

Садржај

1.0. Општи део	2
1.1. Уводни део	2
1.2. Рударски басен Колубара	3
1.3. Површински коп „Велики Црљени“	3
2.0. Технички опис БТО и БТД система копа „Велики Црљени“	7
3.0. Обрада метала пластичним деформисањем	8
3.1. Савијање	8
3.2. Угаоно савијање	11
3.3. Напони и деформације	11
3.4. Моменти савијања	12
3.5. Еластична повратност	12
3.6. Профилно савијање на специјалним пресама	13
3.7. Кружно савијање	15
3.8. Савијање цеви	22
3.8.1. Савијање делова мањих димензија на специјалним машинама	26
4.0. Технички опис уређаја за савијање цеви	32
5.0. Упутство за руковање	36
6.0. Одржавање уређаја	37
7.0. Реалне слике уређаја	38
8.0. Прорачун уређаја за савијање цеви	39
8.1. Прорачун потребног момента савијања цеви	40
8.2. Прорачун обртног момента на катуру уређаја	41
8.2.1. Прорачун момента на почетку спреге	41
8.2.2. Прорачун момента на крају спреге	42
8.3. Прорачун везе централног вратила са котуром	44
9.0. Мере заштите	45
9.1. Примењене мере заштите	45
10.0. Закључак	46
11.0. Литература	47
12.0. Прилог – Техничка документација	

1.0. ОПШТИ ДЕО

1.1. Уводни део

Машинска радионица је сегмент службе машинског одржавања погона "Тамнава - Источно поље". У оквиру рада службе машинског одржавања ТИП-а уочена је потреба за израду различитих делова савијања: оквирима, рамовима, цевној инсталацији. Из наведених разлога уређај је израђен од доступног материјала уз помоћ радне снаге машинске службе. Уређај за савијање цеви који је тема овог рада је настао за потребе савијања цеви приликом монтаже хидрауличних и мазајућих инсталација на роторним багерима. Осим за наведене сврхе користи се и за декоративно савијање, приликом израде клупа, столица и сл. као опрема канцеларија у "Тамнави-Источно поље"

1.2. Рударски басен Колубара

Угаљ је далеко најзначајнији енергетски потенцијал Србије и у структури укупних резерви примарне енергије учествује са око 85%. До данас је више пута вршена процена укупних резерви угља, али због различитих критеријума процене и истражености појединих лежишта, у презентираним количинама било је разлика. Према подацима из биланса резерви из 2005.год. више од 76% укупних резерви угља у Србији налази се у Косово Метохиском басену. Према истом извору у колубарском басену налази се 14% резерви угља а у косточачком 3,3% угља. Сјенички и ковински басен садржи само 2,7% укупне количине угља.

Привредно друштво Колубара припада јавном предузећу Електро привреда Србије са седиштем у Београду. Колубарски басен је највећи басен лигнита у Србији и налази се 40 километара јужно од Београда. Према записима откопавања угља у басену отпочело је крајем прошлог века 1896 год. Отварањем јама у ободним плићим деловима лежишта. Преломни тренутак у развоју рударства представља прелазак на површинску експлоатацију угља отварањем копова поља „А“, „Б“, „Д“ а касније копова „Тамнава Источно поље“ и „Тамнава Западно поље“. Пре две године тачније 2008.год. затворен је коп „Тамнава Источно поље“ а заменски капацитет за тај коп отворен је коп „Велики Црљени“.

Укупна годишња производња креће се око 70 милиона метара кубних јаловине и 30 милиона тона угља. На откопавању је ангажовано 17 роторних багера, један багер Ведричар, 23 багера Дреглајна, 15 Одлагача и самоходних транспортера и 117 погонских станица са око 80 километара трачних транспортера.

Задњих пар година дошло је до делимичног процеса реструктурирања предузећа па су се од матице фирме одвојиле такозване „кћерке“, фирме и то:

„КОЛУБАРА ГРАЂЕВИНАР“, „ЛАЗАРЕВАЦ“

„КОЛУБАРА МЕТАЛ“, „ВРЕОЦИ“

„КОЛУБАРА УСЛУГЕ“, „ЛАЗАРЕВАЦ“

„УНИВЕРЗАЛ“, „ВЕЛИКИ ЦРЉЕНИ“

Што се тиче перспективе Рударског басена Колубара сматрам да ће у будућности откопавања угља као основне сировине за добијање електричне енергије добијати на све већем значају поготову кад се узме у обзир лоша енергетска ситуација у окружењу тј. на Балкану. У перспективи за повећањем производње угља планира се отварањем још неколико откопа и то: Радљево, Поље Ц, Поље Е и Тамнава југ што ће омогућити већу експанзију развоја општина у окружењу копова и већем запослењу становништва.

1.3. Површински коп „ Велики Црљени“

Површински коп „Велики Црљени“ је почео са експлоатацијом 2008 год. Као заменски капацитет за коп „Тамнава Источно поље“. Производња јаловине на овом копу је око 5 милиона метара кубних на годишњем нивоу. Експлоатација јаловине се одвија на једном БТО систему кога чине: Роторни багер (Сцх Рс-900 (6х25)), Одлагач АРс -1400 / (22+60) х 21, Самоходни транспортер БРс-1600 / (28+50) х15 и 7 трачних транспортера и једна расподелна станица.

Производња угља на овом копу је око 5 милиона тона угља на годишњем нивоу и остварује се помоћу једног БТД система који се састоји од: Роторни багер (Сцх Рс-630 (6х25)), Самоходни транспортер БРс-1600 / (28+50) х9 и 10 трачних транспортера.

Угаљ који се копа на копу „Велики Црљени“ је високе калоричне вредности. Мешањем угља са копа „Велики Црљени“ и „Тамнава Западно“ поље и њиховом хомогенизацијом добија се угаљ жељеног квалитета за пријем у ТЕ Никола Тесла у Обреновцу.

2.0. Технички опис БТО и БТД система копа „ Велики Црљени“

Скица површинског копа „Велики Црљени“ представљен је диспозицијом бр 1. На површинском копу „Велики Црљени“раде два технолошка система и то БТО и БТД систем. БТО систем је технолошки систем багер – трачни транспортери –одлагач. Овај технолошки систем ради на скидању јаловине (земља, глина, песак, шодер итд.): одлагању растреситих маса преко одлагача на кипу. У зависности од материјала који се откопава и транспортује постоје две кипе, једна је за земљу и глину а друга за шодер и песак. На основу горе изреченог можемо рећи да се БТО – систем састоји из две целине: БТО систем за шодер и БТО систем за земљу. БТО систем за земљу се састоји из:

- Роторни багер SchRs – 900. (6 x 25) (Г1)



Сл. 2.1 Роторни багер SchRs900x25/6

- Трачни транспортери: - етажни транспортер: С-2 и С-3
 - стационарни транспортер: О-2, С-1
 - одлагалишни транспортер: О-1
 - расподелна станица: Ф-1
 - утоварна колица
 - клизни воз



Сл. 2.2 Трачни транспортер



Сл. 2.3 Одлагач ARs – 1400 / (22+60) x21

БТО систем за шодер се састоји из:

- ❖ Роторни Багер SchRs -900 (6 x 25) (G1)
- ❖ Трачни транспортери:
 - етажни транспортери: С-2 и С-3
 - стационарни транспортер: О-2
 - одлагалишни транспортер: В-1n и О-1n
 - утоварна колица
 - клизни воз
- ❖ Самоходни транспортер BRs - 1600 / (28+50) x 15 (BW2)

БТО систем копа „Велики Црљени“ је специфичан по томе што се са истим багером копа и земља и шодер а то је Г1 с тим што се ископани материјал ако је у питању земља преко транспортера С.3; С.2, Ф- касете С-1 и О-1 одлаже преко Одлагача на кипу за земљу а ако се копа шодер преко транспортера С-3, С-2, В-1n, О-1n одлаже преко самоходног транспортера BW2 на кипу за шодер.

Трачни транспортери на БТО систему су за траку ширине 1600 mm а основни делови су:

- ❖ Погонска станица: - конструкција погонске станице
 - 4 погонске јединице (редуктор, спојница и мотор)
 - 2 погонска бубња
 - затезни бубањ
 - 2 превојна бубња
 - редуктор за затезање траке
 - електро постројења
 - командна кабина



Сл. 2.4 Погонска станица

- ❖ Траса транспортера: - пријемни сто
 - коси чланак
 - чланци
 - носеће повратне, петоделне и усадне ролне
- ❖ Повратна станица: - конструкција станице
 - заптивне гуме
 - петоделни ролни слогови
 - тапациране ролне
 - повратни бубањ
 - анкер завртњи са пањевима
- ❖ Утоварна колица: - конструкција колица
 - заптивна гума
 - петоделни ролни слогови
 - 4 погонске јединице за погонска колица
- ❖ Основне техничке карактеристике погонске станице на БТО систему:
 - тежина – 105 тона
 - ширина траке – 1600 mm
 - брзина траке 4,19 m/s
 - снага станице – 4 x 400 KW
 - капацитет -6,750 t

БТД систем је технолошки систем багер – трачни транспортери – дробилана одакле се угаљ вагонима одвози за потребе ТЕ – Никола Тесла или камионима за широку потрошњу.

Коп „Велики Црљени“ има један БТД систем који се састоји из :

- Роторни багер Sch Rs – 630 (G2)
- Трачни транспортери : - Етажни транспортери : СУ8, СУ7, Е3.
 - Стационарни транспортери : СУ6, СУ5, СУ4, СУ3, СУ2, СУ3, СУП
- Утоварна колица
- Самоходни транспортер (BW1)

Морамо напоменути да на БТД систему постоје две врсте трачних транспортера и то: транспортери за траку В=2000mm (СУ,СУ1, СУ2, СУ3, СУ4, СУ5, СУ6) и трачни транспортери за траку Б=1600mm (СУ7, СУ8, Е3). Сви трачни транспортери су у зависности од ширине траке, дужине траке, успона траке и осталих карактеристика комплетирани са погонским јединицама (редуктор СОНД 450 и мотор од 400 KW) од две до четири јединице.

3.0. Обрада метала пластичним деформисањем

Од свих технологија обраде метала, технологија пластичног деформисања метала заузима истакнуто место. То је обрада метала без скидања струготине, обавља се под дејством спољашњих сила.

Током обраде деформисањем метал мења своје карактеристике: повећава му се чврстоћа и жилавост, а што је најважније не мења се влакнаста структура материјала која се током обраде резањем не може сачувати.

Предности обраде деформисањем су:

- висока тачност израђених делова,
- добијање бољих механичких својстава материјала,
- могућност израде компликованих производа који се резањем уопште не би могли добити и
- висока продуктивност.

Недостаци су:

- смањење пластичности у току деформисања и
- висока цена машина и алата.

Материјал се током деформисања оптерећује изнад границе еластичности, доводи се у стање пластичног течења чиме му је обезбеђено да трајно задржи захтевани облик. Обрада се може вршити у хладном и топлим стању што зависи од облика, димензија, особина почетног материјала, сложености готовог дела, конструкције алата и машине.

