (PWPS, PQR, WPS ...),
- класе квалитете, поузданост, слабљење,
- могући откази заварених спојева и заварених конструкција,
- студије случаја отказа „CASE STUDIES”,
- контрола (KBR i KSR) и осигурање квалитета.

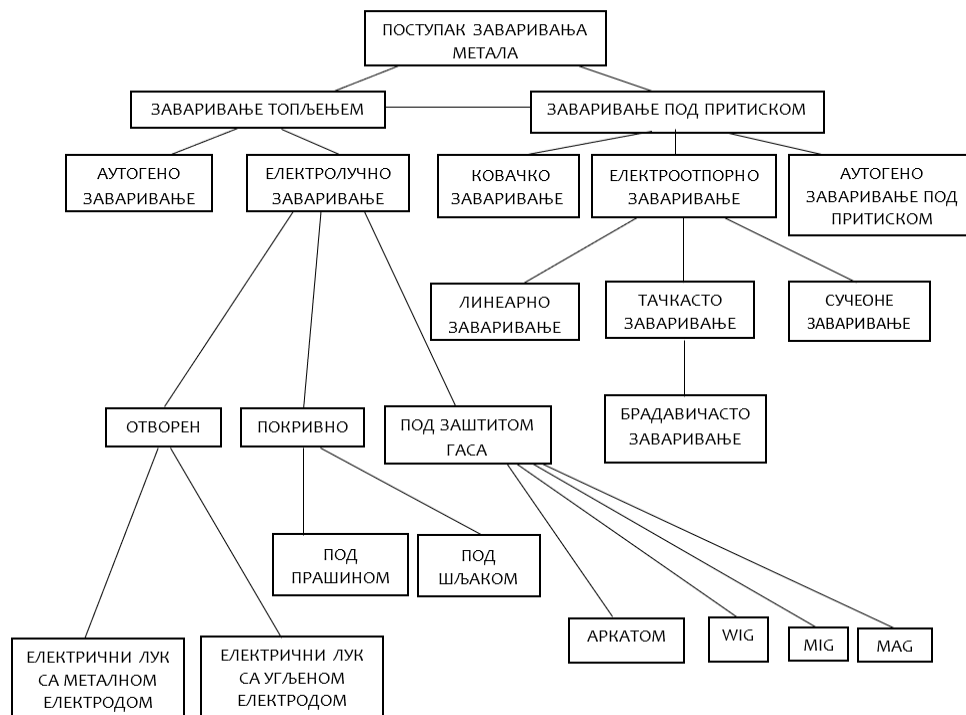
**Заварљивост** је способност спајања материјала заваривањем.

Заваривању сродне технике су:

- лемљење (тврдо и меко),
- набацивање материјала,

- гасно резање материјала (гасним пламеном, плазмом, ласером, електронским млазом) и
- жљебљења (електролучно, плазма, угљеном електродом).

На слици 48. приказани су поступци заваривања.



Слика 46. - Поступци заваривања метала.

Практична Настава, Никола Пргомеља, ЗУНС-БГ 1988.

### Питања за теоријску проверу знања

1. Шта је заваривање?
2. Наведи најстарије поступке заваривања.
3. Где се примењивало ливачко заваривање?
4. Шта је лемљење?
5. Где се примењује ковачко заваривање?
6. Објасни сложеност рада у подручју заваривања.
7. Који су предмети изучавања поступка заваривања?
8. Шта је заварљивост?
9. Наведите поступке заваривања.

## 6. ГАСНО ЗАВАРИВАЊЕ

Гасно заваривање је поступак спајања метала топљењем и очвршћавањем основног и (по потреби) додатног метала помоћу пламена добијеног сагоревањем горивог гаса. Количина топлоте ослобођена сагоревањем, као и највиша температура пламена, зависе од врсте горивог гаса. Подразумева се да гориви гасови сагоревају у струји кисеоника, ако није наглашено другачије (нпр. сагоревање у ваздуху). Да би се остварило сагоревање у струји кисеоника, гориви гас и кисеоник се из специјалних посуда под притиском боца (или на други начин) доводе у горионик, одакле излазе помешани у одговарајућој сразмери. На тај начин је омогућено сагоревање горивог гаса на врху пламеника, који заједно са гориоником, боцама за складиштење и цревима за довод гасова, као и помоћним и додатним уређајима (нпр. редукционим вентилима) чини опрему за гасно заваривање. У новије време је развијен и поступак који електролизом воде обезбеђује сав потребан водоник и кисеоник. Овај поступак има читав низ предности, али и скупу опрему.

Основна предност гасног заваривања је могућност контроле коју заваривач има над брзином уношења топлоте, температуром у зони заваривања и оксидацијом у атмосфери метала шави. Осим тога, облик и величина шави могу боље да се контролишу, јер се додатни метал уводи независно од извора топлоте. У предности поступка се убрајају и ниска цена опреме, њена покретљивост и релативно једноставно руковање. С друге стране, количина и концентрација топлоте је мања него код осталих поступака заваривања, па је за гасно заваривање карактеристично дуже време загревања и хлађења, услед чега су структурне промене израженије и неповољније. Сходно томе, овај поступак је погодан једино за заваривање танких лимова и цеви, посебно мањег пречника, као и за њихово репаратурно заваривање. Пламен гаса се такође користи за резање, лемљење, наваривање, предгревање, термичку обраду и једноставније операције обликовања, као што су савијање и исправљање.

### 6.1. ГАСНИ ПЛАМЕН И ГОРИВИ ГАСОВИ – ПРИМЕНА И ОСОБИНЕ

Основни захтеви које треба да испуни гориви гас да би се користио за заваривање су да температура пламена буде знатно виша од температуре топљења основног и додатног метала, да брзина сагоревања буде што већа, да се развија довољна количина топлоте за топљење основног и додатног метала, као и за надокнаду губитака топлоте и да хемијска реакција пламена са основним и додатним материјалом буде што мања. Најчешће се користе гориви гасови на бази угљоводоника: метан ( $\text{CH}_4$ ), метилацетилен-пропадијен ( $\text{C}_3\text{H}_4$ ), ацетилен ( $\text{C}_2\text{H}_2$ ), пропан ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ), пропилен ( $\text{C}_3\text{H}_6$ ), бутан ( $\text{C}_4\text{H}_{10}$ ) и водоник ( $\text{H}_2$ ). За детаљнију анализу карактеристика гасова треба имати у виду да угљоводоници сагоревају у две фазе, примарној и секундарној, осим  $\text{H}_2$  који сагорева у једној фази.

Под примарним сагоревањем се подразумева реакција са кисеоником из боце, а под секундарним реакција са кисеоником из ваздуха.

Табела 1. - Основне особине најчешће коришћених гасова

|               |         | ацетилен | пропан | бутан | метан | пропилен | МАРР | водоник |
|---------------|---------|----------|--------|-------|-------|----------|------|---------|
| $t_{max}$     | (°C)    | 3087     | 2526   | 2300  | 2538  | 2865     | 2927 | 2655    |
| $Q_{prim}$    | (MJ/m³) | 18.9     | 9.5    | -     | 0.1   | 16.3     | 19.3 | -       |
| $Q_{sec}$     | (MJ/m³) | 35.9     | 83.6   | -     | 37    | 71.9     | 70.4 | -       |
| $Q_{val}$     | (MJ/m³) | 54.8     | 93.1   | 130   | 37    | 88.3     | 89.6 | 12      |
| $Q_{max}$     | (MJ/m³) | 50       | 51     | -     | 56    | 49       | 49   | 120     |
| $O_2(ukupno)$ | (mol)   | 2.5      | 5      | -     | 2     | 4.5      | 4    | 0.5     |
| $O_2(boca)$   | (mol)   | 1-1.3    | 3.5    | -     | 1.5   | 2.6      | 2.5  | 0.3-0.4 |
| $P/P_{vaz}$   | (-)     | 0.91     | 1.52   | 2.10  | 0.62  | 1.48     | 1.48 | 0.074   |
| M             | (q/mol) | 26.0     | 44.0   | 58.1  | -     | -        | -    | -       |
| U V/m         | (m³/kg) | 0.91     | 0.54   | 0.39  | 1.44  | 0.55     | 0.55 | 11.77   |
| v             | (m/s)   | 5.7      | 3.9    | -     | 5.5   | -        | -    | 11      |

Иако је секундарна количина топлоте већа, за заваривање је битнија примарна количина топлоте јер је концентрисана на месту заваривања. Осим ње, као што је већ поменуто, од највећег значаја за примену у заваривању је брзина сагоревања, која је за неке гориве гасове (ацетилен, пропан, метан, водоник) дата у Табели 1, у зависности од удела горивог гаса у смеси. Комбинацијом ове две величине, тј. производом примарне количине топлоте и брзине сагоревања, дефинише се интензитет примарног сагоревања који се користи као основни критеријум применљивости горивог гаса. Интензитет примарног сагоревања је највећи за ацетилен.

## 6.2. ПЛАМЕН АЦЕТИЛЕН – КИСЕОНИК

Сагоревање ацетилена се одвија према једначинама:

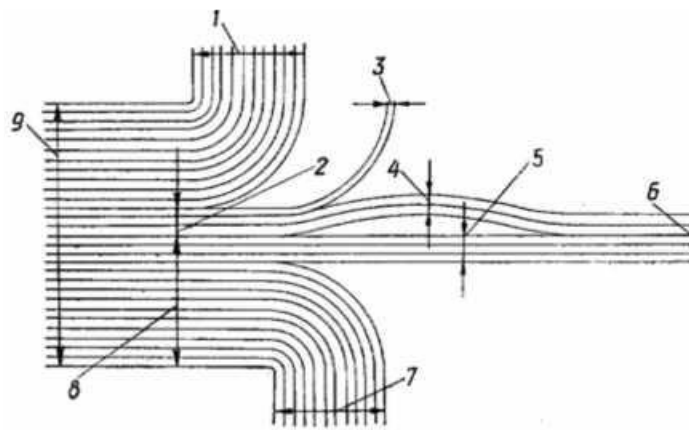
- Примарно:  $C_2H_2 + O_2 \Rightarrow 2C + H_2 + O_2 + 0,225 MJ \Rightarrow 2CO + H_2 + 0,47 MJ/mol$ ,
- Секундарно:  $2CO + H_2 + 1,5O_2 \Rightarrow 2CO_2 + H_2O + 0,81 MJ/mol$ ,
- Укупно:  $C_2H_2 + 2,5O_2 \Rightarrow 2CO_2 + H_2O + 1,28 MJ/mol$ .

Имајући у виду једначине сагоревања, може да се закључи да је удео ацетилена у стехиометријској смеси 0,28 (укупно сагоревање, однос  $C_2H_2:O_2 = 1:2,5$ ), а у неутралној смеси 0,5 (примарно сагоревање, однос  $C_2H_2:O_2 = 1:1$ ). Секундарно сагоревање може да се раздвоји на сагоревање угљен-моноксида, са 0,57 MJ/mol ослобођене топлоте, и сагоревање водоника, са 0,24 MJ/mol ослобођене топлоте.

Ефективна топлотна моћ (снага) пламена је мања од укупне због значајних губитака топлоте, првенствено на загревање околине и основног метала, као што се види из Табеле 2, где дати подаци за коефицијент искоришћења топлоте у зависности од величине пламеника.

Табела 2. - Коефицијент искоришћења топлоте

| Пламеник<br>број | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    |
|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $\eta$           | 0.72 | 0.68 | 0.51 | 0.44 | 0.36 | 0.29 | 0.25 | 0.22 |



Слика 47. - Расподела топлоте при заваривању пламеником бр. 8

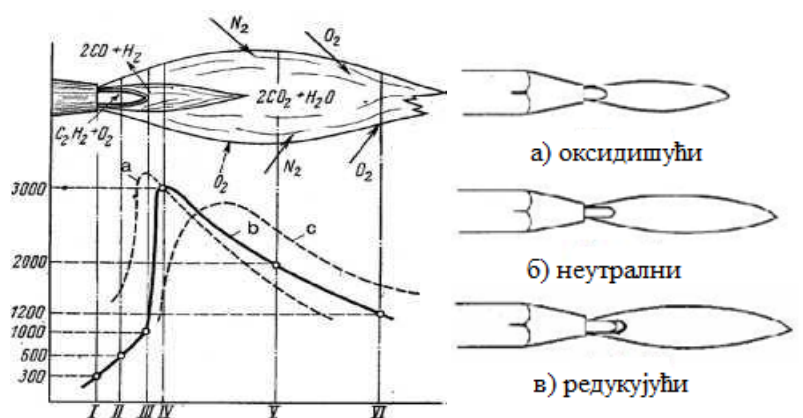
(1 – губици у околину (33%), 2 – загревање додатног метала (12%), 3 – губици услед разбризавања (2%), 4 – топљење додатног метала (10%), 5 – топљење основног метала (12%), 6 – топљење основног и додат. метала (22%), 7 – губици у основни метал (43%), 8 – загревање основног метала (55%), 9 – укупна топлотна моћ (100%))

Преузето: [afrodita.rcub.bg.ac.rs](http://afrodita.rcub.bg.ac.rs)

Како се за примарно сагоревање ацетилена користи кисеоник из боце, а за секундарно сагоревање кисеоник из околног ваздуха, јасно је из једначина сагоревања да се за потпуно сагоревање ацетилена троши 40% кисеоника из боце и 60% кисеоника из ваздуха. Зависно од односа ацетилена и кисеоника, разликују се редукујући (мањак кисеоника), неутрални (потпуно сагоревање) и оксидишући пламен (вишак кисеоника). Иако је теоријски смеша кисеоника и ацетилена код неутралног пламена 1:1, у пракси се под неутралним пламеном подразумева смеша  $O_2:C_2H_2 = (1,1-1,2):1$ . Вишак кисеоника се троши на сагоревање околних гасова. Код неутралног пламена уочљиве су три различите зоне. Језгро је облика конуса или цилиндра (зависно од начина истицања гасова) у којем се одвија део примарног сагоревања. При томе сагорева мањи део смеше гасова, док се већи део разлаже на угљеник и водоник. Ослобођена количина топлоте загрева слободни угљеник стварајући светли омотач језгра, шта даје утисак јарко беле боје.

Средња зона, облика клина, где се одвија остатак примарног сагоревања, а почиње и секундарно сагоревање, односно оксидација  $2CO + H_2$  кисеоником из ваздуха. У овој зони се постиже највиша температура пламена (до  $3100^{\circ}C$ ), на 4 – 6 mm од врха језгра, па се она користи за заваривање. Стога се средња зона зове и зона заваривања. Омотач пламена, у којем се одвија секундарно сагоревање на рачун кисеоника из ваздуха.

Температура у зони секундарног сагоревања је знатно нижа од максималне, Слика 50. Боја у овој зони прелази од плаво-љубичасте боје у средини до жуто-наранџасте на крајевима.



Слика 48. - Шематски изглед пламена (а – оксидишући, б – неутрални, в – редукуюћи)

Преузето: [afrodita.rcub.bg.ac.rs](http://afrodita.rcub.bg.ac.rs)

Код редукуюћег пламена језгро и омотач су већи, а око језгра постоји зона облика пера, Слика 50в, која је беле боје слично језгру, па их је понекад тешко разликовати. Количник дужине ове зоне и језгра одговара количнику садржаја ацетилена и кисеоника. Смањењем садржаја ацетилена или повећањем садржаја кисеоника у пламену, ова зона се губи, што се користи при визуелном подешавању пламена.

Гасови који се јављају у омотачу пламена и зони редукције спречавају кисеоник и азот из ваздуха да допру до растопљеног метала, што обезбеђује његову добру заштиту. Осим тога, у оквиру примарног сагоревања угљеник непотпуно сагорева у угљен-моноксид, а водоник остаје слободан. Непотпуно сагорели угљен - моноксид има велики афинитет према кисеонику, па му не дозвољава приступ у растоп, а ако се створе оксиди, угљен-моноксид их редукује. Стога је веома важно одржавање прописаног растојања између језгра и површине радног комада (3 – 5 mm), јер иначе настају следеће грешке:

- ако је језгро сувише близу растопљеног метала, добија се оксидирани тврди слој,
- ако је језгро сувише удаљено, проваривање је отежано, а појава гасних мехурова честа.

Неутралан пламен се користи за заваривање челика, бакра, никла и његових легура, бронзе и олова.

Редукуюћи пламен се примењује када се тражи пораст угљеника у завару као нпр. код заваривања сивог лива, као и за заваривање алуминијума и његових легура, легура магнезијума и наваривања тврдим легурама.

Оксидишући пламен се избегава, јер реакција кисеоника има веома штетно деловање на својства легура, сем код заваривања месинга, где се вишак кисеоника користи да би се спречило испаравање цинка. Температура пламена са вишком кисеоника је виша од осталих врста пламена због реакције сагоревања метала или присутних елемената, па се оксидишући пламен понекад користи да би се повећала продуктивност заваривања челика, због чега у металу шава по правилу настају грешке типа оксида.

Према брзини истицања разликују се меки пламен (50 – 80 m/s) и тврди пламен (120 – 180 m/s), што зависи од притиска и протока гасова. Меки пламен је нестабилан и осетљив на појаву повратног пламена, а користи се за заваривање високолегираних челика, лакотопљивих метала (Pb, Zn) и за лемљење. Тврди пламен је тешко

контролисати, а честа је појава издувавања растопљеног метала из металне купке. Стога се у пракси најчешће користи средњи пламен са брзинама истицања 80 – 120 m/s.

### **Кисеоник**

Кисеоник омогућава сагоревање горивих гасова, а налази се у ваздуху (21% запреминског удела). На 15°C и атмосферском притиску густина кисеоника износи 1,43 kg/m<sup>3</sup>, моларна маса 32 g/mol, а у течно стање прелази на –183°C. У гасовитом стању кисеоник нема боју и мирис, није запаљив и експлозиван. Међутим, пошто у његовом присуству неке материје постају запаљиве, руковање кисеоником мора да буде опрезно. Кисеоник се најчешће производи фракционом дестилацијом течног ваздуха. Технички кисеоник је чистоће 99,2 до 99,8%, а нечистоће су азот, аргон и вода. Чистоћа кисеоника је врло битна за његово коришћење. Кисеоник се транспортује и чува у челичним боцама под притиском 150–200 bar.

### **Ацетилен**

Ацетилен је гориви гас без боје, карактеристичног мириса, неотрован и растворљив у води у односу 1:1 и у ацетону у односу 1:25, на собној температури и атмосферском притиску. Растворљивост ацетилена у ацетону расте са порастом притиска, а опада са порастом температуре. Ацетилен је врло експлозиван у присуству кисеоника или ваздуха. Ацетилен се транспортује и чува у челичним боцама под притиском 15 bar, а у случају велике потрошње рационалније је користити развијаче ацетилена. За добијање ацетилена се користе још и поступци пиролизе угљоводоника и делимичног сагоревања метана у кисеонику.

## **6.3. АПАРАТУРА ЗА ЗАВАРИВАЊЕ**

Апаратуру за гасно заваривање чине боце за кисеоник и ацетилен, редукциони вентили, доводна црева, горионик са променљивом млазницом и помоћни алат. Боце за техничке гасове спадају у посуде под притиском и подлежу одговарајућем СРПС-у. Ове боце се израђују дубоким извлачењем од конструкционог угљеничног или нисколегираног челика. Боце за кисеоник су запремине 40 l у које је могуће ускладиштити 6 m<sup>3</sup> на притиску од 150 bar и температури 20°C. Ако се претпостави да се кисеоник у овим условима понаша као идеални гас, могуће је на основу притиска у боци израчунати количину преосталог гаса у боци (нпр. ако је притисак у боци 120 bar, количина преосталог кисеоника је  $120 \times 40 = 4800$  l). Кисеоничка боца је обојена плаво или има плаву траку на 2/3 висине. Боца за ацетилен је обојена бело, или има белу траку на 2/3 висине. Ацетилен у боци се раствара у ацетону, јер је сам ацетилен као незасићени угљоводоник врло експлозиван на повишеном притиску. Осим тога, боца се претходно пуни порозном масом (најчешће дрвени ћумур или мешавина угља и инфузоријске земље) у коју се улива ацетон, а затим раствара ацетилен. Тако добијена смеша може да се подвргне притиску од 15 bar, што значи да на собној температури и нормалном атмосферском притиску у боцу може да се смести 4800 l ацетилена ( $15 \times 40 \times 0,35$ , где је притисак 15 bar, запремина боце 40 l, 0,35 коефицијент попуњености боце ацетоном, а 23 растворљивост ацетилена у ацетону) (Слика 51).

Како је радни притисак знатно нижи од притиска у боци, боце је неопходно снабдети редукционим вентилима за кисеоник и за ацетилен, Слика 52. Оба редукциона вентила имају по два манометра, један за притисак у боци, други за радни притисак. Принцип рада редукционих вентила је исти, а једина конструктивна разлика је у начину везивања за боцу код кисеоника везивање је преко навртке, а код ацетилена преко узенгије, што искључује могућност погрешног везивања. Осим тога, разлика је и у опсегу мерења – код кисеоника манометри су до 300 bar (притисак у боци), односно 16

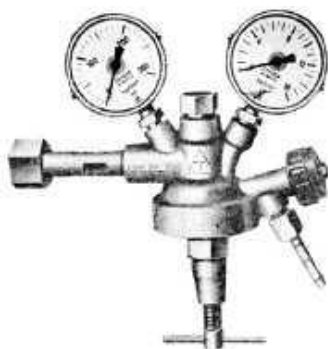
bar (радни притисак), а код ацетилена до 40 bar (притисак у боци), тј. 2,5 bar (радни притисак).



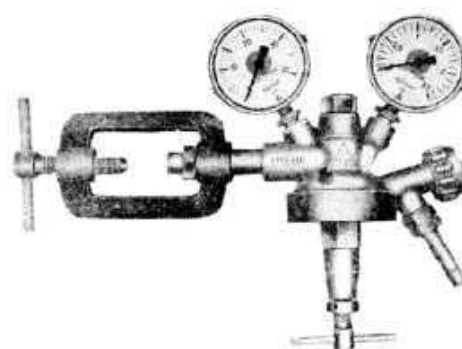
Слика 49. - Боца ацетилена.

Извор, Практична Настава, Никола Пргомеља, ЗУНС-БГ 1988.

Посебну пажњу треба обратити на руковање редукционим вентилом за кисеоник (Слика 52а). Како додир кисеоника са машћу, уљем или неком сличном материјом може да изазове експлозивно паљење, забрањено је руковање редукционим вентилом за кисеоник масним или прљавим рукавицама. Осим тога, за овај вентил је карактеристична појава залеђивања услед разлике притисака на уласку и изласку и одговарајућег пада температуре. Да би се ово спречило, треба користити што чистији кисеоник, уградити грејач пре вентила или користити вентил са двостепеном редукцијом притиска.



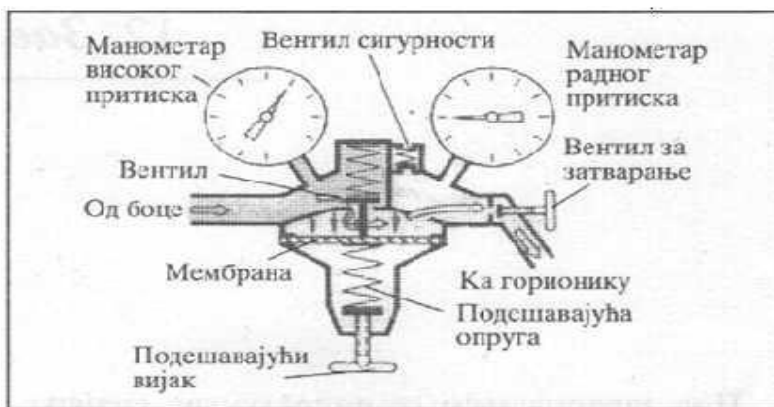
а) за кисеоник



б) за ацетилен

Слика 50. - Редукциони вентил за кисеоник и ацетилен

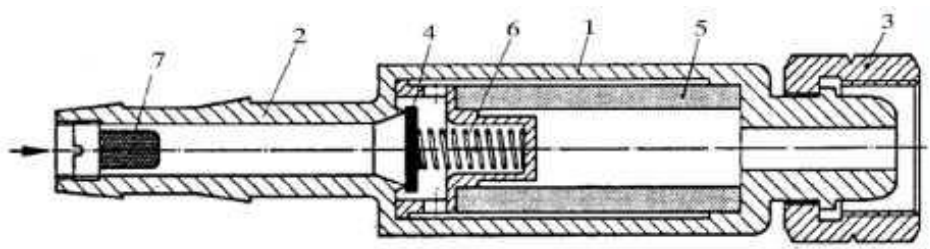
На Слици 53. приказан је редукциони вентил.



Слика 51. - Редукциони вентили

Извор, Практична Настава, Никола Пргомеља, ЗУНС-БГ 1988.

Осим редукционих вентила користе се и тзв. суви вентили који се постављају између редукционих вентила и горионика, Слика 54. Принцип рада сувог вентила је следећи: кроз гумено црево дотиче гас у цевни наставак (2) вентила и отвара неповратни вентил (4), протиче кроз вентил у унутрашњост порозног улошка (5), затим кроз његов порозни зид у средину улошка, а отуда у наставак (3) и у горионик. У случају експлозије повратни удар пламена стиже до коморе између зида цеви вентила (1) и улошка (5) и ту се гаси, јер се при проласку кроз порозни уложак охлади испод температуре паљења мешавине гасова. Повећани притисак од експлозије готово тренутно затвара неповратни вентил.



Слика 52. - Шематски приказ сувог вентила

Преузето <https://www.slideshare.net>

Горионици за заваривање омогућавају остваривање потребне смеше кисеоника и ацетилена или другог горивог гаса, при чему се захтева стабилан пламен одређеног облика и топлотне моћи. Користи се више типова горионика који се деле према притиску напајања, горионик ниског и високог притиска и према регулацији протока, горионик сталног и вишеструког протока.

На Слици 55. приказани су главни делови горионика.



Слика 53. - Горионик

Извор, Практична Настава, Никола Пргомеља, ЗУНС-БГ 1988.

#### 6.4. ДОДАТНИ МАТЕРИЈАЛИ И ТОПИТЕЉИ

Додатни материјали се испоручују у облику жица и шипки. У случају заваривања нискоугљеничних и нисколегираних челика додатни материјал је у облику шипки дужине 1000 mm или котурова жице масе 40 kg, стандардних пречника: 2; 2,5; 3,25; 4; 5; 6,3 mm (СРПС С.НЗ.051/81). Ознака додатног материјала се састоји из два дела: општег (слово Р) и допунског (слово О, Z, Y или цифре од 1 до 6) са значењем датим у Табели 3. Жице су превучене танким слојем бакра ради заштите од корозије. Најчешће коришћене

жице за заваривање челика, њихове ознаке, састав, механичка својства и примена су приказане у Табели 4.

Табела 3. - Означавање додатне жице за гасно заваривање челика

| Симбол  | Z    | Y   | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   |
|---------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Rm[MPa] | <340 | 340 | 400 | 430 | 470 | 510 | 550 | 590 |
| AS65[%] | <14  | -   | 14  | 18  | 22  | 26  | 30  | -   |
| KV[J]   | 30   | -   | 30  | 60  | 90  | 120 | 150 | -   |

Табела 4. - Жица за гасно заваривање челика

| ознака<br>SRPS | ознака<br>PIVA | Rm<br>[MPa] | A5,65<br>[%] | KV<br>[J] | хемијски састав(%) |         |         |         |          | Примена                                                        |
|----------------|----------------|-------------|--------------|-----------|--------------------|---------|---------|---------|----------|----------------------------------------------------------------|
|                |                |             |              |           | C                  | Si      | Mn      | Ni      | Mo       |                                                                |
| P-Y11          | 37G            | 340-410     | 15-21        | 47-70     | 0.09               | 0.1     | 0.55    |         |          | угљенични челик са Rm<450 MPa                                  |
| P-212          | 42G            | 410-470     | 16-22        | 65=80     | 0.1-0.15           | 0.2-0.3 | 0.8-0.9 | 0.6-0.8 | 0.2-0.25 | парни котлови, посуде под притиском, цевоводи и бродски лимови |

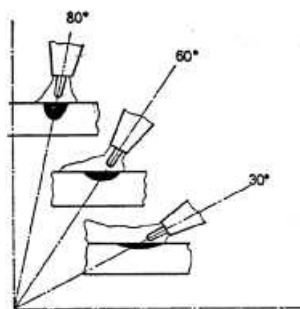
Топитељи, облика праха или паста, примењују се при заваривању ливеног гвожђа, обојених метала и легура, нерђајућег челика и других легура. Основни разлог примене топитеља су тешко топлјиви оксиди који се образују при заваривању наведених материјала и својим присуством спречавају успешно заваривање. Наношењем топитеља на додатни или основни материјал постиже се двојаки ефект – спречава се донекле оксидација течног метала, с једне стране, и снижава температура топљења оксида, с друге стране, чиме се обезбеђује њихово уклањање у облику троске.

Топитељи се деле према хемијском саставу на киселе и базичне. Најчешће се користе кисели топитељи на бази бора, као што су борна киселина,  $H_3BO_3$ , (првенствено за бакар и његове легуре) или боракс (натријум тетраборат –  $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ ), који лако разграђује оксиде многих метала (нпр. Cu, Zn, Mn) и базни топитељи, као што су натријум карбонат,  $Na_2CO_3$ , и поташа,  $K_2CO_3$ , (првенствено за сиви лив). Деловањем  $Na_2CO_3$  на тешкотопљиви оксид  $SiO_2$  ствара се течна хемијска једињење  $Na_2O \cdot SiO_2$  које прелази у троску и гас,  $CO_2$ , који одлази у околину.

## 6.5. ТЕХНОЛОГИЈА ГАСНОГ ЗАВАРИВАЊА

Величина и јачина горионика се бира на основу врсте и дебљине основног материјала. Јачина горионика мери се протоком ацетилена (l/h). Положај горионика значајно утиче на степен искоришћења топлоте пламена, као и на заштиту растопа. Искоришћење топлоте је највеће код држања горионика управно у односу на место заваривања. Овакав положај горионика даје дубље уваривање и ужи завар, што је код дебљих материјала повољније, као и бољу заштиту растопа. Одступање положаја горионика од управног даје знатно плиће уваривање и шири завар, што је повољније код заваривања танких материјала. Код гасног заваривања најчешће се користе нагиби горионика 60 – 80°, сем код врло танких лимова, где се користе мањи нагиби, 45 – 60°.

Слика 56. Врста и пречник жице се бира у зависности од основног материјала и његове дебљине. При томе, треба имати у виду захтев да се жица топи оптималном брзином, ни пребрзо ни преспоро у односу на топљење основног материјала. Код заваривања бакра, алуминијума и њихових легура, жица се брже топи него код заваривања челика, па се бирају горионици веће јачине. Из овог произлази да пречник жице у односу на дебљину основног материјала треба да буде већи него код заваривања челика.



Слика 54. - Утицај нагиба горионика на облик завара

Преузето: [afrodita.rcub.bg.ac.rs](http://afrodita.rcub.bg.ac.rs)

## 6.6. ТЕХНИКЕ ЗАВАРИВАЊА УНАПРЕД И УНАЗАД

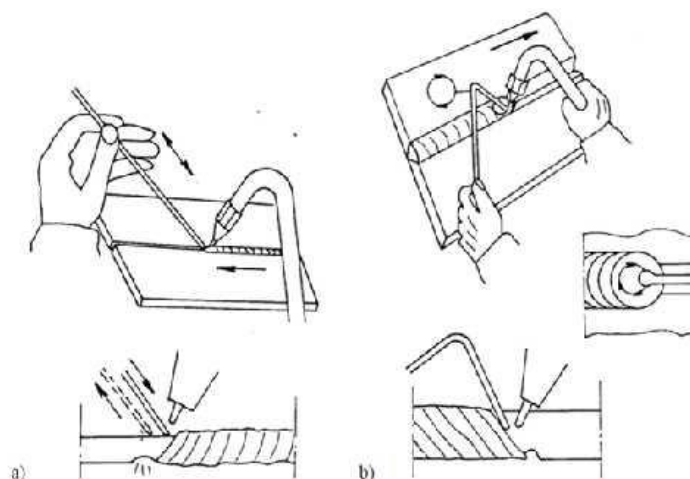
У зависности од кретања горионика и жице постоје две технике гасног заваривања: унапред и уназад, у смислу међусобног положаја жице и горионика (Слика 57). Ове две технике се зову још и улево и удесно, што је одговарајући назив само ако се горионик држи у десној руци.

**Техника заваривања унапред** се састоји у следећем, Слика 57 а:

Пламен је усмерен према ивицама основног метала, жлеба. Жица се држи испред пламена, њен врх је близу места заваривања, повремено се урања у металну купку и треба да буде у заштити пламена. Начин вођења и нагиби жице и горионика зависе од положаја заваривања и дебљине основног метала. У случају сучеоног „Г” споја на танком лиму (до 3 mm), жица се води без попречних осцилација, а горионик од једног до другог краја жлеба, попречним („цик-цак”) или кружним кретањем, док су им нагиби око 45°.