3.1. САВИЈАЊЕ

Савијање спада у групу поступака технологије пластичног деформисања који се најчешће примењују. Омогућава израду широког асортимана производа, са димензијама од делова милиметра па до неколико метара. Делови сложених геометрија израђују се у више операција.

Карактеристика процеса савијања је, у већини случајева, локално пластично деформисање. Деформисана зона тада обухвата мањи део запремине комада, мада има поступака где се деформише комплетна запремина (кружно савијање на пр.).

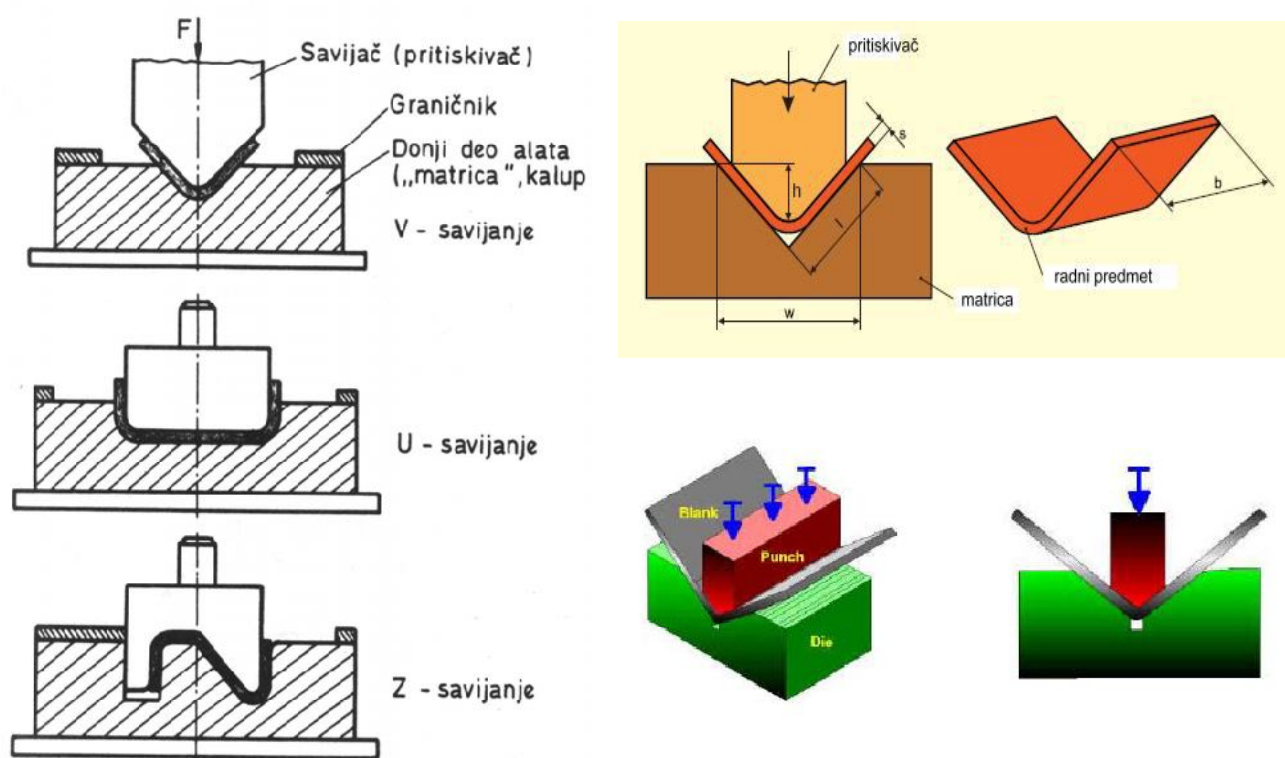
Савијање се применује како у серијској тако и у појединачној производњи. Полазни материјал (полуфабрикат) је најчешће лим у виду траке или табле, али то може да буде жица, пун профил, цев. Дебљина лимова за савијање креће се од стотих делова милиметра па до неколико десетина милиметара.

Основни поступци савијања су:

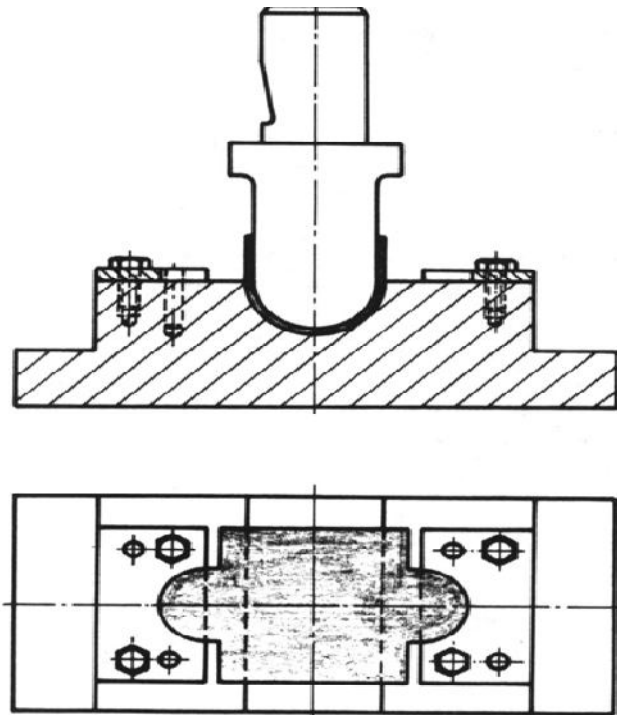
1. савијање помоћу алата на универзалним пресама (угаоно савијање),
2. профилно савијање на специјалним („абкант“) пресама,
3. кружно савијање,
4. профилно савијање помоћу ваљака,
5. савијање цеви,
6. савијање делова мањих димензија (од трака и жице) на специјалним машинама.

3.2. Угаоно савијање

Изводи се најчешће у алатима постављеним на универзалне пресе (ексцентарске, коленасте, хидрауличне итд.) или на специјалним пресима. С обзиром на облик и број места савијања може бити: једно – дво и вишеугаоно . За једноугаоно савијање често се користи термин В савијање ; за двоугаоно У или Ц савијање , а у примени је и термин З савијање . Јасно је да се остварују и најразличитије комбинације ових основних облика.



Сл.3.1 Различити прикази угаоног савијања

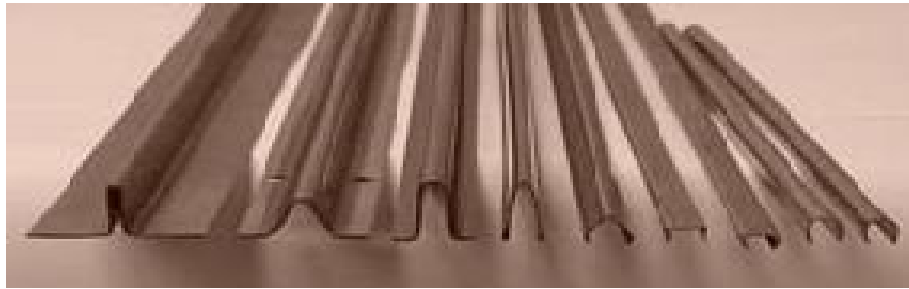


Сл. 3.2 Пример алата за полукружно савијање

Алати су по концепцији слични алатима за просецање и пробијање. Разлика је у радним елементима, овде су то притискивач (савијач, обликач) и матрица (калуп) за савијање.



Сл. 3.3 Фотографија делова добијених угаоним савијањем

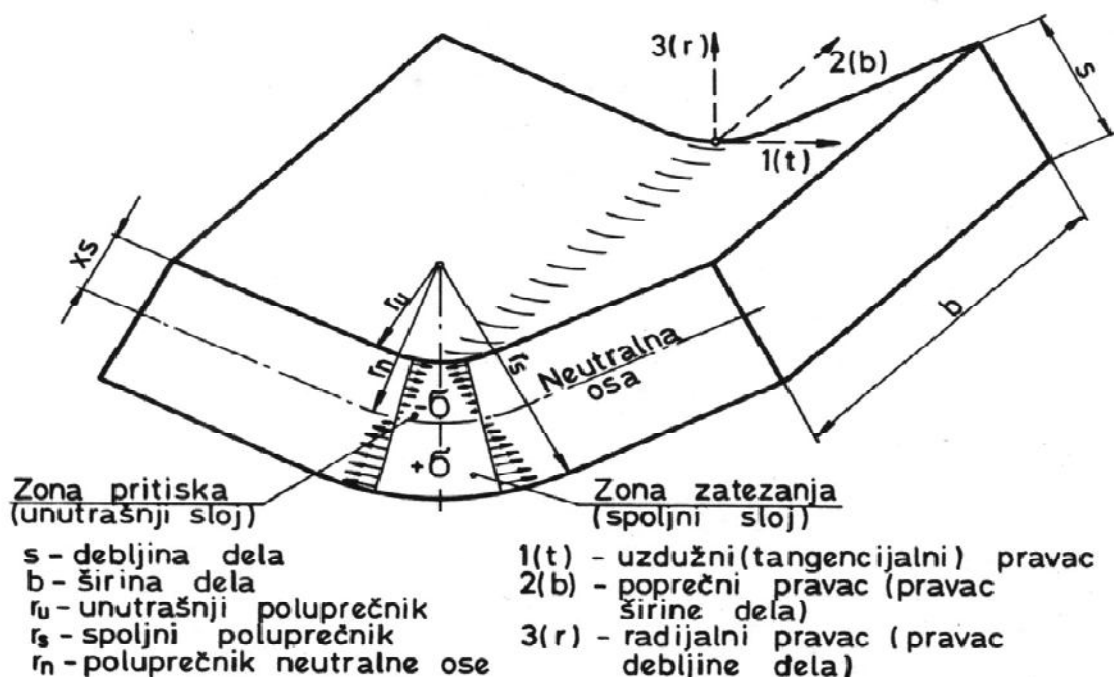


Сл. 3.4 Фотографија делова добијених угаоним савијањем

3.3. Напони и деформације

При савијању се остварују пластичне и еластичне деформације, при чему се тежи да удео еластичних деформација буде што мањи. Одговарајући уздужни напони имају различит карактер са сваке стране лима. У спољашњој зони лима (према радијусу r_s владају затежући напони од којих зависе граничне деформације (прекорачењем максимално дозвољених затежућих напона долази до разарања). У унутрашњој зони владају притисни напони. У складу са напонима, слојеви материјала се у спољашњој зони издужују, а у унутрашњој скраћују.

Геометрија савијене зоне се описује са параметрима. То су радијуси r_u – унутрашњи, r_s – спољашњи, r_n – радијус неутралне осе, α – угао савијања и φ – угао савијене зоне.



Сл.3. 5 Деловање уздужних напона при једноугаоном савијању

3.4. Моменти савијања

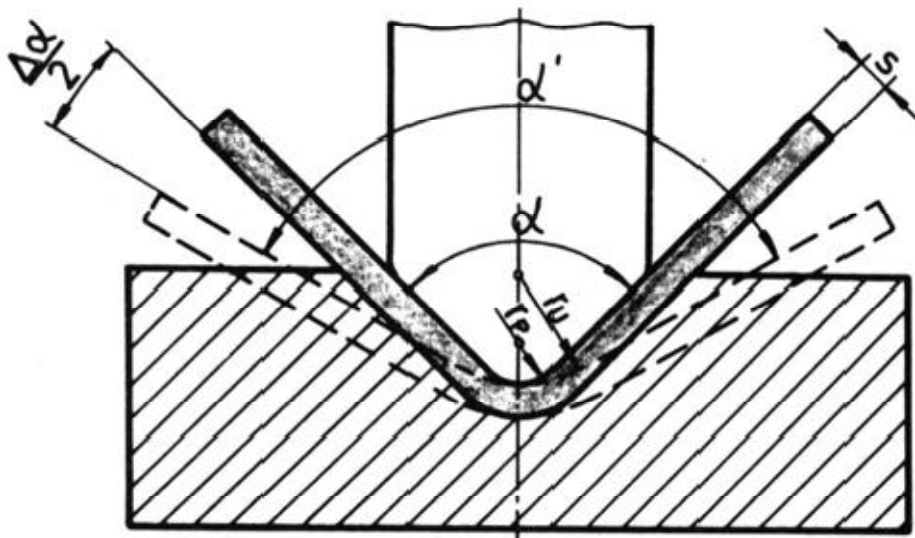
При савијању разликујемо моменте спољашњих сила (деформациона сила, силе отпора, силе трења итд.) и тзв. моменте унутрашњих сила, дефинисане на основу напонског стања. Из једнакости ових момената дефинише се потребна деформациона сила.

Зависно од величине уздужних напона по дебљини лима постоје два типа савијања: чисто пластично и еластично пластично.

3.5. Еластична повратност

Укупну деформацију при савијању готово увек чини, поред пластичног, и еластични део (посебно око неутралног слоја). По ослобађању савијеног дела из алата еластичне деформације нестају, што резултира повећањем угла савијања.

Појава је штетна и компензује се разним мерама, као што је израда алата са мањим углом савијања, како би комад после еластичног враћања имао захтеване димензије.



Сл.3.6 Еластична повратност при савијању

3.6. Профилно савијање на специјалним пресама

Овај тип савијања заправо представља угаоно савијање комада који најчешће имају велику ширину савијене зоне (и више од неколико метара) и то на специјалним тзв. „абкант”(од нем. „абкантпресе”) пресама.



Сл. 3.7 Изглед пресе за профилно савијање

Притискивач је велике дужине, ножастог облика и, најчешће, изводи једноугаоно савијање уз помоћ универзалне матрице. Међутим, обликовање је углавном вишеоперационо (више једноугаоних савијања уз замену алата, тако да се добијају и врло сложени профили).



Сл. 3.8 Алат на преси за профилно савијање у захвату (деталј)

3.7. Кружно савијање

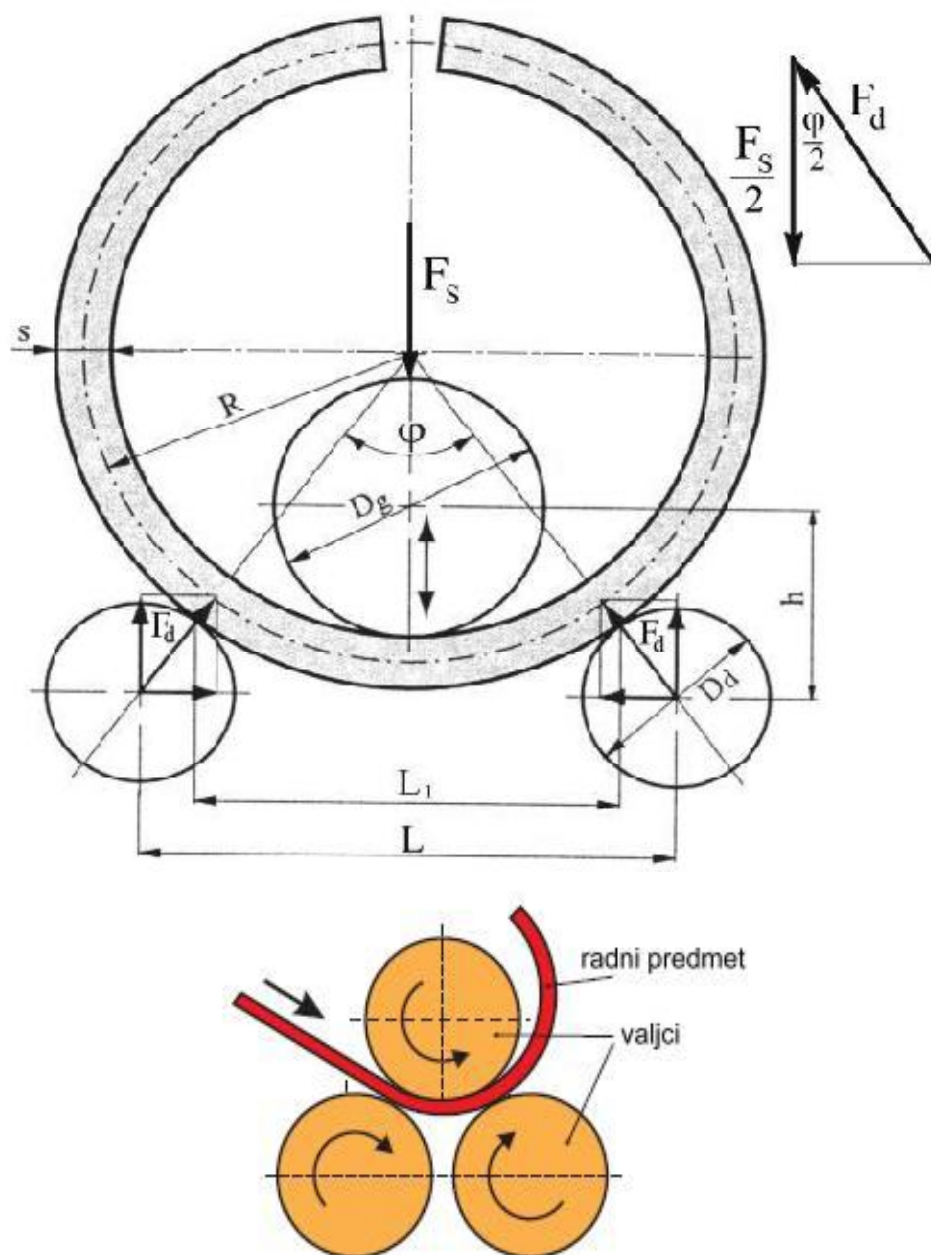
Изводи се на специјалним машинама са 3 или 4 ваљка.



Сл. 3.9 Машина са кружно савијање са три ваљка



Сл. 3.10 Машина за савијање са ваљцима у раду

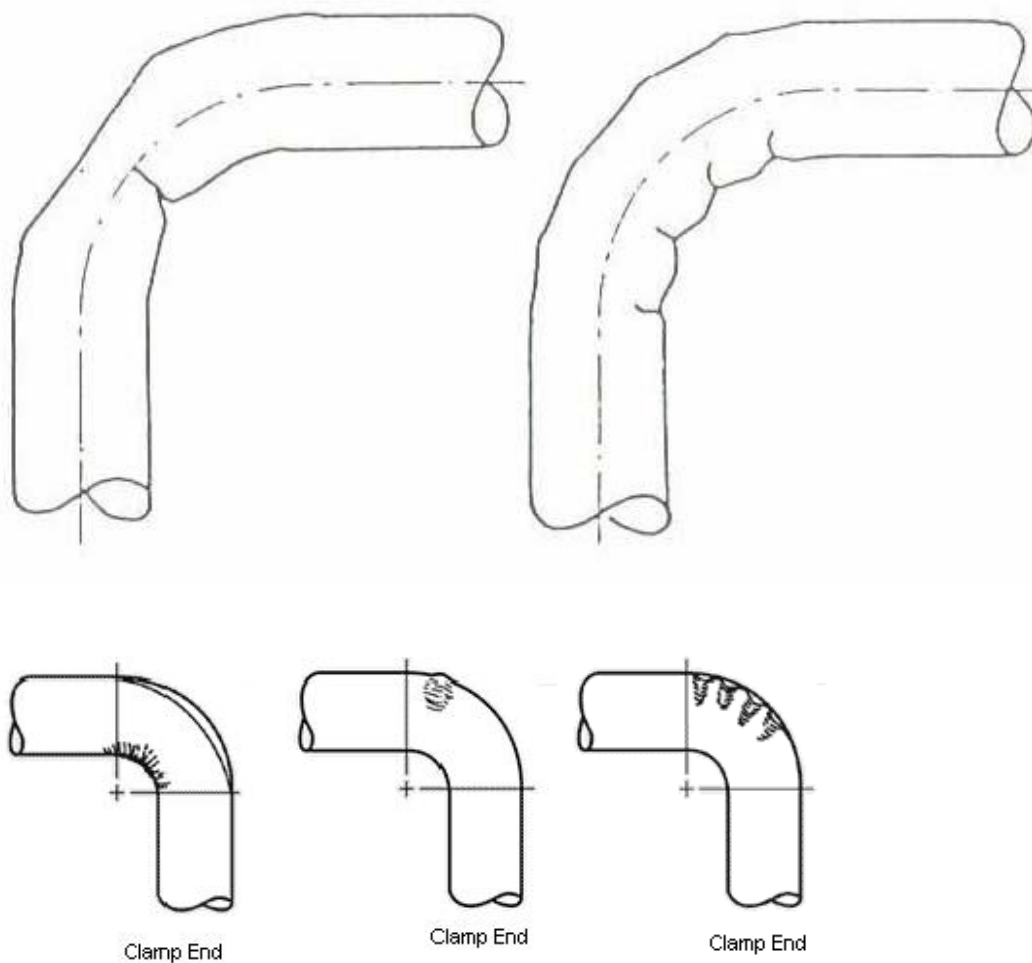


Сл. 3.11 Схема кружног савијања на ваљцима

3.8. Савијање цеви

Савијање и друга обликовања цеви кружног пресека и других шупљих профила, захтевају примену посебних алата и машина да би се спречила или у довољној мери компензовала појава неконтролисаног деформисања у савијеној зони.

Дефекти се односе на добијање спљоштеног профила, појаву набора у зони унутрашњег радијуса, лом у спољашњој зони итд. (слика 3.12)



Сл. 3.12. Појава дефеката приликом обликовања

Успешно савијена цев подразумева савијање у једној или више савијених зона са очуваним димензијама отвора и стањењем зида комада испод критичног износа. Склоност ка појави дефеката је већа код танкозидних цеви. Ако је дебљина зида цеви довољно велика није потребно предузимати било какве мере, цев се савија као пуни профил.

Најстарији начин (и данас се користи у појединачној производњи) за спречавање дефеката при савијању цеви, се састоји у пуњењу шупљине цеви деформабилном материјом и затварању крајева. Материја треба да је таквих особина да може без већих проблема да поуздано остане у цеви током обликовања, као и да се затим лако избаци ван. Показало се да је песак најпогоднији за ову намену, али се користи гума и слични синтетички материјали.

У индустријској пракси при већим серијама цеви се испуњавају флексибилним језгрима или шипком са заобљеним крајем (радијус одговара радијусу савијања). По завршеном савијању језгро се извлачи.