**Техника заваривања уназад** се састоји у следећем, Слика 57б:

Пламен је усмерен према металној купки и равномерно загрева и топи основни и додатни материјал. Жица се држи иза пламена, и налази се између основног материјала и горионика. Врх жице је непрестано уроњен у растоп, помера се у круг, и стално меша растоп. Начин вођење и нагиби жице и горионика, такође, зависе од положаја заваривања и дебљине основног метала. У случају сучеоног „V” споја на лиму дебљине преко 3 mm, жица је нагнута под 45° и помера се у круг од ивице до ивице жлеба, а горионик је нагнут 45–70°, зависно од дебљине, и креће се праволинијски.



Слика 55. - Техника заваривања: а) Унапред; б) Уназад.

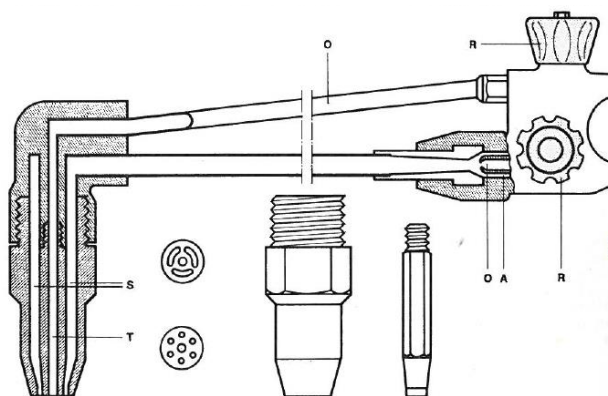
Извор, Практична Настава, Никола Пргомеља, ЗУНС-БГ 1988.

Заваривање унапред је једноставније за рад, регулација металне купке је лакша и добијају се лепи и глатки завари, док је код заваривања уназад боље искоришћење топлоте и боља заштита металне купке. Заваривање унапред је спорије, а утрошак ацетилена са повећањем дебљине знатно брже расте него код заваривања уназад. Ако се материјали веће дебљине заварују техником унапред, тешко се постиже једноличан корен завара (обично се јављају прокапљине), а такође је повећана могућност појаве укључака оксида. Стога је примена технике заваривања унапред ограничена на дебљине до 5 mm, а за веће дебљине се користи технике заваривања уназад, јер њене предности тада долазе до изражаја.

С друге стране, ако се има у виду чињеница да се гасни поступак практично не користи за комаде веће дебљине, јасно је да се техника заваривања уназад примењује веома ретко, нпр. у неким варијантама заваривања цеви.

## 6.7. ГАСНО СЕЧЕЊЕ

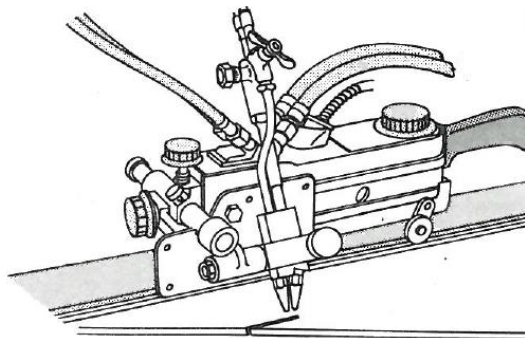
Апарат за гасно сечење (Слика 58) метала при повишеној температури састоји се од наменског горионика и усника. Усник има централни канал кроз који излази кисеоник за сечење, а концентрично око њега се налази неколико канала из којих избијају мали, независни пламенови чији је задатак загревање лима. Серијом вентила подешава се мешавина пламена за загревање, као и количина кисеоника за сечење. Најпре се пали гас за загревање, а затим постепено повећава проток кисеоника за сечење.



Слика 56. - Апарат за гасно сечење

*Извор: Седмак, А., Шијачки-Жеравчић, В., Милосављевић, А., Ђорђевић, В., Вукићевић, М. Машински материјали 2. део, издање Машинског факултета Универзитета у Београду, 2000.*

Када се захтева виши степен тачности сечења, колица се покрећу руком, али се вођење обезбеђује помоћу одговарајућих шина. Ова врста колица, комбинована са одговарајућим покретљивим ослоном са сопственим погоном, омогућавају, по жељи, сечење под правим углом (1) или сечење под нагибом (2) (са обореним ивицама) (Слика 59).



Слика 57. - Колица за гасно сечење

*Извор: Седмак, А., Шијачки-Жеравчић, В., Милосављевић, А., Ђорђевић, В., Вукићевић, М.: Машински материјали 2. део, издање Машинског факултета Универзитета у Београду, 2000.*

### Питања за теоријску проверу знања

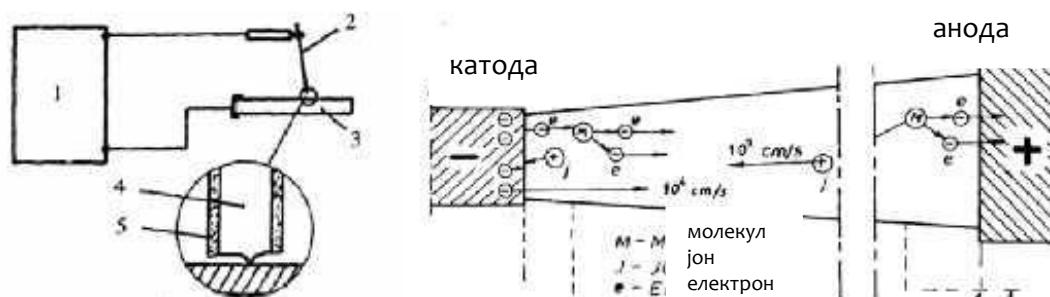
1. Који се гасови користе за гасно заваривање?
2. Наведите и опишите врсте пламена.
3. Наведите прибор за гасно заваривање.
4. Објасните карактеристике боце ацетилена.
5. Објасните принцип рада редукционих вентила.
6. Објасните принцип рада сувог неповратног вентила.
7. Какав је утицај нагиба горионика на облик завара?
8. Објасните поступак гасног заваривања.
9. Објасните принцип рада апарата на гасно сечење.

## 7. ЕЛЕКТРОЛУЧНО ЗАВАРИВАЊЕ

Под појмом електролучног заваривања подразумевају се поступци заваривања који као извор топлоте користе електрични лук успостављен између електроде и основног материјала, а додатни материјал је сама електрода (поступци са топљивом електродом) или жица за заваривање (поступци са нетопљивом електродом). Конвенционални поступци електролучног заваривања су REL (обложена електрода), MAG/MIG (топљива електродна жица у заштити инертног или активног гаса), TIG (нетопљива електрода и додатни материјал облика жице, у заштити инертног гаса), EPP (топљива електродна жица под прашком) и заваривање пуњеном електродном жицом у заштити гаса или без ње (самозащитна жица). Сваки од ових поступака користи топлоту електричног лука за топљење додатног и основног материјала и одговарајуће изворе електричне струје (уређаје за заваривање). Топљење додатног материјала и његов пренос у металну купку је праћен појавом сила, као што су електромагнетна и гравитациона, силе од струјања и експлозије гасова, сила од притиска плазме и сила од површинског напона, које битно утичу на процес заваривања.

### 7.1. ЕЛЕКТРИЧНИ ЛУК

Електрични лук је стабилно електрично пражњење, усмерено кретање електрона, кроз јонизовани ваздух или гас. Да би ваздух био јонизован, у њему морају да постоје електрони и јони који својим усмереним кретањем обезбеђују проток електричне струје.

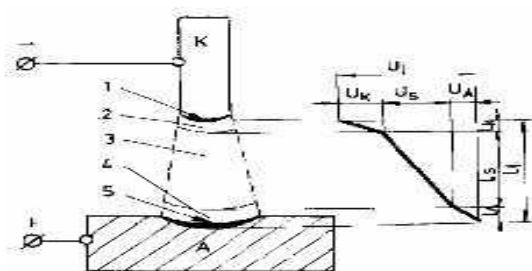


Слика 58. - Електрични лук

Извор: Седмак, А., Шијачки-Жеравић, В., Милосављевић, А., Ђорђевић, В., Вукићевић, М.: Машински материјали 2. део, издање Машинског факултета Универзитета у Београду, 2000.

С обзиром на карактеристичан пад напона у електричном луку, (Слика 60) могу да се уоче три различите области: катодна (2), анодна (4) и стуб лука (3).

Стуб лука није у директном контакту ни са анодом ни са катодом, већ је од њих одвојен ужареним областима које се зову анодна и катодна мрља, позиције (1) и (5), Слика 61.



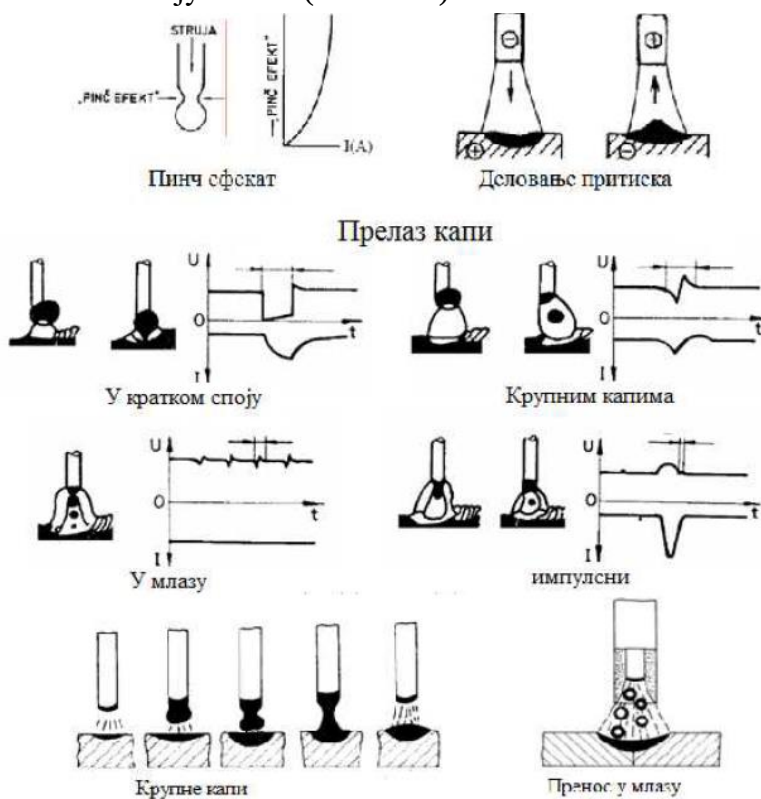
Слика 59. - Пад напона у електричном луку

Извор: Седмак, А., Шијачки-Жеравчић, В., Милосављевић, А., Ђорђевић, В., Вукићевић, М.: Машински материјали 2. део, издање Машинског факултета Универзитета у Београду, 2000.

Стабилност електричног лука зависи од врсте струје. Код једносмерне струје лук је стабилнији него код наизменичне струје, јер нема цикличне промене напона и јачине струје. Теоријски посматрано, промена напона и јачине наизменичне струје условљава гашење лука при сваком проласку кроз нулу. Практично се то не дешава због инерције струјног кола, али је зато лук нестабилан. Да би се постигла довољна стабилност лука наизменичне струје користи се већи напон празног хода, што је могуће само до нивоа који је безбедан за заваривача (60 - 70 V). На стабилност електричног лука битно утиче и његова температура. Хлађење струјом заштитног гаса (нпр.  $\text{CO}_2$ ) може да угрози стабилност лука, посебно због додатног одузимања топлоте од лука услед дисоцијације троатомног гаса као што је  $\text{CO}_2$ . Стога се MAG поступак изводи искључиво једносмерном струјом, а све чешће се користе жице пуњене лако јонизујућим материјама. Овај проблем је мање изражен код једноатомних гасова (Ar, He) јер код њих нема додатног одузимања топлоте дисоцијацијом.

### 7.1.1. ПРЕНОС ДОДАТНОГ МАТЕРИЈАЛА КРОЗ ЕЛЕКТРИЧНИ ЛУК

Механизам преноса додатног метала кроз електрични лук је врло компликован и још увек неразјашњен у потпуности, али се зна да укључује следеће битне појаве: гравитацију, површински напон, магнетно поље око лука, притисак од струјања гасова, притисак плазме и експлозију гасова (Слика 62).



Слика 60. - Основни пренос додатог материјала

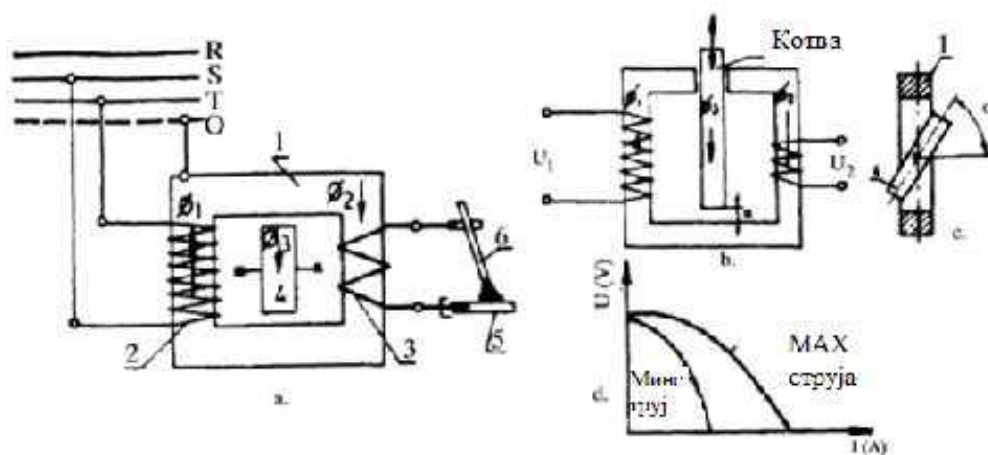
Извор: Седмак, А., Шијачки-Жеравчић, В., Милосављевић, А., Ђорђевић, В., Вукићевић, М.: Машински материјали 2. део, издање Машинског факултета Универзитета у Београду, 2000.

## 7.2. ВРСТЕ И ИЗВОРИ ЕЛЕКТРИЧНЕ СТРУЈЕ ЗА ЗАВАРИВАЊЕ

За електролучно заваривање се користе обе врсте струје - наизменична и једносмерна. Извори наизменичне струје су трансформатори, а једносмерне струје исправљачи и претварачи. Извори струје треба да обезбеде неопходну јачину струје и напон лука у неком радном опсегу, као и лако успостављање лука и његову стабилност. Осим тога, у неким случајевима се постављају специфични захтеви, као што је импулсна струја код MIG/ MAG поступка, успостављање лука без додира са електродом и исправљање несиметрије струје код TIG.

### Трансформатори

Трансформатори за заваривање (Слика 63) се састоје од језгра од железних лимова (1), примарног намотаја (2) везаног за мрежу, секундарног намотаја (3) везаног за струјно коло у коме су радни комад (5), електрода (6) и регулатор јачине струје. Примарни и секундарни намотаји смањују напон мреже (380 или 220 V) на напон празног хода (највише 100 V). Постоје различити начини регулације јачине струје, а најчешће се користе помична котва, пригушница и променљив број намотаја. Трансформатори се углавном користе за Е поступак.



Слика 61. - Шема трансформатора са помичном котвом

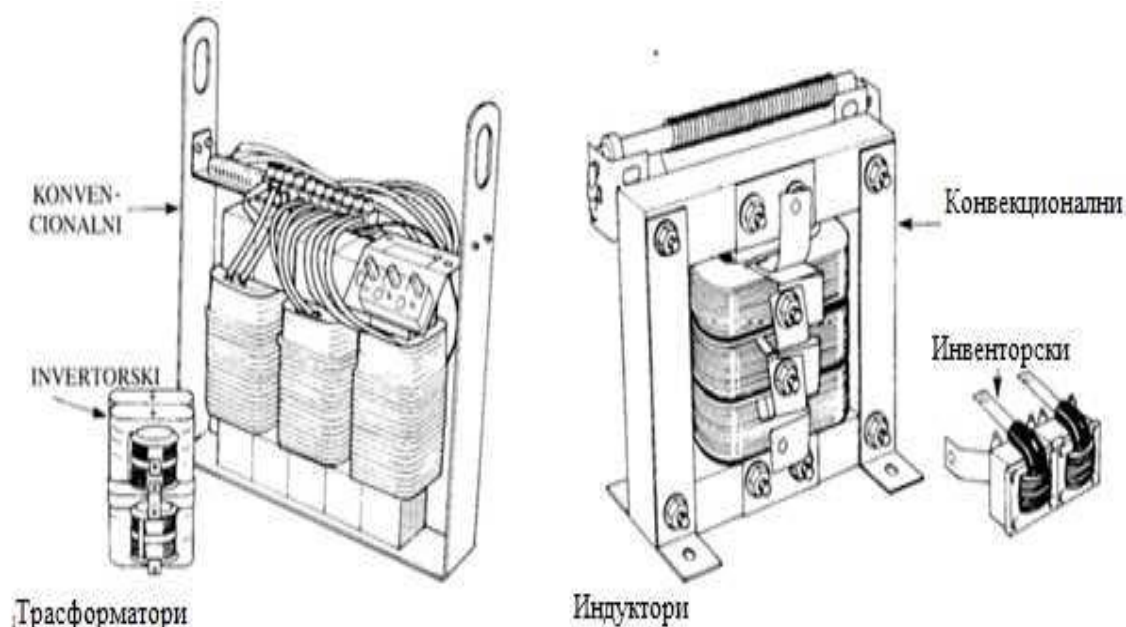
Извор: Седмак, А., Шијачки-Жеравчић, В., Милосављевић, А., Ђорђевић, В., Вукићевић, М.: Машински материјали 2. део, издање Машинског факултета Универзитета у Београду, 2000.

### Исправљачи и инвертори

Исправљачи су компликованије конструкције, јер осим трансформатора, имају још и исправљачке елементе и управљачки систем. Исправљачки део може да буде од селенских или германијумских плоча, односно од силицијумских (полупроводних) диода. Исправљачи могу да раде са великим јачинама струје, па се користе за све поступке заваривања. Статичка карактеристика може да буде (стрмо) падајућа или константна. Иако струја на излазу из исправљача, има извесну таласавост (до 5%, што нема битног утицаја на стабилност лука), овај извор једносмерне струје се знатно више користи од претварача, јер је јефтинији и не прави буку. У новије време све више се користе инверторски исправљачи који су знатно лакши, јефтинији и погоднији за употребу од осталих извора струје за заваривање. Прва фаза рада инверторских исправљача је претварање наизменичне струје градске мреже у једносмерну струју, која се затим уводи у инверторско коло. У инверторском колу се једносмерна струја претвара

у наизменичну, али се уједно знатно повећава њена учестаност (са 50 Hz на 5-50 kHz). Ова струја се затим своди на потребни напон и јачину помоћу трансформатора који је знатно мањи од класичног, јер ради при високој учестаности (Слика 64а). Трансформисана наизменична струја се затим исправља у једносмерну струју уобичајеним електронским компонентама, а на крају пролази кроз индуктор, који је такође знатно мањи од конвенционалног индуктора (Слика 64б). Контрола свих наведених процеса захтева додатну електронику, што не повећава значајније масу уређаја, а омогућава задавање произвољног временског циклуса напона и јачине струје и тиме пренос додатног метала по жељи. Захваљујући томе, инверторски извор струје може да производи различите статичке и динамичке карактеристике, што омогућава примену једног уређаја на више поступака заваривања (нпр. E, MAG/MIG и TIG).

Додатна предност инвертора је њихова повећана ефикасност јер су губици у бакарним намотајима у трансформатору мањи у односу на конвенционалне трансформаторе, па је степен корисности инвертора већи од свих осталих извора заваривања.



Слика 62. - Поређење величина конвенционалних и инверторских уређаја

Извор: Седмак, А., Шијачки-Жеравчић, В., Милосављевић, А., Ђорђевић, В., Вукићевић, М.: Машински материјали 2. део, издање Машинског факултета Универзитета у Београду, 2000.

### Претварачи

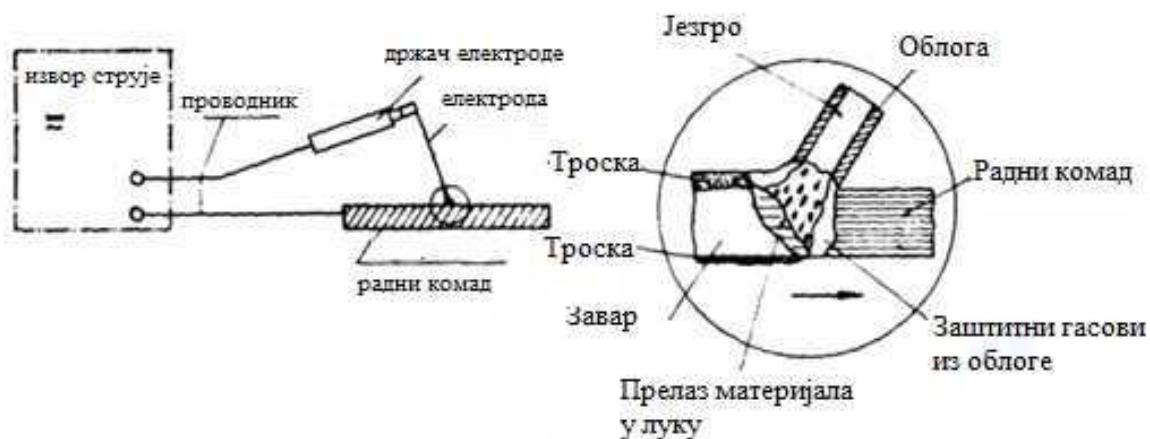
Претварачи се састоје од механички повезаних погона (нпр. електромотор) и генератора који производе једносмерну струју. У оба случаја саставни делови су ротор и статор. Најчешћа конструктивна решења су: претварач са независном побудом и диференцијалним редним побудним намотајем, претварач са сложенем диференцијалном побудом и претварач са попречним електромагнетним пољем. Коначно, као посебну врсту извора треба поменути агрегате, код којих је мотор са унутрашњим сагоревањем погон. У Табели 5 су дате упоредне карактеристике извора струје за заваривање.

Табела 5. - Упоредне карактеристике извора струје за заваривање

|                     | ПРЕТВАРАЧ  | ИСПРАВЉАЧ  | ТРАНСФОРМАТОР   | ИНВЕНТОР   |
|---------------------|------------|------------|-----------------|------------|
| Успостављање лука   | Врло лако  | Врло лако  | Лако до тешко   | Лако       |
| Скретање лука       | Велико     | Велико     | Незнатно        | Знатно     |
| Врсте електрода     | Све        | Све        | Тешко са базним | Све        |
| Оптерећење мреже    | Равномерно | Равномерно | неравномерно    | Равномерно |
| Губици празног хода | Велики     | Средњи     | мали            | Мали       |
| Степен корисности   | 0,6        | 0,7-0,9    | 0,8-0,9         | 0,9-0,95   |
| Одржавање           | Велико     | Средњи     | Мало            | мали       |
| Цена                | Висока     | Средња     | Ниска           | Ниска      |
| Маса                | Велика     | Велика     | Велика          | Мала       |

### 7.3. РУЧНО ЕЛЕКТРОЛУЧНО ЗАВАРИВАЊЕ ОБЛОЖЕНОМ ЕЛЕКТРОДОМ

Ручно електролучно заваривање обложеном електродом „REL” је поступак спајања метала топљењем обложене електроде и дела основног метала у електричном луку који се успоставља и одржава између радног комада (основног метала) и електроде. Топљењем језгра електроде обезбеђује се додатни материјал за поуну жлеба, а топљењем, сагоревањем и испаравањем облоге обезбеђује се заштита металне атмосфере од околних гасова и ваздуха. Истопљени састојци облоге се мешају са растопљеним металом, пре него што испливају на површину јер имају мању густину од металне купке, и очврсну у облику троске. Троска штити метал шав од утицаја околине и успорава његово хлађење, а после заваривања се уклања специјалним чекићем (Слика 65).



Слика 63. - Шематски приказ поступка заваривања

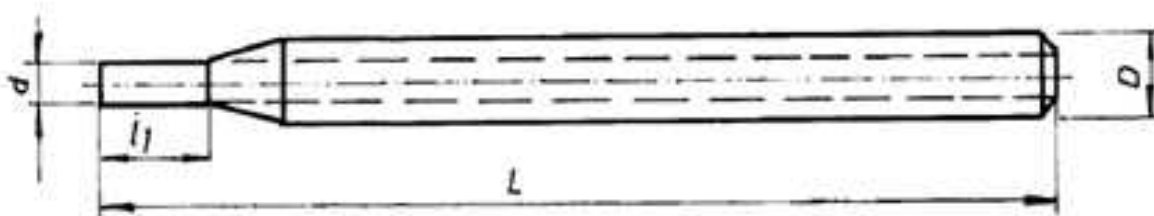
Преузето: [www.Ucg.as.me](http://www.Ucg.as.me)

С обзиром на једноставно руковање и релативно ниску цену уређаја и додатног материјала с једне, а добар квалитет споја с друге стране, ручно електролучно заваривање обложеном електродом је донедавно примењивано више од свих осталих поступака заједно. Његовој широкој примени доприносе још и чињеница да су ограничења у вези са обликом предмета и врстом материјала који се заварује, као и положајима заваривања, мања од свих осталих поступака заваривања. С друге стране, због недостатака REL

поступка, у новије време се уместо њега све чешће користе остали електролучни поступци. Основни недостаци REL поступка су мала продуктивност услед честе замене електрода и уклањања троске (брзина топљења додатног метала је 1 - 2 kg/h), компликована и дуготрајна обука заваривача, утицај заваривача на квалитет шави, бљештава светлост и штетни гасови настали сагоревањем троске. Додатни материјал и начини његовог преноса је обложена електрода. Електрода за REL поступак заваривања има метално језгро које је обложено осим на слободном крају (Слика 66). Језгро обложене електроде као део струјног кола преноси струју (слободни крај је повезан држаčem електроде за извор струје), а истовремено служи као додатни материјал.

Основне улоге облоге електроде су:

- заштита зоне заваривања од околног кисеоника, азота и водоника,
- стабилизација и јонизација електричног лука,
- успоравање хлађења метала шави,
- пречишћавање и легирање метала шави,
- омогућавање заваривања у принудним положајима.



Слика 64. - Обложена електрода

Заштита зоне заваривања од околних штетних гасова (првенствено кисеоник, водоник и азот) се остварује гасовитим и чврстим продуктима топљења и сагоревања облоге. Улога облоге у омогућавању принудних положаја заваривања (нпр. надглавни) се остварује повећањем њене вискозности, што се постиже првенствено додавањем базних и целулозних састојака. Према саставу, облога је у металуршком смислу кисела, кисело-рутилна, базна, целулозна, оксидна и рутилна. Осим наведених, постоје и специјалне врсте облоге. Хемијски састав и особине ових облога су дати у Табели 6.

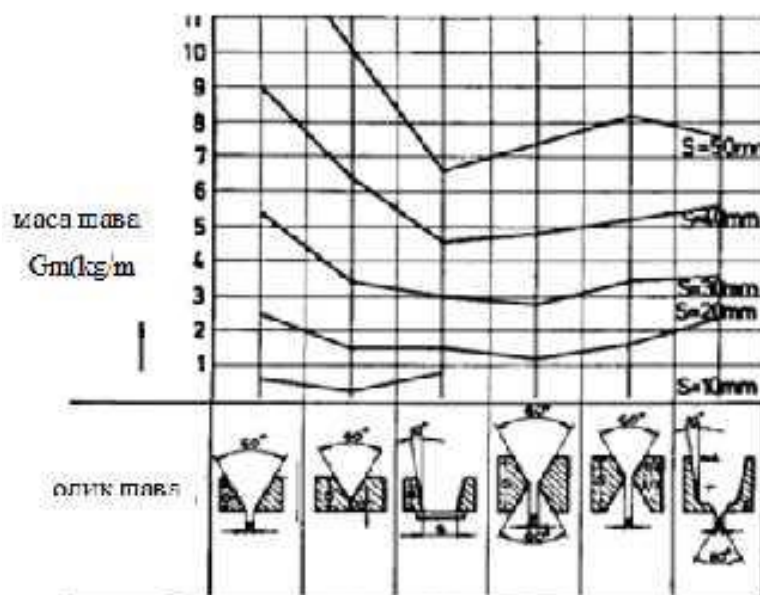
Табела 6. - Хемијски саастав и особине различитих облога електрода

| Облога         | Хемиски састав                                   | Особине                                                                   |
|----------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Кисела         | Оксиди Fe и Mn алумосиликати, фероманган         | Смањен вискозитет троске, леп изглед и лоше механичке особине метала шави |
| Рутилна        | Рутил, алумосикати, феролегуре                   | Леп изглед и добре механичке особине шави                                 |
| Кисело-рутилна | Као кисела, уз додатак рутила                    | Комбинација особина киселе и рутилне облоге                               |
| Базна          | Карбонати, флуориди, оксиди, хематит             | Добре механичке особине шави, посебно жилавости (нисак садржај H)         |
| Целулозна      | Целулозна влакна, рутил, силикати, дезоксидатори | Сви положаји, висок садржај H, корени завар цеовода                       |
| Оксидна        | Оксид Fe и Mn кварц, алумосиликати               | Леп изглед и лоше механичке особине метала шави                           |

## Технологија заваривања

Технологија заваривања обухвата припрему основног материјала, избор електроде, избор параметара и технику заваривања. У припреми основног материјала најважније је обликовање жлеба, а понекад је потребно и чишћење околних површина до металног сјаја. При избору облика и димензија жлеба, осим о дебљини основног материјала, треба да се води рачуна о приступачности корену, спречавању појаве прокапљина, деформацијама завареног споја и што мањем утрошку додатног материјала.

Утицај облика жлеба на масу шави је приказан на Слици 67. где се види да не постоји јединствено решење за најмању масу шави, већ се за различите дебљине основног материјала најмања маса шави добија различитим облицима жлеба. Решење са најмањом масом шави је по правилу и решење са најмањом деформацијом завареног споја, јер се уноси најмање топлоте. Приступачност корену и спречавање појаве прокапљина захтевају супротне мере: у првом случају размак у корену треба да буде што већи, а у другом случају што мањи.



Слика 65. - Утицај жлеба на масу шави

Преузето: [www.Ucg.as.me](http://www.Ucg.as.me)

Рубни шав (Слика 67) је погодан само за лимове тање од 2 mm и припрема се савијањем и стецањем ивица, „I” жлеб је погодан за лимове дебљине од 3 до 5 mm и припрема се равним одсецањем ивица, а „V” жлеб је погодан за лимове дебљине од 3 до 20 mm и припрема се закошењем ивица, најчешће под углом 60°. Размак у корену треба да буде што већи да би се омогућио приступ електроди, али је ограничен захтевом за минималном потрошњом додатног метала и што мањим деформацијама завареног споја. За предмете већих дебљина користи се „Y” жлеб, тј. „V” жлеб са затупљењем у корену, чиме се смањује опасност од прокапљина. С друге стране, оваквим обликом жлеба се повећава опасност од укључака троске у металу шави, па се по правилу „Y” жлеб ради двострано, тако што се корен ижлеби, па поново завари са друге стране. Такође, за предмете већих дебљина се користи „X” жлеб, тј. двострани „V” жлеб, чиме се смањују деформације, посебно угаоне, које се иначе јављају код дебљих и дужих лимова са „V” жлебом. Осим тога, површина „X” жлеба је битно мања од одговарајућег „V” жлеба, па

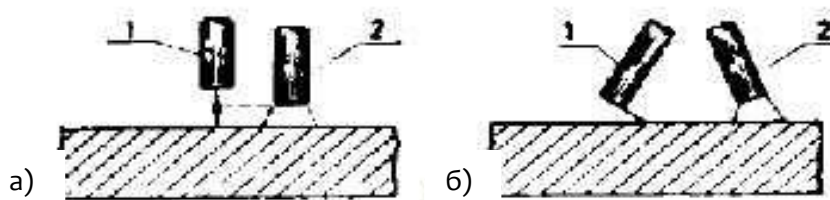
су уштеде додатног метала значајне. Пречник и врсте облоге електрода се бирају према основном металу и специфичним захтевима конкретног проблема заваривања. Пречници електрода су стандардизовани према следећем низу: 2; 2,5; 3,25; 4; 5; 6; 8 и 10 mm, а бирају се тако да се узима највећи пречник који величина жлеба дозвољава. У случају вишепролазног заваривања, за корен шава се користе електроде пречника 2,5 - 4 mm, а за попуну жлеба се користе електроде већег пречника, зависно од дебљине основног материјала. Осим основних препорука за избор пречника електроде, треба узети у обзир врсту струје, положај и редослед заваривања. Положај заваривања значајно утиче и на избор облоге електроде. За принудне положаје се углавном бирају електроде са танком облогом или облогом средње дебљине, а да би се спречило цурење течног метала шава користе се рутилне или целулозне облоге. Основне смернице при избору облоге електроде су следеће:

- угљенични и нисколегирани челици: чврстоћа метала шава треба да буде иста или већа него код основног метала. Ако се тражи посебно добра жиљавост користи се базна облога, као и у случају већих дебљина и крутости конструкција,
- комбинација угљеничних и нисколегираних челика: код сучеоних спојева електрода се бира према челику мање чврстоће, а код угаоних према челику веће чврстоће,
- високолегирани челици: метал шава треба да има чврстоћу бар као основни метал,
- обојени метал и легуре: електрода се бира према основном материјалу јер по правилу не постоје различите електроде за један материјал.

При избору параметара треба имати у виду првенствено врсту, поларитет, јачину и напон струје, дужину електричног лука, угао нагиба и правац кретања електроде и брзину заваривања. Јачина струје значајно утиче на облик шава и механичке особине споја. При повећању јачине струје надвишење и дубина уваривања се повећавају, док је ширина шава практично непромењена. Сувише велика јачина струје даје грубозрну структуру метала шава и повећава сагоревање легирајућих елемената, а недовољна јачина струја малу дубину уваривања и слабу везу шава и основног метала. У оба случаја честа је појава троске у очврслом металу шава, као последица турбуленције растопа и њеног повлачења у дубину код сувише јаке струје, односно лепљења за странице жлеба код сувише слабе струје. Стога је правилан избор јачине струје од пресудног значаја за добијање квалитетног споја.

### Техника заваривања

Успостављање електричног лука је осим додиром и одмицањем (Слика 68а), могуће и повлачењем врха електроде, уз прелазак на потребно растојање (Слика 68б). Други начин има предност, јер се лук успоставља без оштећења облоге, а дужина лука се регулише повећањем, а не његовим смањењем, што је далеко лакше.

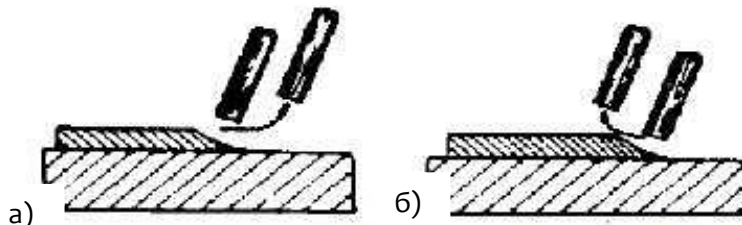


Слика 66. - Успостављање лука

Преузето: [www.Ucg.as.me](http://www.Ucg.as.me)

Прекидање електричног лука је најбоље извести повлачењем електроде уназад на очврслу троску и удаљавањем након тога.

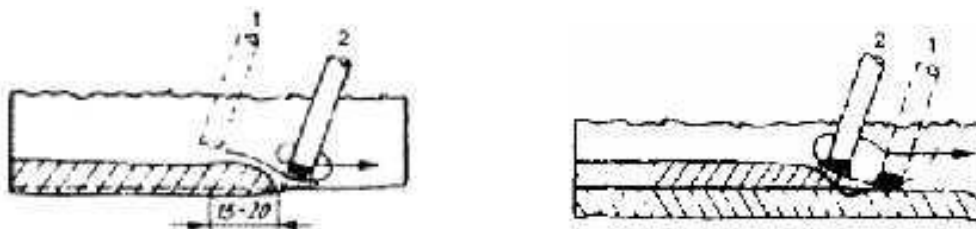
При директном подизању електроде може да настане грешка у шаву типа порозности (Слика 69).



Слика 67. - Прекидање лука

Преузето: [www.Ucg.as.me](http://www.Ucg.as.me)

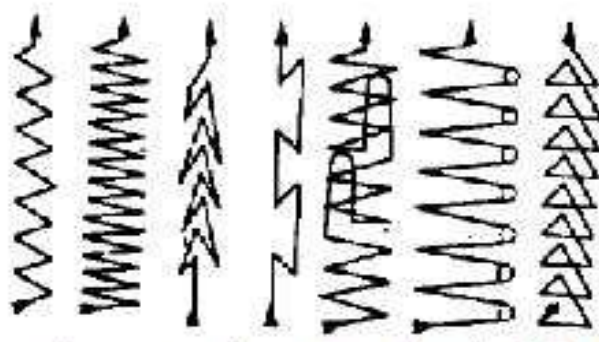
Посебну пажњу треба посветити наставку прекинутог шаву, с обзиром на кратер који може при прекиду да настане на крају заваре. Да би се избегло попуњавање кратера „на хладно”, примењују се посебне технике, зависно од врсте заваре (корени или попуна), као што је у две пројекције приказано на Слици 70. У првом случају (корени завар), лук се споставља на 15 до 20 mm од краја заваре, на већ изведеном кореном завару, после чега се прелази у корен, ради попуне жлеба. У другом случају (завар попуна), лук се успоставља на доњем делу (претходни завар) или на страници жлеба, затим се враћа назад на актуелни завар и тек онда се наставља са даљом попуном жлеба.



Слика 68. - Настављање заваривања

Преузето: [www.Ucg.as.me](http://www.Ucg.as.me)

Често се код извођења еПоступка користи тзв. њихање електроде (Слика 71), тј. попуњавање жлеба њеним попречним кретањем (а не само подужним).



Слика 69. - Њихање електроде

Преузето: [www.Ucg.as.me](http://www.Ucg.as.me)

## 7.4. TIG ЗАВАРИВАЊЕ

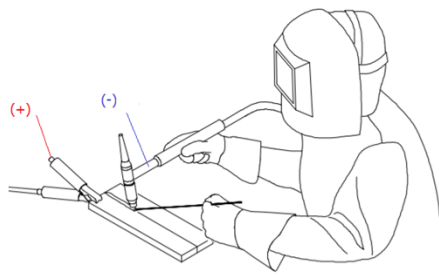
У заваривачки пиштољ или пламеник увучена је непотрошива волфрамова електрода која формира електрични лук за топлеење метала. TIG пламеник може бити хлађен водом или ваздухом. Керамичка дизна усмерава гас према растопу. Волфрамова електрода је шпицасто зашиљена за примену где је потребно прецизно заваривање и ниска струја заваривања. Лук се формира између волфрам електроде и метала који се вари. Лук се штити заштитним гасом који може бити аргон, хелијум, а за неке легуре користи се мешавина са водоником. Лук је веома гладак и чист кад се користи једносмерна струја. Кад се машина подеси на наизменичну струју заваривачки лук је више бучан, али је још увек гладак и чист. Готово сваки метал може да се вари TIG техником, угљенични и нисколегирани челици, хромирани нерђајући челици, легуре никла, алуминијумске легуре, легуре магнезијума, титанијума, затим чист титанијум, кобалтне легуре, бакарне легуре, бронза, чист бакар.

**Предности TIG заваривања.** Највећа предност TIG заваривања су висок квалитет заварених спојева, који се могу извести на готово сваком варљивом металу или легури. Друга предност TIG-а је да се попуњавајући материјал може додавати у растоп независно од струјног лука. Са другим методама лучног заваривања количина додавајућег материјала је зависна од контроле струјног лука. TIG заваривање даје веома прецизан вар, варни шав је високог квалитета, пошто се вари са ниском наизменичном струјом идеално је за тање материјале и фолије. У TIG-у је разбацивање материјала мало, нема шљаке и варни шав је релативно лако очистити.

**Главни недостаци TIG-а.** То је најспорији тип заваривања због спорог наноса материјала. У TIG поступку заваривања нагласак је на прецизности и перфектном изгледу вара, што значи нижу заваривачку струју и више времена за заваривање. Варилац мора да научи да координира покрете пиштоља - пламеника у једној руци и попуњавајућег материјала у другој и истовремено контролише заваривачку струју ножном педалом код уређаја који то имају.

Припремите радни простор тако да сте сигурни да нема уља, влаге или прашине. Такође морате обезбедити да нема ваздушне промаје, која би могла изазвати одувавање гаса и направити проблеме током заваривања. Ако има шљаке на било ком металу, можете је очистити четком. Затим треба да очистите базни метал који се заварује. Разлог свих ових чишћења је контаминација која или изазива лоше спојеве за струјно коло или може да преломи метал због слабог квалитета вара. Наравно да то зависи и од метала са којим се ради, зато првенствено извршите чишћење. На почетку варења морате имати заштитни гас да спречи продор кисеоника у вар, а за то је најбољи аргон који најбоље ради у TIG заваривању. Код заваривања дебљих алуминијума користити смешу хелијум - аргона јер хелијум повећава температуру и боље јонизује него аргон, а треба вам виша температура за овај тип заваривања. Проверите да ли има цурења гаса, а за то је најбоље користити воду и сапун који дају мехуриће ако гас цури. Затим проверите црева за доток гаса и гасни пламеник. Да направите добар вар, треба направити лук, са овим луком направите течну локвицу метала и гурајте је дуж спајајућег жлеба два материјала. Завршите лук, дозволите вару да се охлади додатно га заштитите, држећи гас изнад њега. У TIG заваривању, такође, је важно одржати добар електрични контакт између волфрама и метала. Угао попуњавајућег штапића и угао волфрам електроде не би смели да буду исти јер би топлота могла отопити попуњавајући материјал пре него што желите. Електрода мора бити уроњена у заваривачки растоп, а не увучена топлотом лука. Ако се на крају попуњавајућег штапића формира кугла, значи да нешто не радите добро. Проблем би могао бити некоректно постављен угао према углу пламеника или недовољно агресиван угао.

Волфрам електроде су благо радиоактивне. Док брусите, носите маску. Користите мању волфрам электроду да обавите исти посао. Превелика електрода може изазвати нестабилан лук и контаминацију због недовољног тока струје кроз электроду која би учинила лук стабилним. TIG и MIG жица за заваривање алуминијума су исте, тј. може се користити MIG за TIG заваривање. Облик волфрамске електроде има пресудан значај на ширину и дубину вара. Веома је важан начин брушења волфрам електроде и угао постављања на брусилицу. Бруси се уздужно, а не циркуларно. На Слици 72. приказан је TIG поступак заваривања.



Слика 70. - TIG поступак заваривања

Преузето: <https://tsi.webador.com/tois-tig-postupak-zavarivanja>

Ако је неправиан угао електроде, топлота ће топити попуњавајући материјал, а не метал. Ставите попуњавајући материјал испод центра топлоте. Штапић попуњавајућег материјала мора бити гурнут у заваривачки растоп, а не увучен струјним луком. Кад гурнете попуњавајући материјал у растоп, растопљени метал ће се подићи. Угао попуњавајућег материјала и угао волфрам електроде не би требало никад да буду исти, уколико је то могуће. Одржавајте ваш струјни лук што је могуће краћи. Дужина струјног лука је растојање између волфрама и метала. Различите дужине лукова користе се за различите материјале. Улазна топлота је мања кад је ваш лук краћи, концентришите лук на мањи простор. Заваривање са већом струјом и краћим луком даће мању температуру него дуг лук и мала струја заваривања. Врелији вар значи да можете водити вар брже, ако је то циљ. Облик волфрам електроде (Слика 73) мења карактеристике лука.



Слика 71. - Облик волфрам електроде

Преузето: <https://ipo-tools.hr/blog-odabir-prave-wolfram-elektrode>

На слици 74. приказан је TIG вар са више пролаза.



Слика 72. - TIG вар са више пролаза

На Слици 75. приказана је апаратура за заваривање TIG поступком.



Слика 73. - Апаратура за заваривање TIG поступком

Преузето: <https://ipo-tools.hr/blog-odabir-prave-wolfram-elektrode>

## 7.5. ЗАВАРИВАЊЕ MIG И MAG ПОПСТУПКОМ

Заваривање MIG поступком је електролучно заваривање топљењем жицом у заштити неутралног гаса. На Слици 76. приказан је изглед пиштоља за заваривање MIG поступком.

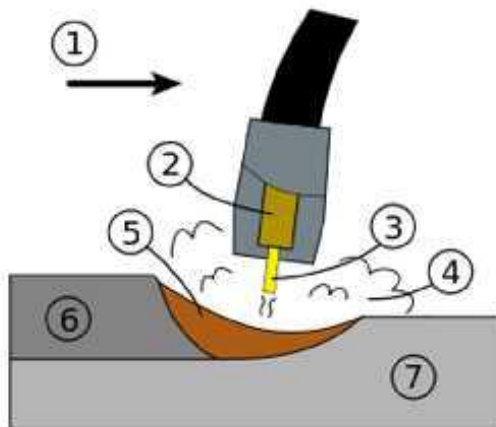


Слика 74. - Изглед пиштоља за заваривање MIG поступком

(1) ручица пиштоља, (2) пластична изолација (бело) и навојни метални уметак (жуто), (3) распршивач заштитног гаса, (4) водилица за жицу, (5) излаз пиштоља

Преузето: <https://ipo-tools.hr/blog-odabir-prave-wolfram-elektrode>

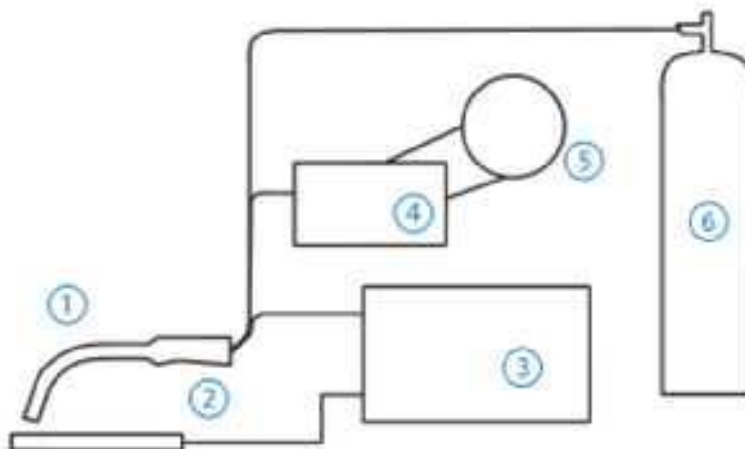
На слици 77. дат је приказ рада заваривања MIG и MAG поступком.



Слика 75. - Приказ рада заваривање MIG и MAG поступком  
(1) смер заваривања, (2) водилица за жицу, (3) таљива електрода (жица), (4) заштитни плин, (5) купка растањеног метала, (6) дубина завара, (7) радни комад (основни материјал).

Преузето: <https://ipo-tools.hr/blog-odabir-prave-wolfram-elektrode>

На Слици 78. дат је приказ опреме за заваривање MIG и MAG поступком.



Слика 76. - Приказ опрема за заваривање MIG и MAG поступком  
(1) пиштољ за заваривање, (2) радни комад, (3) извор струје за заваривање, (4) уређај за добаву таљиве жице, (5) колут са жицом, (6) боца са заштитним плином.

Заваривање MIG поступком (енгл. *Метал Инерт Гас*) или електролучно заваривање таљивом жицом у заштити неутралног (инертног) гасом (engl. *Gas Metal Arc Welding – GMAW*) је врста електролучног заваривања. То је полуаутоматски или аутоматски поступак заваривања који користи стално довођење голе жице као електроде за заваривање, а заштићен је са инертном (неутралном) или полуинертном мешавином заштитних гасова (обично аргон), да заштити заварени спој од загађења. Поступак је бржи од ручног електролучног заваривања. Електрода је уједно и додатни материјал који је обично истородан с основним материјалом који се заварује. Заваривање се обавља ручним вођењем пламеника (деломично аутоматизираног) или механизираног (вођење

пламеника колицима) или аутоматског, такође, се прилагодљивим апаратом за заваривање. Погодан је за заваривање метала (слично као и заваривање TIG поступком) дебљине до неколико милиметара, зависно о врсти материјала. Првенствено се користи за заваривање возила (алуминијске легуре), пловила, посуда запрехраних индустрију (NiCr, Al), цеви (NiCr, Al), нерђајућег челика, за наваривање седишта вентила и друго. Заваривање MIG поступком има предност пред заваривањем TIG поступком са стајалишта економичности (више килограма завареног материјала на сат).

### **Предности и недостаци**

**Предности** заваривање MIG поступком су: развијен довољно широк спектар додатних материјала за заваривање, мања цена опреме за заваривање (уређаја за заваривање) у односу на заваривање TIG поступком; погодан за појединачну и масовну производњу, за репаратурна заваривања, могућност заваривања у свим положајима заваривања, погодан за аутоматизацију и роботизацију, далеко већа продуктивност (килограма завареног материјала на сат) у односу на заваривање TIG поступком, чиста површина метала положеног завара (без треске), смањење искривљења конструкције.

**Недостаци:** квалитет завареног споја још увек зависи од вештине заваривача (човека) код полуаутоматског заваривања, време за обуку доброг заваривача је краће него код заваривања TIG поступком (мада је пракса да MIG заваривачи прво науче ручно електролучно заваривање), квалитет завареног споја је мањи у односу на квалитет заваривања TIG поступком (како са естетског стајалишта тако и са стајалишта грешака у завареном споју и механичких својстава завареног споја) долази до јаког блескања при заваривању, при заваривању се ослобађају гасови (потребна добра вентилација простора), дуготрајни рад може оставити штетне последице на здравље заваривача (реума, оштећења дисајних путева).

### **Начин рада**

Електрични лук се успоставља кратким спојем (кресањем) између жице за заваривање и радног комада, тј. прикључака на полове једносмерне електричне струје или наизменичне струје. Након тога следи равномерно додавање жице за заваривање у електрични лук (електромотор, ваљци за равнање и повлачење или потискивање жице), те таљење жице и стварање завареног споја.

Главни параметри код MIG заваривања су:

- напон заваривања ( $U$ ), који се током заваривања приближно креће од 16 до 26 V,
- јачина струје заваривања ( $I$ ), која се при заваривању креће зависно о пречнику жице за заваривање (приближне вредности од 80 до 180 A,
- брзина заваривања се креће зависно од примењене технике заваривања (повлачење или њихање), пречника жице за заваривање и параметара заваривања приближно од 2 до 4 mm/s.

Заштитни гас се користи код електролучног заваривања код поступака: заваривање TIG поступком, заваривање MIG поступком и заваривање MAG поступком. Заштитни гас код ових поступака битно одређује квалитет завара. У почецима увођења поступка заваривања у атмосфери заштитног гаса уобичајена је била примена свега неколико појединачних гасова, на пример код заваривања MIG поступком чисти аргон, а код заваривања MAG поступком чисти угљендиоксид. Данас преовлађују мешавине гасова. У међувремену је количина стандардизираних гасних мешавина знатно повећана, будући да се као делови у мешавини не примењују само аргон и CO<sub>2</sub> већ и кисеоник, хелијум, водоник.

### 7.5.1. ЗАВАРИВАЊЕ MAG ПОСТУПКОМ

Заваривање MAG поступком (engl. *Metal Active Gas*) је врста електролучног заваривања топљењем у активном заштитном гасу (обично угљен диоксид  $\text{CO}_2$ ) или у гасној мешавини (аргон + угљен диоксид, аргон + угљен диоксид + кисеоник) топљивом електродом у облику голе жице, слично заваривању MIG поступком. Овај поступак заваривања изводи се у свим положајима. Заваривање кратким електричним луком даје најмањи унос енергије у заварени спој тако да је поступак погодан за заваривање танких лимова. Када је пожељан леп изглед завара, а истовремено и добра заварљивост, заваривање MAG поступком се изводи у гасној мешавини с приближно 80% аргона и 20%  $\text{CO}_2$ . Импулсно заваривање се изводи у свим положајима без распрскивања капљица.

Заваривање МАГ поступком има широке могућности примене: код производних заваривања, наваривања и репаратурног заваривања већине металних материјала. Има предност пред ручним електролучним заваривањем (REL) са стајалишта економичности (више килограма положеног материјала на сат, нема застоја за измену електрода као код REL поступка, мање чишћење завара). Примењује се за заваривање лимова и цеви дебљине од 1 мм обично до дебљине 20 мм (у неким случајевима и далеко изнад тих дебљина, када је економски и технолошки оправдана примена MAG поступка). Код већих дебљина основног материјала и веће даљине заварених спојева економичније је користити заваривање под прашком (EPP) или заваривање под троском - ЕРТ (самостално или у комбинацији са MAG или REL поступком, нпр. за проваривање корена). MAG поступак је изворно полуаутоматски поступак, али се врло често користи као аутоматски и роботизирани поступак заваривања. Значајан је удео робота за MAG заваривање у аутомобилској индустрији. Постоји модерна варијанта MAG поступка, тзв. *TIME* поступак, где су вредности напона, струје и брзине заваривања (али и пречника жице за заваривање) значајно веће у односу на класични MAG поступак. Тако се нпр. за жицу пречника 2,5 mm користе средње вредности параметара заваривања:  $U = 40 \text{ V}$ ,  $I = 420 \text{ A}$ .

#### Питања за теоријску проверу знања

1. Шта се подразумева под појмом електролучног заваривања?
2. Објасните појам електричног лука.
3. Објасните механизам преноса додатног материјала кроз електрични лук.
4. Наведите врсте и изворе електричне струје.
5. Објасните REL поступак заваривања.
6. Шта су електроде за REL поступак заваривања и какве све могу бити?
7. Објасните технику почетка, завршетка и наставка за REL поступак заваривања.
8. Објасните технике њихања електрода у REL поступак заваривања.
9. Шта је TIG заваривање?
10. Објасните поступак TIG заваривања.
11. Објасните опрему за TIG заваривање.
12. Наведите врсте електрода за TIG заваривање.
13. Шта је MIG И MAG поступак заваривања?
14. Објасните принцип рад опреме за MIG И MAG поступке заваривања.
15. Наведите предности и мане MIG И MAG поступка заваривања.
16. Објасните технику заваривања MIG И MAG поступком.

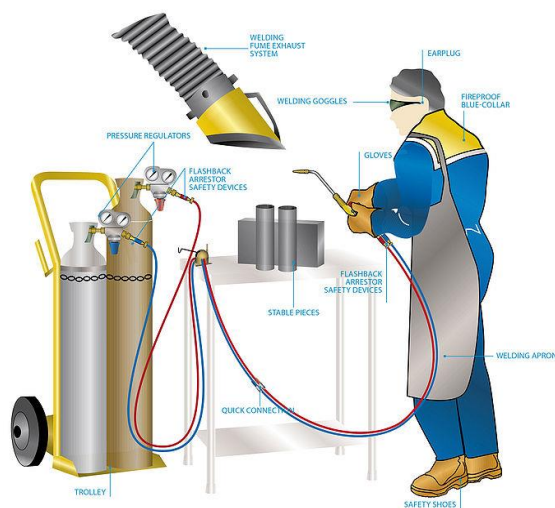
## 8. ЗДРАВЉЕ И БЕЗБЕДНОСТ У ЗАВАРИВАЊУ

Заштитне мере и безбедносне праксе су од суштинског значаја за заштиту здравља и безбедности радника у сектору браварства и заваривања. Важно је да се компаније ускладе са законодавством и правилима земље у погледу безбедности на раду. Гарантовање безбедности је од суштинског значаја јер помаже у спречавању акцидентата и повреда на радном месту и води ка бољој продуктивности. У циљу гарантовања безбедности на раду потребно је пружити безбедно радно окружење и обезбедити потребну заштитну опрему.

Мере безбедности и препоруке за одржавање при гасном заваривању:

- осигурајте боце пре употребе на радном месту одговарајућим колицима,
- користите оговарајућу личну заштитну опрему: наочаре, рукавице, кецељу.

На слици 79. приказано је радно место гасног заваривача.



Слика 77. - Радно место гасног заваривача

Извор Википедија

Препоруке за безбедно руковање и одржавање опреме и уређаја за гасно заваривање:

**Редуцир вентил (Слика 80)**



Слика 78. - Редуцир вентил

**Одржавање:**

- проверити улазни прикључак како бисте се уверили да не пропушта,
- проверити манометар,
- окрените ручицу вентила након отварања гасног вентила и проверите да притисак постепено расте.

**Златна правила:**

- никад не подмазујте,
- препоручује се замена редуцир вентила након не више од 5 година употребе, чак и ако и даље исправно ради.

**Цеви (Слика 81)***Слика 79. - Цеви*

Одржавање - проверите читаву дужину цеви тако да је савијете и на тај начин проверите да ли је у добром стању. Проверите да ли има пукотина, рупа или испупчења.

Златна правила - препоручује се замена цеви након три године интензивне употребе, у противном једном у пет година.

**Брзе спојнице***Слика 80. - Спојнице*

**Одржавање:**

- проверите да ли су спојеви добро причвршћени,
- проверите непропустљивост при употреби код сервисног притиска, прво код осигураног споја, а потом код растављеног.

Златна правила - увек замените у случају незгоде (дробљење, оштећење) или у случају квара (пропуштање, губљење притиска).

**Неповратни вентил (Слика 83)**

Слика 81. - Неповратни вентил

Делови од изузетно велике важности. Спречавају повратак пламена и мешавине гаса у случају квара горионика. Уграђују се на рукохвате и на редуцир вентиле. Обратите пажњу на стрелице које показују проток глина.

**Златна правила:**

- увек замените у случају поврата пламена или квара,
- препоручује се замена неповратних вентила након не више од 3 године, употребе.

**Резачи (Слика 84)**

Слика 82. - Резачи

**Одржавање:**

- проверите прикључке за гас и кисеоник,
- проверите непропустљивост вентила,
- проверите да су сапнице (дизне) у добром стању и да не пропуштају.

Златна правила - препоручује се замена резача након не више од три године коришћења, чак и ако је још увек исправан.

Основни извори опасности при раду гасног заваривача су:

- пад челичних боца под притиском и оштећење вентила,
- опекотине појединих делова тела због прскања ужарених металних честица при додиру с врућим или ужареним металним површинама,
- оштећење очију због штетног зрачења на видљивом подручју које се огледа бљештањем,
- оштећење очију због штетног ултраљубичастог и инфрацрвеног зрачења,
- оштећење организма удисањем штетних гасова, пара и димова који настају при заваривању,
- експлозија гасне смеше запаљивих гасова и кисеоника.

Челичне боце морају се држати увек причвршћене за зид или на посебним колицима заштићене од пада. Боце морају бити удаљене од места заваривања најмање 3 m. Боце је најбоље држати изван радних просторија, али заштићене од сунчевих зрака, мрза или кише. Боца са ацетиленом мора стајати усправно или под углом не мањим од 45° у односу према водоравној подлози. Пре почетка рада потребно је проверити да ли су гумене цеви за довод гасова у добром стању и довољно савитљиве, да ли су одговарајуће боје за поједину врсту гаса (плава за кисеоник, црвена за гориви гас) да ли су непропусне нарочито на спојевима, да ли су добро причвршћене на спојним местима одговарајућим обујмицама (никада жицом) и да ли су заштићене од варница, врућих предмета, као и од оштећења на пролазима.

Ако се за заваривање и резање користе гасови из челичних боца, на њима морају бити постављени уређаји за заштиту од повратног удара пламена – неповратни вентили. Неповратни вентили (суви осигурачи) морају бити постављени на резачу на прикључним местима гумених цеви, као и на редуцир вентилима.

Обавезно обратити пажњу на смер протока гасова који је означен са стрелицама. При паљењу горионика, резача мора се водити рачуна о редоследу пропуштања гасова. Најпре се отвара вентил за кисеоник до одговарајућег притиска, а затим вентил за ацетилен. Таква се смеша запали упаљачем, а затим се још дотера пролаз ацетилена и кисеоника. Пламен се гаси обрнутим редоследом. За време рада потребно је спречити ширење гасова у околину провером заптивача на горионику, вентилима и спојним местима.

Пропусност се мора проверавати сапуницом, а никако запаљеном шибицом. Вентили за кисеоник не смеју се мазати уљем или мастима, односно хватати масним рукама или рукавицама.

Ради заштите очију од јаке светлости и ултраљубичастог и инфрацрвеног зрачења које се појављује при гасном заваривању, морају се носити заштитне наочаре с тамним стаклима таквог затамњења које одговара врсти посла. При гасном заваривању у затвореном простору морају се користити вентилациони уређаји за одвођење димних гасова непосредно с места рада, нарочито ако се ради на предметима од цинка или осталих обојених метала или на предметима који су обојени.

При гасном заваривању морају се користити сва прописана лична заштитна средства, као што су:

Заштитна капа



Заштитна кецеља



Заштитне наочаре с тамним стаклима



Заштитне рукавице за завариваче



Заштитно одело



Заштита за ципеле



Заштитне ципеле с челичном капицом и др.



Из околине места заваривања морају се склонити све лако запаљиве ствари као што су масне крпе, дрво, запаљиве течности како не би настао пожар.

Заваривати се може искључиво на местима која су сигурна од настанка пожара. То се нарочито односи на привремена места рада на којима се не заварује стално него према потреби.

При заваривању се увек ствара врло висока температура, па се многи материјали који дођу у додир с деловима, који се заварују, могу запалити. Уз то, највећа опасност за настанак пожара јесу ужарене честице које се стварају при заваривању и падају око места заваривања, чак на удаљеност и до 10 m. Ако такве вруће или ужарене честице дођу у додир са запаљивим материјалима, могу узроковати пожар чак и неколико дана након заваривања.

Уколико желите заштити простор или предмете од ужарених честица користите ватроотпорне материјале (покриваче за заваривање). Због тога се на месту рада морају осигурати сви услови како не би настао пожар.

### **ПОСЕБНА ПРАВИЛА**

- заваривање можете обављати само ако испуњавате посебне услове за рад и ако сте оспособљени за сигуран рад на овим пословима,
- у случају било каквог квара на челичним боцама или прибору за гасно заваривање, угасите горионик, затворите све вентиле и квар пријавите одговорном лицу,
- након завршетка рада затворите све вентиле на боцама, растеретите редуцир вентиле, а прибор за заваривање одложите тако да није могуће неовлашћено коришћење гасова,
- на вруће предмете обраде поставите знак којим ћете упозорити остале раднике на опасност од опекотина или их оградите,
- за време заваривања усредсредите се на рад и не разговарајте с другим радницима,
- посебно су опасне различите шале и игре, јер могу узроковати тешке повреде.

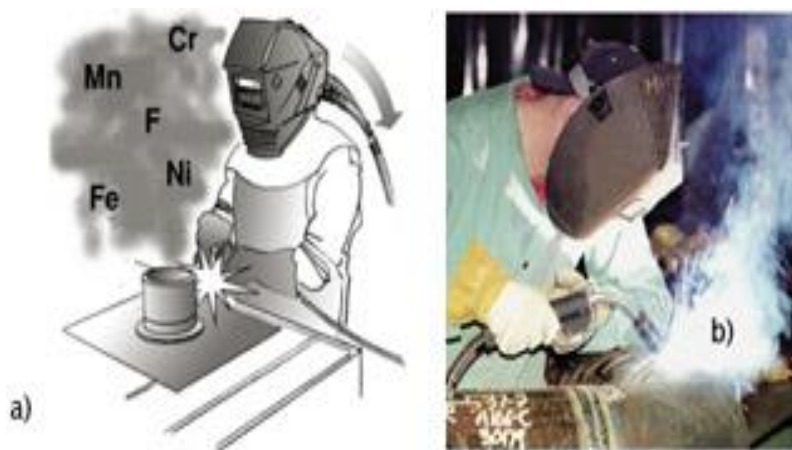
### ***Заштита здравља и безбедност на раду:***

- спречавање могућности повређивања,
- спречавање професионалних обољења,
- спречавање смртних исхода,
- Закон о безбедности и здрављу на раду.

### ***Опасности у заваривању:***

- појава токсичних (отровних) гасова у диму као и заваривачке прашине,
- зрачење електричног лука (топлотно и светлосно),
- струјни удар,
- прскање ужареног метала,
- бука,
- опасности од пожара и експлозије,
- остале опасности.

Токсични гасови и прашине генеришу се из основног и додатног материјала, облоге електроде и заштитног прашка, премаза на основном комаду. Садрже значајну количину металних честица пречника неколико мм. До 95% пара долази из додатног материјала. Поједине компоненте су последица UV зрачења. При заваривању дебелообложеним електродама ствара се велика количина фино дисперговане прашине (Слика 85).



Слика 83. - Појава токсичних гасова: а) REL заваривања; б) MAG заваривање  
Преузето: [www.institutgosa.rs](http://www.institutgosa.rs)

Заштита од токсичних гасова и прашина (Слика 85):

- најбоља заштита – општа и локална вентилација,
- употреба личних заштитних средстава,
- одсисавање штетних материја из атмосфере (скучени простор).



Слика 84. - Заштита од токсичних гасова и прашикова  
Преузето: [www.institutgosa.rs](http://www.institutgosa.rs)

Зрачење електричног лука

Спектар енергије зрачења електричног лука при заваривању састоји се од:

- видљивих зрака,
- невидљивог ултравиолетног (UV) и инфрацрвеног зрачења (IC).

UV зрачење узрокује оштећење (опекотине) површинских ткива, отворене ране, „KORNEE” ока, коњуктивитис (Слика 86).

IC зрачење узрокује оштећење дубљих очних ткива, катаракту сочива, упалу ретине (Слика 87).



Слика 85. - Последице UV зрачења



Слика 86. - Последица светлог зрачења ел.лука

Преузето: [www.institutgosa.rs](http://www.institutgosa.rs)Преузето: [www.institutgosa.rs](http://www.institutgosa.rs)

Мере заштите на раду од зрачења електричног лука су заваривачке маске и паравани преграде. Број затамњења стакла зависи од јачине електричне струје, као што је приказано у Табели 7.

Табела 7. - Заштитна стакла за маске

| БРОЈ ЗАТАМЊЕЊА | ВРСТА ЗАВАРИВАЊА                            |
|----------------|---------------------------------------------|
| Бр. 7 и 8      | Гасно заваривање и ел. Лучно струјом 30-75А |
| Бр. 9 и 10     | Ел. Лучно струјом 75-200А                   |
| Бр. 11 -12     | Ел. Лучно струјом 200-400А                  |
| Бр. 13-14      | Ел. Лучно струјом од 400А на више           |

Струјни удар - опасност од електричног удара је већа код високог напона, који сам по себи није опасан. Опасна је јачина струје која под дејством напона тече кроз тело; јачина струје од 50 mA која неколико секунди пролази кроз тело може бити опасна по живот. Наизменична струја је опаснија од једносмерне, јер се човек теже ослобађа струјног кола наизменичне струје. Струјни удар ће бити јачи ако је влажност тела већа. Различити људи су различито осетљиви на струјни удар, што зависи од њихове телесне конституције. У табели 8. приказан је механизам настанка струјног удара, а у табели 9. последице утицаја јачине струје.