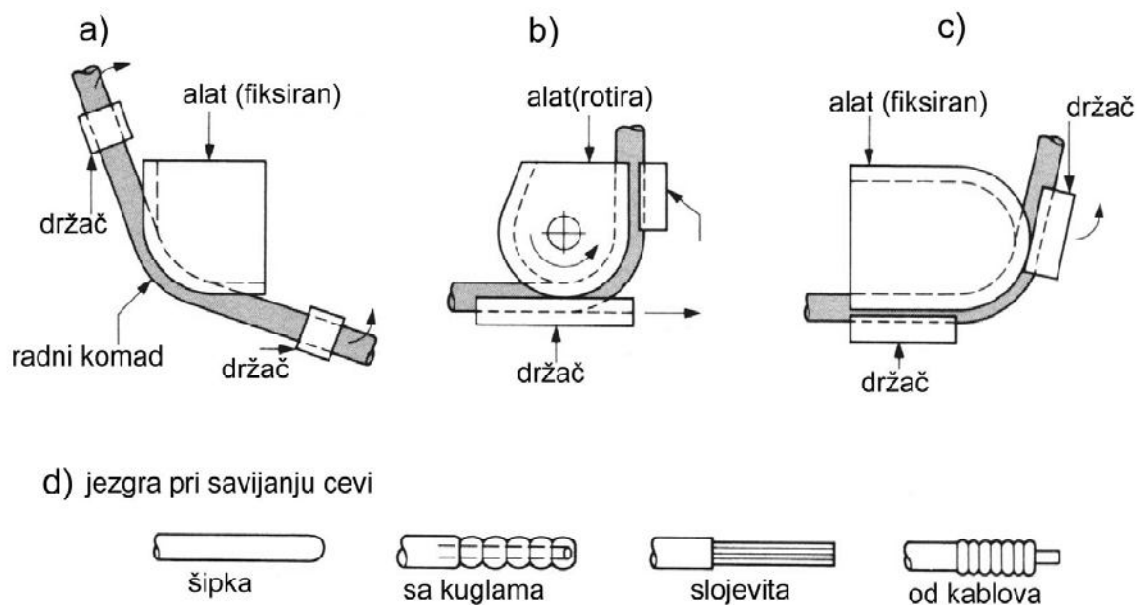
Сл. 3.13 Језгра при савијању цеви



Сл. 3.14 Језгра при савијању цеви

На слици 3.15 приказана су три најчешће коришћена принципа код савијања цеви. Под а) је савијање око непокретног профилисаног блока при чему се преко држача делује на оба краја цеви. Поступак се ређе примењује.

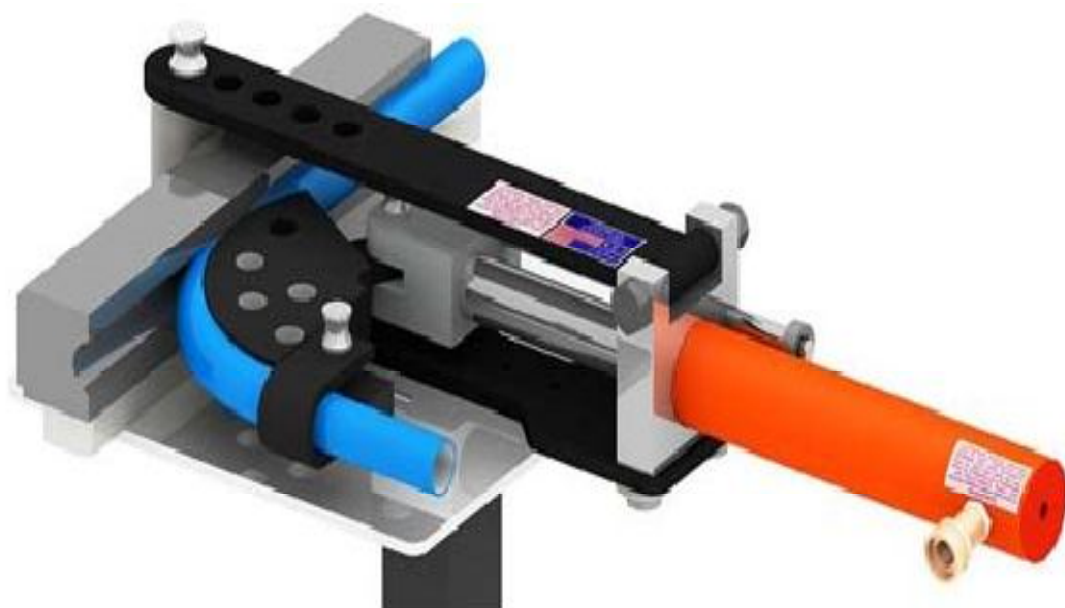
Под б) је шема тзв. ротационог савијања цеви које има најширу примену. Централну позицију има ротирајући профилисани блок који је везан за погонски систем машине (најчешће хидраулични) и који остварује активни момент савијања. Доњи држач цеви је непокретан, а горњи ротира заједно са централним блоком. Обликовање је врло ефикасно, а процес је погодан за компјутеризовано управљање. Машине су компактне и продуктивне.



Сл. 3.15 Методе савијања цеви

Под ц) је сличан принцип, али је централни блок непокретан. Савијање изводи горњи држач.

Фактори који морају бити испуњени за квалитетно савијену цев су: Тачна и исправна машина (уређај) , контролисан зазор између језгра и зида цеви, пажљиво одабран материјал од кога се израђује цев, тачно одређен притисак извршних делова уређаја, добро обучени оператери, добро превентивно одржавање, као и квалитетно подмазивање које је кључни фактор . Тип подмазивања зависи од материјала цеви која се савија.



Сл. 3.16 Једноставан хидраулични уређај за савијање цеви



Сл. 3.17 Индустијска машина за ротационо савијање цеви

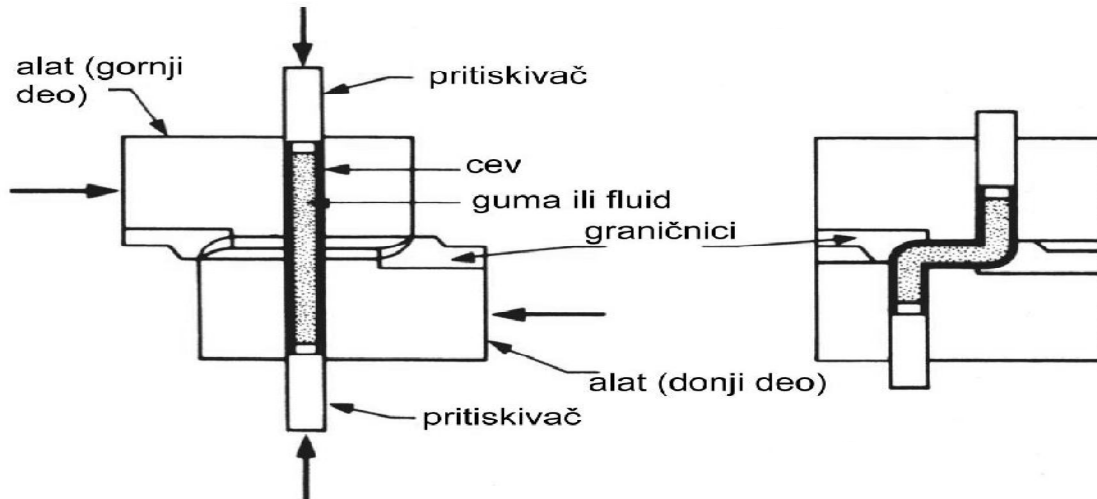


Сл. 3.18 Пример компактне машине за ротационо савијање са управљачком јединицом



Сл. 3.19 Пример машине за ротационо савијање у раду

Савијање цеви је могуће изводити и у алатима. Ако се оствари притисно напонско стање аксијалним сабијањем крајева, уз испуњавање цеви флуидом или другим деформабилним материјалом, могуће је постићи велике промене облика и велике степене деформисања без дефеката.



Сл. 3.20 Савијање цеви са оштрим угловима применом аксијалног сабијања у алату

3.8. 1. Савијање делова мањих димензија на специјалним машинама

Ситни делови од жице и ужих трака израђују се на специјалним аутоматским машинама које имају више радних позиција. Поступак обликовања је вишеоперациони, а радни комад се добија узастопним деловањем алата који су постављени радијално (звездасто) у односу на централну зону машине. Производност оваквих машина је веома велика (и до 300 ком/мин)



a)



b)

Сл. 3.21 Примери ситних делова добијених обликовањем на аутоматским машинама



c)



d)

Сл. 3.21 Примери ситних делова добијених обликовањем на аутоматским машинама



Сл. 3.22 Вишепозициони аутомат за обликовање ситних делова

Овакви делови могу да се израђују и на универзалним једнопозиционим пресама. У том случају, алати су корачни вишепозициони. Готов комад се добија после толико ходова притискивача пресе колико има радних позиција у алату.



Сл 3.23 Алат за једноручно савијање цеви



Сл. 3.24 Хидраулична машина за савијање цеви



Сл. 3.25 Електрична машина за савијање цеви

УРЕЂАЈ ЗА САВИЈАЊЕ ЦЕВИ



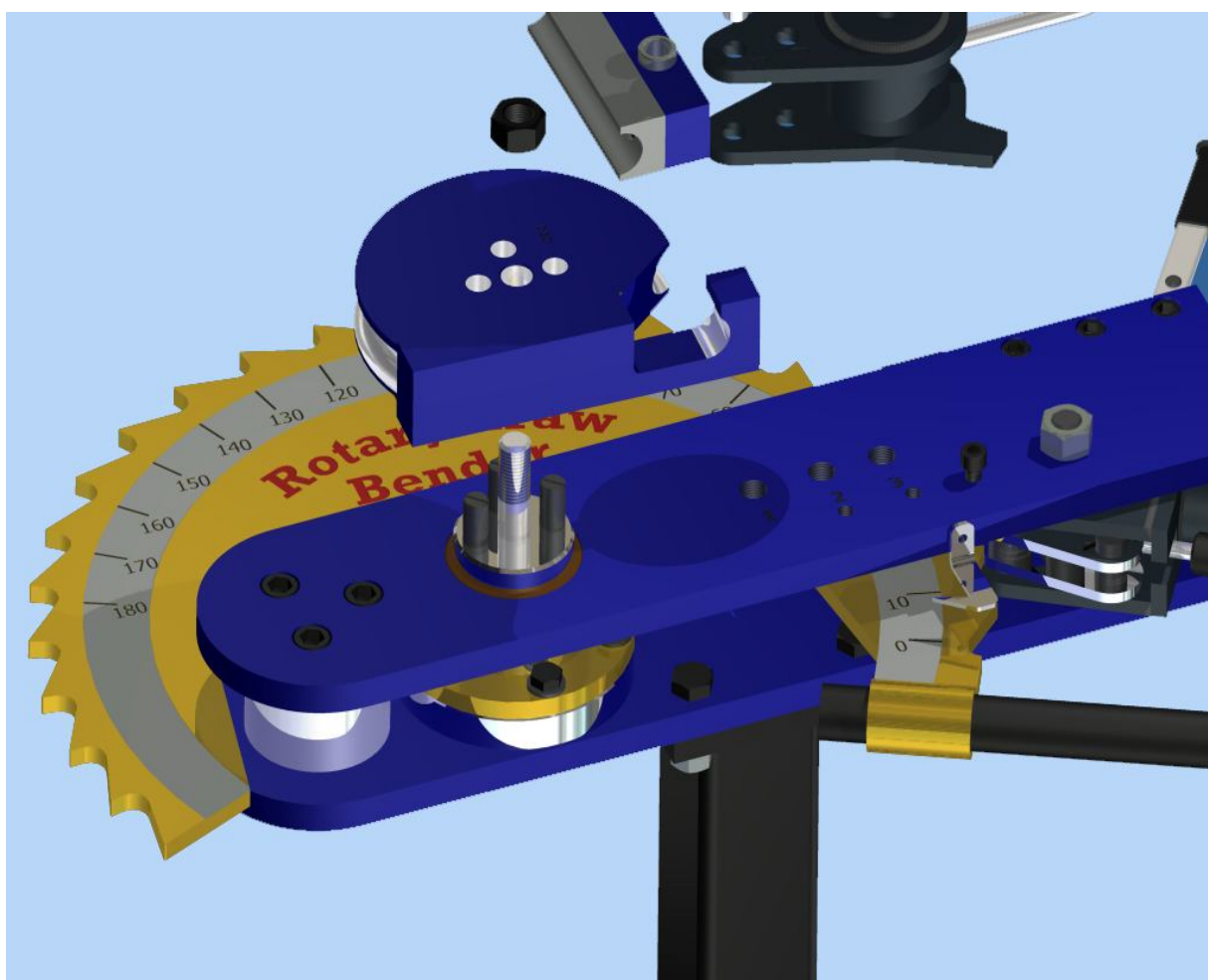
4.0. Технички опис уређаја за савијање цеви

Уређај за савијање цеви намењен је за савијање челичних цеви називног пречника до 40mm, на хладно. То је ручни уређај, стационарног типа и предвиђен је за монтажу на стабилну бетонску основу са анкер завртњима. Идеалан као радионички уређај за израду разних просторних облика, оквира, рамова и цевних инсталација. Уређај може да савија цеви под углом од 0-180 степени, врло прецизно по унапред задатим радијусима, преко изменљивих котурова. Функционише тако што се цев постављена у лежиште на изменљивом котуру, притиснута вођицом преко обртног усмеривача, обмотава око котора (као што је приказано на слици 4.1.) Котур ротира и повлачи цев па отуда и назив Rotary draw bender.



Слика 4.1. Почетна позиција цеви за савијање

Уређај се састоји од постоља, две носеће плоче, озубљене плоче, централног вратила, гарнитуре изменљивих котурова, усмеривача са изменљивим вођицама цеви, ексцентарског полужног механизма и устављача. Носеће плоче се монтирају на постоље и служе за улежиштење централног вратила у клизним лежајима и наравно носе све делове алата. За централно вратило везана је озубљена плоча са завртњевима. Озубљена плоча преноси обртни момент на централно вратило. На вратилу се налазе три чивије од челика високе чврстоће, монтиране са горње чеоне стране. На горњу чеону страну вратила постављају се изменљиви котурови који имају отворе у које улазе чивије и отвор за централни завртањ који аксијално фиксира котур (као што је приказано на слици 4.2.). Обртни момент се дакле са вратила преко чивија преноси на котур.



Слика 4. 2. Монтирање изменљивих котурова и вођица цеви

Гарнитуру изменљивих котурова сачињава 8 котурова за пречнике цеви 6mm, 10mm, 16mm, 20mm, 25mm, 30mm, 1", 1 5/4". Радијуси савијања усвојени су конструктивном смерницом $R=3 d$ и износе табеларно:

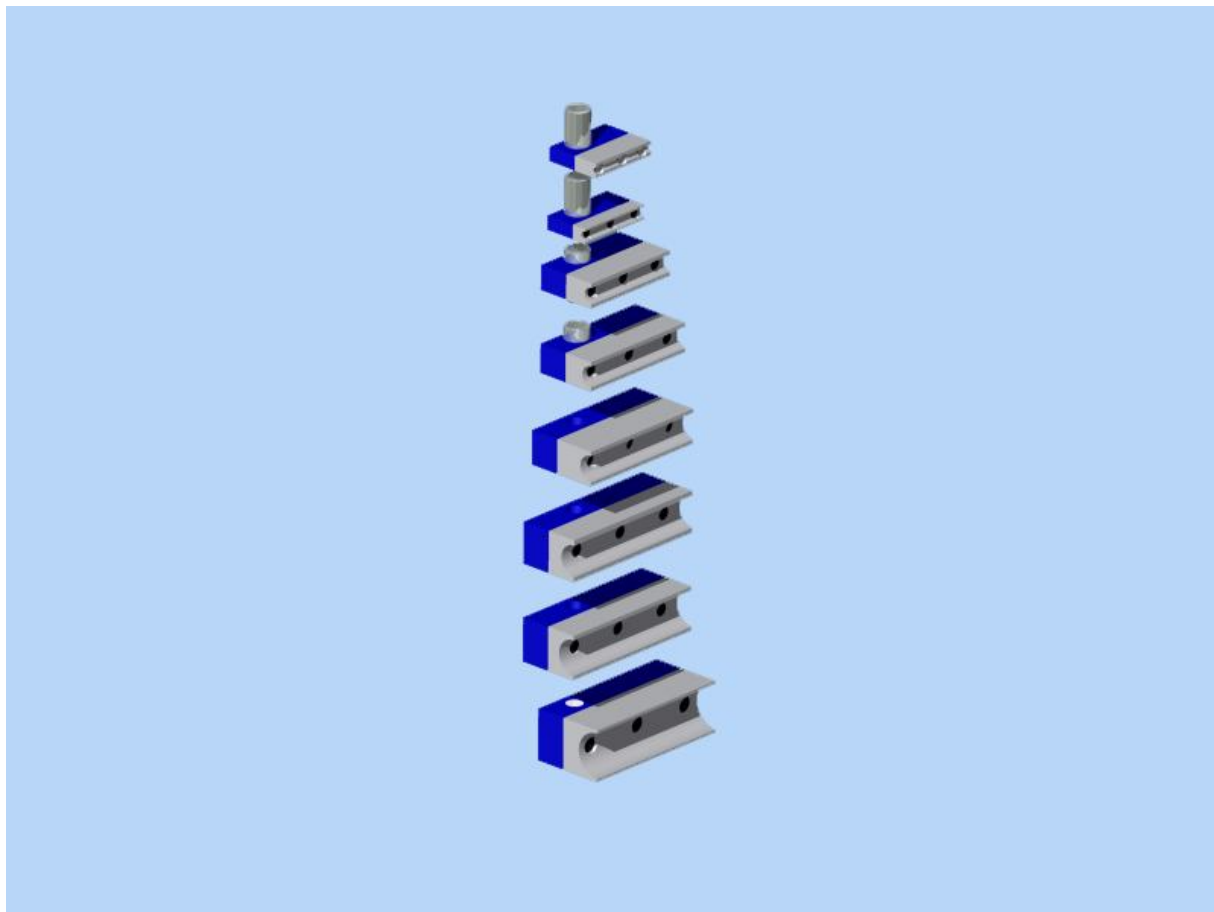
Преч. цеви mm	6	10	16	20	25	30	1"	1 1/4"
Радијус савијања mm	20	30	50	60	85	100	100	125

Табела 4.1. Радијуси савијања за одговарајући пречник цеви



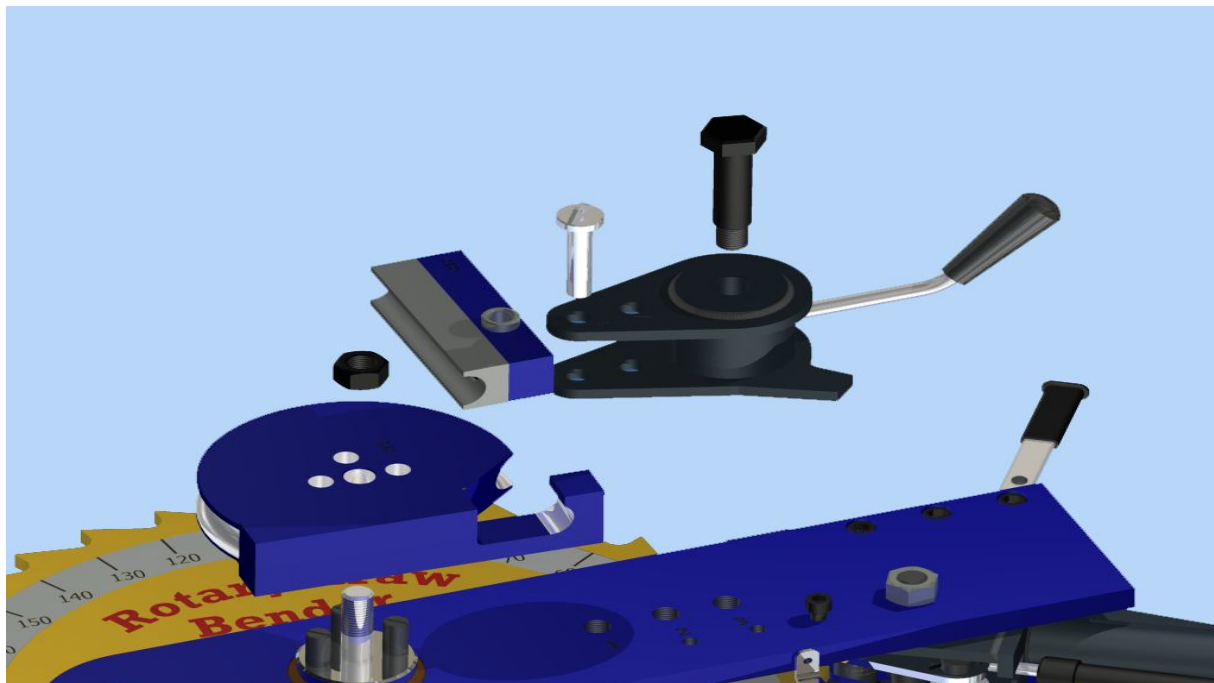
Слика 4. 3. Гарнитура котурова

Сваком пречнику цеви одговара посебна вођица. Вођице имају облоге израђене од полиетилена Pt1000, са каналима који одговарају пречнику цеви. Цеви клизају по каналима који се морају подмазивати уљем. Гарнитура се састоји од 8 вођица (као што је приказано на слици 4. 4.)



Слика 4.4. Гарнитура вођица

Вођице се постављају у усмеривач цеви који може да ротира око осовинице усмеривача. Због различитих пречника котурова на горњој плочи постоје три отвора са навојима за монтажу осовинице означена са 1, 2, 3. Осовиница вођице има две позиције означене са А и Б. Сваком пречнику цеви одговара одређена комбинација ознака. Висинско позиционирање вођица према котуровима решено је са одстојним чаурама које су упресоване у вођицама цеви (као што је приказано на сликама 4. 5. и 4.6.)