Табела 8. - Механизам настанка струјног удара

| Стање коже и положај          | Отпорност       |
|-------------------------------|-----------------|
| Сува кожа                     | 100 до 200 kΩ   |
| Влажна кожа                   | око 1 kΩ        |
| Унутрашњи отпор (рука - нога) | 0,40 до 0,60 kΩ |
| Отпор од једног до другог уха | око 0,1 kΩ      |

Табела 9. - Последице утицаја јачине струје

| Јачина струје | Последица                          |
|---------------|------------------------------------|
| до 1 mA       | Не осећа се                        |
| 1 до 8 mA     | Осећа се удар без бола             |
| 8 до 15 mA    | Осећа се удар и бол                |
| 15 до 20 mA   | Болни удар - грчење мишића         |
| 20 до 50 mA   | Јачи грчеви мишића, отежано дисање |
| 50 до 100 mA  | Поремећаји унутрашњих органа       |
| 100 до 200 mA | Вероватна смрт                     |

**Прскање ужареног метала.** Прскање капљица ужареног метала може изазвати опекотине на телу и оштећење ока, опасност за очи представља и брушење и скидање троске после заваривања. Заштита од прскања ужареног метала: заштитна одела, заштитне ципеле, заштитници ципела, рукавице, заштитне крагне.

**Бука.** Разни поступци заваривања производе буку, ниво дозвољене буке је max 95 dB. При дуготрајном раду бука не би требало да прелази ниво 85 dB. Најбоља заштита од буке је употреба чепа за уши и антифона.

**Остале опасности:** скучени, тесни и затворени простори; повећана опасност од гушења-тровања и струјног удара. Потребне су посебне мере: додатна вентилација, двострука заштита (струјна и заштитни гасови), осигурање улаза/излаза, осигурање радних услова, повећан опрез и дисциплина.

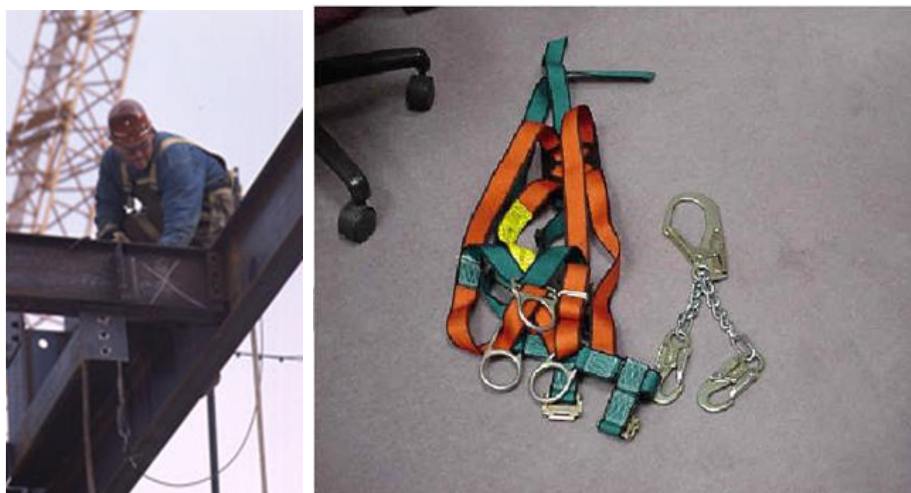
На слици 89. приказано је заваривање у ограниченом простору.



Слика 87. - Заваривање у ограниченом простору.

Преузето: Безбедност и здравље на раду при заваривању, Живко Јоковић ВТШСС-Нови Сад

На слици 90. приказана су лична заштитна средства за рад на висини.



Слика 88. - Лична заштитна средства за рад на висини

Преузето: Безбедност и здравље на реду при заваривању, Живко Јоковић ВТШСС-Нови Сад

### Питања за теоријску проверу знања

1. Објаснити упутство за сигуран рад са опремом за гасно заваривање.
2. Шта су основни извори опасности при раду гасног заваривача?
3. Објаснити поступак паљења и гашења горионика.
4. Објаснити примену личних средстава заштите при заваривању.
5. Које све опасности могу настати при заваривању?
6. Објаснити начин заштите од токсичних гасова и заваривачке прашине.
7. Објаснити начин заштите од зрачења електричног лука.
8. Објаснити начин заштите од струјног удара.
9. Објаснити начин заштите од прскања ужареног метала.
10. Објаснити начин заштите од буке.
11. Објаснити начин заштите од пожара.
12. Објаснити начин заштите од рада у ограниченом простору.
13. Објаснити начин заштите од пада са висине.

## 9. РАДНИ ЗАДАЦИ ЗА БРАВАРА – ЗАВАРИВАЧА

Преузето из Приручника о полагању завршног испита у образовном профилу бравар – заваривач, ЗУОВ, Београд новембар 2020.

Обрада делова и спајање металне конструкције

### Опис задатка

Склоп приказан на цртежу представља металну конструкцију. За дату металну конструкцију потребно је израдити делове, извршити спајање делова и монтажу дате металне конструкције.

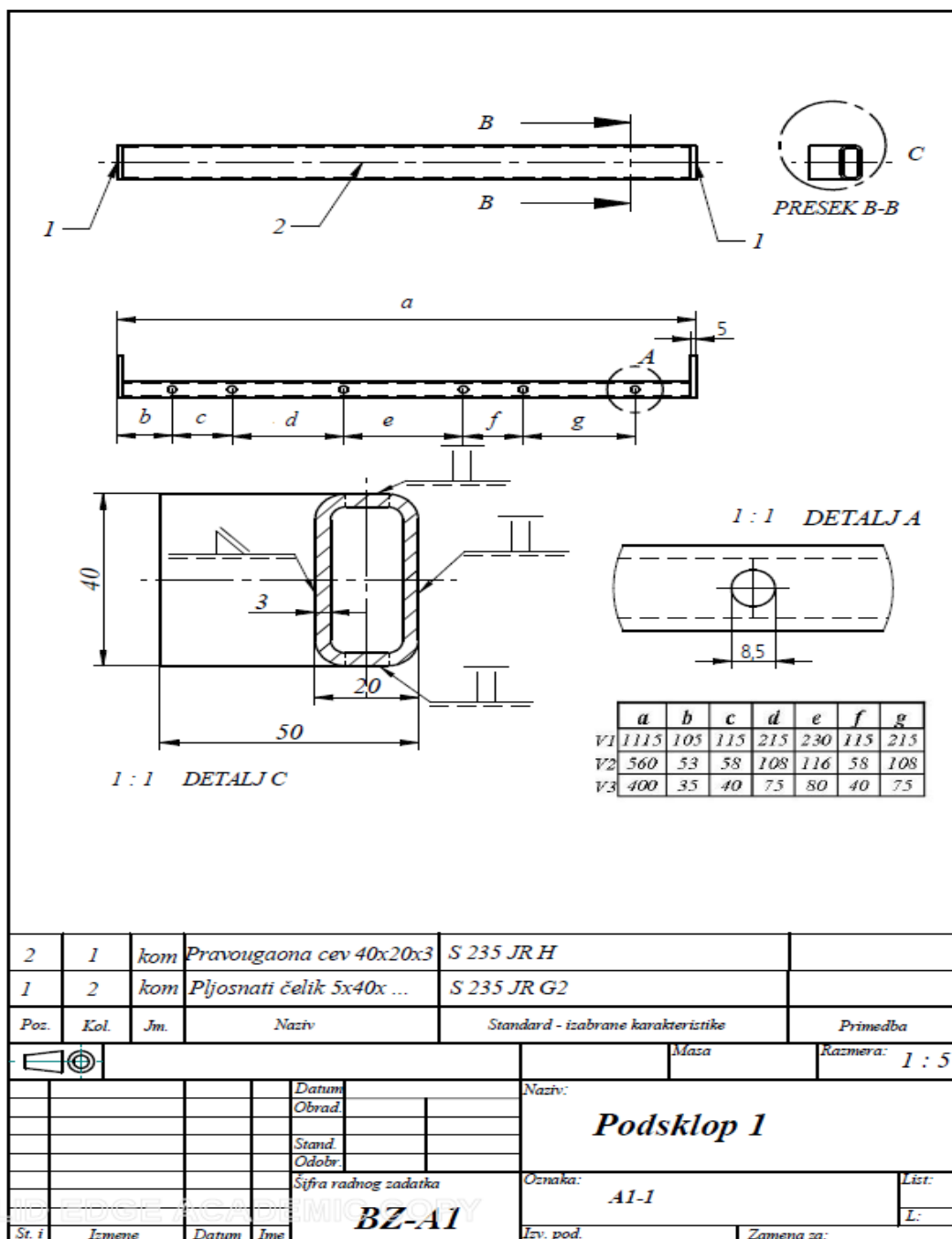
### Захтеви задатка

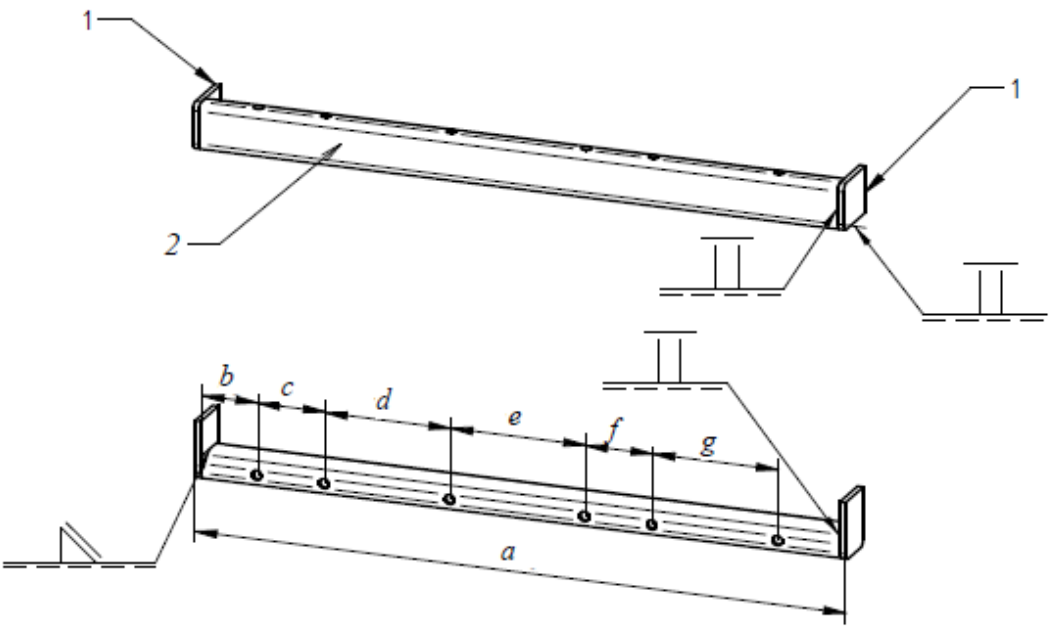
На основу техничко-технолошке документације израдити металну конструкцију.

У оквиру писаног дела потребно је:

- навести материјал по врсти и облику,
- разрадити редослед операција израде и спајања делова,
- разрадити операције мерења и контроле у току израде конструкције,
- навести машине, уређаје, алат, прибор, додатни материјал, заштитна средства,
- навести параметре израде делова и спајања делова.

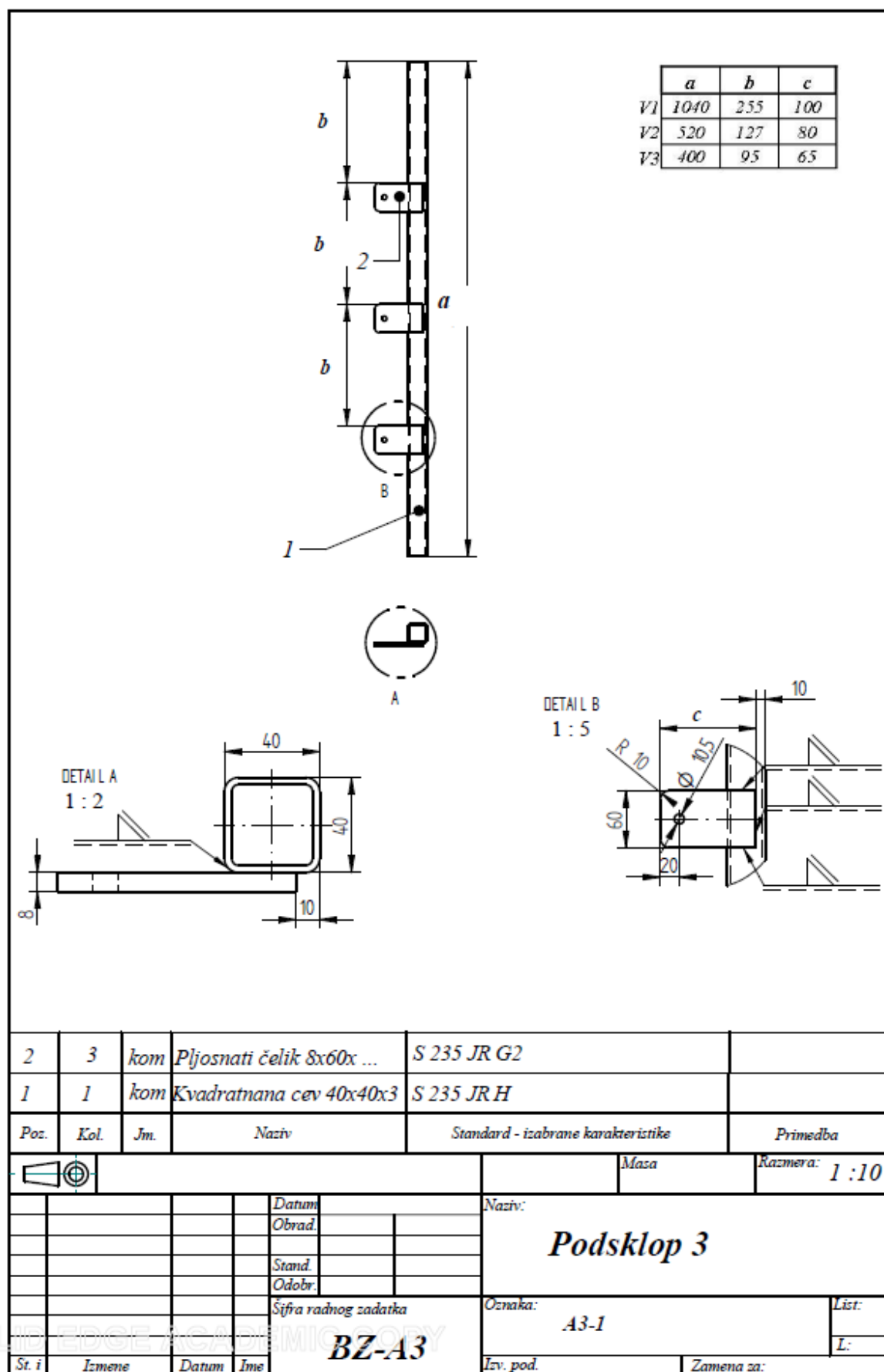
У оквиру практичног дела задатка потребно је на основу техничко-технолошке документације израдити металну конструкцију. У току израде практичног дела задатка користити писану припрему. Током рада обратити пажњу на безбедност и здравље на раду, заштиту животне средине, одржавање чистоће и уредности радног простора.

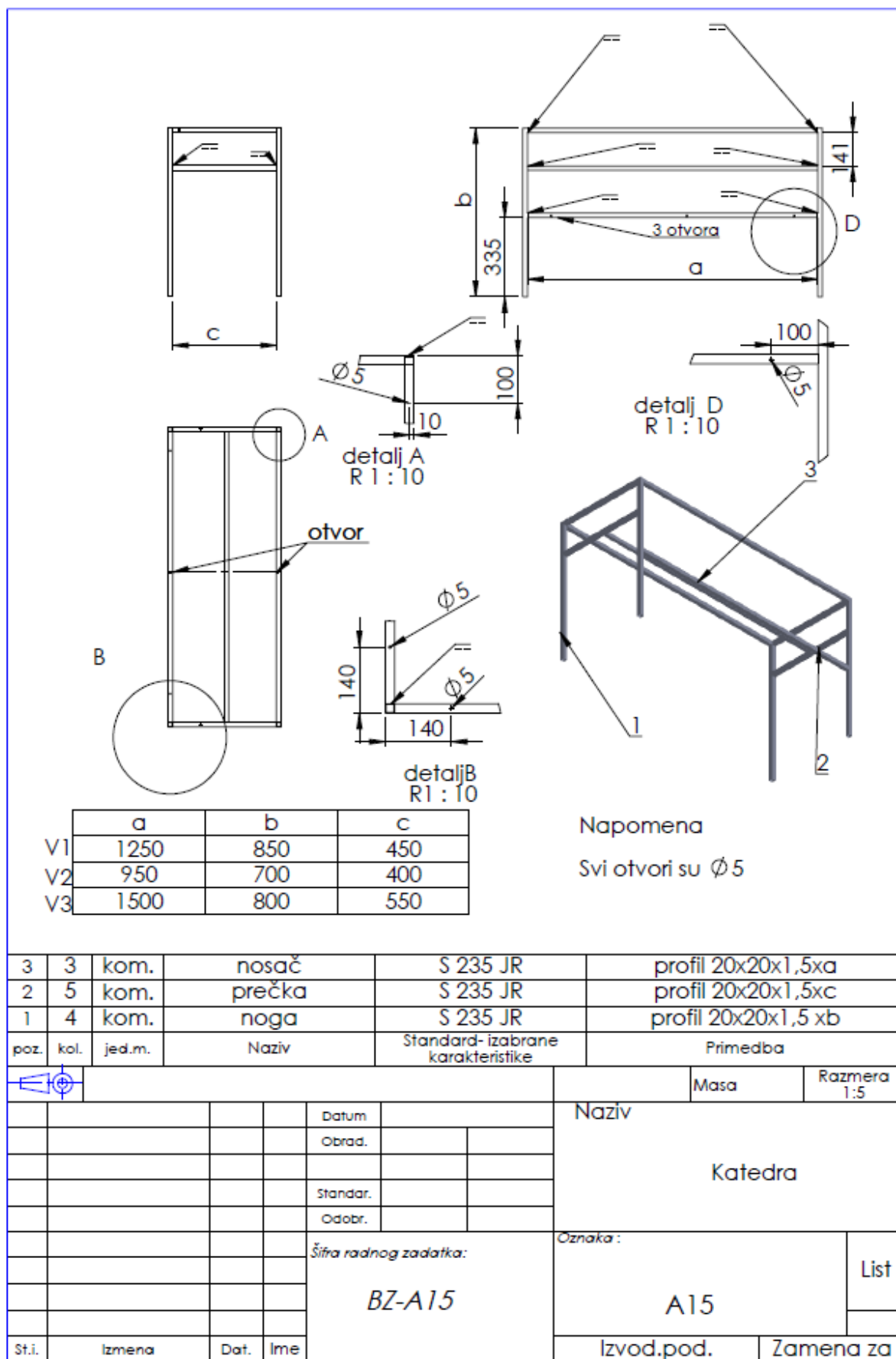




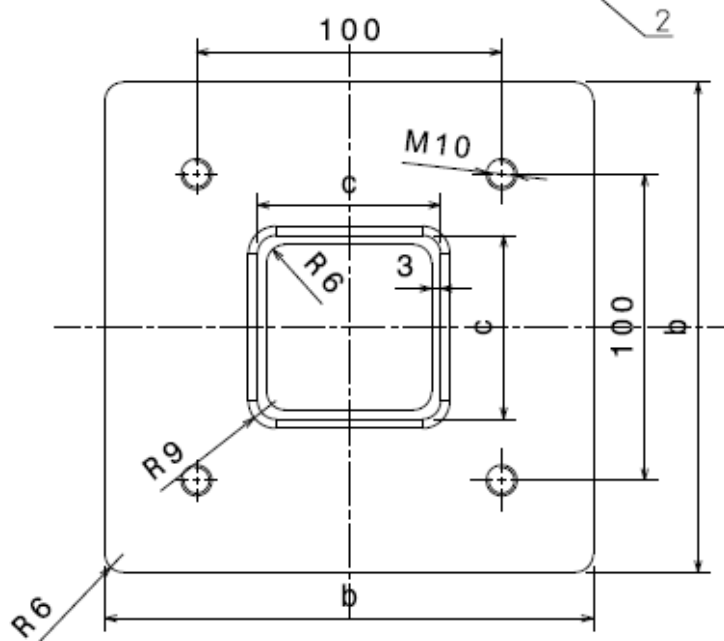
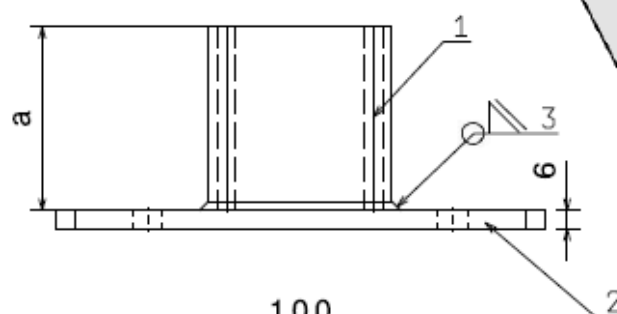
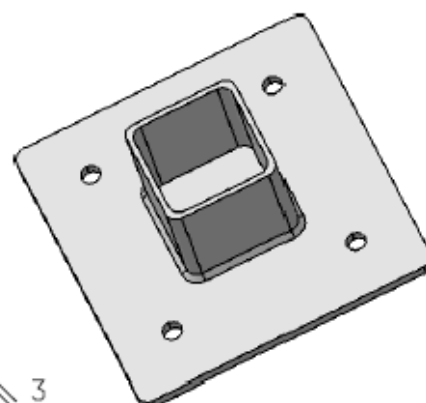
|    | a    | b   | c   | d   | e   | f   | g   |
|----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| V1 | 1115 | 105 | 115 | 215 | 230 | 115 | 215 |
| V2 | 560  | 53  | 58  | 108 | 116 | 58  | 108 |
| V3 | 400  | 35  | 40  | 75  | 80  | 40  | 75  |

|       |        |       |                           |                                    |                             |
|-------|--------|-------|---------------------------|------------------------------------|-----------------------------|
| 2     | 1      | kom   | Pravougaona cev 40x20x3   | S 235 JR H                         |                             |
| 1     | 2      | kom   | Pljosnati čelik 5x40x ... | S 235 JR G2                        |                             |
| Poz.  | Kol.   | Jm.   | Naziv                     | Standard - izabrane karakteristike | Primedba                    |
|       |        |       | Masa                      |                                    | Kazmera: 1 : 5              |
|       |        |       | Datum                     |                                    | Naziv:<br><b>Podsklop 1</b> |
|       |        |       | Obrad.                    |                                    |                             |
|       |        |       | Stand.                    |                                    |                             |
|       |        |       | Odobr.                    |                                    |                             |
|       |        |       | Šifra radnog zadatka      |                                    | Oznaka:                     |
|       |        |       | <b>BZ-A1</b>              |                                    | <b>A1-2</b>                 |
| St. i | Izmene | Datum | Ime                       | Izv. pod.                          | Zamena za:                  |

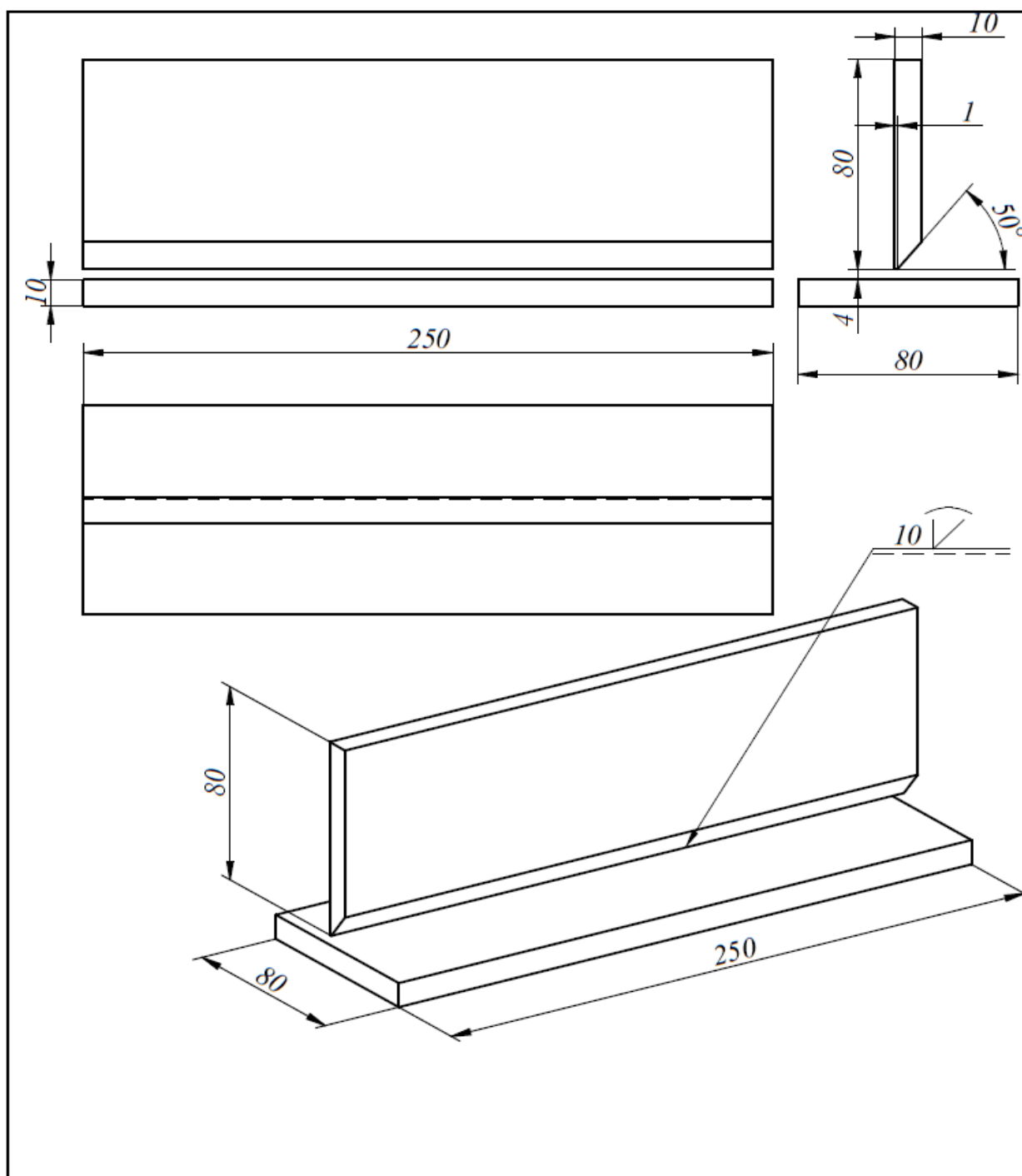




| a  | b   | c  |
|----|-----|----|
| 50 | 150 | 40 |
| 60 | 160 | 50 |
| 70 | 170 | 60 |



|                                                                                     |        |       |        |       |                                |           |            |                 |          |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------|--------|-------|--------------------------------|-----------|------------|-----------------|----------|
| 2                                                                                   | 1      | Ploca |        |       |                                | Č0561     | 6 x b x b  |                 |          |
| 1                                                                                   | 1      | Cev   |        |       |                                | Č0561     | 3 x c x c  |                 |          |
| Poz.                                                                                | Kol.   | Naziv |        |       | Standard/Ozn. crteza           | Materijal | Dimenzije  | Termička obrada |          |
|  |        |       |        |       |                                |           | Masa:      |                 |          |
|                                                                                     |        |       |        | Datum | Naziv<br><br><b>Podsklop 7</b> |           |            |                 |          |
|                                                                                     |        |       | Obrad. | Lazar |                                |           |            |                 | Vlahovic |
|                                                                                     |        |       |        |       |                                |           |            |                 |          |
|                                                                                     |        |       | Stand. |       |                                |           |            |                 |          |
|                                                                                     |        |       | Odobr. |       |                                |           |            |                 |          |
|                                                                                     |        |       |        |       | Oznaka: BZ-A7                  |           |            | List            |          |
|                                                                                     |        |       |        |       |                                |           |            | L               |          |
| St.i                                                                                | Izmena | Datum | Ime    |       | Izv. pod.                      |           | Zamena za: |                 |          |



|                                                                                     |  |        |                           |       |  |                      |  |  |                                    |                              |           |                |            |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--|--------|---------------------------|-------|--|----------------------|--|--|------------------------------------|------------------------------|-----------|----------------|------------|--|
|                                                                                     |  |        | Pljosnati čelik 10x80x250 |       |  | S 355 J2             |  |  |                                    |                              |           |                |            |  |
| Poz.                                                                                |  | Kol.   |                           | Jm.   |  | Naziv                |  |  | Standard - izabrane karakteristike |                              |           | Primedba       |            |  |
|  |  |        |                           |       |  |                      |  |  |                                    | Masa                         |           | Razmera: 1 : 2 |            |  |
|                                                                                     |  |        |                           |       |  | Datum                |  |  |                                    | Naziv:<br><br><b>Sklop 1</b> |           |                |            |  |
|                                                                                     |  |        |                           |       |  | Obrad.               |  |  |                                    |                              |           |                |            |  |
|                                                                                     |  |        |                           |       |  | Stand.               |  |  |                                    |                              |           |                |            |  |
|                                                                                     |  |        |                           |       |  | Odobr.               |  |  |                                    |                              |           |                |            |  |
|                                                                                     |  |        |                           |       |  | Šifra radnog zadatka |  |  |                                    | Oznaka:                      |           |                | List:      |  |
|                                                                                     |  |        |                           |       |  | <b>BZ-B1</b>         |  |  |                                    |                              |           |                | L:         |  |
| St. i                                                                               |  | Izmene |                           | Datum |  | Ime                  |  |  |                                    |                              | Izv. pod. |                | Zamena za: |  |

## **Спајање применом одговарајућег поступка заваривања или лемљења**

### **Опис задатка**

На цртежу су представљени елементи за спајање. У „Спецификацији технологије заваривања” су дефинисани параметри поступка заваривања, односно лемљења. За дати спој потребно је извршити спајање.

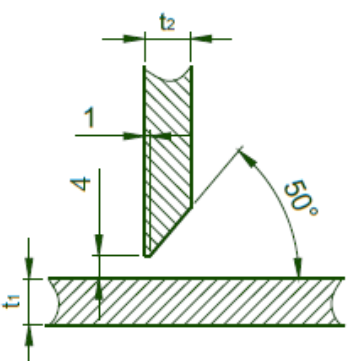
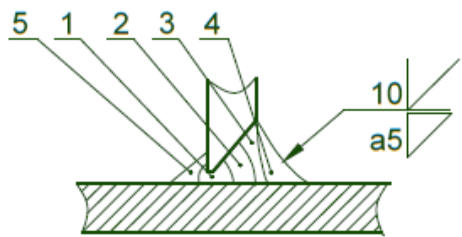
### **Захтеви задатка**

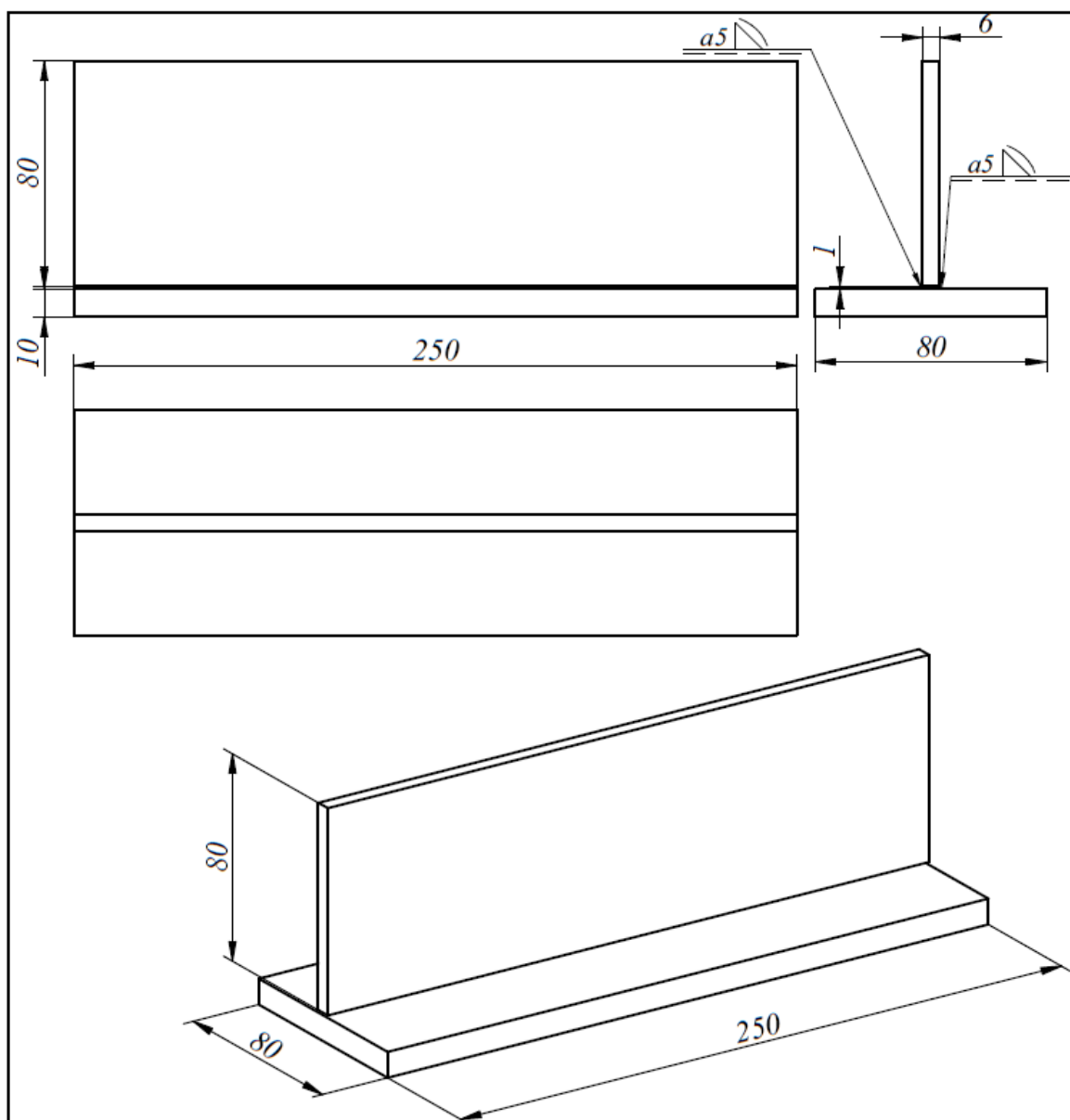
На основу техничко-технолошке документације извести спајање елемената.

а) У оквиру писаног дела потребно је:

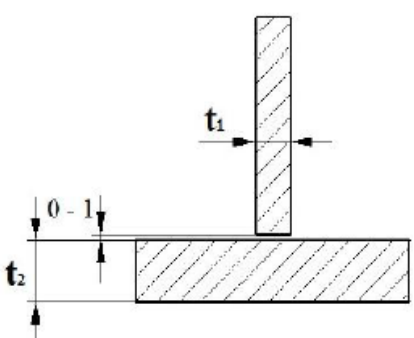
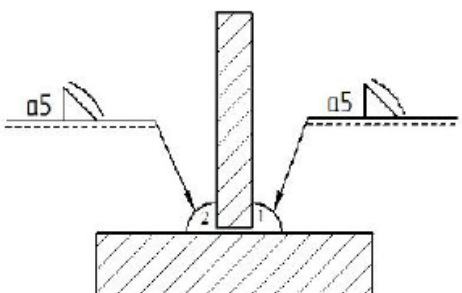
- навести врсту основног материјала,
- разрадити редослед припремних радова спајања и пролаза у процесу спајања делова,
- разрадити операције мерења и контроле у току извођења споја,
- навести машине, уређаје, алат, прибор, додатни материјал, заштитна средства,
- навести параметре подешавања опреме за спајања делова.

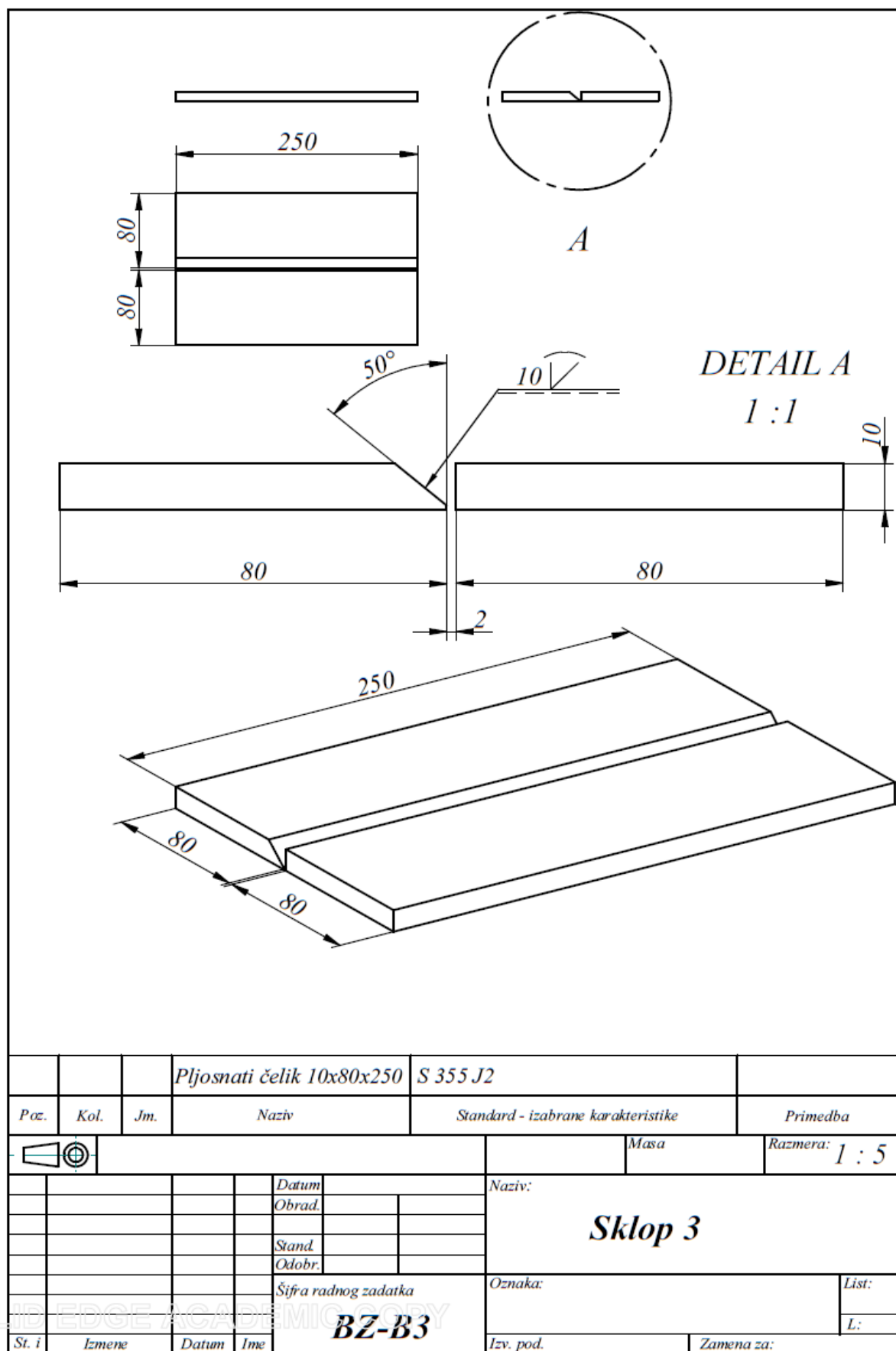
б) У оквиру практичног дела задатка потребно је на основу техничко-технолошке документације извршити спајање елемената. У току израде практичног дела задатка користити писану припрему. Током рада обратити пажњу на безбедност и здравље на раду, заштиту животне средине, одржавање чистоће и уредности радног простора.

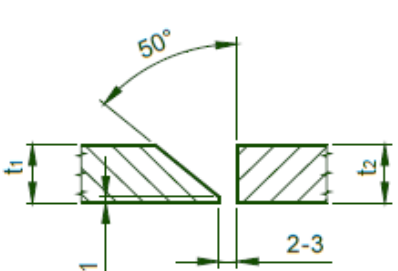
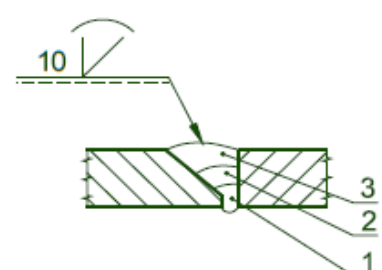
| SPECIFIKACIJA TEHNOLOGIJE ZAVARIVANJA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |          |                                        |                                                                                    |                                          |                          | Šifra radnog zadatka:<br><b>BZ-B1</b> |                           |                    |                                    |  |  |  |                |  |  |  |  |                                 |  |  |  |                            |  |  |  |  |                                                             |  |  |  |                                          |  |  |  |  |                             |  |  |  |                           |  |  |  |  |                      |  |                                        |                             |                       |  |  |  |  |  |  |        |         |                       |  |      |  |  |             |  |                          |  |  |  |          |  |  |  |  |        |  |                                  |  |  |  |  |                            |  |  |  |           |  |  |  |  |                                           |  |  |  |  |  |  |  |  |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |                        |  |  |  |  |  |  |                  |  |                 |  |  |  |  |  |  |         |  |  |  |         |  |  |  |  |      |  |        |  |         |  |      |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------|---------------------------|--------------------|------------------------------------|--|--|--|----------------|--|--|--|--|---------------------------------|--|--|--|----------------------------|--|--|--|--|-------------------------------------------------------------|--|--|--|------------------------------------------|--|--|--|--|-----------------------------|--|--|--|---------------------------|--|--|--|--|----------------------|--|----------------------------------------|-----------------------------|-----------------------|--|--|--|--|--|--|--------|---------|-----------------------|--|------|--|--|-------------|--|--------------------------|--|--|--|----------|--|--|--|--|--------|--|----------------------------------|--|--|--|--|----------------------------|--|--|--|-----------|--|--|--|--|-------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|-----------|--|--|--|--|--|--|--|--|--------|--|------------------------|--|--|--|--|--|--|------------------|--|-----------------|--|--|--|--|--|--|---------|--|--|--|---------|--|--|--|--|------|--|--------|--|---------|--|------|--|--------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |          |                                        |                                                                                    |                                          |                          | Strana 1 od 1                         |                           |                    |                                    |  |  |  |                |  |  |  |  |                                 |  |  |  |                            |  |  |  |  |                                                             |  |  |  |                                          |  |  |  |  |                             |  |  |  |                           |  |  |  |  |                      |  |                                        |                             |                       |  |  |  |  |  |  |        |         |                       |  |      |  |  |             |  |                          |  |  |  |          |  |  |  |  |        |  |                                  |  |  |  |  |                            |  |  |  |           |  |  |  |  |                                           |  |  |  |  |  |  |  |  |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |                        |  |  |  |  |  |  |                  |  |                 |  |  |  |  |  |  |         |  |  |  |         |  |  |  |  |      |  |        |  |         |  |      |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Mesto:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |          |                                        | Ispitivač ili ispitno telo:                                                        |                                          |                          |                                       |                           |                    |                                    |  |  |  |                |  |  |  |  |                                 |  |  |  |                            |  |  |  |  |                                                             |  |  |  |                                          |  |  |  |  |                             |  |  |  |                           |  |  |  |  |                      |  |                                        |                             |                       |  |  |  |  |  |  |        |         |                       |  |      |  |  |             |  |                          |  |  |  |          |  |  |  |  |        |  |                                  |  |  |  |  |                            |  |  |  |           |  |  |  |  |                                           |  |  |  |  |  |  |  |  |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |                        |  |  |  |  |  |  |                  |  |                 |  |  |  |  |  |  |         |  |  |  |         |  |  |  |  |      |  |        |  |         |  |      |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Proizvođač:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |          |                                        |                                                                                    |                                          |                          |                                       |                           |                    |                                    |  |  |  |                |  |  |  |  |                                 |  |  |  |                            |  |  |  |  |                                                             |  |  |  |                                          |  |  |  |  |                             |  |  |  |                           |  |  |  |  |                      |  |                                        |                             |                       |  |  |  |  |  |  |        |         |                       |  |      |  |  |             |  |                          |  |  |  |          |  |  |  |  |        |  |                                  |  |  |  |  |                            |  |  |  |           |  |  |  |  |                                           |  |  |  |  |  |  |  |  |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |                        |  |  |  |  |  |  |                  |  |                 |  |  |  |  |  |  |         |  |  |  |         |  |  |  |  |      |  |        |  |         |  |      |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Broj uverenja WPQR:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |          |                                        | Specifikacija osnovnog materijala                                                  |                                          |                          | Oznaka: <b>S355J2</b>                 |                           |                    |                                    |  |  |  |                |  |  |  |  |                                 |  |  |  |                            |  |  |  |  |                                                             |  |  |  |                                          |  |  |  |  |                             |  |  |  |                           |  |  |  |  |                      |  |                                        |                             |                       |  |  |  |  |  |  |        |         |                       |  |      |  |  |             |  |                          |  |  |  |          |  |  |  |  |        |  |                                  |  |  |  |  |                            |  |  |  |           |  |  |  |  |                                           |  |  |  |  |  |  |  |  |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |                        |  |  |  |  |  |  |                  |  |                 |  |  |  |  |  |  |         |  |  |  |         |  |  |  |  |      |  |        |  |         |  |      |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Ime zavarivača:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |          |                                        | Standard: <b>SRPS EN 10025</b>                                                     |                                          |                          | Grupa: <b>1.2</b>                     |                           |                    |                                    |  |  |  |                |  |  |  |  |                                 |  |  |  |                            |  |  |  |  |                                                             |  |  |  |                                          |  |  |  |  |                             |  |  |  |                           |  |  |  |  |                      |  |                                        |                             |                       |  |  |  |  |  |  |        |         |                       |  |      |  |  |             |  |                          |  |  |  |          |  |  |  |  |        |  |                                  |  |  |  |  |                            |  |  |  |           |  |  |  |  |                                           |  |  |  |  |  |  |  |  |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |                        |  |  |  |  |  |  |                  |  |                 |  |  |  |  |  |  |         |  |  |  |         |  |  |  |  |      |  |        |  |         |  |      |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Postupak zavarivanja: <b>135</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |          |                                        | Način pripreme i čišćenja: <b>Mehanička obrada</b>                                 |                                          |                          |                                       |                           |                    |                                    |  |  |  |                |  |  |  |  |                                 |  |  |  |                            |  |  |  |  |                                                             |  |  |  |                                          |  |  |  |  |                             |  |  |  |                           |  |  |  |  |                      |  |                                        |                             |                       |  |  |  |  |  |  |        |         |                       |  |      |  |  |             |  |                          |  |  |  |          |  |  |  |  |        |  |                                  |  |  |  |  |                            |  |  |  |           |  |  |  |  |                                           |  |  |  |  |  |  |  |  |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |                        |  |  |  |  |  |  |                  |  |                 |  |  |  |  |  |  |         |  |  |  |         |  |  |  |  |      |  |        |  |         |  |      |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Tip spoja: <b>T-spoj</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |          |                                        |                                                                                    |                                          |                          |                                       |                           |                    |                                    |  |  |  |                |  |  |  |  |                                 |  |  |  |                            |  |  |  |  |                                                             |  |  |  |                                          |  |  |  |  |                             |  |  |  |                           |  |  |  |  |                      |  |                                        |                             |                       |  |  |  |  |  |  |        |         |                       |  |      |  |  |             |  |                          |  |  |  |          |  |  |  |  |        |  |                                  |  |  |  |  |                            |  |  |  |           |  |  |  |  |                                           |  |  |  |  |  |  |  |  |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |                        |  |  |  |  |  |  |                  |  |                 |  |  |  |  |  |  |         |  |  |  |         |  |  |  |  |      |  |        |  |         |  |      |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Položaj zavarivanja: <b>PA;PB</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |          |                                        | Debljina materijala (mm): <b>t<sub>1</sub>=10 ; t<sub>2</sub>=10</b>               |                                          |                          |                                       |                           |                    |                                    |  |  |  |                |  |  |  |  |                                 |  |  |  |                            |  |  |  |  |                                                             |  |  |  |                                          |  |  |  |  |                             |  |  |  |                           |  |  |  |  |                      |  |                                        |                             |                       |  |  |  |  |  |  |        |         |                       |  |      |  |  |             |  |                          |  |  |  |          |  |  |  |  |        |  |                                  |  |  |  |  |                            |  |  |  |           |  |  |  |  |                                           |  |  |  |  |  |  |  |  |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |                        |  |  |  |  |  |  |                  |  |                 |  |  |  |  |  |  |         |  |  |  |         |  |  |  |  |      |  |        |  |         |  |      |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Priprema spoja (skica)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |          |                                        | Spoljni prečnik cevi (mm):                                                         |                                          |                          |                                       |                           |                    |                                    |  |  |  |                |  |  |  |  |                                 |  |  |  |                            |  |  |  |  |                                                             |  |  |  |                                          |  |  |  |  |                             |  |  |  |                           |  |  |  |  |                      |  |                                        |                             |                       |  |  |  |  |  |  |        |         |                       |  |      |  |  |             |  |                          |  |  |  |          |  |  |  |  |        |  |                                  |  |  |  |  |                            |  |  |  |           |  |  |  |  |                                           |  |  |  |  |  |  |  |  |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |                        |  |  |  |  |  |  |                  |  |                 |  |  |  |  |  |  |         |  |  |  |         |  |  |  |  |      |  |        |  |         |  |      |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| oblik spoja:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |          |                                        | redosled zavarivanja:                                                              |                                          |                          |                                       |                           |                    |                                    |  |  |  |                |  |  |  |  |                                 |  |  |  |                            |  |  |  |  |                                                             |  |  |  |                                          |  |  |  |  |                             |  |  |  |                           |  |  |  |  |                      |  |                                        |                             |                       |  |  |  |  |  |  |        |         |                       |  |      |  |  |             |  |                          |  |  |  |          |  |  |  |  |        |  |                                  |  |  |  |  |                            |  |  |  |           |  |  |  |  |                                           |  |  |  |  |  |  |  |  |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |                        |  |  |  |  |  |  |                  |  |                 |  |  |  |  |  |  |         |  |  |  |         |  |  |  |  |      |  |        |  |         |  |      |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| SRPS ISO 9692<br>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |          |                                        |  |                                          |                          |                                       |                           |                    |                                    |  |  |  |                |  |  |  |  |                                 |  |  |  |                            |  |  |  |  |                                                             |  |  |  |                                          |  |  |  |  |                             |  |  |  |                           |  |  |  |  |                      |  |                                        |                             |                       |  |  |  |  |  |  |        |         |                       |  |      |  |  |             |  |                          |  |  |  |          |  |  |  |  |        |  |                                  |  |  |  |  |                            |  |  |  |           |  |  |  |  |                                           |  |  |  |  |  |  |  |  |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |                        |  |  |  |  |  |  |                  |  |                 |  |  |  |  |  |  |         |  |  |  |         |  |  |  |  |      |  |        |  |         |  |      |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Zavar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Postupak | Prečnik dodatnog materijala (mm)       | Struja (A)                                                                         | Napon (V)                                | Vrsta struje i polaritet | Brzina dodavanja žice (m/min)         | Brzina zavarivanja (mm/s) | Unos toplote kJ/mm |                                    |  |  |  |                |  |  |  |  |                                 |  |  |  |                            |  |  |  |  |                                                             |  |  |  |                                          |  |  |  |  |                             |  |  |  |                           |  |  |  |  |                      |  |                                        |                             |                       |  |  |  |  |  |  |        |         |                       |  |      |  |  |             |  |                          |  |  |  |          |  |  |  |  |        |  |                                  |  |  |  |  |                            |  |  |  |           |  |  |  |  |                                           |  |  |  |  |  |  |  |  |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |                        |  |  |  |  |  |  |                  |  |                 |  |  |  |  |  |  |         |  |  |  |         |  |  |  |  |      |  |        |  |         |  |      |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1-PA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 135      | Φ1.2                                   | 120÷130                                                                            | 18.4÷19.3                                | DC+                      | 3.3                                   |                           |                    |                                    |  |  |  |                |  |  |  |  |                                 |  |  |  |                            |  |  |  |  |                                                             |  |  |  |                                          |  |  |  |  |                             |  |  |  |                           |  |  |  |  |                      |  |                                        |                             |                       |  |  |  |  |  |  |        |         |                       |  |      |  |  |             |  |                          |  |  |  |          |  |  |  |  |        |  |                                  |  |  |  |  |                            |  |  |  |           |  |  |  |  |                                           |  |  |  |  |  |  |  |  |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |                        |  |  |  |  |  |  |                  |  |                 |  |  |  |  |  |  |         |  |  |  |         |  |  |  |  |      |  |        |  |         |  |      |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2-PA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 135      | Φ1.2                                   | 200÷220                                                                            | 22.6÷24.9                                | DC+                      | 6.8                                   |                           |                    |                                    |  |  |  |                |  |  |  |  |                                 |  |  |  |                            |  |  |  |  |                                                             |  |  |  |                                          |  |  |  |  |                             |  |  |  |                           |  |  |  |  |                      |  |                                        |                             |                       |  |  |  |  |  |  |        |         |                       |  |      |  |  |             |  |                          |  |  |  |          |  |  |  |  |        |  |                                  |  |  |  |  |                            |  |  |  |           |  |  |  |  |                                           |  |  |  |  |  |  |  |  |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |                        |  |  |  |  |  |  |                  |  |                 |  |  |  |  |  |  |         |  |  |  |         |  |  |  |  |      |  |        |  |         |  |      |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3-PA;4-PB                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 135      | Φ1.2                                   | 200÷220                                                                            | 22.6÷24.9                                | DC+                      | 6.8                                   |                           |                    |                                    |  |  |  |                |  |  |  |  |                                 |  |  |  |                            |  |  |  |  |                                                             |  |  |  |                                          |  |  |  |  |                             |  |  |  |                           |  |  |  |  |                      |  |                                        |                             |                       |  |  |  |  |  |  |        |         |                       |  |      |  |  |             |  |                          |  |  |  |          |  |  |  |  |        |  |                                  |  |  |  |  |                            |  |  |  |           |  |  |  |  |                                           |  |  |  |  |  |  |  |  |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |                        |  |  |  |  |  |  |                  |  |                 |  |  |  |  |  |  |         |  |  |  |         |  |  |  |  |      |  |        |  |         |  |      |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5-PB                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 135      | Φ1.2                                   | 200÷220                                                                            | 22.6÷24.9                                | DC+                      | 6.8                                   |                           |                    |                                    |  |  |  |                |  |  |  |  |                                 |  |  |  |                            |  |  |  |  |                                                             |  |  |  |                                          |  |  |  |  |                             |  |  |  |                           |  |  |  |  |                      |  |                                        |                             |                       |  |  |  |  |  |  |        |         |                       |  |      |  |  |             |  |                          |  |  |  |          |  |  |  |  |        |  |                                  |  |  |  |  |                            |  |  |  |           |  |  |  |  |                                           |  |  |  |  |  |  |  |  |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |                        |  |  |  |  |  |  |                  |  |                 |  |  |  |  |  |  |         |  |  |  |         |  |  |  |  |      |  |        |  |         |  |      |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="4" style="padding: 5px;">Specifikacija dodatnog materijala:</td> <td colspan="5" style="padding: 5px;">Ostali podaci:</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="padding: 5px;">Standard: <b>EN ISO 14341-A</b></td> <td colspan="5" style="padding: 5px;">Dimenzija(mm): <b>Φ1.2</b></td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="padding: 5px;">Trgovački naziv: <b>G 46 3 M21 G4Si1(OK AristoRod12.63)</b></td> <td colspan="5" style="padding: 5px;">Rastoj. kontaktne mlaznice: <b>10 mm</b></td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="padding: 5px;">Posebni zahtevi za sušenje:</td> <td colspan="5" style="padding: 5px;">Maksimalna širina zavora:</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="padding: 5px;">Zaštitni gas/ prašak</td> <td style="padding: 5px;">lice: <b>M21(Ar+18%CO<sub>2</sub>)</b></td> <td style="padding: 5px;">Stand.: <b>EN ISO 14175</b></td> <td colspan="5" style="padding: 5px;">Ugao nagiba pištolja:</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="padding: 5px;"></td> <td style="padding: 5px;">koren:</td> <td style="padding: 5px;">Stand.:</td> <td colspan="2" style="padding: 5px;">Volframova elektroda:</td> <td colspan="3" style="padding: 5px;">tip:</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="padding: 5px;">Protok gasa</td> <td colspan="2" style="padding: 5px;">lice: <b>12÷16 l/min</b></td> <td colspan="2" style="padding: 5px;"></td> <td colspan="3" style="padding: 5px;">prečnik:</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="padding: 5px;"></td> <td colspan="2" style="padding: 5px;">koren:</td> <td colspan="5" style="padding: 5px;">Detalji žljebljenja ili podloge:</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="padding: 5px;">Temperatura predgreivanja:</td> <td colspan="5" style="padding: 5px;">Napomena:</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="padding: 5px;">Temperatura između prolaza: <b>≤250°C</b></td> <td colspan="5" style="padding: 5px;"></td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="padding: 5px;">Termička obrada posle zavarivanja:</td> <td colspan="5" style="padding: 5px;"></td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="padding: 5px;">Postupak:</td> <td colspan="5" style="padding: 5px;"></td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="padding: 5px;">Vreme:</td> <td colspan="7" style="padding: 5px;">Brzina dodavanja žice:</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="padding: 5px;">Brzina grejanja:</td> <td colspan="7" style="padding: 5px;">Brzina hlađenja</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="padding: 5px;">Izradio</td> <td colspan="5" style="padding: 5px;">Odobrio</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="padding: 5px;">Ime:</td> <td colspan="2" style="padding: 5px;">Datum:</td> <td colspan="2" style="padding: 5px;">Potpis:</td> <td colspan="2" style="padding: 5px;">Ime:</td> <td colspan="2" style="padding: 5px;">Datum:</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="padding: 5px;"></td> <td colspan="2" style="padding: 5px;"></td> <td colspan="2" style="padding: 5px;"></td> <td colspan="2" style="padding: 5px;"></td> <td colspan="2" style="padding: 5px;">Pečat:</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="padding: 5px;"></td> <td colspan="2" style="padding: 5px;"></td> <td colspan="2" style="padding: 5px;"></td> <td colspan="2" style="padding: 5px;"></td> <td colspan="2" style="padding: 5px;"></td> </tr> </table> |          |                                        |                                                                                    |                                          |                          |                                       |                           |                    | Specifikacija dodatnog materijala: |  |  |  | Ostali podaci: |  |  |  |  | Standard: <b>EN ISO 14341-A</b> |  |  |  | Dimenzija(mm): <b>Φ1.2</b> |  |  |  |  | Trgovački naziv: <b>G 46 3 M21 G4Si1(OK AristoRod12.63)</b> |  |  |  | Rastoj. kontaktne mlaznice: <b>10 mm</b> |  |  |  |  | Posebni zahtevi za sušenje: |  |  |  | Maksimalna širina zavora: |  |  |  |  | Zaštitni gas/ prašak |  | lice: <b>M21(Ar+18%CO<sub>2</sub>)</b> | Stand.: <b>EN ISO 14175</b> | Ugao nagiba pištolja: |  |  |  |  |  |  | koren: | Stand.: | Volframova elektroda: |  | tip: |  |  | Protok gasa |  | lice: <b>12÷16 l/min</b> |  |  |  | prečnik: |  |  |  |  | koren: |  | Detalji žljebljenja ili podloge: |  |  |  |  | Temperatura predgreivanja: |  |  |  | Napomena: |  |  |  |  | Temperatura između prolaza: <b>≤250°C</b> |  |  |  |  |  |  |  |  | Termička obrada posle zavarivanja: |  |  |  |  |  |  |  |  | Postupak: |  |  |  |  |  |  |  |  | Vreme: |  | Brzina dodavanja žice: |  |  |  |  |  |  | Brzina grejanja: |  | Brzina hlađenja |  |  |  |  |  |  | Izradio |  |  |  | Odobrio |  |  |  |  | Ime: |  | Datum: |  | Potpis: |  | Ime: |  | Datum: |  |  |  |  |  |  |  |  |  | Pečat: |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Specifikacija dodatnog materijala:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |          |                                        |                                                                                    | Ostali podaci:                           |                          |                                       |                           |                    |                                    |  |  |  |                |  |  |  |  |                                 |  |  |  |                            |  |  |  |  |                                                             |  |  |  |                                          |  |  |  |  |                             |  |  |  |                           |  |  |  |  |                      |  |                                        |                             |                       |  |  |  |  |  |  |        |         |                       |  |      |  |  |             |  |                          |  |  |  |          |  |  |  |  |        |  |                                  |  |  |  |  |                            |  |  |  |           |  |  |  |  |                                           |  |  |  |  |  |  |  |  |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |                        |  |  |  |  |  |  |                  |  |                 |  |  |  |  |  |  |         |  |  |  |         |  |  |  |  |      |  |        |  |         |  |      |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Standard: <b>EN ISO 14341-A</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |          |                                        |                                                                                    | Dimenzija(mm): <b>Φ1.2</b>               |                          |                                       |                           |                    |                                    |  |  |  |                |  |  |  |  |                                 |  |  |  |                            |  |  |  |  |                                                             |  |  |  |                                          |  |  |  |  |                             |  |  |  |                           |  |  |  |  |                      |  |                                        |                             |                       |  |  |  |  |  |  |        |         |                       |  |      |  |  |             |  |                          |  |  |  |          |  |  |  |  |        |  |                                  |  |  |  |  |                            |  |  |  |           |  |  |  |  |                                           |  |  |  |  |  |  |  |  |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |                        |  |  |  |  |  |  |                  |  |                 |  |  |  |  |  |  |         |  |  |  |         |  |  |  |  |      |  |        |  |         |  |      |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Trgovački naziv: <b>G 46 3 M21 G4Si1(OK AristoRod12.63)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |          |                                        |                                                                                    | Rastoj. kontaktne mlaznice: <b>10 mm</b> |                          |                                       |                           |                    |                                    |  |  |  |                |  |  |  |  |                                 |  |  |  |                            |  |  |  |  |                                                             |  |  |  |                                          |  |  |  |  |                             |  |  |  |                           |  |  |  |  |                      |  |                                        |                             |                       |  |  |  |  |  |  |        |         |                       |  |      |  |  |             |  |                          |  |  |  |          |  |  |  |  |        |  |                                  |  |  |  |  |                            |  |  |  |           |  |  |  |  |                                           |  |  |  |  |  |  |  |  |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |                        |  |  |  |  |  |  |                  |  |                 |  |  |  |  |  |  |         |  |  |  |         |  |  |  |  |      |  |        |  |         |  |      |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Posebni zahtevi za sušenje:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |          |                                        |                                                                                    | Maksimalna širina zavora:                |                          |                                       |                           |                    |                                    |  |  |  |                |  |  |  |  |                                 |  |  |  |                            |  |  |  |  |                                                             |  |  |  |                                          |  |  |  |  |                             |  |  |  |                           |  |  |  |  |                      |  |                                        |                             |                       |  |  |  |  |  |  |        |         |                       |  |      |  |  |             |  |                          |  |  |  |          |  |  |  |  |        |  |                                  |  |  |  |  |                            |  |  |  |           |  |  |  |  |                                           |  |  |  |  |  |  |  |  |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |                        |  |  |  |  |  |  |                  |  |                 |  |  |  |  |  |  |         |  |  |  |         |  |  |  |  |      |  |        |  |         |  |      |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Zaštitni gas/ prašak                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |          | lice: <b>M21(Ar+18%CO<sub>2</sub>)</b> | Stand.: <b>EN ISO 14175</b>                                                        | Ugao nagiba pištolja:                    |                          |                                       |                           |                    |                                    |  |  |  |                |  |  |  |  |                                 |  |  |  |                            |  |  |  |  |                                                             |  |  |  |                                          |  |  |  |  |                             |  |  |  |                           |  |  |  |  |                      |  |                                        |                             |                       |  |  |  |  |  |  |        |         |                       |  |      |  |  |             |  |                          |  |  |  |          |  |  |  |  |        |  |                                  |  |  |  |  |                            |  |  |  |           |  |  |  |  |                                           |  |  |  |  |  |  |  |  |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |                        |  |  |  |  |  |  |                  |  |                 |  |  |  |  |  |  |         |  |  |  |         |  |  |  |  |      |  |        |  |         |  |      |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |          | koren:                                 | Stand.:                                                                            | Volframova elektroda:                    |                          | tip:                                  |                           |                    |                                    |  |  |  |                |  |  |  |  |                                 |  |  |  |                            |  |  |  |  |                                                             |  |  |  |                                          |  |  |  |  |                             |  |  |  |                           |  |  |  |  |                      |  |                                        |                             |                       |  |  |  |  |  |  |        |         |                       |  |      |  |  |             |  |                          |  |  |  |          |  |  |  |  |        |  |                                  |  |  |  |  |                            |  |  |  |           |  |  |  |  |                                           |  |  |  |  |  |  |  |  |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |                        |  |  |  |  |  |  |                  |  |                 |  |  |  |  |  |  |         |  |  |  |         |  |  |  |  |      |  |        |  |         |  |      |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Protok gasa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |          | lice: <b>12÷16 l/min</b>               |                                                                                    |                                          |                          | prečnik:                              |                           |                    |                                    |  |  |  |                |  |  |  |  |                                 |  |  |  |                            |  |  |  |  |                                                             |  |  |  |                                          |  |  |  |  |                             |  |  |  |                           |  |  |  |  |                      |  |                                        |                             |                       |  |  |  |  |  |  |        |         |                       |  |      |  |  |             |  |                          |  |  |  |          |  |  |  |  |        |  |                                  |  |  |  |  |                            |  |  |  |           |  |  |  |  |                                           |  |  |  |  |  |  |  |  |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |                        |  |  |  |  |  |  |                  |  |                 |  |  |  |  |  |  |         |  |  |  |         |  |  |  |  |      |  |        |  |         |  |      |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |          | koren:                                 |                                                                                    | Detalji žljebljenja ili podloge:         |                          |                                       |                           |                    |                                    |  |  |  |                |  |  |  |  |                                 |  |  |  |                            |  |  |  |  |                                                             |  |  |  |                                          |  |  |  |  |                             |  |  |  |                           |  |  |  |  |                      |  |                                        |                             |                       |  |  |  |  |  |  |        |         |                       |  |      |  |  |             |  |                          |  |  |  |          |  |  |  |  |        |  |                                  |  |  |  |  |                            |  |  |  |           |  |  |  |  |                                           |  |  |  |  |  |  |  |  |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |                        |  |  |  |  |  |  |                  |  |                 |  |  |  |  |  |  |         |  |  |  |         |  |  |  |  |      |  |        |  |         |  |      |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Temperatura predgreivanja:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |          |                                        |                                                                                    | Napomena:                                |                          |                                       |                           |                    |                                    |  |  |  |                |  |  |  |  |                                 |  |  |  |                            |  |  |  |  |                                                             |  |  |  |                                          |  |  |  |  |                             |  |  |  |                           |  |  |  |  |                      |  |                                        |                             |                       |  |  |  |  |  |  |        |         |                       |  |      |  |  |             |  |                          |  |  |  |          |  |  |  |  |        |  |                                  |  |  |  |  |                            |  |  |  |           |  |  |  |  |                                           |  |  |  |  |  |  |  |  |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |                        |  |  |  |  |  |  |                  |  |                 |  |  |  |  |  |  |         |  |  |  |         |  |  |  |  |      |  |        |  |         |  |      |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Temperatura između prolaza: <b>≤250°C</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |          |                                        |                                                                                    |                                          |                          |                                       |                           |                    |                                    |  |  |  |                |  |  |  |  |                                 |  |  |  |                            |  |  |  |  |                                                             |  |  |  |                                          |  |  |  |  |                             |  |  |  |                           |  |  |  |  |                      |  |                                        |                             |                       |  |  |  |  |  |  |        |         |                       |  |      |  |  |             |  |                          |  |  |  |          |  |  |  |  |        |  |                                  |  |  |  |  |                            |  |  |  |           |  |  |  |  |                                           |  |  |  |  |  |  |  |  |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |                        |  |  |  |  |  |  |                  |  |                 |  |  |  |  |  |  |         |  |  |  |         |  |  |  |  |      |  |        |  |         |  |      |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Termička obrada posle zavarivanja:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |          |                                        |                                                                                    |                                          |                          |                                       |                           |                    |                                    |  |  |  |                |  |  |  |  |                                 |  |  |  |                            |  |  |  |  |                                                             |  |  |  |                                          |  |  |  |  |                             |  |  |  |                           |  |  |  |  |                      |  |                                        |                             |                       |  |  |  |  |  |  |        |         |                       |  |      |  |  |             |  |                          |  |  |  |          |  |  |  |  |        |  |                                  |  |  |  |  |                            |  |  |  |           |  |  |  |  |                                           |  |  |  |  |  |  |  |  |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |                        |  |  |  |  |  |  |                  |  |                 |  |  |  |  |  |  |         |  |  |  |         |  |  |  |  |      |  |        |  |         |  |      |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Postupak:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |          |                                        |                                                                                    |                                          |                          |                                       |                           |                    |                                    |  |  |  |                |  |  |  |  |                                 |  |  |  |                            |  |  |  |  |                                                             |  |  |  |                                          |  |  |  |  |                             |  |  |  |                           |  |  |  |  |                      |  |                                        |                             |                       |  |  |  |  |  |  |        |         |                       |  |      |  |  |             |  |                          |  |  |  |          |  |  |  |  |        |  |                                  |  |  |  |  |                            |  |  |  |           |  |  |  |  |                                           |  |  |  |  |  |  |  |  |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |                        |  |  |  |  |  |  |                  |  |                 |  |  |  |  |  |  |         |  |  |  |         |  |  |  |  |      |  |        |  |         |  |      |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Vreme:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |          | Brzina dodavanja žice:                 |                                                                                    |                                          |                          |                                       |                           |                    |                                    |  |  |  |                |  |  |  |  |                                 |  |  |  |                            |  |  |  |  |                                                             |  |  |  |                                          |  |  |  |  |                             |  |  |  |                           |  |  |  |  |                      |  |                                        |                             |                       |  |  |  |  |  |  |        |         |                       |  |      |  |  |             |  |                          |  |  |  |          |  |  |  |  |        |  |                                  |  |  |  |  |                            |  |  |  |           |  |  |  |  |                                           |  |  |  |  |  |  |  |  |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |                        |  |  |  |  |  |  |                  |  |                 |  |  |  |  |  |  |         |  |  |  |         |  |  |  |  |      |  |        |  |         |  |      |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Brzina grejanja:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |          | Brzina hlađenja                        |                                                                                    |                                          |                          |                                       |                           |                    |                                    |  |  |  |                |  |  |  |  |                                 |  |  |  |                            |  |  |  |  |                                                             |  |  |  |                                          |  |  |  |  |                             |  |  |  |                           |  |  |  |  |                      |  |                                        |                             |                       |  |  |  |  |  |  |        |         |                       |  |      |  |  |             |  |                          |  |  |  |          |  |  |  |  |        |  |                                  |  |  |  |  |                            |  |  |  |           |  |  |  |  |                                           |  |  |  |  |  |  |  |  |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |                        |  |  |  |  |  |  |                  |  |                 |  |  |  |  |  |  |         |  |  |  |         |  |  |  |  |      |  |        |  |         |  |      |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Izradio                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |          |                                        |                                                                                    | Odobrio                                  |                          |                                       |                           |                    |                                    |  |  |  |                |  |  |  |  |                                 |  |  |  |                            |  |  |  |  |                                                             |  |  |  |                                          |  |  |  |  |                             |  |  |  |                           |  |  |  |  |                      |  |                                        |                             |                       |  |  |  |  |  |  |        |         |                       |  |      |  |  |             |  |                          |  |  |  |          |  |  |  |  |        |  |                                  |  |  |  |  |                            |  |  |  |           |  |  |  |  |                                           |  |  |  |  |  |  |  |  |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |                        |  |  |  |  |  |  |                  |  |                 |  |  |  |  |  |  |         |  |  |  |         |  |  |  |  |      |  |        |  |         |  |      |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Ime:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |          | Datum:                                 |                                                                                    | Potpis:                                  |                          | Ime:                                  |                           | Datum:             |                                    |  |  |  |                |  |  |  |  |                                 |  |  |  |                            |  |  |  |  |                                                             |  |  |  |                                          |  |  |  |  |                             |  |  |  |                           |  |  |  |  |                      |  |                                        |                             |                       |  |  |  |  |  |  |        |         |                       |  |      |  |  |             |  |                          |  |  |  |          |  |  |  |  |        |  |                                  |  |  |  |  |                            |  |  |  |           |  |  |  |  |                                           |  |  |  |  |  |  |  |  |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |                        |  |  |  |  |  |  |                  |  |                 |  |  |  |  |  |  |         |  |  |  |         |  |  |  |  |      |  |        |  |         |  |      |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |          |                                        |                                                                                    |                                          |                          |                                       |                           | Pečat:             |                                    |  |  |  |                |  |  |  |  |                                 |  |  |  |                            |  |  |  |  |                                                             |  |  |  |                                          |  |  |  |  |                             |  |  |  |                           |  |  |  |  |                      |  |                                        |                             |                       |  |  |  |  |  |  |        |         |                       |  |      |  |  |             |  |                          |  |  |  |          |  |  |  |  |        |  |                                  |  |  |  |  |                            |  |  |  |           |  |  |  |  |                                           |  |  |  |  |  |  |  |  |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |                        |  |  |  |  |  |  |                  |  |                 |  |  |  |  |  |  |         |  |  |  |         |  |  |  |  |      |  |        |  |         |  |      |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |          |                                        |                                                                                    |                                          |                          |                                       |                           |                    |                                    |  |  |  |                |  |  |  |  |                                 |  |  |  |                            |  |  |  |  |                                                             |  |  |  |                                          |  |  |  |  |                             |  |  |  |                           |  |  |  |  |                      |  |                                        |                             |                       |  |  |  |  |  |  |        |         |                       |  |      |  |  |             |  |                          |  |  |  |          |  |  |  |  |        |  |                                  |  |  |  |  |                            |  |  |  |           |  |  |  |  |                                           |  |  |  |  |  |  |  |  |                                    |  |  |  |  |  |  |  |  |           |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |                        |  |  |  |  |  |  |                  |  |                 |  |  |  |  |  |  |         |  |  |  |         |  |  |  |  |      |  |        |  |         |  |      |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |