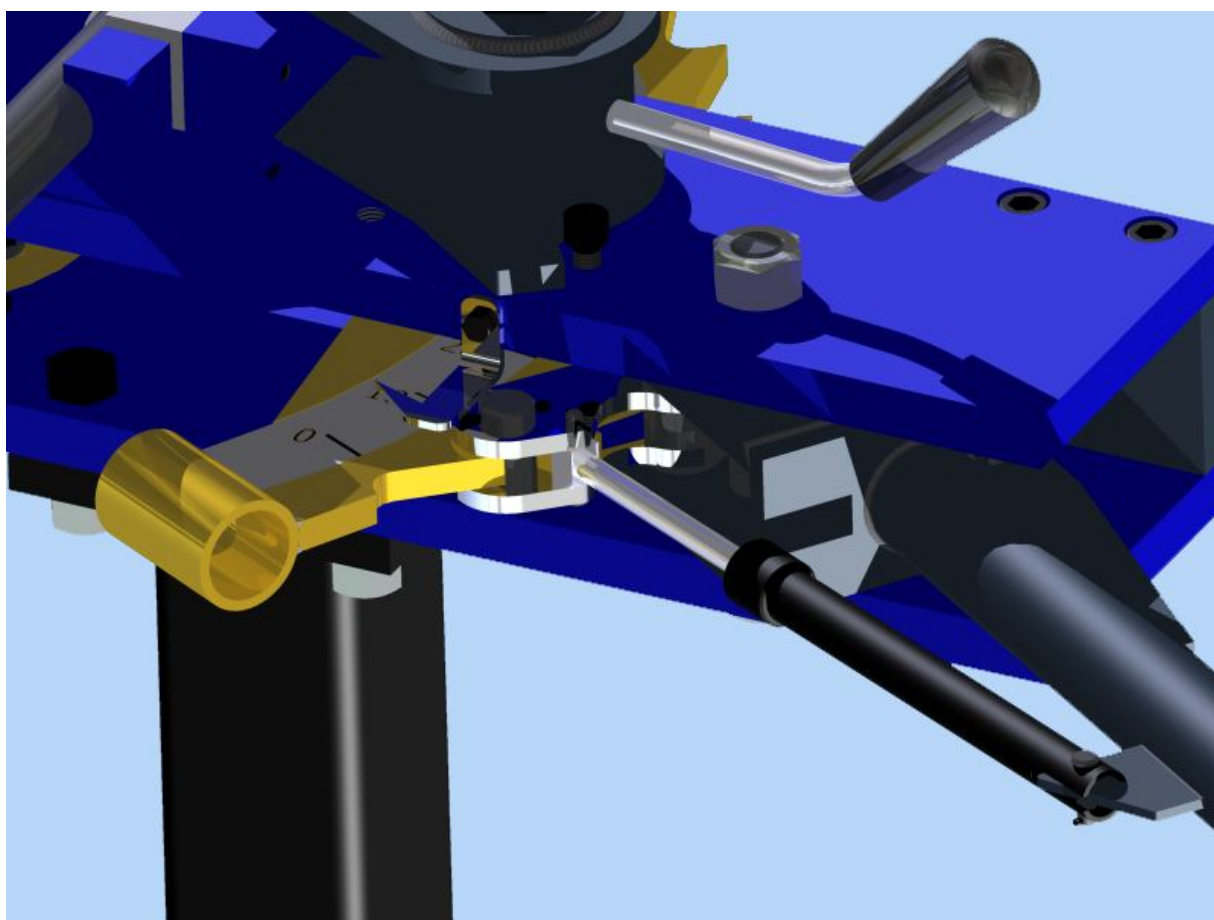
Слика 4.5. Монтажа котура и вођице за савијање цеви Ø30



Слика 4.6. Котур и вођица за савијање цеви Ø10 монтирани на уређај

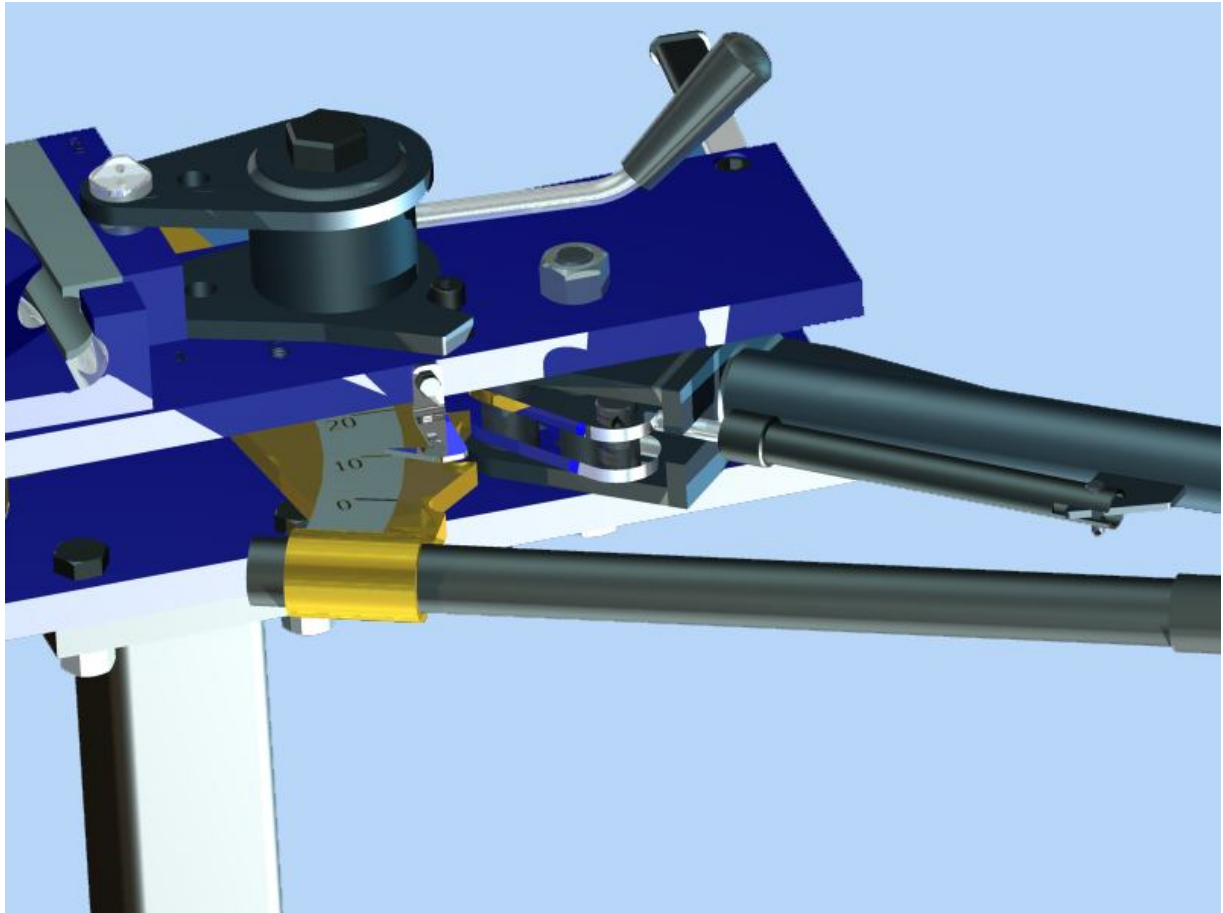
5.0. Упутство за руковање

Закретање назубљене плоче може се вршити директно преко ручице постављене у отвор чауре на плочи али то је могуће за цеви пречника мањих од 20mm. За веће пречнике користи се двојни полужни механизам са ексцентром. Осовиница ексцента належа на међузубље у плочи. Осовиницу носе ламелице и приликом кретања ручке за угао од 90° плоча се закрене за 10° што одговара угловној подели зуба и угловној подели скале угравиране на плочи. Спрега ексцентарског механизма и плоче приказана је на слици 5.1. Ексцентарски механизам ($e=35\text{mm}$) обезбеђује вишеструко повећање обртног момента на плочи који у зависности од ручне силе може да достигне и 2000 Nm.



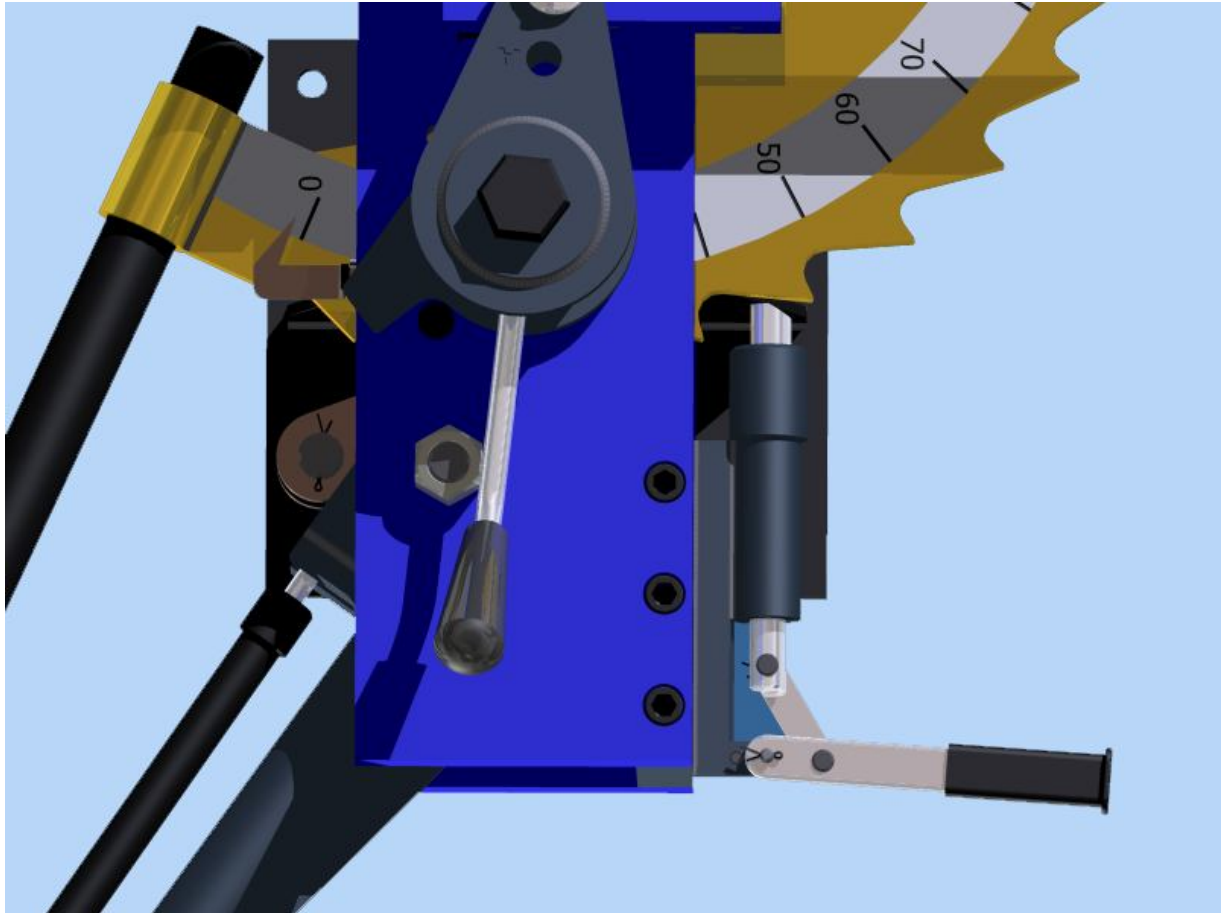
Слика 5.1 Спрега ексцентарског механизма и плоче

Када је потребно искључити ексцентарски механизам из спреге, носач опруге са клипом притиснути уз ручку остаје у том положају јер сама опруга тежи да га задржи због промене нападне линије силе у односу на осовиницу око које се окрећу ламелице. На слици 5.2 приказан је такав положај.