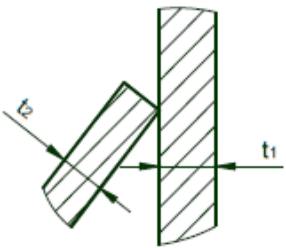
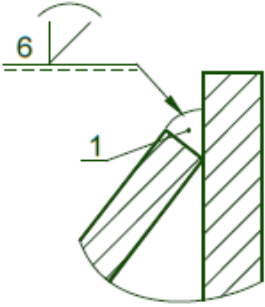
|       |        |       | Pljosnati čelik 10x80x250 |                      | S 355 J2                           |           |                |
|-------|--------|-------|---------------------------|----------------------|------------------------------------|-----------|----------------|
| Poz.  | Kol.   | Jm.   | Naziv                     |                      | Standard - izabrane karakteristike |           | Primedba       |
|       |        |       |                           |                      |                                    | Masa      | Razmera: 1 : 2 |
|       |        |       |                           | Datum                | Naziv:<br><br><b>Sklop 2</b>       |           |                |
|       |        |       |                           | Obrad.               |                                    |           |                |
|       |        |       |                           | Stand.               |                                    |           |                |
|       |        |       |                           | Odobr.               |                                    |           |                |
|       |        |       |                           | Šifra radnog zadatka |                                    | Oznaka:   | List:          |
|       |        |       |                           | <b>BZ-B2</b>         |                                    |           | L:             |
| St. i | Izmene | Datum | Ime                       |                      |                                    | Izv. pod. | Zamena za:     |

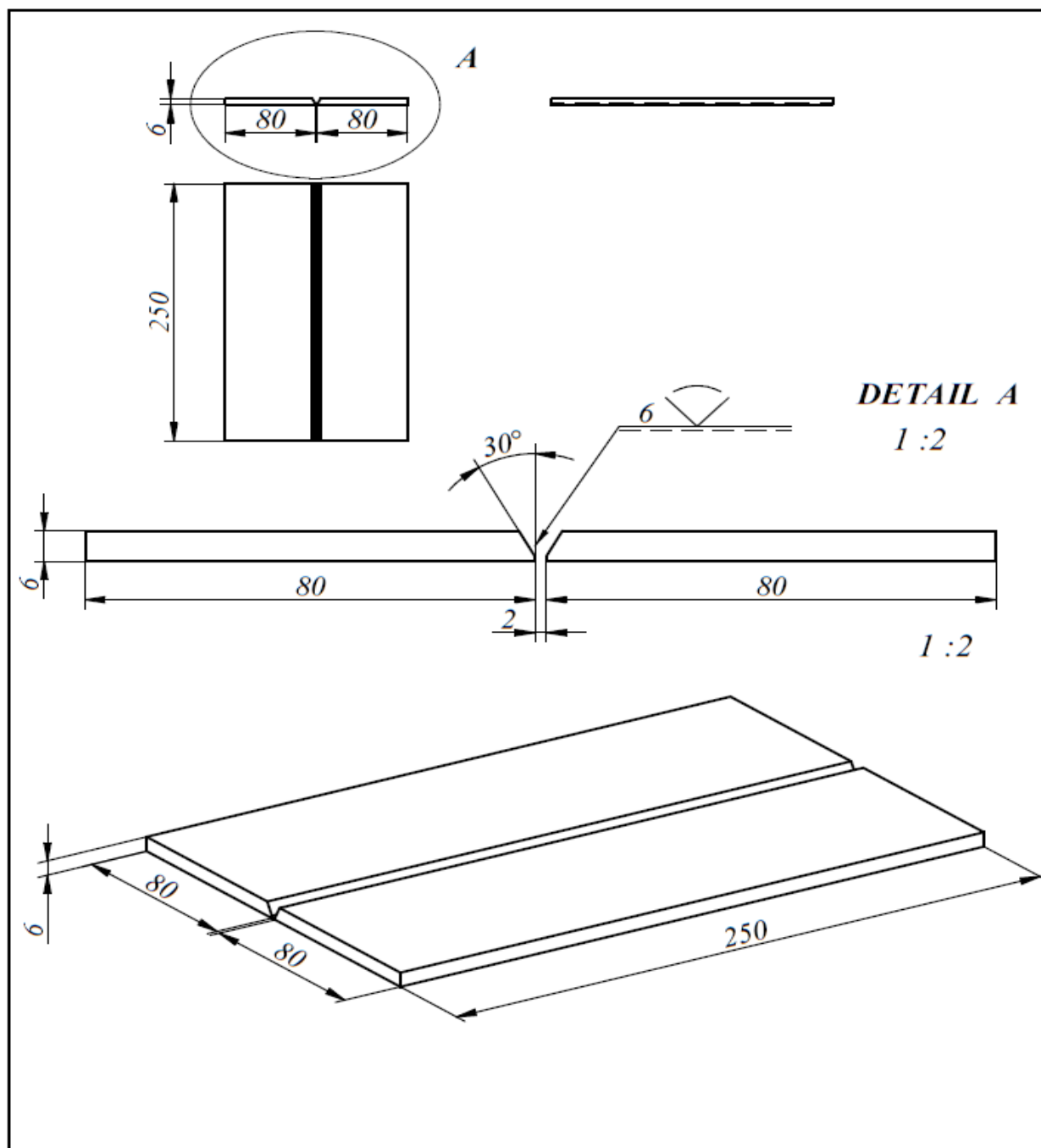
| SPECIFIKACIJA TEHNOLOGIJE ZAVARIVANJA                                                              |          |                                        |                                                                                    |                             |                             | Šifra radnog zadatka:<br><b>BZ-B2</b> |                           |                    |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|---------------------------|--------------------|--|
|                                                                                                    |          |                                        |                                                                                    |                             |                             | Strana 1 od 1                         |                           |                    |  |
| Mesto:                                                                                             |          |                                        | Ispitivač ili ispitno telo:                                                        |                             |                             |                                       |                           |                    |  |
| Proizvođač:                                                                                        |          |                                        |                                                                                    |                             |                             |                                       |                           |                    |  |
| Broj uverenja WPQR:                                                                                |          |                                        | Specifikacija osnovnog materijala                                                  |                             |                             | Oznaka: <b>S355J2</b>                 |                           |                    |  |
| Ime zavarivača:                                                                                    |          |                                        | Standard: <b>SRPS EN 10025</b>                                                     |                             |                             | Grupa: <b>1.2</b>                     |                           |                    |  |
| Postupak zavarivanja: <b>135</b>                                                                   |          |                                        | Način pripreme i čišćenja: <b>Mehanička obrada</b>                                 |                             |                             |                                       |                           |                    |  |
| Tip spoja: <b>FW</b>                                                                               |          |                                        |                                                                                    |                             |                             |                                       |                           |                    |  |
| Položaj zavarivanja: <b>PB</b>                                                                     |          |                                        | Debljina materijala (mm): <b>t<sub>1</sub> = 6 ; t<sub>2</sub> = 10</b>            |                             |                             |                                       |                           |                    |  |
| Priprema spoja (skica)                                                                             |          |                                        | Spoljni prečnik cevi (mm):                                                         |                             |                             |                                       |                           |                    |  |
| oblik spoja:                                                                                       |          |                                        | redosled zavarivanja:                                                              |                             |                             |                                       |                           |                    |  |
| SRPS ISO 9692<br> |          |                                        |  |                             |                             |                                       |                           |                    |  |
| Zavar                                                                                              | Postupak | Prečnik dodatnog materijala (mm)       | Struja (A)                                                                         | Napon (V)                   | Vrsta struje i polaritet    | Brzina dodavanja žice (m/min)         | Brzina zavarivanja (mm/s) | Unos toplote kJ/mm |  |
| 1,2                                                                                                | 135      | Φ1.2                                   | 210±250                                                                            | 23.4±28.6                   | DC+                         | 7.4                                   |                           |                    |  |
|                                                                                                    |          |                                        |                                                                                    |                             |                             |                                       |                           |                    |  |
|                                                                                                    |          |                                        |                                                                                    |                             |                             |                                       |                           |                    |  |
|                                                                                                    |          |                                        |                                                                                    |                             |                             |                                       |                           |                    |  |
|                                                                                                    |          |                                        |                                                                                    |                             |                             |                                       |                           |                    |  |
|                                                                                                    |          |                                        |                                                                                    |                             |                             |                                       |                           |                    |  |
|                                                                                                    |          |                                        |                                                                                    |                             |                             |                                       |                           |                    |  |
| Specifikacija dodatnog materijala:                                                                 |          |                                        |                                                                                    |                             | Ostali podaci:              |                                       |                           |                    |  |
| Standard: <b>EN 14341-A</b>                                                                        |          |                                        | Dimenzija(mm): <b>Φ1.2</b>                                                         |                             | Njihanje (max širina):      |                                       |                           |                    |  |
| Trgovački naziv: <b>G 46 3 M21 G4Si1(OK AristoRod12.63)</b>                                        |          |                                        |                                                                                    |                             | Rastoj. kontaktne mlaznice: |                                       |                           |                    |  |
| Posebni zahtevi za sušenje:                                                                        |          |                                        |                                                                                    |                             | Maksimalna širina zavara:   |                                       |                           |                    |  |
| Zaštitni gas/ prašak                                                                               |          | lice: <b>M21(Ar+18%CO<sub>2</sub>)</b> |                                                                                    | Stand.: <b>EN ISO 14175</b> |                             | Ugao nagiba pištolja:                 |                           |                    |  |
|                                                                                                    |          | koren:                                 |                                                                                    | Stand.:                     |                             | volframova elektroda:                 |                           | tip:               |  |
| Protok gasa                                                                                        |          | lice: <b>12±16 l/min</b>               |                                                                                    |                             |                             | prečnik:                              |                           |                    |  |
|                                                                                                    |          | koren:                                 |                                                                                    |                             |                             | Detalji žljebljenja ili podloge:      |                           |                    |  |
| Temperatura predgrevanja:                                                                          |          |                                        |                                                                                    |                             | Napomena:                   |                                       |                           |                    |  |
| Temperatura između prolaza:                                                                        |          |                                        |                                                                                    |                             |                             |                                       |                           |                    |  |
| Termička obrada posle zavarivanja:                                                                 |          |                                        |                                                                                    |                             |                             |                                       |                           |                    |  |
| Postupak:                                                                                          |          |                                        |                                                                                    |                             |                             |                                       |                           |                    |  |
| Vreme:                                                                                             |          | Temperatura                            |                                                                                    |                             |                             |                                       |                           |                    |  |
| Brzina grejanja:                                                                                   |          | Brzina hlađenja                        |                                                                                    |                             |                             |                                       |                           |                    |  |
| Izradio                                                                                            |          |                                        |                                                                                    |                             | Odobrio                     |                                       |                           |                    |  |
| Ime:                                                                                               |          | Datum:                                 |                                                                                    | Potpis:                     |                             | Ime:                                  |                           | Datum:             |  |
|                                                                                                    |          |                                        |                                                                                    |                             |                             |                                       |                           | Pečat:             |  |
|                                                                                                    |          |                                        |                                                                                    |                             |                             |                                       |                           |                    |  |



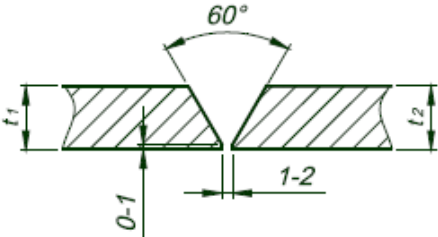
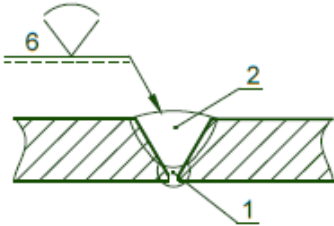
| SPECIFIKACIJA TEHNOLOGIJE ZAVARIVANJA                                                              |          |                                   |                                                                                    |           |                                  | Šifra radnog zadatka:<br><b>BZ-B3</b> |                           |                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|--------------------|
|                                                                                                    |          |                                   |                                                                                    |           |                                  | Strana 1 od 1                         |                           |                    |
| Mesto:                                                                                             |          |                                   | Ispitivač ili ispitno telo:                                                        |           |                                  |                                       |                           |                    |
| Proizvođač:                                                                                        |          |                                   |                                                                                    |           |                                  |                                       |                           |                    |
| Broj uverenja WPQR:                                                                                |          |                                   | Specifikacija osnovnog materijala                                                  |           |                                  | Oznaka: S355J2                        |                           |                    |
| Ime zavarivača:                                                                                    |          |                                   | Standard: SRPS EN 10025                                                            |           |                                  | Grupa: 1.2                            |                           |                    |
| Postupak zavarivanja: 135                                                                          |          |                                   | Način pripreme i čišćenja: Mehanička obrada                                        |           |                                  |                                       |                           |                    |
| Tip spoja: BW                                                                                      |          |                                   |                                                                                    |           |                                  |                                       |                           |                    |
| Položaj zavarivanja: PA                                                                            |          |                                   | Debljina materijala (mm): t <sub>1</sub> =10 ; t <sub>2</sub> =10                  |           |                                  |                                       |                           |                    |
| Priprema spoja (skica)                                                                             |          |                                   | Spoljni prečnik cevi (mm):                                                         |           |                                  |                                       |                           |                    |
| oblik spoja:                                                                                       |          |                                   | redosled zavarivanja:                                                              |           |                                  |                                       |                           |                    |
| SRPS ISO 9692<br> |          |                                   |  |           |                                  |                                       |                           |                    |
| Zavar                                                                                              | Postupak | Prečnik dodatnog materijala (mm)  | Struja (A)                                                                         | Napon (V) | Vrsta struje i polaritet         | Brzina dodavanja žice (m/min)         | Brzina zavarivanja (mm/s) | Unos toplote kJ/mm |
| 1                                                                                                  | 135      | Φ1.2                              | 110÷130                                                                            | 18÷19.3   | DC+                              | 3.2                                   |                           |                    |
| 2                                                                                                  | 135      | Φ1.2                              | 150÷200                                                                            | 20.7÷22.6 | DC+                              | 5.2                                   |                           |                    |
| 3                                                                                                  | 135      | Φ1.2                              | 190÷230                                                                            | 21.3÷25.9 | DC+                              | 6.7                                   |                           |                    |
|                                                                                                    |          |                                   |                                                                                    |           |                                  |                                       |                           |                    |
|                                                                                                    |          |                                   |                                                                                    |           |                                  |                                       |                           |                    |
|                                                                                                    |          |                                   |                                                                                    |           |                                  |                                       |                           |                    |
|                                                                                                    |          |                                   |                                                                                    |           |                                  |                                       |                           |                    |
| Specifikacija dodatnog materijala:                                                                 |          |                                   |                                                                                    |           | Ostali podaci:                   |                                       |                           |                    |
| Standard: EN 14341-A                                                                               |          |                                   | Dimenzija (mm): Φ1.2                                                               |           | Njihanje (max širina):           |                                       |                           |                    |
| Trgovački naziv: G 46 3 M21 G4Si1(OK AristoRod12.63)                                               |          |                                   |                                                                                    |           | Rastoj. kontaktne mlaznice:      |                                       |                           |                    |
| Posebni zahtevi za sušenje:                                                                        |          |                                   |                                                                                    |           | Maksimalna širina zavora:        |                                       |                           |                    |
| Zaštitni gas/ prašak                                                                               |          | lice: M21(Ar+18%CO <sub>2</sub> ) | Stand.: EN ISO 14175                                                               |           | Ugao nagiba pištolja:            |                                       |                           |                    |
|                                                                                                    |          | koren:                            | Stand.:                                                                            |           | volframova elektroda:            |                                       | tip:                      |                    |
| Protok gasa                                                                                        |          | lice: 12÷16 l/min                 |                                                                                    |           |                                  |                                       | prečnik:                  |                    |
|                                                                                                    |          | koren:                            |                                                                                    |           | Detalji žljebljenja ili podloge: |                                       |                           |                    |
| Temperatura predgrevanja:                                                                          |          |                                   |                                                                                    |           | Napomena:                        |                                       |                           |                    |
| Temperatura između prolaza:                                                                        |          |                                   |                                                                                    |           |                                  |                                       |                           |                    |
| Termička obrada posle zavarivanja:                                                                 |          |                                   |                                                                                    |           |                                  |                                       |                           |                    |
| Postupak:                                                                                          |          |                                   |                                                                                    |           |                                  |                                       |                           |                    |
| Vreme:                                                                                             |          | Temperatura                       |                                                                                    |           |                                  |                                       |                           |                    |
| Brzina grejanja:                                                                                   |          | Brzina hlađenja                   |                                                                                    |           |                                  |                                       |                           |                    |
| Izradio                                                                                            |          |                                   |                                                                                    |           | Odobrio                          |                                       |                           |                    |
| Ime:                                                                                               | Datum:   | Potpis:                           | Ime:                                                                               |           | Datum:                           | Pečat:                                |                           |                    |
|                                                                                                    |          |                                   |                                                                                    |           |                                  |                                       |                           |                    |

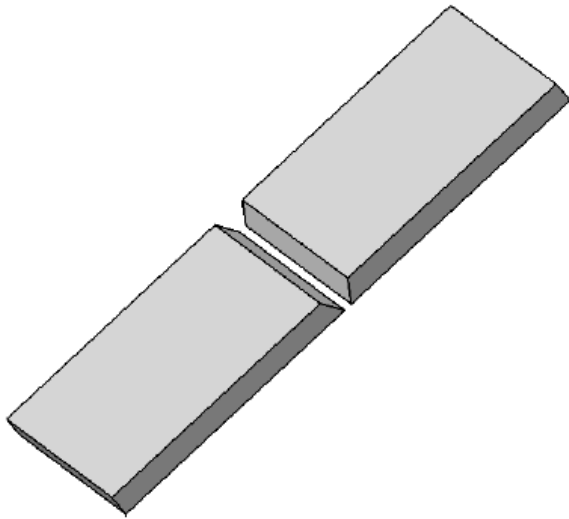
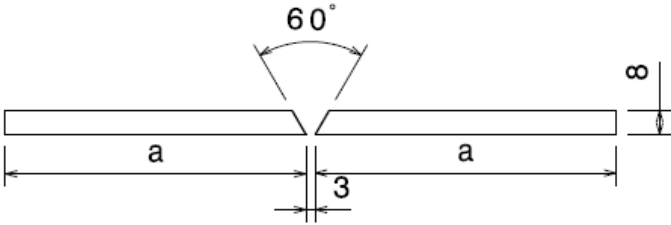
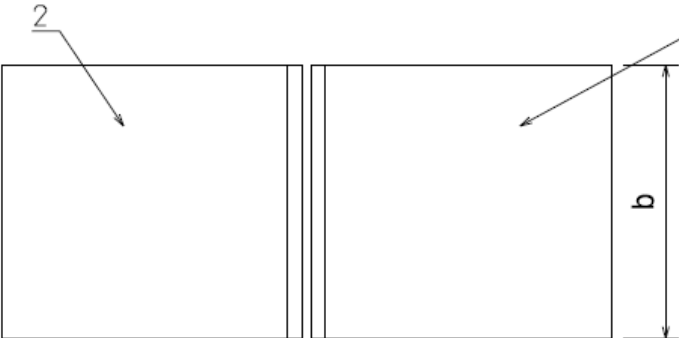
|       |        |       |                                     |                                    |                        |
|-------|--------|-------|-------------------------------------|------------------------------------|------------------------|
|       |        |       | Pljosnati čelik ...x80x250          | S 355 J2                           |                        |
| Poz.  | Kol.   | Jm.   | Naziv                               | Standard - izabrane karakteristike | Primedba               |
|       |        |       |                                     |                                    | Masa<br>Razmera: 1 : 5 |
|       |        |       | Datum<br>Obrad.<br>Stand.<br>Odobr. |                                    | <b>Sklop 4</b>         |
|       |        |       |                                     |                                    |                        |
|       |        |       | Šifra radnog zadatka                |                                    | Oznaka:                |
|       |        |       | <b>BZ-B4</b>                        |                                    | List:                  |
|       |        |       |                                     |                                    | L:                     |
| St. i | Izmene | Datum | Ime                                 | Izv. pod.                          | Zamena za:             |

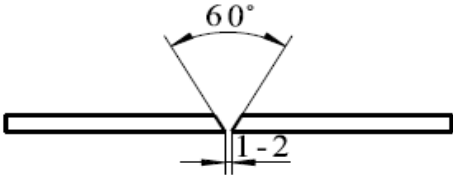
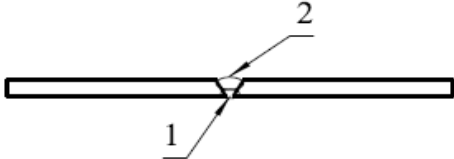
| SPECIFIKACIJA TEHNOLOGIJE ZAVARIVANJA                                                                  |          |                                   |                                                                                    |           |                                  | Šifra radnog zadatka:<br><b>BZ-B4</b> |                           |                    |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|--------------------|--|
|                                                                                                        |          |                                   |                                                                                    |           |                                  | Strana 1 od 1                         |                           |                    |  |
| Mesto:                                                                                                 |          |                                   | Ispitivač ili ispitno telo:                                                        |           |                                  |                                       |                           |                    |  |
| Proizvođač:                                                                                            |          |                                   | Specifikacija osnovnog materijala                                                  |           |                                  | Oznaka: S355J2                        |                           |                    |  |
| Broj uverenja WPQR:                                                                                    |          |                                   | Standard: SRPS EN 10025                                                            |           |                                  | Grupa: 1.2                            |                           |                    |  |
| Ime zavarivača:                                                                                        |          |                                   | Način pripreme i čišćenja: Mehanička obrada                                        |           |                                  |                                       |                           |                    |  |
| Postupak zavarivanja: 135                                                                              |          |                                   | Tip spoja: BW                                                                      |           |                                  |                                       |                           |                    |  |
| Položaj zavarivanja: PA                                                                                |          |                                   | Debljina materijala (mm): t <sub>1</sub> =10 ; t <sub>2</sub> =6                   |           |                                  |                                       |                           |                    |  |
| Priprema spoja (skica)                                                                                 |          |                                   | Spoljni prečnik cevi (mm):                                                         |           |                                  |                                       |                           |                    |  |
| oblik spoja:                                                                                           |          |                                   | redosled zavarivanja:                                                              |           |                                  |                                       |                           |                    |  |
| SRPS ISO 9692<br><br> |          |                                   |  |           |                                  |                                       |                           |                    |  |
| Zavar                                                                                                  | Postupak | Prečnik dodatnog materijala (mm)  | Struja (A)                                                                         | Napon (V) | Vrsta struje i polaritet         | Brzina dodavanja žice (m/min)         | Brzina zavarivanja (mm/s) | Unos toplote kJ/mm |  |
| 1                                                                                                      | 135      | Φ1.2                              | 120÷130                                                                            | 18.4÷19.3 | DC+                              | 3.3                                   |                           |                    |  |
|                                                                                                        |          |                                   |                                                                                    |           |                                  |                                       |                           |                    |  |
|                                                                                                        |          |                                   |                                                                                    |           |                                  |                                       |                           |                    |  |
|                                                                                                        |          |                                   |                                                                                    |           |                                  |                                       |                           |                    |  |
|                                                                                                        |          |                                   |                                                                                    |           |                                  |                                       |                           |                    |  |
|                                                                                                        |          |                                   |                                                                                    |           |                                  |                                       |                           |                    |  |
|                                                                                                        |          |                                   |                                                                                    |           |                                  |                                       |                           |                    |  |
|                                                                                                        |          |                                   |                                                                                    |           |                                  |                                       |                           |                    |  |
| Specifikacija dodatnog materijala:                                                                     |          |                                   |                                                                                    |           | Ostali podaci:                   |                                       |                           |                    |  |
| Standard: EN 14341-A                                                                                   |          |                                   | Dimenzija(mm): Φ1.2                                                                |           | Nihanje (max širina):            |                                       |                           |                    |  |
| Trgovački naziv G 46 3 M21 G4Si1(OK AristoRod12.63)                                                    |          |                                   |                                                                                    |           | Rastoj. kontaktne mlaznice:      |                                       |                           |                    |  |
| Posebni zahtevi za sušenje:                                                                            |          |                                   |                                                                                    |           | Maksimalna širina zavara:        |                                       |                           |                    |  |
| Zaštitni gas/ prašak                                                                                   |          | lice: M21(Ar+18%CO <sub>2</sub> ) | Stand.: EN ISO 14175                                                               |           | Ugao nagiba pištolja:            |                                       |                           |                    |  |
|                                                                                                        |          | koren:                            | Stand.:                                                                            |           | volframova elektroda:            |                                       | tip:                      |                    |  |
| Protok gasa                                                                                            |          | lice: 12÷16 l/min                 |                                                                                    |           |                                  |                                       | prečnik:                  |                    |  |
|                                                                                                        |          | koren:                            |                                                                                    |           | Detalji žljebljenja ili podloge: |                                       |                           |                    |  |
| Temperatura predgrevanja:                                                                              |          |                                   |                                                                                    |           | Napomena:                        |                                       |                           |                    |  |
| Temperatura između prolaza:                                                                            |          |                                   |                                                                                    |           |                                  |                                       |                           |                    |  |
| Termička obrada posle zavarivanja:                                                                     |          |                                   |                                                                                    |           |                                  |                                       |                           |                    |  |
| Postupak:                                                                                              |          |                                   |                                                                                    |           |                                  |                                       |                           |                    |  |
| Vreme:                                                                                                 |          | Temperatura                       |                                                                                    |           |                                  |                                       |                           |                    |  |
| Brzina grejanja:                                                                                       |          | Brzina hlađenja                   |                                                                                    |           |                                  |                                       |                           |                    |  |
| Izradio                                                                                                |          |                                   |                                                                                    |           | Odobrio                          |                                       |                           |                    |  |
| Ime:                                                                                                   |          | Datum:                            |                                                                                    | Potpis:   |                                  | Ime:                                  |                           | Datum:             |  |
|                                                                                                        |          |                                   |                                                                                    |           |                                  |                                       |                           | Pečat:             |  |
|                                                                                                        |          |                                   |                                                                                    |           |                                  |                                       |                           |                    |  |