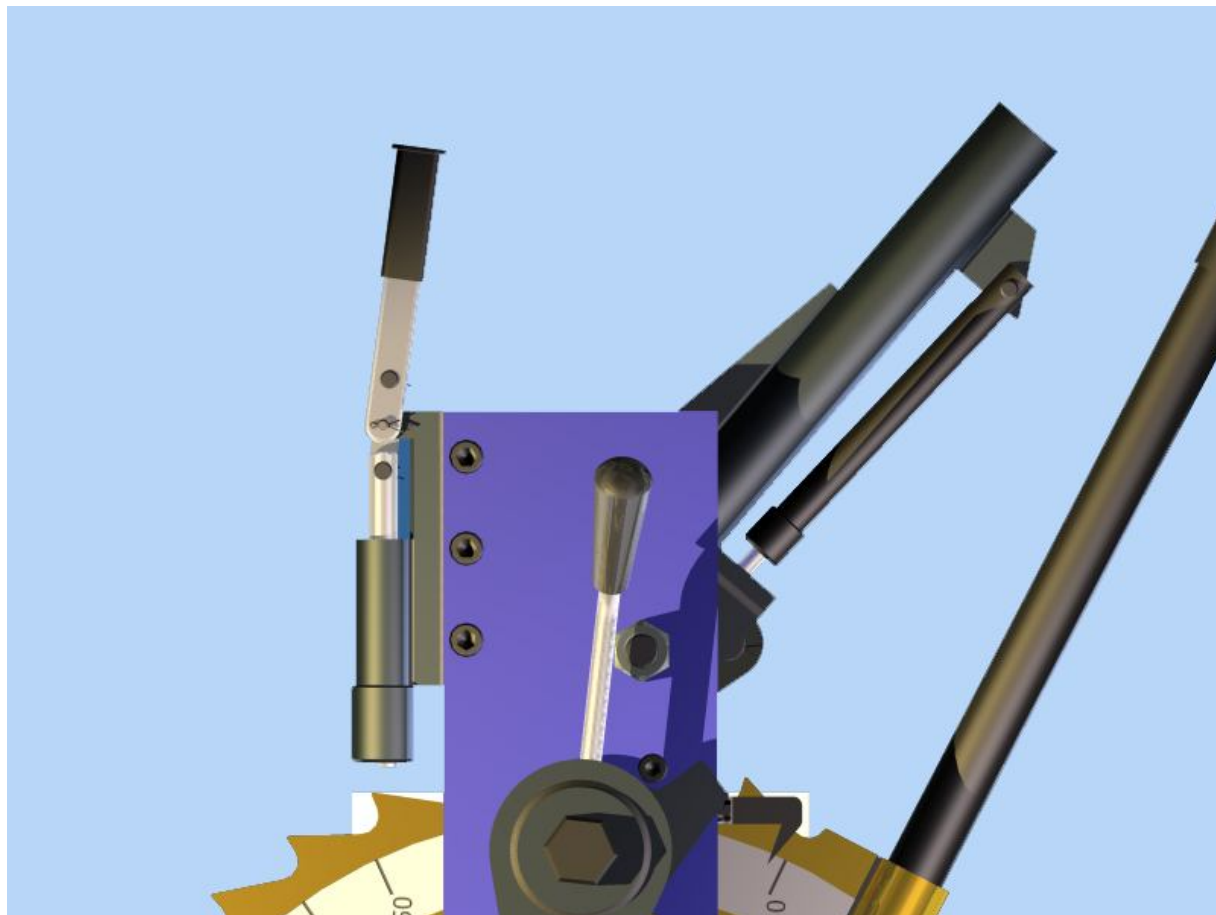
Слика 5.2 Ексцентарски механизам искључен из спреге са зупчастом плочом

После закретања ручице за 90° , односно плоче за 10° , плоча мора бити задржана у том положају да би се ручица вратила назад и поново дошла у спрегу са следећим зупцем. Напругнута цев тежи да је врати назад али то спречава устављач који забрављује плочу непосредно пре достизања крајњег угловног положаја ручке. Устављач је приказан на слици 5.3.



Слика 5.3 Устављач у спрези са зупчастом плочом

Када се заврши савијање, најпре се ексцентарски механизам искључује из спреге, затим ослобађа устављач, закрене се усмеривач цеви и извади цев. Устављач се ослобађа закретањем ручице до граничне осовинице јер тада долази у нови равнотежни положај, приказан на слици 5.4. У том положају остаје јер га задржава напегнута опруга.



Слика 5.4 Равнотежни положај устављача када је искључен из спреге са зупчастом плочом

6.0. Одржавање уређаја

Што се тиче одржавања уређаја, потребно је редовно подмазивање клизних вођица уљем, повремено подмазивање клизних лежајева централног вратила, клизних површина устављача и ексцентарског механизма. Котурови се не подмазују али их треба редовно чистити од остатака корозије са цеви.

7.0. Реалне слике уређаја



Слика 7.1

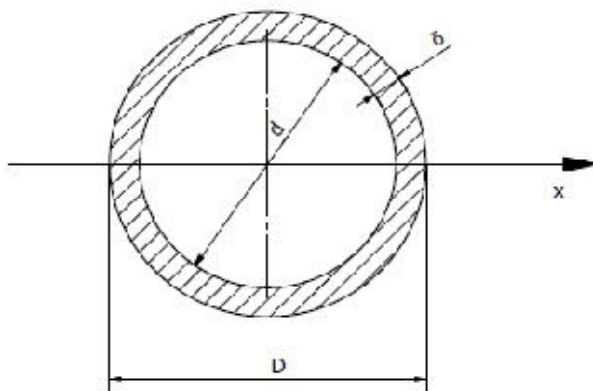


Слика 7.2

8.0. Прорачун уређаја за савијање цеви



8.1. Прорачун потребног момента савијања цеви



Слика 8.1 Попречни пресек цеви са припадајућим ознакама

Савијање цеви представља обраду пластичним деформисањем. То значи да је потребано напрезање цеви изнад напона на граници течења - R_{EH} . Напон при савијању цеви рачуна се на основу обрасца :

$$\sigma = \frac{M}{W_x}$$

Критичан момент савијања који изазива пластично деформисање:

$$M_K = \sigma_T \cdot W_x$$

где је :

R_p - напон на граници течења, $R_p = 240 \text{ N/mm}^2$ (Č.1212)

$W_x = 0,1 \frac{D^4 - d^4}{D}$ - отпорни момент прстенастог попречног пресека

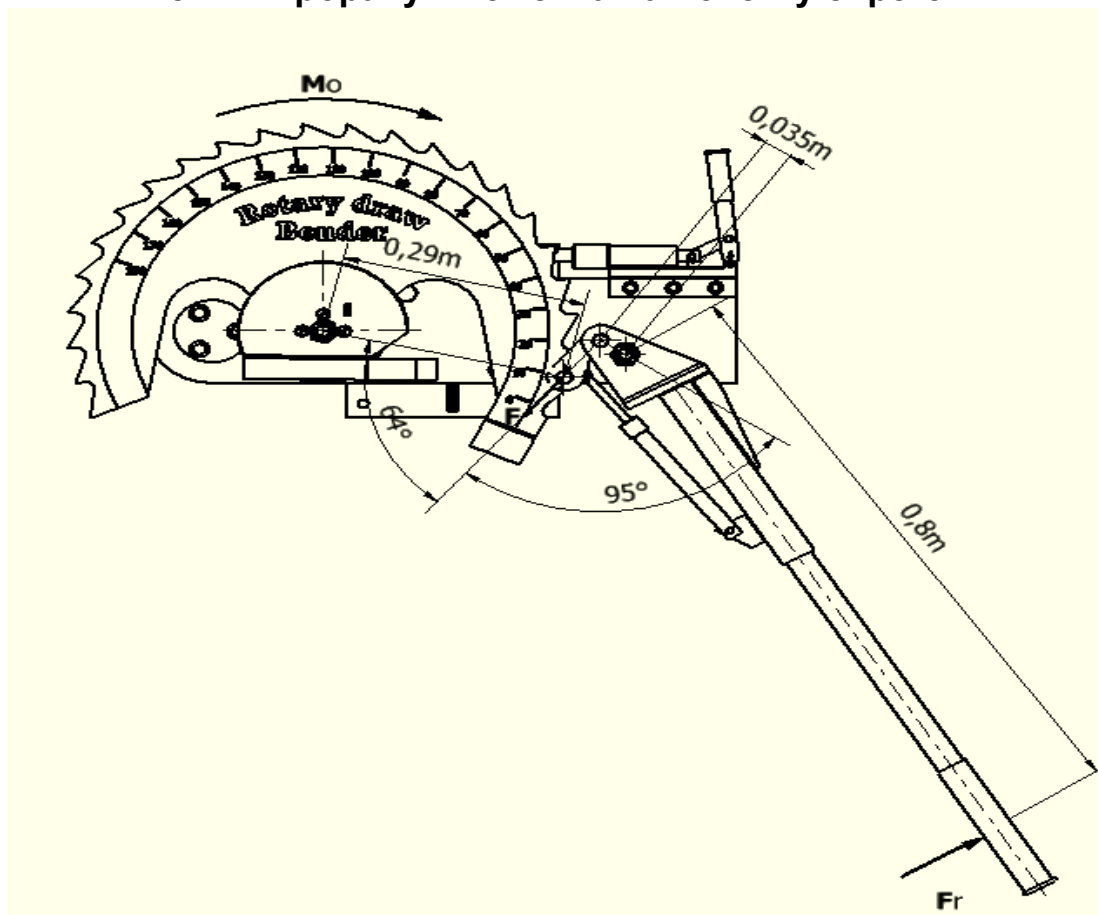
Прорачун критичног момента савијања, безшавних челичних цеви, израђених према JUS C.B5.122, од Č.1212, за пречнике за које је намењен алат, дат је у наредној табели ..

Сп.пречник цеви D [mm]	Дебљина зида цеви δ [mm]	Ун. пречник цеви d [mm]	Отпорни момент W_x [mm ³]	Критични момент савијања M_K [Nm]
6	1	4	17,33	4,16
10	1,5	7	75,99	18,24
16	1,8	12,4	261,84	62,84
20	2,0	16	472,32	113,36
25	2,0	21	748,58	179,66
30	2,6	24,8	1439,09	345,38
33,7	2,6	28,5	1869,56	448,70
42,4	2,6	37,2	3105,96	745,43

Табела 2. Прорачун критичног момента савијања цеви

8.2. Прорачун обртног момента на катуру уређаја

8.2.1. Прорачун момента на почетку спреге



Слика 8.2 Шема оптерећења на почетку спреге

На основу шеме оптерећења , према слици 8.2. поставља се моментна једначина:

$$F_r \cdot 0,8 = F \cdot 0,035 \cdot \sin 95^\circ$$

$$F = F_r \cdot \frac{0,8}{0,035 \cdot \sin 95^\circ} = 200 \cdot \frac{0,8}{0,035 \cdot \sin 95^\circ} = 4588,90 \text{ N}$$

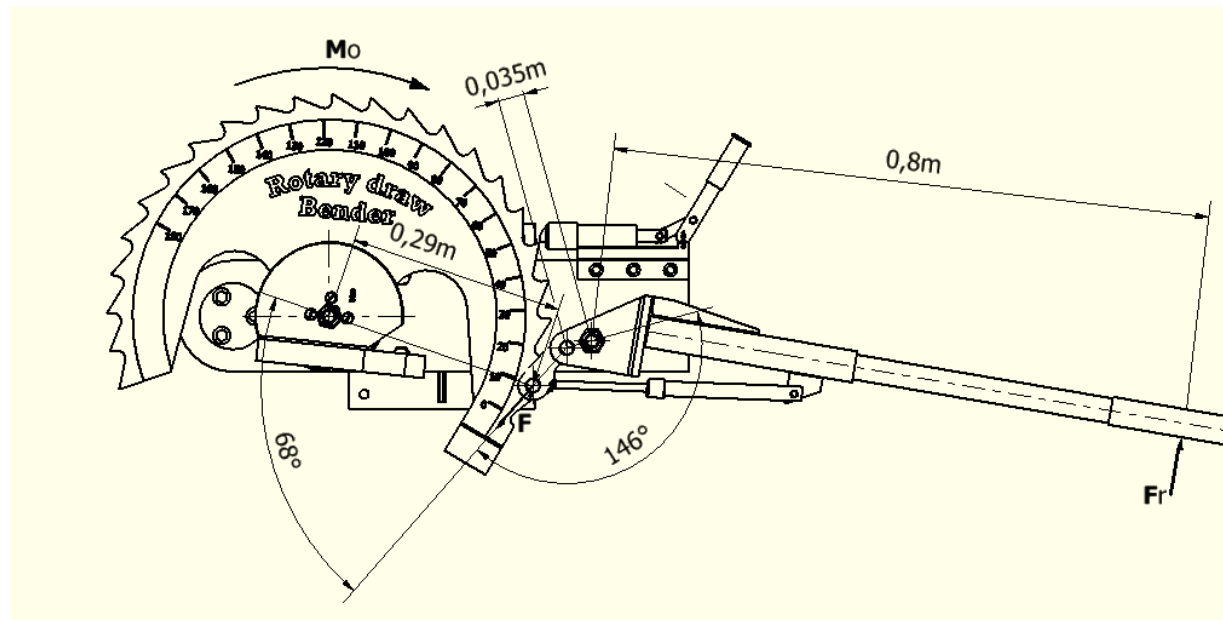
где је:

F- сила на периферији зупчасте плоче
 F_r - ручна сила , усвојена на: $F_{r \max} = 200 \text{ N}$

Обртни момент на катуру према слици 8.2 :

$$M_o = F \cdot 0,29 \cdot \sin 64^\circ = 4588,90 \cdot 0,29 \cdot \sin 64^\circ = 1196 \text{ Nm}$$

8.2.2. Прорачун момента на крају спреге



Слика 8.3 Шема оптерећења на крају спреге

На основу шеме оптерећења , према слици 8.3 поставља се моментна једначина:

$$F_r \cdot 0,8 = F \cdot 0,035 \cdot \sin 146^\circ$$

$$F = F_r \cdot \frac{0,8}{0,035 \cdot \sin 95^\circ} = 200 \cdot \frac{0,8}{0,035 \cdot \sin 146^\circ} = 8175 \text{ N}$$

где је :

F- сила на периферији зупчасте плоче

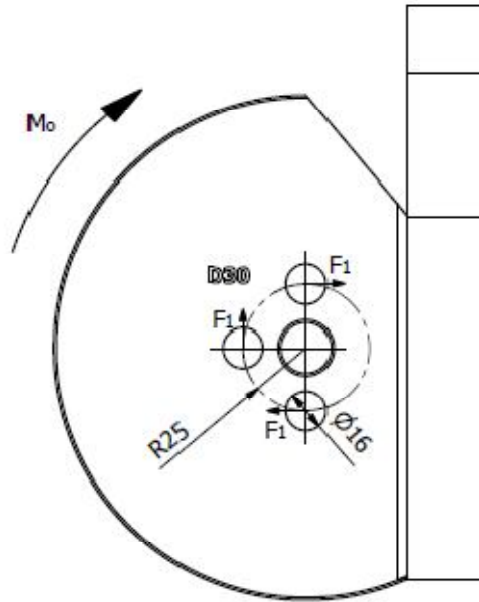
F_r- ручна сила , усвојена на: F_{r max}= 200N

Обртни момент на катуру према слици 8.3 :

$$M_o = F \cdot 0,29 \cdot \sin 64^\circ = 8175 \cdot 0,29 \cdot \sin 68^\circ = 2198 \text{ Nm}$$

Обртни момент на катуру мења се од 1196 Nm до 2198 Nm, приликом хода полуге ручке између крањих мртвих положја. Обртни момент на катуру може да обезбеди савијање свих цеви датих у табели, за које је предвиђен уређај.

8.3. Прорачун везе централног вратила са котуром



Слика 8.4 Шема оптерећења чивија

Обртни момент са централног вратила преноси се на котур преко 3 чивије, тако да је сила која оптерећује чивију :

$$F_1 = \frac{M_o}{3R} \cdot \xi_r = \frac{2198}{3 \cdot 0,025} \cdot 1,3 = 38099 \text{ N}$$

где је :

$M_o = 2198 \text{ Nm}$ - max. обртни момент који може да се достигне на котуру при дејству ручне силе од 200 N на полугу ручице

$\xi_r = 1,3$ — фактор неравномерне расподеле оптерећења услед грешки при изради, монтажи

Тангенцијални напон у попречном пресеку чивије изслед смицања:

$$\tau = F/A = 38099/201 = 189 \text{ N/mm}^2 \text{ (MPa)}$$

$$A = d^2\pi/4 = 16^2\pi/4 = 201 \text{ mm}^2 \text{ — површина попречног пресека чивије}$$

Критични напон смицања :

$$[\tau] = 0,8 \cdot R_e = 0,8 \cdot 850 = 680 \text{ N/mm}^2$$

где је :

$R_e = 850 \text{ N/mm}^2$ - напон на граници течења за материјал чивије :Č.4732

Степен сигурности чивије :

$$S = [\tau] / \tau = 680/189 = 3,6$$

Површински притисак чивије на котур:

$$p = F_1/A = 38099/480 = 79,37 \text{ N/mm}^2$$

где је:

$A = d \cdot h = 16 \cdot 30 = 480 \text{ mm}^2$ – меродавна површина за прорачун

$d = 16 \text{ mm}$ – пречник чивије

$h = 30 \text{ mm}$ – висина чивије

Степен сигурности од деформисања услед контактеног напрезања за слабији материјал (котура):

$$S = R_e/p = 240/79,37 = 3,02$$

где је :

$R_e = 340 \text{ N/mm}^2$ - напон на граници течења за материјал котура : Č.0361

9.0. Мере заштите

Пракса показује да велики број повреда на раду настаје управо због непоштовања прописаних мера заштите на раду. Због тога је и прописана обавеза радника да се придржава свих прописаних мера заштите на раду. Значи радник је дужан да своје понашање на радном месту и у радној средини и околини усклади са прописаним мерама заштите на раду, на који начин доприноси како својој безбедности тако и безбедности осталих радника то јест учесника у процесу рада.

9.1.Примењене мере заштите

Обавезе радника у погледу примене мере заштите на раду су:

- *да ради са пуном пажњом, ради безбедности свог живота и здравља и живота и здравља осталих учесника у процесу производње.
- *да наменски користи средства и опрему личне заштите (заштитно одело, рукавице, цокуле, шлем, наочаре, кецеље за вариоце, итд.), да пажљиво њиме рукује и да их одржава у исправном стању,
- *да се придржава утврђених мера заштите на раду,
- *да правилно рукује оруђима за рад, опасним материјама и да поступа по упутству произвођача,
- *да се стара о спровођењу и унапређењу мера заштите на раду.

10.0. Закључак

Машинска радионица је сегмент службе машинског одржавања погона "Тамнава-Источно поље". У оквиру рада службе машинског одржавања ТИП-а уочена је потреба за просторним облицима, оквирима, рамовима и цевној инсталацији. Пошто нема средстава а ни велике потребе за куповину једног таквог уређаја, исти је израђен од доступног материјала уз помоћ радне снаге машинске службе.

Уређај за савијање цеви који је тема овог рада је ручни алат намењен за савијање цеви хладним поступком (без грејања) називног пречника до 40mm. То је радионички уређај стационираног типа и монтира се на бетонску основу анкер завртњима. Радијуси савијања цеви усвојени су конструктивном смерницом $R=3d$, а угао савијања је од 0-180 степени. Уређај се састоји од постоља, две носеће плоче, озубљене плоче, централног вратила, гарнитуре изменљивих котурова, усмеривача са изменљивим вођицама цеви, ексцентарског полужног механизма и устављача. Гарнитура изменљивих котурова сачињава 8 котурова за одређене пречнике цеви.

Уређај је настао за потребе савијања цеви приликом монтаже хидрауличних и мазајућих инсталација на роторним багерима. Осим за наведене сврхе уређај се користи и за декоративно савијање, приликом израде клупа, столица и сл. као опрема канцеларија у "Тамнави-Источно поље".

Приликом савијања цеви за називне пречнике до 30mm није потребно пуњење цеви песком, а само за највећи називни пречник пожељно је, да не би дошло до деформације попречног пресека цеви.

Лоша страна уређаја је савијање по унапред утврђеном радијусу за задати пречник. А добра страна је веома прецизно савијање ручном силом. То се постиже преко угломера и двоструког полужног механизма, који обезбеђује велики обртни момент на погонској плочи.

Што се тиче компликованости, уређај за савијање цеви може се направити у свакој машинској радионици опремљеној стругом, глодалицом и опремом за гасно резање и заваривање.

Само одржавање уређаја је лако, са минималним трошковима одржавања, уз редовно подмазивање и чишћење од остатака корозије са цеви.

Уређај за савијање цеви је у потпуности оправдао своју намену и показао се као веома користан и поуздан.

11.0. Литература

- „Технологија пластичног обликовања метала“ - С. Александровић, М. Стефановић, 2010
- „Основи машинства“ – Светислав Љ. Марковић, 2003;
- „Група аутора инжењерско машински приручник“ ; Завод за уџбенике и наставна средства, 1992;
- www.hinesbending.com
- www.hornmachinetools.com