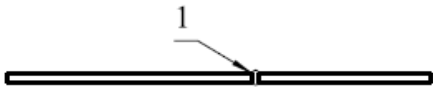
|                                                                                     |  |        |                          |     |       |                      |     |  |                                    |  |                              |            |                |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--|--------|--------------------------|-----|-------|----------------------|-----|--|------------------------------------|--|------------------------------|------------|----------------|--|
|                                                                                     |  |        | Pljosnati čelik 6x80x250 |     |       | S 355 J2             |     |  |                                    |  |                              |            |                |  |
| Poz.                                                                                |  | Kol.   |                          | Jm. |       | Naziv                |     |  | Standard - izabrane karakteristike |  |                              | Primedba   |                |  |
|  |  |        |                          |     |       |                      |     |  |                                    |  | Masa                         |            | Razmera: 1 : 5 |  |
|                                                                                     |  |        |                          |     |       | Datum                |     |  |                                    |  | Naziv:<br><br><b>Sklop 5</b> |            |                |  |
|                                                                                     |  |        |                          |     |       | Obrad.               |     |  |                                    |  |                              |            |                |  |
|                                                                                     |  |        |                          |     |       | Stand.               |     |  |                                    |  |                              |            |                |  |
|                                                                                     |  |        |                          |     |       | Odobr.               |     |  |                                    |  |                              |            |                |  |
|                                                                                     |  |        |                          |     |       | Šifra radnog zadatka |     |  | Oznaka:                            |  |                              | List:      |                |  |
|                                                                                     |  |        |                          |     |       | <b>BZ-B5</b>         |     |  |                                    |  |                              | L:         |                |  |
| St. i                                                                               |  | Izmene |                          |     | Datum |                      | Ime |  | Izv. pod.                          |  |                              | Zamena za: |                |  |

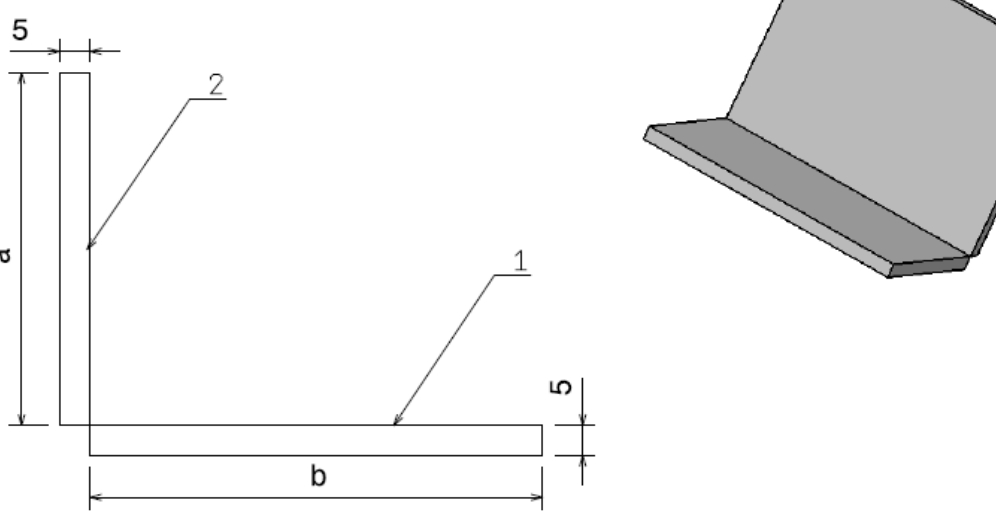
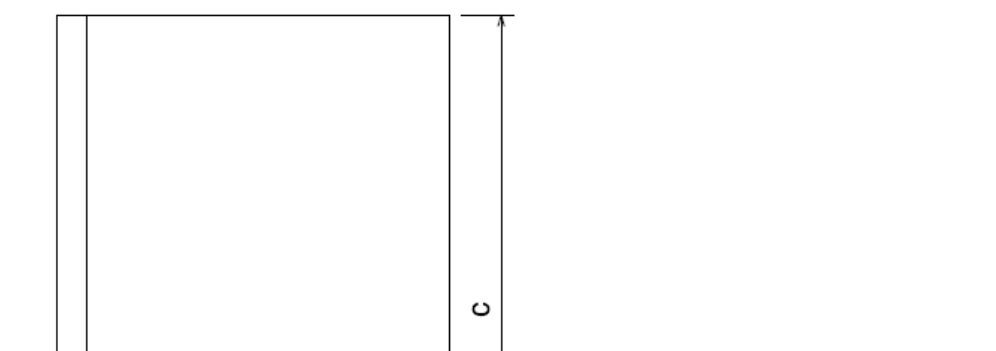
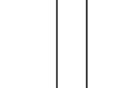
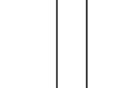
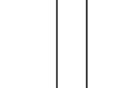
| SPECIFIKACIJA TEHNOLOGIJE ZAVARIVANJA                                                                  |          |                                   |                                                                                    |                      |                             | Šifra radnog zadatka:<br><b>BZ-B5</b> |                           |                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------|---------------------------------------|---------------------------|--------------------|
|                                                                                                        |          |                                   |                                                                                    |                      |                             | Strana 1 od 1                         |                           |                    |
| Mesto:                                                                                                 |          |                                   | Ispitivač ili ispitno telo:                                                        |                      |                             |                                       |                           |                    |
| Proizvođač:                                                                                            |          |                                   |                                                                                    |                      |                             |                                       |                           |                    |
| Broj uverenja WPQR:                                                                                    |          |                                   | Specifikacija osnovnog materijala                                                  |                      |                             | Oznaka: S355J2                        |                           |                    |
| Ime zavarivača:                                                                                        |          |                                   | Standard: SRPS EN 10025                                                            |                      |                             | Grupa: 1.2                            |                           |                    |
| Postupak zavarivanja: 135                                                                              |          |                                   | Način pripreme i čišćenja: Mehanička obrada                                        |                      |                             |                                       |                           |                    |
| Tip spoja: BW                                                                                          |          |                                   |                                                                                    |                      |                             |                                       |                           |                    |
| Položaj zavarivanja: PA                                                                                |          |                                   | Debljina materijala (mm): t <sub>1</sub> = 6 ; t <sub>2</sub> = 6                  |                      |                             |                                       |                           |                    |
| Priprema spoja (skica)                                                                                 |          |                                   | Spoljni prečnik cevi (mm):                                                         |                      |                             |                                       |                           |                    |
| oblik spoja:                                                                                           |          |                                   | redosled zavarivanja:                                                              |                      |                             |                                       |                           |                    |
| SRPS ISO 9692<br><br> |          |                                   |  |                      |                             |                                       |                           |                    |
| Zavar                                                                                                  | Postupak | Prečnik dodatnog materijala (mm)  | Struja (A)                                                                         | Napon (V)            | Vrsta struje i polaritet    | Brzina dodavanja žice (m/min)         | Brzina zavarivanja (mm/s) | Unos toplote kJ/mm |
| 1                                                                                                      | 135      | Φ1.2                              | 110÷150                                                                            | 18÷20.7              | DC+                         | 3.5                                   |                           |                    |
| 2                                                                                                      | 135      | Φ1.2                              | 130÷170                                                                            | 19.3÷20.8            | DC+                         | 4.2                                   |                           |                    |
|                                                                                                        |          |                                   |                                                                                    |                      |                             |                                       |                           |                    |
|                                                                                                        |          |                                   |                                                                                    |                      |                             |                                       |                           |                    |
|                                                                                                        |          |                                   |                                                                                    |                      |                             |                                       |                           |                    |
|                                                                                                        |          |                                   |                                                                                    |                      |                             |                                       |                           |                    |
|                                                                                                        |          |                                   |                                                                                    |                      |                             |                                       |                           |                    |
| Specifikacija dodatnog materijala:                                                                     |          |                                   |                                                                                    |                      | Ostali podaci:              |                                       |                           |                    |
| Standard: EN 14341-A                                                                                   |          | Dimenzija(mm): Φ1.2               |                                                                                    |                      | Nihanje (max širina):       |                                       |                           |                    |
| Trgovački naziv: G 46 3M21 G4Si1(OK AristoRod12.63)                                                    |          |                                   |                                                                                    |                      | Rastoj. kontaktne mlaznice: |                                       |                           |                    |
| Posebni zahtevi za sušenje:                                                                            |          |                                   |                                                                                    |                      | Maksimalna širina zavara:   |                                       |                           |                    |
| Zaštitni gas/ prašak                                                                                   |          | lice: M21(Ar+18%CO <sub>2</sub> ) |                                                                                    | Stand.: EN ISO 14175 |                             | Ugao nagiba pištolja:                 |                           |                    |
|                                                                                                        |          | koren:                            |                                                                                    | Stand.:              |                             | volframova elektroda:                 |                           | tip:               |
| Protok gasa                                                                                            |          | lice: 12÷16 l/min                 |                                                                                    |                      |                             | prečnik:                              |                           |                    |
|                                                                                                        |          | koren:                            |                                                                                    |                      |                             | Detalji žljebljenja ili podloge:      |                           |                    |
| Temperatura predgrevanja:                                                                              |          |                                   |                                                                                    |                      | Napomena:                   |                                       |                           |                    |
| Temperatura između prolaza:                                                                            |          |                                   |                                                                                    |                      |                             |                                       |                           |                    |
| Termička obrada posle zavarivanja:                                                                     |          |                                   |                                                                                    |                      |                             |                                       |                           |                    |
| Postupak:                                                                                              |          |                                   |                                                                                    |                      |                             |                                       |                           |                    |
| Vreme:                                                                                                 |          | Temperatura                       |                                                                                    |                      |                             |                                       |                           |                    |
| Brzina grejanja:                                                                                       |          | Brzina hlađenja                   |                                                                                    |                      |                             |                                       |                           |                    |
| Izradio                                                                                                |          |                                   |                                                                                    |                      | Odobrio                     |                                       |                           |                    |
| Ime:                                                                                                   | Datum:   | Potpis:                           | Ime:                                                                               |                      | Datum:                      | Pečat:                                |                           |                    |
|                                                                                                        |          |                                   |                                                                                    |                      |                             |                                       |                           |                    |

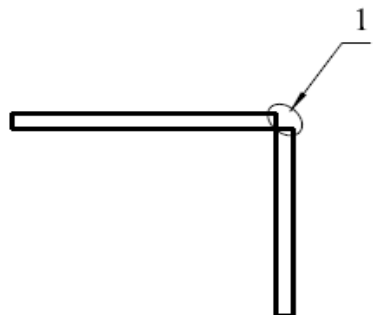
|   |                                                                                     | D                                                                                   |         | C   |                      | B                                                                                  |           | A               |  |  |
|---|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------------|--|--|
| 4 |                                                                                     | a                                                                                   |         | b   |                      |  |           |                 |  |  |
|   |                                                                                     | 90                                                                                  | 130     |     |                      |                                                                                    |           |                 |  |  |
|   |                                                                                     | 100                                                                                 | 140     |     |                      |                                                                                    |           |                 |  |  |
|   |                                                                                     | 110                                                                                 | 150     |     |                      |                                                                                    |           |                 |  |  |
|   |                                                                                     | 120                                                                                 | 160     |     |                      |                                                                                    |           |                 |  |  |
| 3 |                                                                                     |  |         |     |                      |                                                                                    |           |                 |  |  |
|   |                                                                                     |  |         |     |                      |                                                                                    |           |                 |  |  |
| 1 | 2                                                                                   | 1                                                                                   | Ploca 2 |     |                      | S355JR                                                                             | 8 x a x b |                 |  |  |
|   | 1                                                                                   | 1                                                                                   | Ploca 1 |     |                      | S355JR                                                                             | 8 x a x b |                 |  |  |
|   | Poz.                                                                                | Kol.                                                                                | Naziv   |     | Standard/Ozn. crteza | Materijal                                                                          | Dimenzije | Termička obrada |  |  |
|   |  |                                                                                     |         |     |                      | Masa:                                                                              |           |                 |  |  |
|   |                                                                                     |                                                                                     |         |     | Datum                | <b>Naziv</b><br><br><b>Sklop 6</b>                                                 |           |                 |  |  |
|   |                                                                                     |                                                                                     |         |     | Obrad.               |                                                                                    |           |                 |  |  |
|   |                                                                                     |                                                                                     |         |     | Stand.               |                                                                                    |           |                 |  |  |
|   |                                                                                     |                                                                                     |         |     | Odobr.               |                                                                                    |           |                 |  |  |
|   |                                                                                     |                                                                                     |         |     |                      |                                                                                    |           |                 |  |  |
|   |                                                                                     |                                                                                     |         |     |                      | Oznaka: BZ-B6                                                                      |           | List            |  |  |
|   |                                                                                     |                                                                                     |         |     |                      | Izv. pod.                                                                          |           | Zamena za:      |  |  |
|   |                                                                                     |                                                                                     |         |     |                      | L                                                                                  |           |                 |  |  |
|   | St.i                                                                                | Izmena                                                                              | Datum   | Ime |                      |                                                                                    |           |                 |  |  |
|   | D                                                                                   |                                                                                     |         |     |                      |                                                                                    | A         |                 |  |  |

| SPECIFIKACIJA TEHNOLOGIJE ZAVARIVANJA                                             |          |                                  |                                                                                    |           |                                                                                                                                                                       | Šifra radnog zadatka:          |                           |                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|---------------------------|----------------------|
|                                                                                   |          |                                  |                                                                                    |           |                                                                                                                                                                       | Strana od                      |                           |                      |
| Mesto:                                                                            |          |                                  | Ispitivač ili ispitno telo:                                                        |           |                                                                                                                                                                       |                                |                           |                      |
| Proizvođač:                                                                       |          |                                  |                                                                                    |           |                                                                                                                                                                       |                                |                           |                      |
| Broj uverenja WPQR:                                                               |          |                                  | Specif. osnovnog materijala                                                        |           |                                                                                                                                                                       | Oznaka:                        |                           |                      |
| Ime zavarivača:                                                                   |          |                                  | Standard:                                                                          |           |                                                                                                                                                                       | Grupa:                         |                           |                      |
| Postupak zavarivanja:                                                             |          |                                  | Način pripreme i čišćenja:                                                         |           |                                                                                                                                                                       |                                |                           |                      |
| Tip spoja:                                                                        |          |                                  |                                                                                    |           |                                                                                                                                                                       |                                |                           |                      |
| Položaj zavarivanja:                                                              |          |                                  | Debljina materijala (mm):                                                          |           |                                                                                                                                                                       |                                |                           |                      |
| Priprema spoja (skica)                                                            |          |                                  | Spoljni prečnik cevi (mm):                                                         |           |                                                                                                                                                                       |                                |                           |                      |
| Oblik spoja:                                                                      |          |                                  | Redosled zavarivanja:                                                              |           |                                                                                                                                                                       |                                |                           |                      |
|  |          |                                  |  |           |                                                                                                                                                                       |                                |                           |                      |
| Zavar                                                                             | Postupak | Prečnik dodatnog materijala (mm) | Struja (A)                                                                         | Napon (V) | Vrsta struje i polaritet                                                                                                                                              | Brzina dodavanja žice (mm/min) | Brzina zavarivanja (mm/s) | Unos toplote (kJ/mm) |
| 1                                                                                 | 135      | 1.0                              | 130-150                                                                            | 20-22     | DC+                                                                                                                                                                   | 5-8                            |                           |                      |
| 1                                                                                 | 135      | 1.0                              | 180-200                                                                            | 22-24     | DC+                                                                                                                                                                   | 6-8                            |                           |                      |
|                                                                                   |          |                                  |                                                                                    |           |                                                                                                                                                                       |                                |                           |                      |
|                                                                                   |          |                                  |                                                                                    |           |                                                                                                                                                                       |                                |                           |                      |
|                                                                                   |          |                                  |                                                                                    |           |                                                                                                                                                                       |                                |                           |                      |
|                                                                                   |          |                                  |                                                                                    |           |                                                                                                                                                                       |                                |                           |                      |
| Specifikacija dodatnog materijala: SG2                                            |          |                                  |                                                                                    |           | Ostali podaci:                                                                                                                                                        |                                |                           |                      |
| Standard: EN ISO 14341                                                            |          |                                  |                                                                                    |           | Dimenzija (mm): Ø1.0                                                                                                                                                  |                                |                           |                      |
| Trgovački naziv:                                                                  |          |                                  |                                                                                    |           | Nihanje (max širina)                                                                                                                                                  |                                |                           |                      |
| Posebni naziv za sušenje:                                                         |          |                                  |                                                                                    |           | Rastoj. konstantne mlaznice: 10-12 mm                                                                                                                                 |                                |                           |                      |
| Zaštitni gas/prašak:                                                              |          |                                  |                                                                                    |           | Maksimalna širina zavara:                                                                                                                                             |                                |                           |                      |
| Lice: M21    Stand. :<br>EN ISO 14175<br>Koren:        Stand. :                   |          |                                  |                                                                                    |           | Ugao nagiba pištolja: 75° - 90°                                                                                                                                       |                                |                           |                      |
| Protok gasa:                                                                      |          |                                  |                                                                                    |           | Volframova elektroda:    Tip:                                                                                                                                         |                                |                           |                      |
| Lice: 12-14 l<br>Koren: 12-14 l                                                   |          |                                  |                                                                                    |           | Prečnik:                                                                                                                                                              |                                |                           |                      |
|                                                                                   |          |                                  |                                                                                    |           | Detalji žljebljenja ili podloge :                                                                                                                                     |                                |                           |                      |
| Temperatura predgrevanja:                                                         |          |                                  |                                                                                    |           | <b>Napomena:</b><br><div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">                         Sklop 6<br/>                         BZ-B6                     </div> |                                |                           |                      |
| Temperatura između prolaza:                                                       |          |                                  |                                                                                    |           |                                                                                                                                                                       |                                |                           |                      |
| Termička obrada posle zavarivanja:                                                |          |                                  |                                                                                    |           |                                                                                                                                                                       |                                |                           |                      |
| Postupak:                                                                         |          |                                  |                                                                                    |           |                                                                                                                                                                       |                                |                           |                      |
| Vreme:                                                                            |          |                                  |                                                                                    |           |                                                                                                                                                                       |                                |                           |                      |
| Brzina dodavanja žice:                                                            |          |                                  |                                                                                    |           | Odobrio:                                                                                                                                                              |                                |                           |                      |
| Brzina grejanja:                                                                  |          |                                  |                                                                                    |           | Ime:                                                                                                                                                                  |                                |                           |                      |
| Brzina hlađenja:                                                                  |          |                                  |                                                                                    |           | Datum:                                                                                                                                                                |                                |                           |                      |
| Izradio:                                                                          |          |                                  |                                                                                    |           | Pečat:                                                                                                                                                                |                                |                           |                      |
| Ime:                                                                              |          |                                  |                                                                                    |           |                                                                                                                                                                       |                                |                           |                      |
| Datum:                                                                            |          |                                  |                                                                                    |           |                                                                                                                                                                       |                                |                           |                      |
| Potpis:                                                                           |          |                                  |                                                                                    |           |                                                                                                                                                                       |                                |                           |                      |

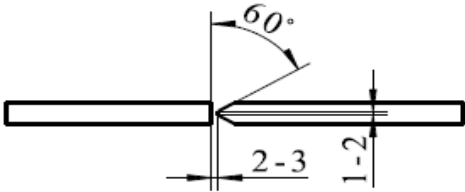
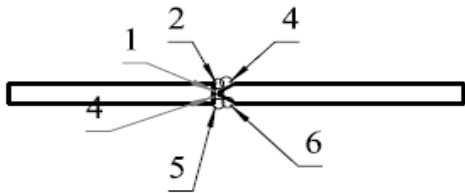
[illegible]

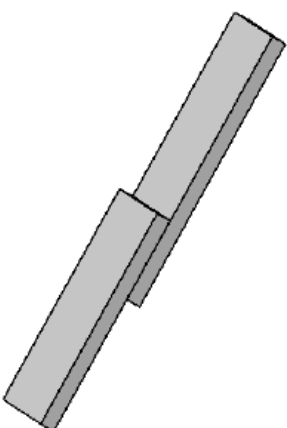
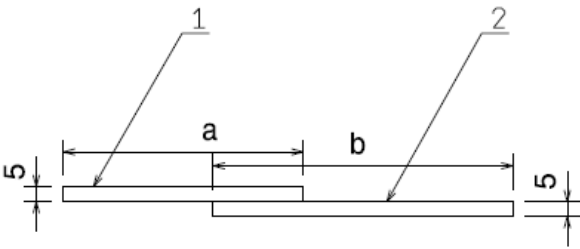
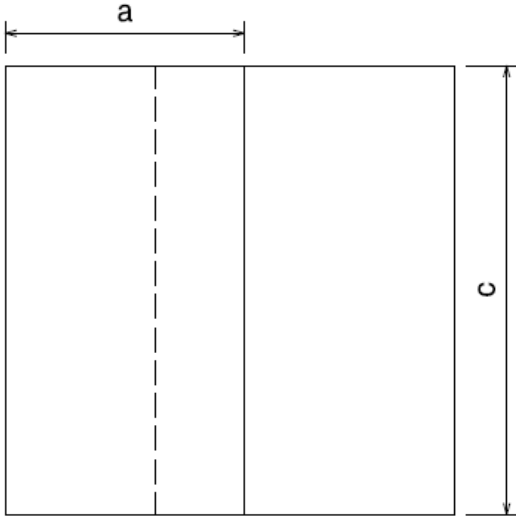
| SPECIFIKACIJA TEHNOLOGIJE ZAVARIVANJA                                             |          |                                  |                                                                                    |                       |                                                    | Šifra radnog zadatka:          |                           |                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------|---------------------------|----------------------|
|                                                                                   |          |                                  |                                                                                    |                       |                                                    | Strana od                      |                           |                      |
| Mesto:                                                                            |          |                                  | Ispitivač ili ispitno telo:                                                        |                       |                                                    |                                |                           |                      |
| Proizvođač:                                                                       |          |                                  |                                                                                    |                       |                                                    |                                |                           |                      |
| Broj uverenja WPQR:                                                               |          |                                  | Specif. osnovnog materijala                                                        |                       |                                                    | Oznaka: S355 JR                |                           |                      |
| Ime zavarivača:                                                                   |          |                                  | Standard:                                                                          |                       |                                                    | Grupa: 1.2                     |                           |                      |
| Postupak zavarivanja: 135                                                         |          |                                  | Način pripreme i čišćenja: Brušenje, mašinsko sečenje                              |                       |                                                    |                                |                           |                      |
| Tip spoja: Sučeoni - BW                                                           |          |                                  | Debljina materijala (mm): 4                                                        |                       |                                                    |                                |                           |                      |
| Položaj zavarivanja:                                                              |          |                                  | Spoljni prečnik cevi (mm): /                                                       |                       |                                                    |                                |                           |                      |
| Priprema spoja (skica)                                                            |          |                                  | Redosled zavarivanja:                                                              |                       |                                                    |                                |                           |                      |
| Oblik spoja:                                                                      |          |                                  |                                                                                    |                       |                                                    |                                |                           |                      |
|  |          |                                  |  |                       |                                                    |                                |                           |                      |
| Zavar                                                                             | Postupak | Precnik dodatnog materijala (mm) | Struja (A)                                                                         | Napon (V)             | Vrsta struje i polaritet                           | Brzina dodavanja žice (mm/min) | Brzina zavarivanja (mm/s) | Unos toplote (kJ/mm) |
| 1                                                                                 | 135      | 1,0                              | 130-160                                                                            | 21-23                 | DC+                                                | 6-8                            |                           |                      |
|                                                                                   |          |                                  |                                                                                    |                       |                                                    |                                |                           |                      |
|                                                                                   |          |                                  |                                                                                    |                       |                                                    |                                |                           |                      |
|                                                                                   |          |                                  |                                                                                    |                       |                                                    |                                |                           |                      |
|                                                                                   |          |                                  |                                                                                    |                       |                                                    |                                |                           |                      |
|                                                                                   |          |                                  |                                                                                    |                       |                                                    |                                |                           |                      |
| Specifikacija dodatnog materijala: SG2                                            |          |                                  |                                                                                    |                       | Ostali podaci:                                     |                                |                           |                      |
| Standard: EN ISO 14341                                                            |          |                                  |                                                                                    |                       | Dimenzija (mm): Ø1.0                               |                                |                           |                      |
| Trgovački naziv:                                                                  |          |                                  |                                                                                    |                       | Njihanje (max širina)                              |                                |                           |                      |
| Posebni naziv za sušenje:                                                         |          |                                  |                                                                                    |                       | Rastoj. konstantne mlaznice: 10-12 mm              |                                |                           |                      |
| Zaštitni gas/prašak:                                                              |          |                                  |                                                                                    |                       | Maksimalna širina zavara:                          |                                |                           |                      |
|                                                                                   |          |                                  | Lice: M21                                                                          | Stand. : EN ISO 14175 | Ugao nagiba pištolja: 75° - 90°                    |                                |                           |                      |
|                                                                                   |          |                                  | Koren:                                                                             | Stand. :              | Volframova elektroda:                              |                                | Tip:                      |                      |
| Protok gasa:                                                                      |          | Lice: 12-14 l                    |                                                                                    |                       |                                                    |                                | Prečnik:                  |                      |
|                                                                                   |          | Koren:                           |                                                                                    |                       | Detalji žljebljenja ili podloge :                  |                                |                           |                      |
| Temperatura predgreivanja:                                                        |          |                                  |                                                                                    |                       | <b>Napomena:</b><br><b>SKLOP 7</b><br><b>BZ-B7</b> |                                |                           |                      |
| Temperatura između prolaza:                                                       |          |                                  |                                                                                    |                       |                                                    |                                |                           |                      |
| Termička obrada posle zavarivanja:                                                |          |                                  |                                                                                    |                       |                                                    |                                |                           |                      |
| Postupak:                                                                         |          |                                  |                                                                                    |                       |                                                    |                                |                           |                      |
| Vreme:                                                                            |          |                                  |                                                                                    |                       |                                                    |                                |                           |                      |
| Brzina grejanja:                                                                  |          |                                  | Brzina dodavanja žice:                                                             |                       |                                                    |                                |                           |                      |
| Brzina hlađenja:                                                                  |          |                                  | Brzina hlađenja:                                                                   |                       |                                                    |                                |                           |                      |
| Izradio:                                                                          |          |                                  |                                                                                    |                       | Odobrio:                                           |                                |                           |                      |
| Ime:                                                                              |          | Datum:                           |                                                                                    | Potpis:               | Ime:                                               |                                | Datum:                    |                      |
|                                                                                   |          |                                  |                                                                                    |                       |                                                    |                                | Pečat:                    |                      |
|                                                                                   |          |                                  |                                                                                    |                       |                                                    |                                |                           |                      |

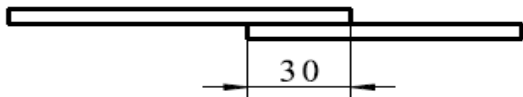
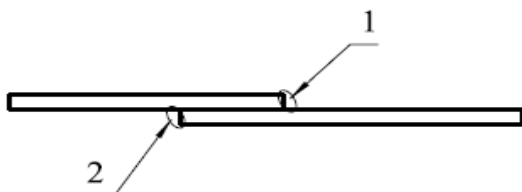
| D                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |        | C       |                      | B                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |            | A                           |  |                             |   |         |    |        |           |    |    |               |         |      |        |           |  |      |      |       |                      |           |           |                 |                                                                                     |  |  |  |       |  |  |  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |  |  |       |  |                             |  |        |  |        |  |        |  |  |  |               |  |      |  |  |   |  |      |        |       |     |           |            |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------------------------|--|-----------------------------|---|---------|----|--------|-----------|----|----|---------------|---------|------|--------|-----------|--|------|------|-------|----------------------|-----------|-----------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|-------|--|--|--|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|-------|--|-----------------------------|--|--------|--|--------|--|--------|--|--|--|---------------|--|------|--|--|---|--|------|--------|-------|-----|-----------|------------|--|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |        |         |                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |                             |  |                             |   |         |    |        |           |    |    |               |         |      |        |           |  |      |      |       |                      |           |           |                 |                                                                                     |  |  |  |       |  |  |  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |  |  |       |  |                             |  |        |  |        |  |        |  |  |  |               |  |      |  |  |   |  |      |        |       |     |           |            |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |        |         |                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |                             |  |                             |   |         |    |        |           |    |    |               |         |      |        |           |  |      |      |       |                      |           |           |                 |                                                                                     |  |  |  |       |  |  |  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |  |  |       |  |                             |  |        |  |        |  |        |  |  |  |               |  |      |  |  |   |  |      |        |       |     |           |            |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |        |         |                      | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>a</th> <th>b</th> <th>c</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>60</td> <td>75</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>70</td> <td>85</td> <td>110</td> </tr> <tr> <td>80</td> <td>90</td> <td>120</td> </tr> </tbody> </table> |            |                             |  | a                           | b | c       | 60 | 75     | 100       | 70 | 85 | 110           | 80      | 90   | 120    |           |  |      |      |       |                      |           |           |                 |                                                                                     |  |  |  |       |  |  |  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |  |  |       |  |                             |  |        |  |        |  |        |  |  |  |               |  |      |  |  |   |  |      |        |       |     |           |            |  |
| a                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | b      | c       |                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |                             |  |                             |   |         |    |        |           |    |    |               |         |      |        |           |  |      |      |       |                      |           |           |                 |                                                                                     |  |  |  |       |  |  |  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |  |  |       |  |                             |  |        |  |        |  |        |  |  |  |               |  |      |  |  |   |  |      |        |       |     |           |            |  |
| 60                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 75     | 100     |                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |                             |  |                             |   |         |    |        |           |    |    |               |         |      |        |           |  |      |      |       |                      |           |           |                 |                                                                                     |  |  |  |       |  |  |  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |  |  |       |  |                             |  |        |  |        |  |        |  |  |  |               |  |      |  |  |   |  |      |        |       |     |           |            |  |
| 70                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 85     | 110     |                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |                             |  |                             |   |         |    |        |           |    |    |               |         |      |        |           |  |      |      |       |                      |           |           |                 |                                                                                     |  |  |  |       |  |  |  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |  |  |       |  |                             |  |        |  |        |  |        |  |  |  |               |  |      |  |  |   |  |      |        |       |     |           |            |  |
| 80                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 90     | 120     |                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |                             |  |                             |   |         |    |        |           |    |    |               |         |      |        |           |  |      |      |       |                      |           |           |                 |                                                                                     |  |  |  |       |  |  |  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |  |  |       |  |                             |  |        |  |        |  |        |  |  |  |               |  |      |  |  |   |  |      |        |       |     |           |            |  |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 5%;">2</td> <td style="width: 5%;">1</td> <td style="width: 35%;">Ploca 2</td> <td style="width: 15%;"></td> <td style="width: 15%;">S355JR</td> <td style="width: 15%;">5 x c x a</td> <td style="width: 10%;"></td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>Ploca 1</td> <td></td> <td>S355JR</td> <td>5 x c x b</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Poz.</td> <td>Kol.</td> <td>Naziv</td> <td>Standard/Ozn. crteza</td> <td>Materijal</td> <td>Dimenzije</td> <td>Termička obrada</td> </tr> <tr> <td colspan="4" rowspan="2">  </td> <td colspan="2">Masa:</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4" rowspan="5"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">Datum</td> <td style="width: 10%;"></td> <td colspan="2" rowspan="5" style="text-align: center; vertical-align: middle;"> Naziv<br/><br/><b>Sklop 8</b> </td> </tr> <tr> <td>Obrad.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Stand.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Odobr.</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </table> </td> <td colspan="2">Oznaka: BZ-B8</td> <td>List</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2">L</td> </tr> <tr> <td>St.i</td> <td>Izmena</td> <td>Datum</td> <td>Ime</td> <td>Izv. pod.</td> <td colspan="2">Zamena za:</td> </tr> </table> |        |         |                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |                             |  | 2                           | 1 | Ploca 2 |    | S355JR | 5 x c x a |    | 1  | 1             | Ploca 1 |      | S355JR | 5 x c x b |  | Poz. | Kol. | Naziv | Standard/Ozn. crteza | Materijal | Dimenzije | Termička obrada |  |  |  |  | Masa: |  |  |  |  |  | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">Datum</td> <td style="width: 10%;"></td> <td colspan="2" rowspan="5" style="text-align: center; vertical-align: middle;"> Naziv<br/><br/><b>Sklop 8</b> </td> </tr> <tr> <td>Obrad.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Stand.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Odobr.</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </table> |  |  |  | Datum |  | Naziv<br><br><b>Sklop 8</b> |  | Obrad. |  | Stand. |  | Odobr. |  |  |  | Oznaka: BZ-B8 |  | List |  |  | L |  | St.i | Izmena | Datum | Ime | Izv. pod. | Zamena za: |  |
| 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 1      | Ploca 2 |                      | S355JR                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 5 x c x a  |                             |  |                             |   |         |    |        |           |    |    |               |         |      |        |           |  |      |      |       |                      |           |           |                 |                                                                                     |  |  |  |       |  |  |  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |  |  |       |  |                             |  |        |  |        |  |        |  |  |  |               |  |      |  |  |   |  |      |        |       |     |           |            |  |
| 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 1      | Ploca 1 |                      | S355JR                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 5 x c x b  |                             |  |                             |   |         |    |        |           |    |    |               |         |      |        |           |  |      |      |       |                      |           |           |                 |                                                                                     |  |  |  |       |  |  |  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |  |  |       |  |                             |  |        |  |        |  |        |  |  |  |               |  |      |  |  |   |  |      |        |       |     |           |            |  |
| Poz.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Kol.   | Naziv   | Standard/Ozn. crteza | Materijal                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Dimenzije  | Termička obrada             |  |                             |   |         |    |        |           |    |    |               |         |      |        |           |  |      |      |       |                      |           |           |                 |                                                                                     |  |  |  |       |  |  |  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |  |  |       |  |                             |  |        |  |        |  |        |  |  |  |               |  |      |  |  |   |  |      |        |       |     |           |            |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |        |         |                      | Masa:                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |            |                             |  |                             |   |         |    |        |           |    |    |               |         |      |        |           |  |      |      |       |                      |           |           |                 |                                                                                     |  |  |  |       |  |  |  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |  |  |       |  |                             |  |        |  |        |  |        |  |  |  |               |  |      |  |  |   |  |      |        |       |     |           |            |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |        |         |                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |                             |  |                             |   |         |    |        |           |    |    |               |         |      |        |           |  |      |      |       |                      |           |           |                 |                                                                                     |  |  |  |       |  |  |  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |  |  |       |  |                             |  |        |  |        |  |        |  |  |  |               |  |      |  |  |   |  |      |        |       |     |           |            |  |
| <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">Datum</td> <td style="width: 10%;"></td> <td colspan="2" rowspan="5" style="text-align: center; vertical-align: middle;"> Naziv<br/><br/><b>Sklop 8</b> </td> </tr> <tr> <td>Obrad.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Stand.</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Odobr.</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </table>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |        |         |                      | Datum                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |            | Naziv<br><br><b>Sklop 8</b> |  | Obrad.                      |   | Stand.  |    | Odobr. |           |    |    | Oznaka: BZ-B8 |         | List |        |           |  |      |      |       |                      |           |           |                 |                                                                                     |  |  |  |       |  |  |  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |  |  |       |  |                             |  |        |  |        |  |        |  |  |  |               |  |      |  |  |   |  |      |        |       |     |           |            |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |        |         |                      | Datum                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |            |                             |  | Naziv<br><br><b>Sklop 8</b> |   |         |    |        |           |    |    |               |         |      |        |           |  |      |      |       |                      |           |           |                 |                                                                                     |  |  |  |       |  |  |  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |  |  |       |  |                             |  |        |  |        |  |        |  |  |  |               |  |      |  |  |   |  |      |        |       |     |           |            |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |        |         |                      | Obrad.                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |            |                             |  |                             |   |         |    |        |           |    |    |               |         |      |        |           |  |      |      |       |                      |           |           |                 |                                                                                     |  |  |  |       |  |  |  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |  |  |       |  |                             |  |        |  |        |  |        |  |  |  |               |  |      |  |  |   |  |      |        |       |     |           |            |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |        |         |                      | Stand.                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |            |                             |  |                             |   |         |    |        |           |    |    |               |         |      |        |           |  |      |      |       |                      |           |           |                 |                                                                                     |  |  |  |       |  |  |  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |  |  |       |  |                             |  |        |  |        |  |        |  |  |  |               |  |      |  |  |   |  |      |        |       |     |           |            |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |        |         |                      | Odobr.                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |            |                             |  |                             |   |         |    |        |           |    |    |               |         |      |        |           |  |      |      |       |                      |           |           |                 |                                                                                     |  |  |  |       |  |  |  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |  |  |       |  |                             |  |        |  |        |  |        |  |  |  |               |  |      |  |  |   |  |      |        |       |     |           |            |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |        |         |                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |                             |  |                             |   |         |    |        |           |    |    |               |         |      |        |           |  |      |      |       |                      |           |           |                 |                                                                                     |  |  |  |       |  |  |  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |  |  |       |  |                             |  |        |  |        |  |        |  |  |  |               |  |      |  |  |   |  |      |        |       |     |           |            |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |        | L       |                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |            |                             |  |                             |   |         |    |        |           |    |    |               |         |      |        |           |  |      |      |       |                      |           |           |                 |                                                                                     |  |  |  |       |  |  |  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |  |  |       |  |                             |  |        |  |        |  |        |  |  |  |               |  |      |  |  |   |  |      |        |       |     |           |            |  |
| St.i                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Izmena | Datum   | Ime                  | Izv. pod.                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Zamena za: |                             |  |                             |   |         |    |        |           |    |    |               |         |      |        |           |  |      |      |       |                      |           |           |                 |                                                                                     |  |  |  |       |  |  |  |  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |  |  |       |  |                             |  |        |  |        |  |        |  |  |  |               |  |      |  |  |   |  |      |        |       |     |           |            |  |

| SPECIFIKACIJA TEHNOLOGIJE ZAVARIVANJA                                             |          |                                  |                       |                                   | Šifra radnog zadatka:                                                                                                                                                 |                                |                           |                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|---------------------------|----------------------|
|                                                                                   |          |                                  |                       |                                   | Strana od                                                                                                                                                             |                                |                           |                      |
| Mesto:                                                                            |          |                                  |                       |                                   | Ispitivač ili ispitno telo:                                                                                                                                           |                                |                           |                      |
| Proizvođač:                                                                       |          |                                  |                       |                                   |                                                                                                                                                                       |                                |                           |                      |
| Broj uverenja WPQR:                                                               |          |                                  |                       |                                   | Specif. osnovnog materijala                                                                                                                                           |                                | Oznaka: SR55JR            |                      |
| Ime zavarivača:                                                                   |          |                                  |                       |                                   | Standard: SRPS EN 10025                                                                                                                                               |                                | Grupa: 1.2                |                      |
| Postupak zavarivanja: 135                                                         |          |                                  |                       |                                   | Način pripreme i čišćenja: Mašinsko sečenje i brušenje                                                                                                                |                                |                           |                      |
| Tip spoja: Ugaoni - FW                                                            |          |                                  |                       |                                   | Debljina materijala (mm): 5                                                                                                                                           |                                |                           |                      |
| Položaj zavarivanja: PB                                                           |          |                                  |                       |                                   | Spoljni prečnik cevi (mm): /                                                                                                                                          |                                |                           |                      |
| Priprema spoja (skica)                                                            |          |                                  |                       |                                   | Redosled zavarivanja:                                                                                                                                                 |                                |                           |                      |
|  |          |                                  |                       |                                   |                                                                                     |                                |                           |                      |
| Zavar                                                                             | Postupak | Precnik dodatnog materijala (mm) | Struja (A)            | Napon (V)                         | Vrsta struje i polaritet                                                                                                                                              | Brzina dodavanja žice (mm/min) | Brzina zavarivanja (mm/s) | Unos toplote (kJ/mm) |
| 1                                                                                 | 135      | 1,0                              | 140-170               | 21-23                             | DC+                                                                                                                                                                   | 6-8                            |                           |                      |
|                                                                                   |          |                                  |                       |                                   |                                                                                                                                                                       |                                |                           |                      |
|                                                                                   |          |                                  |                       |                                   |                                                                                                                                                                       |                                |                           |                      |
|                                                                                   |          |                                  |                       |                                   |                                                                                                                                                                       |                                |                           |                      |
|                                                                                   |          |                                  |                       |                                   |                                                                                                                                                                       |                                |                           |                      |
|                                                                                   |          |                                  |                       |                                   |                                                                                                                                                                       |                                |                           |                      |
| Specifikacija dodatnog materijala: SG2                                            |          |                                  |                       |                                   | Ostali podaci:                                                                                                                                                        |                                |                           |                      |
| Standard: EN ISO 14341                                                            |          |                                  |                       |                                   | Dimenzija (mm): 1,0                                                                                                                                                   |                                |                           |                      |
| Trgovački naziv:                                                                  |          |                                  |                       |                                   | Njihanje (max širina)                                                                                                                                                 |                                |                           |                      |
| Posebni naziv za sušenje:                                                         |          |                                  |                       |                                   | Rastoj. konstantne mlaznice: 10-12 mm                                                                                                                                 |                                |                           |                      |
| Zaštitni gas/prašak:                                                              |          |                                  |                       |                                   | Maksimalna širina zavara:                                                                                                                                             |                                |                           |                      |
|                                                                                   |          | Lice: M21                        | Stand. : EN ISO 14175 | Ugao nagiba pištolja: 40° - 60°   |                                                                                                                                                                       |                                |                           |                      |
|                                                                                   |          | Koren:                           | Stand. :              | Volframova elektroda:             |                                                                                                                                                                       | Tip:                           |                           |                      |
| Protok gasa:                                                                      |          | Lice: 12-14 l                    |                       |                                   |                                                                                                                                                                       | Prečnik:                       |                           |                      |
|                                                                                   |          | Koren:                           |                       | Detalji žljebljenja ili podloge : |                                                                                                                                                                       |                                |                           |                      |
| Temperatura predgrevanja:                                                         |          |                                  |                       |                                   | <b>Napomena:</b><br><div style="text-align: center; font-size: 1.2em;">                         SKLOP 8<br/>                         BZ-B8                     </div> |                                |                           |                      |
| Temperatura između prolaza:                                                       |          |                                  |                       |                                   |                                                                                                                                                                       |                                |                           |                      |
| Termička obrada posle zavarivanja:                                                |          |                                  |                       |                                   |                                                                                                                                                                       |                                |                           |                      |
| Postupak:                                                                         |          |                                  |                       |                                   |                                                                                                                                                                       |                                |                           |                      |
| Vreme:                                                                            |          |                                  |                       |                                   |                                                                                                                                                                       |                                |                           |                      |
| Brzina grejanja:                                                                  |          | Brzina dodavanja žice:           |                       |                                   |                                                                                                                                                                       |                                |                           |                      |
|                                                                                   |          | Brzina hlađenja:                 |                       |                                   |                                                                                                                                                                       |                                |                           |                      |
| Izradio:                                                                          |          |                                  |                       |                                   | Odobrio:                                                                                                                                                              |                                |                           |                      |
| Ime:                                                                              |          | Datum:                           |                       | Potpis:                           | Ime:                                                                                                                                                                  |                                | Datum:                    |                      |
|                                                                                   |          |                                  |                       |                                   |                                                                                                                                                                       |                                | Pečat:                    |                      |
|                                                                                   |          |                                  |                       |                                   |                                                                                                                                                                       |                                |                           |                      |

|      |        | D                                                                                                                                                                                                                                                                           |         | C         |                      | B                           |            | A               |     |    |     |     |     |     |     |  |  |  |  |  |  |
|------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------|----------------------|-----------------------------|------------|-----------------|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|--|--|--|--|--|--|
| 4    |        | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>a</th> <th>b</th> <th>c</th> </tr> <tr> <td>80</td> <td>100</td> <td>140</td> </tr> <tr> <td>90</td> <td>110</td> <td>150</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>120</td> <td>160</td> </tr> </table> |         | a         | b                    | c                           | 80         | 100             | 140 | 90 | 110 | 150 | 100 | 120 | 160 |  |  |  |  |  |  |
|      | a      | b                                                                                                                                                                                                                                                                           | c       |           |                      |                             |            |                 |     |    |     |     |     |     |     |  |  |  |  |  |  |
|      | 80     | 100                                                                                                                                                                                                                                                                         | 140     |           |                      |                             |            |                 |     |    |     |     |     |     |     |  |  |  |  |  |  |
|      | 90     | 110                                                                                                                                                                                                                                                                         | 150     |           |                      |                             |            |                 |     |    |     |     |     |     |     |  |  |  |  |  |  |
| 100  | 120    | 160                                                                                                                                                                                                                                                                         |         |           |                      |                             |            |                 |     |    |     |     |     |     |     |  |  |  |  |  |  |
|      |        |                                                                                                                                                                                                                                                                             |         |           |                      |                             |            |                 |     |    |     |     |     |     |     |  |  |  |  |  |  |
| 3    |        |                                                                                                                                                                                                                                                                             |         |           |                      |                             |            |                 |     |    |     |     |     |     |     |  |  |  |  |  |  |
|      |        |                                                                                                                                                                                                                                                                             |         |           |                      |                             |            |                 |     |    |     |     |     |     |     |  |  |  |  |  |  |
| 2    |        |                                                                                                                                                                                                                                                                             |         |           |                      |                             |            |                 |     |    |     |     |     |     |     |  |  |  |  |  |  |
|      |        |                                                                                                                                                                                                                                                                             |         |           |                      |                             |            |                 |     |    |     |     |     |     |     |  |  |  |  |  |  |
| 1    | 2      | 1                                                                                                                                                                                                                                                                           | Ploca 2 |           |                      | S355JR                      | 10 x c x a |                 |     |    |     |     |     |     |     |  |  |  |  |  |  |
|      | 1      | 1                                                                                                                                                                                                                                                                           | Ploca 1 |           |                      | S355JR                      | 10 x c x b |                 |     |    |     |     |     |     |     |  |  |  |  |  |  |
|      | Poz.   | Kol.                                                                                                                                                                                                                                                                        | Naziv   |           | Standard/Ozn. crteza | Materijal                   | Dimenzije  | Termička obrada |     |    |     |     |     |     |     |  |  |  |  |  |  |
|      |        |                                                                                                                                                                                                                                                                             |         |           |                      | Masa:                       |            |                 |     |    |     |     |     |     |     |  |  |  |  |  |  |
|      |        |                                                                                                                                                                                                                                                                             |         |           | Datum                | Naziv<br><br><b>Sklop 9</b> |            |                 |     |    |     |     |     |     |     |  |  |  |  |  |  |
|      |        |                                                                                                                                                                                                                                                                             |         |           | Obrad.               |                             |            |                 |     |    |     |     |     |     |     |  |  |  |  |  |  |
|      |        |                                                                                                                                                                                                                                                                             |         |           | Stand.               |                             |            |                 |     |    |     |     |     |     |     |  |  |  |  |  |  |
|      |        |                                                                                                                                                                                                                                                                             |         |           | Odobr.               |                             |            |                 |     |    |     |     |     |     |     |  |  |  |  |  |  |
|      |        |                                                                                                                                                                                                                                                                             |         |           |                      | Oznaka: BZ-B9               |            | List            |     |    |     |     |     |     |     |  |  |  |  |  |  |
|      |        |                                                                                                                                                                                                                                                                             |         |           |                      |                             |            | L               |     |    |     |     |     |     |     |  |  |  |  |  |  |
| St.i | Izmena | Datum                                                                                                                                                                                                                                                                       | Ime     | Izv. pod. |                      | Zamena za:                  |            |                 |     |    |     |     |     |     |     |  |  |  |  |  |  |
| D    |        |                                                                                                                                                                                                                                                                             |         |           | A                    |                             |            |                 |     |    |     |     |     |     |     |  |  |  |  |  |  |

| SPECIFIKACIJA TEHNOLOGIJE ZAVARIVANJA                                             |          |                                                                                    |                                   |                                | Šifra radnog zadatka:                              |                                |                           |                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------|---------------------------|----------------------|
|                                                                                   |          |                                                                                    |                                   |                                | Strana od                                          |                                |                           |                      |
| Mesto:                                                                            |          | Ispitivač ili ispitno telo:                                                        |                                   |                                |                                                    |                                |                           |                      |
| Proizvodač:                                                                       |          |                                                                                    |                                   |                                |                                                    |                                |                           |                      |
| Broj uverenja WPQR:                                                               |          | Specif. osnovnog materijala                                                        |                                   | Oznaka: S355JR                 |                                                    |                                |                           |                      |
| Ime zavarivača:                                                                   |          | Standard: SRPS EN 10025                                                            |                                   | Grupa: 1.2                     |                                                    |                                |                           |                      |
| Postupak zavarivanja: 135                                                         |          | Način pripreme i čišćenja: Mašinsko sečenje i brušenje                             |                                   |                                |                                                    |                                |                           |                      |
| Tip spoja: Sučeoni - K                                                            |          | Debljina materijala (mm): 10                                                       |                                   |                                |                                                    |                                |                           |                      |
| Položaj zavarivanja: PA                                                           |          | Spoljni prečnik cevi (mm): /                                                       |                                   |                                |                                                    |                                |                           |                      |
| Priprema spoja (skica)                                                            |          | Redosled zavarivanja:                                                              |                                   |                                |                                                    |                                |                           |                      |
| Oblik spoja:                                                                      |          |                                                                                    |                                   |                                |                                                    |                                |                           |                      |
|  |          |  |                                   |                                |                                                    |                                |                           |                      |
| Zavar                                                                             | Postupak | Prečnik dodatnog materijala (mm)                                                   | Struja (A)                        | Napon (V)                      | Vrsta struje i polaritet                           | Brzina dodavanja žice (mm/min) | Brzina zavarivanja (mm/s) | Unos toplote (kJ/mm) |
| 1                                                                                 | 135      | 1,0                                                                                | 130-150                           | 14-22                          | DC+                                                | 5-8                            |                           |                      |
| 2-3                                                                               | 135      | 1,0                                                                                | 140-180                           | 21-24                          | DC+                                                | 6-9                            |                           |                      |
| 4                                                                                 | 135      | 1,0                                                                                | 130-150                           | 14-22                          | DC+                                                | 5-8                            |                           |                      |
| 2-3                                                                               | 135      | 1,0                                                                                | 140-180                           | 21-24                          | DC+                                                | 6-9                            |                           |                      |
|                                                                                   |          |                                                                                    |                                   |                                |                                                    |                                |                           |                      |
|                                                                                   |          |                                                                                    |                                   |                                |                                                    |                                |                           |                      |
| Specifikacija dodatnog materijala: SG2                                            |          |                                                                                    |                                   |                                | Ostali podaci:                                     |                                |                           |                      |
| Standard: EN ISO 14341                                                            |          |                                                                                    |                                   |                                | Dimenzija (mm): 1,0                                |                                |                           |                      |
| Trgovački naziv:                                                                  |          |                                                                                    |                                   |                                | Njihanje (max širina)                              |                                |                           |                      |
| Posebni naziv za sušenje:                                                         |          |                                                                                    |                                   |                                | Rastoj. konstantne mlaznice: 10-12 mm              |                                |                           |                      |
| Zaštitni gas/prašak:                                                              |          |                                                                                    |                                   |                                | Maksimalna širina zavora:                          |                                |                           |                      |
|                                                                                   |          | Lice: M21                                                                          | Stand. : EN ISO 14175             | Ugao nagiba pištolja: 70°- 90° |                                                    |                                |                           |                      |
|                                                                                   |          | Koren:                                                                             | Stand. :                          | Volframova elektroda: Tip:     |                                                    |                                |                           |                      |
| Protok gasa:                                                                      |          | Lice: 12-14 l                                                                      | Prečnik:                          |                                |                                                    |                                |                           |                      |
|                                                                                   |          | Koren:                                                                             | Detalji žljebljenja ili podloge : |                                |                                                    |                                |                           |                      |
| Temperatura predgrevanja:                                                         |          |                                                                                    |                                   |                                | <b>Napomena:</b><br><b>SKLOP 9</b><br><b>BZ-B9</b> |                                |                           |                      |
| Temperatura između prolaza:                                                       |          |                                                                                    |                                   |                                |                                                    |                                |                           |                      |
| Termička obrada posle zavarivanja:                                                |          |                                                                                    |                                   |                                |                                                    |                                |                           |                      |
| Postupak:                                                                         |          |                                                                                    |                                   |                                |                                                    |                                |                           |                      |
| Vreme:                                                                            |          |                                                                                    |                                   |                                |                                                    |                                |                           |                      |
| Brzina grejanja:                                                                  |          | Brzina dodavanja žice:                                                             |                                   |                                |                                                    |                                |                           |                      |
|                                                                                   |          | Brzina hlađenja:                                                                   |                                   |                                |                                                    |                                |                           |                      |
| Izradio:                                                                          |          |                                                                                    |                                   |                                | Odobrio:                                           |                                |                           |                      |
| Ime:                                                                              |          | Datum:                                                                             |                                   | Potpis:                        | Ime:                                               |                                | Datum:                    |                      |
|                                                                                   |          |                                                                                    |                                   |                                |                                                    |                                | Pečat:                    |                      |
|                                                                                   |          |                                                                                    |                                   |                                |                                                    |                                |                           |                      |

| D   |                                                                                                                                                                                                                                                   | C      |         | B                    |                              | A          |                 |     |                |     |      |     |     |     |                                                                                     |  |  |  |  |   |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---------|----------------------|------------------------------|------------|-----------------|-----|----------------|-----|------|-----|-----|-----|-------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|---|
| 4   | <table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <th>a</th> <th>b</th> <th>c</th> </tr> <tr> <td>80</td> <td>110</td> <td>130</td> </tr> <tr> <td>90</td> <td>120</td> <td>140</td> </tr> <tr> <td>100</td> <td>130</td> <td>150</td> </tr> </table> |        | a       | b                    | c                            | 80         | 110             | 130 | 90             | 120 | 140  | 100 | 130 | 150 |  |  |  |  |  | 4 |
|     | a                                                                                                                                                                                                                                                 | b      | c       |                      |                              |            |                 |     |                |     |      |     |     |     |                                                                                     |  |  |  |  |   |
|     | 80                                                                                                                                                                                                                                                | 110    | 130     |                      |                              |            |                 |     |                |     |      |     |     |     |                                                                                     |  |  |  |  |   |
|     | 90                                                                                                                                                                                                                                                | 120    | 140     |                      |                              |            |                 |     |                |     |      |     |     |     |                                                                                     |  |  |  |  |   |
| 100 | 130                                                                                                                                                                                                                                               | 150    |         |                      |                              |            |                 |     |                |     |      |     |     |     |                                                                                     |  |  |  |  |   |
|     |                                                                                                                                                                                                                                                   |        |         |                      |                              |            |                 |     |                |     |      |     |     |     |                                                                                     |  |  |  |  |   |
|     |                                                                                                                                                                                                                                                   |        |         |                      |                              |            |                 |     |                |     |      |     |     |     |                                                                                     |  |  |  |  |   |
|     |                                                                                                                                                                                                                                                   |        |         |                      |                              |            |                 |     |                |     |      |     |     |     |                                                                                     |  |  |  |  |   |
| 3   |                                                                                                                                                                  |        |         |                      |                              |            |                 | 3   |                |     |      |     |     |     |                                                                                     |  |  |  |  |   |
|     |                                                                                                                                                                                                                                                   |        |         |                      |                              |            |                 |     |                |     |      |     |     |     |                                                                                     |  |  |  |  |   |
| 2   |                                                                                                                                                                 |        |         |                      |                              |            |                 | 2   |                |     |      |     |     |     |                                                                                     |  |  |  |  |   |
|     |                                                                                                                                                                                                                                                   |        |         |                      |                              |            |                 |     |                |     |      |     |     |     |                                                                                     |  |  |  |  |   |
| 1   | 2                                                                                                                                                                                                                                                 | 1      | Ploca 2 |                      |                              | S355JR     | 5 x b x c       | 1   |                |     |      |     |     |     |                                                                                     |  |  |  |  |   |
|     | 1                                                                                                                                                                                                                                                 | 1      | Ploca 1 |                      |                              | S355JR     | 5 x a x c       |     |                |     |      |     |     |     |                                                                                     |  |  |  |  |   |
|     | Poz.                                                                                                                                                                                                                                              | Kol.   | Naziv   | Standard/Ozn. crteza | Materijal                    | Dimenzije  | Termička obrada |     |                |     |      |     |     |     |                                                                                     |  |  |  |  |   |
|     |                                                                                                                                                                |        |         |                      |                              | Masa:      |                 |     |                |     |      |     |     |     |                                                                                     |  |  |  |  |   |
|     |                                                                                                                                                                                                                                                   |        |         |                      | Naziv<br><br><b>Sklop 10</b> |            |                 |     |                |     |      |     |     |     |                                                                                     |  |  |  |  |   |
|     |                                                                                                                                                                                                                                                   |        |         |                      |                              |            |                 |     | Oznaka: BZ-B10 |     | List |     |     |     |                                                                                     |  |  |  |  |   |
|     |                                                                                                                                                                                                                                                   |        |         |                      |                              |            |                 |     |                |     | L    |     |     |     |                                                                                     |  |  |  |  |   |
|     | St.i                                                                                                                                                                                                                                              | Izmena | Datum   | Ime                  | Izv. pod.                    | Zamena za: |                 |     |                |     |      |     |     |     |                                                                                     |  |  |  |  |   |
|     | D                                                                                                                                                                                                                                                 |        |         |                      |                              |            |                 |     | A              |     |      |     |     |     |                                                                                     |  |  |  |  |   |

| SPECIFIKACIJA TEHNOLOGIJE ZAVARIVANJA                                             |          |                                  |                                                                                    |           |                                                          | Šifra radnog zadatka:             |                           |                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|----------------------|
|                                                                                   |          |                                  |                                                                                    |           |                                                          | Strana od                         |                           |                      |
| Mesto:                                                                            |          |                                  | Ispitivač ili ispitno telo:                                                        |           |                                                          |                                   |                           |                      |
| Proizvođač:                                                                       |          |                                  |                                                                                    |           |                                                          |                                   |                           |                      |
| Broj uverenja WPQR:                                                               |          |                                  | Specif. osnovnog materijala                                                        |           |                                                          | Oznaka:                           |                           |                      |
| Ime zavarivača:                                                                   |          |                                  | Standard:                                                                          |           |                                                          | Grupa:                            |                           |                      |
| Postupak zavarivanja: 111                                                         |          |                                  | Način pripreme i čišćenja:                                                         |           |                                                          |                                   |                           |                      |
| Tip spoja: Ugaoni preklap - FW                                                    |          |                                  |                                                                                    |           |                                                          |                                   |                           |                      |
| Položaj zavarivanja: PB                                                           |          |                                  | Debljina materijala (mm):                                                          |           |                                                          |                                   |                           |                      |
| Priprema spoja (skica)                                                            |          |                                  | Spoljni prečnik cevi (mm):                                                         |           |                                                          |                                   |                           |                      |
| Oblik spoja:                                                                      |          |                                  | Redosled zavarivanja:                                                              |           |                                                          |                                   |                           |                      |
|  |          |                                  |  |           |                                                          |                                   |                           |                      |
| Zavar                                                                             | Postupak | Precnik dodatnog materijala (mm) | Struja (A)                                                                         | Napon (V) | Vrsta struje i polaritet                                 | Brzina dodavanja žice (mm/min)    | Brzina zavarivanja (mm/s) | Unos toplote (kJ/mm) |
| 1                                                                                 | 111      | 2,5                              | 80-110                                                                             | 21-24     | DC+                                                      |                                   |                           |                      |
| 2                                                                                 | 111      | 2,5                              | 80-110                                                                             | 21-24     | DC+                                                      |                                   |                           |                      |
|                                                                                   |          |                                  |                                                                                    |           |                                                          |                                   |                           |                      |
|                                                                                   |          |                                  |                                                                                    |           |                                                          |                                   |                           |                      |
|                                                                                   |          |                                  |                                                                                    |           |                                                          |                                   |                           |                      |
|                                                                                   |          |                                  |                                                                                    |           |                                                          |                                   |                           |                      |
| Specifikacija dodatnog materijala:                                                |          |                                  |                                                                                    |           | Ostali podaci:                                           |                                   |                           |                      |
| Standard: EN ISO 2560-A-E                                                         |          |                                  |                                                                                    |           | Dimenzija (mm): 2,5                                      |                                   |                           |                      |
| Trgovački naziv:                                                                  |          |                                  |                                                                                    |           | Njihanje (max širina)                                    |                                   |                           |                      |
| Posebni naziv za sušenje: 350°C / 1h                                              |          |                                  |                                                                                    |           | Rastoj. konstantne mlaznice:                             |                                   |                           |                      |
| Zaštitni gas/prašak:                                                              |          |                                  |                                                                                    |           | Maksimalna širina zavara:                                |                                   |                           |                      |
|                                                                                   |          |                                  | Lice:                                                                              | Stand. :  | Ugao nagiba pištolja: 40° - 60°                          |                                   |                           |                      |
|                                                                                   |          |                                  | Koren:                                                                             | Stand. :  | Volframova elektroda:                                    |                                   |                           |                      |
|                                                                                   |          |                                  |                                                                                    |           | Tip:                                                     |                                   |                           |                      |
| Protok gasa:                                                                      |          |                                  | Lice:                                                                              |           |                                                          | Prečnik:                          |                           |                      |
|                                                                                   |          |                                  | Koren:                                                                             |           |                                                          | Detalji žljebljenja ili podloge : |                           |                      |
| Temperatura predgrevanja:                                                         |          |                                  |                                                                                    |           | <b>Napomena:</b><br><br><b>Sklop 10</b><br><b>BZ-B10</b> |                                   |                           |                      |
| Temperatura između prolaza:                                                       |          |                                  |                                                                                    |           |                                                          |                                   |                           |                      |
| Termička obrada posle zavarivanja:                                                |          |                                  |                                                                                    |           |                                                          |                                   |                           |                      |
| Postupak:                                                                         |          |                                  |                                                                                    |           |                                                          |                                   |                           |                      |
| Vreme:                                                                            |          |                                  |                                                                                    |           |                                                          |                                   |                           |                      |
| Brzina dodavanja žice:                                                            |          |                                  | Brzina hlađenja:                                                                   |           |                                                          |                                   |                           |                      |
| Izradio:                                                                          |          |                                  |                                                                                    |           | Odobrio:                                                 |                                   |                           |                      |
| Ime:                                                                              |          | Datum:                           |                                                                                    | Potpis:   | Ime:                                                     |                                   | Datum:                    |                      |
|                                                                                   |          |                                  |                                                                                    |           |                                                          |                                   | Pečat:                    |                      |
|                                                                                   |          |                                  |                                                                                    |           |                                                          |                                   |                           |                      |

## 10. ЛИТЕРАТУРА

1. Никола Пргомелја, *Практична настава за металске школе, ЗУНС-БГ* 1988.
2. Mathers,G. *The welding of aluminium and its alloys*, Cambridge England 2002.
3. А.И.Акулов, *Инжењерско технички приручник - Заваривање*, Рад, Београд 1980.
4. Јовановић М., Адамовић,М., Букић Лазић, *Технологија заваривања*, Крагујевац 1996.
5. Милотић М., *Приручник за завариваче*, Добој 2008.
6. Кудумовић Ц., Заваривање и термичка обрада, Универзитет у Тузли - Машински факултет.
7. Tuzla, Bosna i Hercegovina, *пише* 2015. Године.
8. Мајсторовић А., Јовановић М., *Основи заваривања, лемљења и лепљења*, Научна књига, Београд 1995.
9. Живко Јоковић, *Безбедност и здравље на реду при заваривању*, ВТШСС - Нови Сад.  
[https://vtsns.edu.rs/tempus/wp-content/uploads/2013/04/BZNR\\_pri\\_zavarivanju-Cirilica.pdf](https://vtsns.edu.rs/tempus/wp-content/uploads/2013/04/BZNR_pri_zavarivanju-Cirilica.pdf)
10. <http://hr.wikipedia.org/wiki/Zavarivanje>
11. <http://afrodita.rcub.bg.ac.rs>
12. <http://www.Ucg.as.me>
13. <https://tsi.webador.com/tois-tig-postupak-zavarivanja>
14. <https://ipo-tools.hr/blog-odabir-prave-wolfram-elektrode>
15. <http://www.institutgosa.rs>
16. Каталог НАНН+KOLB
17. Смајо Ћоровић, *Технологија занимања за 3. разред Машинске стручне школе*, Завод за уџбенике и наставна средства, Сарајево 2001;
18. Мирослав Радосављевић, *Практична настава за 1. разред машинске школе*, Завод за уџбенике 2013.